

太陽光発電事業実施基礎調査 報告書

平成 24 年 3 月
(2012 年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

産 公
J R
13-108

太陽光発電事業実施基礎調査 報告書

平成 24 年 3 月
(2012 年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

目 次

目 次

図表リスト

略語表

第1章 調査の概要	1
1 - 1 調査の背景・目的	1
1 - 2 団員構成	1
1 - 3 調査日程	2
1 - 4 調査内容	4
1 - 4 - 1 過去のPV地方電化プロジェクトの課題	4
1 - 4 - 2 調査内容（調査対象：SHS、BCS、公共施設PV）	5
第2章 調査結果	8
2 - 1 ザンビアPV事業	8
2 - 1 - 1 プロジェクトの背景	8
2 - 1 - 2 NESCO	9
2 - 1 - 3 CHESCO	13
2 - 1 - 4 PV普及状況	16
2 - 1 - 5 技術基準	18
2 - 1 - 6 ザンビアESCO事業からの教訓	18
2 - 2 ラオスPV事業	21
2 - 2 - 1 プロジェクトの背景	21
2 - 2 - 2 ESCO事業者とユーザー	27
2 - 2 - 3 ラオスESCO事業からの教訓	30
第3章 総合解析	32
3 - 1 PV地方電化事業の位置づけ	32
3 - 2 経済的側面	33
3 - 3 技術的側面	36
3 - 4 組織制度的側面	39
第4章 提 言	43
付属資料	
1 . ザンビア太陽光 現地調査記録	47
2 . ザンビア写真集	59
3 . ラオス太陽光 現地調査記録	61
4 . ラオス写真集	73

5 . ザンビア技術基準（抜粋）	75
6 . NESCO契約書	85
7 . CHESCO契約書	88

図表リスト

表 1 - 1	SHSの運営方式	6
表 1 - 2	Battery Charging Station (BCS) の運営形態	7
表 1 - 3	BCSの充電対象	7
表 1 - 4	公共施設PV	7
表 2 - 1	ザンビアデータ	8
表 2 - 2	NESCO人員構成	9
表 2 - 3	NESCOのPVシステム	10
表 2 - 4	NESCOの損益表	12
表 2 - 5	CHESCOの人員構成	13
表 2 - 6	CHESCOのPVシステム	14
表 2 - 7	CHESCOの損益表	15
表 2 - 8	ザンビアのPV機器市場価格	17
表 2 - 9	ラオスデータ	21
表 2 - 10	REPのSHS設置計画	22
表 2 - 11	料金体系	23
表 2 - 12	SHS設置推移	23
表 3 - 1	PV機器コスト	33
表 3 - 2	50W SHSの回収コスト	33
表 3 - 3	150W BCSのコスト	34
表 3 - 4	標準的充電料金 (アフリカ諸国)	35
表 3 - 5	150W BCSで最大可能充電台数	35
表 3 - 6	150W BCSで最大可能売上	35
表 3 - 7	PV機器の技術的考慮点	36
図 2 - 1	NESCOのPV分布	9
図 2 - 2	CHESCOのPV分布	13
図 2 - 3	REPの概念図	24

略 語 表

略 語	英語表記	日本語表記
AC	Alternating Current	交流
Ah	Ampere-hour	アンペア時
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
BCS	Battery Charging Station	
CHESCO	Chipata Energy Service Company	
C/P	Counterpart	カウンターパート
DC	Direct Current	直流
DOE	Department Of Energy	ザンビア国エネルギー・水資源開発省エネルギー局
DOE	Department Of Electricity	ラオス国エネルギー・鉱業省電力局
EDL	Electricite Du Laos	ラオス電力公社
ESCO	Energy Service Company	エネルギー供給サービス事業
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
IEC	International Electric Committee	国際電気標準会議
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LESCO	Lundazi Energy Service Company	
Li	Litium (battery)	リチウム
MEM	Ministry of Energy and Mines	エネルギー・鉱業省(ラオス)
MEWD	Ministry of Energy and Water Development	ザンビア国エネルギー・水資源開発省
NESCO	Nyimba Energy Service Company	
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
Ni-Cd	Nickel Cadmium (battery)	ニッケルカドミウム(充電池)
Ni-H	Nickel Hydrogen (battery)	ニッケル水素(充電池)
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
PDEM	Provincial Department of Electricity and Mines	県エネルギー・鉱業局
PESCO	Provincial ESCO	
PMU	Program Management Unit	プロジェクト・マネジメント・ユニット
PPP	Public-Private Partnerships	官民連携

PV	Photovoltaic Power Generation	太陽光発電
PWM	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
REF	Rural Electrification Fund	地方電化基金
REP	Rural Electrification Project	地方電化プロジェクト（ラオス）
SHS	Solar Home System	ソーラーホームシステム
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SPRE	Southern Provinces Rural Electrification	
USD	United States Dollars	アメリカドル
VEAC	Village Electricity Advisory Committee	
VEM	Village Electricity Manager	
VOPS	Village Off Grid Promotion and Support	
WHO	World Health Organization	世界保健機関
Wp	Watt peak	ピークワット
ZMK	Zambia Kwacha	ザンビア・クワチャ（通貨単位）

< 為替レート > （2012年2月現在）

1USD = 5,100ZMK

1USD = 7,900kip

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景・目的

これまでJICAやさまざまなドナーが太陽光発電（Photovoltaic Power Generation：PV）を使用した地方電化プロジェクトを実施しているが、その運営方法やメンテナンス体制などが、プロジェクトの成否やその後の普及展開（スケールアップ）に影響を及ぼしている。他方、PVを活用した電化に係る要請は開発途上国から多数寄せられており、JICAとしてどのようにこうした要請に応えていくべきか整理する必要がある。このため、これまでに実施されたPVを用いたオフグリッド地方電化プロジェクトのうち、比較的継続的に運営されている次の2カ国のプロジェクトについて調査（現地サイト踏査、関係者への聞き取り、関連情報の収集含む）を行い、その結果を取りまとめるとともに、得られた教訓や課題の整理・分析を行い、今後JICAが行う再生可能エネルギー地方電化分野（オフグリッド太陽光）の支援に対する提言を含め報告書としてまとめることを目的として本調査を行った。

ラオス人民民主共和国

「再生可能エネルギー利用地方電化計画」（1998～2000年）（実施機関：JICA）及び後続案件（実施機関：世界銀行）

ザンビア共和国

「Energy Service Company」〔実施機関：スウェーデン国際開発協力庁（SIDA）〕（ニンバ及びチパタの2カ所）

なお、JICAでは、本調査結果を今後の同種プロジェクトの実施の資料とする計画である。特に、2011年8月からケニアにおいて再生可能エネルギー地方電化分野の技術協力を開始しており、2012年度には太陽光発電を用いた地方電化の支援も実施する予定であるため、本結果を同国での技術協力や今後JICAが実施する他国での太陽光発電地方電化分野の協力へ反映する予定である。

1-2 団員構成

本調査の団員構成は以下のとおり。

	分野	氏名	所属
ラオス	総括	加藤 俊伸	独立行政法人国際協力機構（JICA） 産業開発・公共政策部 次長
	再生可能エネルギー （太陽光発電）	若林 英人	有限会社はなコンサルティング 代表取締役
ザンビア	調査企画	宮田 智代子	JICA産業開発・公共政策部 エネルギー・資源課
	再生可能エネルギー （太陽光発電）	浅井 邦夫	プロアクトインターナショナル株式会社 取締役

1 - 3 調査日程

以下の日程で、現地調査を実施した。

< ザンビア >

	FY2011		JICA	Consultant	Stay at
			Ms.Chiyoko Miyata (Survey Planning)	Mr.Kunio Asai (Renewable Energy)	
1	4/Feb	Sat	Haneda 16:25 - 20:40 Hong Kong (CX549) Hong Kong 23:50 -		On flight
2	5/Feb	Sun	- 07:10 Johannesburg (SA287) Johannesburg 10:30 - 12:30 Lusaka(SA062)		Lusaka
3	6/Feb	Mon	Courtesy visit to JICA Zambia Office and Meeting with Mr.Okuyama (Schedule confirmation) Meeting with Mr.Mayusumi (JICA Expert for REA) Meeting with Energy Regulation Board		Lusaka
4	7/Feb	Tue	Move to Nyimba Nyimba ESCO Project Site Survey(Meeting with Project Manager/Operator)		Nyimba
5	8/Feb	Wed	Nyimba ESCO Project Site survey (SHS user survey)		Nyimba
6	9/Feb	Thu	Nyimba ESCO Project (SHS user survey) Move to Lusaka	Nyimba ESCO Project (SHS user survey) Local market survey	Lusaka/Nyimba
7	10/Feb	Fri	Lusaka 13:20 - 15:25 Johannesburg (SA063) Jphannesburg 17:05 -	Nyimba ESCO Project (SHS user survey) Move to Lusaka	On flight/Lusaka
8	11/Feb	Sat	- 12:15 Hong Kong (SA286) Hong Kong 14:25 -15:19 Haneda (NH1172)	PV supplier survey in Lusaka(information collection)	Lusaka
9	12/Feb	Sun	Documentation		Lusaka
10	13/Feb	Mon	Move to Chipata		Chipata
11	14/Feb	Tue	Chipata ESCO Project Site Survey(Meeting with Project Manager/Operator, SHS user survey)		Chipata
12	15/Feb	Wed	Chipata ESCO Project Site Survey(SHS user survey)		Chipata
13	16/Feb	Thu	Chipata ESCO Project Site Survey(SHS user survey, Local market survey)		Chipata
14	17/Feb	Fri	Chipata ESCO Project Site Survey(SHS user survey)		Chipata
15	18/Feb	Sat	Move to Lusaka		Lusaka
16	19/Feb	Sun	Documentation		Lusaka
17	20/Feb	Mon	PV supplier survey in Lusaka(information collection)		Lusaka
18	21/Feb	Tue	<Open slot> Report to JICA Zambia Office		Lusaka
19	22/Feb	Wed	Lusaka 13:20 - 15:25 Johannesburg (SA063) Jphannesburg 17:05 -		On flight
20	23/Feb	Thu	- 12:15 Hong Kong (SA286) Hong Kong 14:25 -15:19 Haneda (NH1172)		

< ラオス >

FY2011			JICA	Consultant	Stay at
			Mr.Toshinobu Kato (Team Leader)	Mr.Hidehito Wakabayashi (Renewable Energy)	
1	12/Feb	Sun	NARITA 11:45 - 16:45 BANGKOK(TG 643) BANGKOK 19:55 - 21:05 VIENTIANE(TG 574)		Vientiane
2	13/Feb	Mon	Courtesy Visit to JICA Laos Office and Meeting with relevant staff Meeting with DOE (Rural Electrification Division) and schedule confirmation Meeting with JICA Expert for DOE for information collection		Vientiane
3	14/Feb	Tue			-
4	15/Feb	Wed	PV Site survey and local market survey(1) 1) JICA pilot project site (SHS site and BCS site, if possible) 2)World Bank project site (Provincial ESCO and its site)		-
5	16/Feb	Thu			-
6	17/Feb	Fri	Meeting with World Bank Meeting with Sunlabob Ltd. VIENTIANE 21:50 - 22:55 BANGKOK(TG 575) BANGKOK 23:50 -		-
7	18/Feb	Sat	- 22:55 BANGKOK(TG 575)	Market Survey in Vientiane	Vientiane
8	19/Feb	Sun		Documentation	Vientiane
9	20/Feb	Mon		Meeting with DOE(RED) and information collection in Vientiane	Vientiane
10	21/Feb	Tue			-
11	22/Feb	Wed		Site surveyand local market survey(2) 1) JICA pilot project site (Pilot site where DOE staff took initiative to implement pilot project within JICA Project, or other site where DOE staff install PV after JICA Project)	-
12	23/Feb	Thu		2)World Bank project site (Provincial ESCO and its site)	-
13	24/Feb	Fri		3)Sunlabob's PV site	-
14	25/Feb	Sat			Vientiane
15	26/Feb	Sun		Documentation	Vientiane
16	27/Feb	Mon		PV supplier survey in Vientiane(information collection)	Vientiane
17	28/Feb	Tue		<Open slot>	Vientiane
18	29/Feb	Wed		Report to DOE(RED) Report to JICA Laos Office	Vientiane
19	1/Mar	Thu		VIENTIANE 21:50 - 22:55 BANGKOK(TG 575) BANGKOK 23:50 -	On flight
20	2/Mar	Fri		- 22:55 BANGKOK(TG 575)	

1 - 4 調査内容

1 - 4 - 1 過去のPV地方電化プロジェクトの課題

過去のPV地方電化プロジェクトを基に、課題を以下に想定し、調査内容を検討する。

PVシステムの価格が高い

一般の50Wソーラーホームシステム（Solar Home System：SHS）（太陽光パネル、バッテリー、チャージコントローラー含む）は合計約7～10万円と高価であるため、地方部の貧困層には購入不可能であった。しかし、無償での機材供与や補助金の導入は持続性の観点から敬遠され、このために分割払いを可とする販売方式や、事業者による電化サービス方式（利用者はSHSを自宅で使用し、その利用料を事業者に支払い、事業者はそのシステムの維持管理に責任を負う）が考えられた。これらは業者側に財務力・実務力が必要とされ、現実に対応できるPV業者は極めて少なかった。

政府が地方電化基金で支援する方式も考えられるが、成功例は少ない。これは政府にとってより優先順位の高い課題であるグリッド延伸に基金の大半が費やされるのが通常であることと、また基金の活用・管理に関する政府の能力不足も原因と考えられる。

地方で保守する能力がない

PVを地方に導入する際には、設置業者または納入業者による利用者に対する簡単な指導のみ、というケースが多い。適切なPVシステムを導入すれば、一部の初期不良を除き2～3年は問題なく稼働することが多く、ほとんど保守する必要はない。しかし、2～3年後に保守が必要となった時には導入時に受けた指導については忘れてしまっており、対応できない。マニュアルなども不十分な例が多い。

地方でスペアパーツを入手できない

通常、PVの市場は極めて小さい。途上国にあるPV業者のほとんどはドナープロジェクトを対象としており、首都か地方の大都市に事務所や店舗があるのみで、地方へのPV機器やスペアパーツの供給はほとんどなかった。このため、地方で設置したPVシステムにトラブルが発生した場合、仮に地方で修理する能力があったとしても必要なスペアパーツを用意できないことが多かった。

PVに対する方針をもたない国が多い

無電化地域に対する電化率向上について、グリッド延伸の方針はもつがPVによる電化率向上に関する方針をもたない国が多い。このため、多くの政府がPVによる電化はドナー頼みで、依存的なスタンスになってしまう。また、政治的な圧力からバラマキ的に配分することになりがちである。PV普及の成功事例としては、民間業者やNGOが、地域や住民の状況を基に適切な配分を行い、成功している例がある。例えば、バングラデシュのSHS普及である。これは、グラミン銀行（Grameen Bank）のマイクロクレジット事業の二次的な機能として、SHSの現場での運転維持管理（Operation and Maintenance：O&M）をうまくこなしている好事例である。

1 - 4 - 2 調査内容（調査対象：SHS、BCS、公共施設PV）

上に整理した課題を踏まえ、今回の調査対象プロジェクトにおいてそれぞれの課題に対し、どのような解決方策を用いていたか、あるいはどのような類似課題に遭遇したかを含め、次の調査を行い、結果を報告書にまとめるとともに、今後の類似プロジェクトに対する提言を取りまとめる。調査は次ページの整理表を参考に実施した。

PV事業¹の実態把握：PV機器のコスト・調達方法、運営の仕組み、財務状況

ユーザー指導の有無、ユーザーの知識・運転状況、トラブル、ユーザーのPVに対する評価
地方でのPV市場

政府・民間の関与の状況（補助金など）

Battery Charging Station（BCS）については運営状況、運転者の能力

公共施設PVは運転者の能力、保守費の確保方法

¹ 政府・ドナー主導、民間主導の両方を想定している。

表 1 - 1 SHSの運営方式

方式	形態	所有権 (保守責任)	長所	短所	政府の支援
売り切り	ユーザーが業者から直接設備を買う(一括払い)	ユーザー	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーのオーナーシップが最も高く、持続性が高くなる ・業者の補償負担が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・PVを買える人は限られる ・ユーザーに保守知識・資金が必要 ・地方にPV業者がない ・不良品が出やすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・補助金 ・不良品の排除
分割払い	ユーザーが業者から分割払いで設備を買う(分割払い)	支払中は業者 支払後はユーザー	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーのオーナーシップが高い ・購入時の初期負担が低くなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・分割払い中のトラブル対応が困難 ・地方にPV業者がない ・業者に財務力が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・補助金 ・クレジットの保証
	PV業者による分割販売		<ul style="list-style-type: none"> ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・割賦販売をできる業者は限られる 	<ul style="list-style-type: none"> ・
	金融機関によるローン		<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロクレジットと連繋できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・PVに融資する機関は限られる 	<ul style="list-style-type: none"> ・PVの啓蒙
サービス提供	業者がユーザーに設備を貸す(設備使用料と保守サービス料をとって業者が保守を行う)	業者またはサービス提供者	<ul style="list-style-type: none"> ・初期負担をなくせる 	<ul style="list-style-type: none"> ・業者に財務力が必要 ・サービス体制を維持するのが困難 ・トータルコストは高くなる ・ユーザーのオーナーシップが低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・補助金 ・クレジットの保証 ・業者の育成
	電力会社がサービス	電力会社	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家が保守を行う ・電力全体の収益で赤字補填できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力会社がPVに不熱心 	<ul style="list-style-type: none"> ・
	民間組織がサービス	民間組織	<ul style="list-style-type: none"> ・専門家が保守を行える 	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスを提供できる民間組織が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・PVの啓蒙
	業者が管理し村の自治組織が運営	業者が所有 自治組織が保守	<ul style="list-style-type: none"> ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・村の自治組織は管理能力が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・
コンセッション	電化事業権を団体に売る。PV運営形態は事業契約の中で規定	電化団体	<ul style="list-style-type: none"> ・グリッドと抱き合わせて事業化でき、PVの経済性を改善 ・運営形態がフレキシブル 	<ul style="list-style-type: none"> ・PV電化事業を行える団体が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・補助金 ・PV事業団体の育成 ・コンセッションの実施

表 1 - 2 Battery Charging Station (BCS) の運営形態

方式	形態	長所	短所
充電サービス	バッテリーやランタンなどの機器はユーザーが購入し、BCSはユーザーの持ち込んだバッテリーの充電サービスを行う。(機器の所有権はユーザー)	・ BCSはバッテリーの責任をもたなくてよい	・ ユーザーが機器を放置しバッテリーが過放電になる
レンタル	BCSで充電したバッテリーやランタンを準備し、ユーザーに貸し出す。(機器の所有権はBCS)	・ バッテリーの管理をBCS側で行える	・ レンタル用に機器を常に充電しておく必要がある

表 1 - 3 BCSの充電対象

対象	充電料金	充電時間	経済性	実施方法
カーバッテリー	約100円	1～2日	投資回収できない	公共事業として実施
ランタン	約50円	1日	投資回収は困難	
携帯電話	30～50円	2～3時間	1～2年で投資回収できる	ビジネスとして実施できる

表 1 - 4 公共施設PV

運営者	所有者 (保守責任)	持続性
政府	エネルギー省 教育省や厚生省	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほとんどの場合、保守経費が確保されないため、バッテリーの寿命とともに放置される ・ ユーザー教育が不十分 ・ スペアパーツの提供経路が確保されない
NGO	NGO ミッション	<ul style="list-style-type: none"> ・ NGOやミッションの個別能力に大きく左右される

第2章 調査結果

2 - 1 ザンビアPV事業

2 - 1 - 1 プロジェクトの背景

表2 - 1 ザンビアデータ

1 . 人口 :	12,935,000 (2008年)	
2 . 国土面積 :	752,614km ²	
3 . GDP/capita :	1,399 USD (2011年)	
4 . 通貨 :	1USD = 5,100ZMK (2012年)	
5 . 平均日射量 :	4.5kWh/m ²	

1997年にスウェーデン国際開発協力庁 (SIDA) は、ザンビア政府と協力して、地方電化でPVを用いた民間のエネルギーサービス事業を開発するプロジェクトを開始した。当時からザンビア政府の地方電化に対する考え方は明確で、政府の責任範囲は地方村の受電点や学校・クリニックまでの配電までとし、それ以遠の電化は民間の自助努力に任せるというものである。SIDAで行うプロジェクトは個人住宅を対象としたPV電化なので、民間事業として個人住宅を対象としたPV普及ビジネスの開発という位置づけであった。プロジェクトを実施するにあたってSIDAはザンビア地方の電化ニーズや他国での例を参考にし、エネルギー供給サービス事業 (Energy Service Company : ESCO) としてPVの普及を行うことにした。基本的には、PVシステムがSIDAからザンビア政府 [エネルギー・水資源開発省 (Ministry of Energy and Water Development : MEWD) エネルギー局 (Department Of Energy : DOE)] に無償供与され、ザンビア政府はPV普及のために民間会社にローンでPVを配布し、民間会社はそのPVを個人ユーザーに有料で貸与して投資回収とサービス料の徴収を行う²。民間会社は回収した資金を政府に返済し、政府は回収した資金を更に別の地域でのPVサービス事業に提供するという計画であった。

プロジェクトはザンビア東部州のLundazi、Chipata、Nyimbaが対象となり、1998年にこの地域でPV普及事業を行うため、参加する民間業者を公募した。選定されたPV普及事業者は各地域の名前をとってそれぞれLESCO、CHESCO、NESCOと名付けられたが、本件調査ではこのうちNESCOとCHESCOを調査対象とした。LESCOを調査から外した理由は、LESCOはユーザーの大部分を占めるナショナルサービス (兵役関係者) の料金不払いがあり事業がうまくいっていないという報告があったからである。

² 表1 - 1 「SHSの運営方式」に掲げた「サービス提供」方式に当たる。Fee for Service方式ともいう。

2 - 1 - 2 NESCO

(1) 過去の経過

NyimbaはLusakaからGreat East Roadを東に約320km行ったところにあり、1998年にNyimbaの農業組合の構成員がこのプロジェクトのために組織を形成し、SIDAの資金支援によりザンビア政府が実施を計画していたESCO事業プロジェクトに応募し、Nyimba Energy Service Company (NESCO) としてPVのサービス事業を行うことになった。当初のNESCOの人員構成は次表のとおり。

表 2 - 2 NESCO人員構成

Director	1名
Manager	1名
Accountant	1名
Technician	2名

プロジェクトの初め(1998 ~ 2000年)は8台のPVシステムをデモンストレーション的に使い、周辺の住民にソーラーホームシステム(SHS)の利便性や利用方法などを啓発した。同時にSIDAでは全ESCO事業者に対しPVの技術とビジネス運営の指導を行った。PV技術研修についてはザンビア大学と協力して約1カ月行われ、さらにその後約1カ月間ジンバブエでPV設置の実習が行われた。一方、ビジネス研修についても全ESCOを集めて数日間のワークショップを2回行い、キャッシュフローなどのビジネスプランの立て方や日々のビジネス管理について指導した。

その後NESCOでは、2000年から2001年に応募者を募って100台のSHSを設置した。CHESCO、LESCOでは150台のSHSが設置されたが、Nyimbaは人口が少なかった(Nyimba 7万人、Chipata 37万人、Lundazi 24万人) ために100台となった。この当時、Nyimbaは未電化で、SHS設置者はNyimba周辺から50km以上離れたところまで広がっていた。

プロジェクトで最初に行った調査から、PVの利用料金は高くなることが予想されたので、ユーザーは中～上級の安定した所得をもっていることが望まれた。この結果、ユーザーは役所や公共施設勤務者、店舗経営者が多く、農業収入者は全体の十数パーセントであった。導入されたPVシステムは標準的な50WのSHSで、負荷として直流7Wの蛍光灯が4台設置された。システムの価格は当時で約900USD、ユーザーは更に約100USDを設置代として支払う必要があった。当初はインバーターを用いることは許されず、TVを見たいユーザーは12Vdc (直流12V) のTVを調達する必要があった。

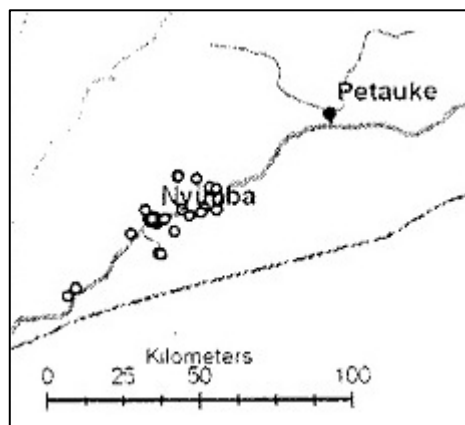


図 2 - 1 NESCOのPV分布

表 2 - 3 NESCOのPVシステム

パネル	50W
バッテリー	96Ah
コントローラー	20A
ランプ	蛍光灯 7W×4台

ユーザーがPVシステムの利用に対して支払う料金は月額で20,000ZMK(約13USD)。農家に対しては収穫期の年1回払いが許された。当時のザンビアはインフレーションが大きく、料金は適宜見直されることになっていた。実際に年に一度くらいの頻度で料金が改訂され、月額で5,000ZMKずつ上げられた。

PVの設置状況についてはSIDAが工事後検収を行ったうえで工事費が支払われたが、この検収作業もNESCOほか各ESCO事業者への技術移転の一環として行われた。更に設置されたシステムを用いた保守研修が各ESCOに対して行われた。ユーザーに対しては設置時に簡単な使用説明がなされた。NESCOは月に1回、保守のためにユーザーを回り、バッテリー加水などの保守を行う。この時にPV利用について更に必要な説明がユーザーに対して行われた。

ESCOに対しては事業開始後もビジネス研修が続けられ、2002年には在庫管理やコスト・リスク管理の指導、更に翌年には各ESCOを訪問して帳簿の記録方法などが指導された。この頃、PV所有権の移転方法についてもプロジェクトで議論されたが、当時のESCOの運営状況を考慮し、所有権の移転方法についてはもう少し事業が安定してから検討することになった。2005年に所有権問題を再検討した結果、設備費のすべてをユーザーが返済するのは困難と見なし、半分を補助として残りの半分を返済することで所有権を移転するという結論になった。

(2) NESCOの現状

1) ユーザーの状況

現在(2012年2月)もNESCOは運営を続けており、稼働しているユーザー数は78。当初設置した100台のSHSのうち1台が破損、4台が盗難となっている。非稼働の設備は輸送費節約のために元ユーザー宅に設置されたままとなっている。NESCOの人員構成は当初と変わらないが、Technician は常駐ではなく2名が交代するようになっている。当初、NESCOは一般の事務所を借りていたが経費節減のためDirectorが所有する建家の一部に移転した。

料金はインフレに従って毎年5,000ZMK/月ずつ2005年まで値上げされてきたほか、2005年にはバッテリー管理をNESCOが請け負うかどうかで次のような体系に改訂された。

- ユーザーがバッテリー交換を自己負担で行う場合：50,000ZMK/月
- NESCOがバッテリー交換を行う場合：70,000ZMK/月

このように料金体系が改訂された理由は、システムトラブルのほとんどがユーザーによる電気の過度利用によるバッテリーの早期劣化であったため、バッテリー交換のコストを明確化しユーザーに電気利用節約の意識づけを行うためであった。上記の料金を提示すると、すべてのユーザーは50,000ZMK/月、すなわちバッテリーを自己負担で交換す

る料金を選択した。2005年以降は料金が固定化され、調査を行った2012年2月の時点でも上記の料金が維持されている。ユーザーとNESCOの契約書はインフレで金額を改訂した部分以外は、基本的には最初のもので維持されているが、これに覚書を加えて、バッテリー交換をユーザーが行うかNESCOが行うかを明確化している(付属資料6 参照)。なお、PV利用料金のほか、新たにPVを設置するユーザーからは契約料(20,000ZMK)と設置料(500,000ZMK)を徴収している。

調査(対象)ユーザーらの設備のほとんどは、コントローラーなしの構造になっている。コントローラーが劣化により動作しなくなったためであるが、NESCOが交換する費用を捻出できないためにこのようになったとみられる。2012年2月時点では、バッテリーはすべてのユーザーが自分で交換する契約となっているため、ユーザーは近くの都市のPetaukeなどで自動車バッテリーを購入して設置している。バッテリーへの加水はユーザーが自分でやっている。ランプについては、初めからユーザーの責任で交換する契約であり、これもPetaukeなどで購入して交換している。NESCOはユーザーに対して、どこどのような製品を買うとよいかの助言や、実際の交換の際の指導などは行っている。ユーザーのなかには故障機器を交換していない者もいるが、システムが止まってもNESCOに対して継続して料金を支払うことについては了解している。調査したユーザーのうち、8割程度は必要な交換を行い、システムは稼働状態にあった。

NESCOのユーザーのなかには学校もあり、教室の照明に使っている。1つの教室に7Wの蛍光灯1台設置し、計4つの教室の照明を行っている。学校には設備管理のコミッティがあり、PVをはじめ学校の種々の設備の運用管理を行っている。設備の保守などに必要な経費は、学校が生徒の家庭から徴収している学校の運営費のなかから、このコミッティを通じて支出されている。

NESCOは、月に1回、ユーザーを回って保守サービスを行うことになっているが、実際に月に1回サービスを行えるのはNESCO事務所の周辺にあるユーザーぐらいで、少し離れたところでは3~4か月に1回ぐらいとなり、更に離れた僻地のユーザーでは年に1回ぐらいにとどまっている。バッテリーやランプの交換はユーザー任せで、コントローラーを全く交換していない現状ではNESCOはあまり技術サービスの提供を行わずに料金を徴収しているような状況にあるが、ユーザーとの関係は調査した範囲内では良好である。これはハード面でのサービスはほとんど行われていないものの、現在もNESCOはユーザーを回り有効なPVの使い方などの助言でユーザーをサポートしている、料金未払いがあってもすぐには設備を撤去せず根気よくユーザーに支払いを督促している、ことなどが好意的に受け入れられているためとみられる。

2) NESCOの経営状況

NESCOの経営は現状まだ黒字状況とみられるが、経営状況は年々難しくなっているようである。本来、78人のユーザーから月に50,000ZMKの収入があれば経営はそれほど難しくはないはずであるが、実際には料金未払いユーザーが多く、経営を圧迫している。表2 - 4は2008/2009年のNESCOの損益表である。

表 2 - 4 NESCOの損益表

(単位：ZMK)

	2008年	2009年
売上計	31,240,000	19,120,000
サービス料	28,490,000	18,470,000
設置費	2,550,000	570,000
申込金	200,000	80,000
繰越金	2,748,599	3,044,589
支出計	30,292,950	18,380,010
支出直接費		
バッテリー	5,024,000	990,000
設置費	1,270,250	823,000
旅費	1,525,000	862,000
小パーツ	269,900	225,000
バッテリー液	274,100	220,000
文房具	239,000	233,000
ランプ	250,000	-
燃料	70,000	55,000
支出間接費		
サラリー	12,720,000	11,190,000
食費	598,500	110,000
Director支払い	2,840,000	1,330,000
事務所保守	1,913,500	773,000
一時雇賃金	787,200	100,000
銀行手数料	752,000	-
光熱費	1,404,500	1,419,000
事務所備品	-	50,500
郵便	-	84,400
利益	310,050	80,700

出典：NESCOスタッフ提供データにより調査団作成

2008年と2009年でかなりの違いがあるが、いずれにせよユーザーが支払うサービス料は本来集まるべき額よりもかなり低く、未払いの割合が半分近くになっていることが推察される。一方、支出に占める人件費（サラリー、Director支払い）の割合はかなり大き

い。NESCOから口答ではマネージャークラスの給与は700,000ZMK/月、テクニシャンクラスは400,000ZMK/月という情報を得ているが、それに従えば人件費さえ十分に支払えないことになる。ユーザーの未払い問題が解決すれば収支は大きく改善されるが、強制取り立てや設備の撤去は難しく、今のところユーザーと協議し同意した場合のみ契約を解除している状況である。このためNESCOでも収支改善のために事業の拡大などを行いたい様子であるが、まだ具体的な案はない。計画ではNESCOは設備代金の半分を政府に返済する予定であったが、2005年に5,000,000ZMKを返したただけでその後の返済は停止している。これについてはまだ政府の対応は決まっていない。政府は返済された資金をSolar Energy Fundという専用の口座に預金している。これまでこの資金は使われずに保管され、今後の使用計画も決まっていない。

2 - 1 - 3 CHESCO

(1) 過去の経過

ChipataはLusakaからGreat East Roadで東に約550km離れたところにあり、マラウィとの国境に近く、東部州の州都でもある。中心部のみ既に電化されているが、周辺の民家はほとんど電化されていない。1998年にESCO事業プロジェクトの公募があった時に、当時、役所から廃棄物処理や資材運搬の業務を請け負っていた会社が応募し、Chipata Energy Service Company (CHESCO)としてChipata 地域でPVのESCO事業を行う事業者として選ばれた。プロジェクト開始時期の人員構成は次のとおり。

表 2 - 5 CHESCOの人員構成

Manager	1名
Accountant	1名
Technician	4名

NESCOの場合と同様にCHESCOでも、最初は4台のシステムで周辺の人々にPVの啓発を行い、これと並行してSIDAから技術やビジネスについての研修を受けた。2000年にユーザーを募集し、150台のSHSを設置した。ここでもユーザーは分散し、遠いところでは50km以上離れたユーザーがいた。導入されたPVシステムはNESCOのものと同様であるが、パネルは55Wであった。

CHESCOで導入した設備は、表 2 - 6 に示すように容量面ではNESCOのシステムと同様であるが、パネルサイズは55Wとやや大きい。

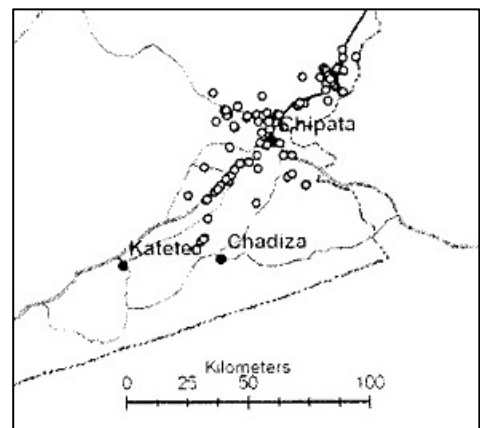


図 2 - 2 CHESCOのPV分布

表 2 - 6 CHESCOのPVシステム

パネル	55W
バッテリー	100Ah
コントローラー	20A
ランプ	蛍光灯 7W×4台

CHESCOの設備導入の過去の経過で他のESCOと大きく異なる点は、当初CHESCOのコントローラーにプリペイド機能を付加したものを採用していた点である。しかし、このコントローラーは設置直後からトラブルが多発し、結局、プリペイド機能を撤去することになった。このためにCHESCOは技術研修を受けたSIDAやザンビア大学の支援を受けてトラブル対応に奔走した。この時の経験により、CHESCOではコントローラーの故障に対する修理能力が強化され、その後、経年劣化などでコントローラーに支障が生じてもCHESCOでほとんど対応することが可能になった。このため、本調査で訪問したすべてユーザーのシステムで、コントローラーは作動していた。

(2) CHESCOの現状

1) ユーザーの状況

CHESCOからの口答の情報によると、調査時点でのユーザーは次のとおり。

- ・稼働中 約80ユーザー
- ・契約中だが非稼働 約20ユーザー
- ・撤去 約50ユーザー

「契約中で非稼働」というのは、バッテリーが劣化した資金がなくまだ交換していないユーザーのことである。撤去した設備はCHESCOの事務所に保管してある。

ユーザーとの契約についてはNESCOと同様の見直しに加え、インバーターを使っている場合の負荷料金、未払いへの対応などが決められている（付属資料6参照）。

- ・ユーザーがバッテリー交換を自己負担で行う場合： 50,000ZMK/月
- ・CHESCOがバッテリー交換を行う場合： 20,000ZMK/月 追加
- ・インバーターを使っている場合： 15,000ZMK/月 追加
- ・未払いのある場合： 未払い1,000,000ZMKで撤去

インバーターを使うユーザーが追加料金を支払う理由は、インバーターを使う場合はTVを見るユーザーが多く（当初、TVはDCのものを使わせる予定であったが、DCのTVを入手することは難しく、TVはACで見ざるを得なかった。Nyimbaでも多くのユーザーがインバーターでTVを見ていたが、NESCOはインバーターに対する追加料金を設定しなかった）設備保守の手間がかかるからということである。CHESCOではNESCOと異なりバッテリー交換もCHESCOに任せるといったユーザーが多い。また実際にはほとんどのユーザーはインバーターを設置しているので、月に85,000ZMKを支払っている人が多い。かなりの高額であるが、ほとんどのユーザーはこの金額にそれほど大きな不満はもっていない。

これ以外に新規ユーザーに対しては契約金20,000ZMK、設置料1,000,000ZMKが課される。設置料がNESCOの2倍であるが、NESCOの場合はバッテリーがユーザー負担になるのに対し、CHESCOの場合は最初に設置するバッテリーはCHESCOが負担するので、実質的にはCHESCOの方が安くなる（バッテリーは700,000～800,000ZMKかかる）。

ユーザーへの訪問状況もNESCOとほぼ同様で、近くのユーザーには毎月訪問し、やや遠くのユーザーは3～4カ月に1回、遠隔地のユーザーは年に1回程度もしくはユーザーからトラブルなどで要求のあった時ぐらいに訪問する。コントローラーの修理やバッテリーの保守を行っているので、CHESCOはほぼ想定されたESCO事業を行っているといえる。

2) CHESCOの経営状況

CHESCOでも未払いの問題は増大しつつある。CHESCOの説明では、未払いは1ユーザー当たりで換算して600,000～800,000ZMKぐらいになっているらしい。現在のCHESCOの損益表は入手できなかったが、2009/2010年の損益は次表のようになっている。

表 2 - 7 CHESCOの損益表

< 2009年 > (単位：ZMK)

	収入	支出
1月	7,254,200	5,485,600
2月	5,485,000	6,191,890
3月	9,600,000	6,101,300
4月	6,805,000	7,678,050
5月	8,579,000	6,502,800
6月	8,055,000	7,283,400
7月	7,628,000	6,213,400
8月	3,245,000	4,576,100
9月	15,640,000	10,759,800
10月	10,680,000	9,526,100
11月	7,872,200	5,446,700
12月	6,321,000	4,103,500
計	97,164,400	79,868,640

< 2010年 >

	収入	支出
1月	10,870,000	6,467,400
2月	6,050,000	4,229,300
3月	6,260,000	4,955,000
4月	7,092,500	4,919,900

5月	13,195,000	8,125,100
6月	10,181,000	5,024,700
7月	6,760,000	5,173,700
8月	6,191,000	3,100,300
9月	6,735,000	3,000,000
10月	7,257,000	3,184,000
11月	6,735,000	6,937,200
12月	5,565,000	45,600,000*
*計	92,891,500	100,716,600

注)* 詳細は不明であるが、年末にまとまった支出があったと想定される。

出典：CHESCOスタッフ提供データより調査団作成

上記の数値から、ユーザー数を100として1カ月1ユーザーからの平均の収入を計算すると約83,000ZMKになる。現在の契約では月に85,000ZMK支払うユーザーが多いこととほぼ一致している。CHESCOでは未払いが1,000,000ZMKを超えるとシステム撤去となり、既に1ユーザー当たり600,000～800,000ZMKまで未払いがたまっていることから、撤去を避けるためにほとんどのユーザーは料金を支払っているものとみられる。したがって、新規ユーザーを増やさなければ収入を増やすことはできない。

経営に余裕がないためCHESCOでは人員を削減し、現在マネジャー1人と秘書1人で運営している。さらに、収入増大のため非CHESCOユーザーのPV設置や修理にも対応しているが、あまり収入増大には至っていないと説明している。

CHESCOもユーザーとの関係は良好だが、ユーザーからは「10年以上も料金を払い続けているのだから設備の所有権を譲ってほしい」という声が強くなっている。現在、設備の所有権は政府が保有し、CHESCOはこれまで保守サービスを行ってきただけなので、所有権を得るには政府に何らかの代金を支払わなければならないということをユーザーは理解している。しかし、政府の方針は決まっておらず、CHESCOも対応ができていない。CHESCOとしては設備の所有権をユーザーに移し、経営をサービス事業からPVの販売事業へ移行していきたいとしている。なお、CHESCOから政府へのPV代金の返済については、これまでに15,000,000ZMKを返済しただけで、その後は止まっている。

2 - 1 - 4 PV普及状況

今回の調査対象のNyimba、Chipata周辺ではESCO事業以外に個人でPVを購入して設置している家が多くみられた。Chipataは州都で町が大きいとため多くの商店があり、その中のほとんどのハードウェア店ではPVパネルなどの太陽光関連機器が売られている。Nyimbaは小さな町であるが、マーケットの日などにはパネルなどを売る業者が現れる。それ以外の日でもDCランプやバッテリーはハードウェア店で売られたりしている（必ずしも常に在庫をもっているわけではない）。また、Nyimbaから車で1時間ほど東にあるPetaukeではハードウェア店でPV関連機器が売られている。表2 - 8にはこのようなハードウェア店で売られているPV関連機器の価格例を示す。

このハードウェア店はインド人によって経営されており、パネルは中国製が主³ということである。

表 2 - 8 ザンビアのPV機器市場価格

(単位：ZMK)

機器	価格
PVパネル (10W)	170,000
PVパネル (20W)	370,000
PVパネル (60W)	985,000
PVパネル (100W)	1,650,000
PVパネル (200W)	3,000,000
アモルファスパネル (14.5W)	125,000
自動車バッテリー (100Ah)	950,000
自動車バッテリー (50Ah)	500,000
コントローラー (5A)	200,000
インバーター (180VA)	180,000
バッテリー液 (2リットル)	17,000
蒸留水 (2リットル)	15,000
DCランプ	15,000
ランタン (乾電池型)	20,000
発電機 (800W)	450,000

パネル価格は1W当たり3 USDをやや上回る程度で、アフリカで個別に購入する価格としてはかなり安価といつてよい(ザンビアにはSuntech⁴という大手の太陽電池関連商品の卸業者があり、そのパネルの公式価格では1W当たり5 USDを上回る)。このハードウェアショップ経営者の話では、収穫期のあとには100台以上のパネルが売れている。

LusakaからChipataに至るGreat East Roadでは至る所で太陽電池を設置した家を見かける。SIDAによれば、これだけPVが普及している地域はザンビアでも珍しいとのことで、同地域への普及にはESCO事業も直接・間接的に影響を及ぼしたのではないかと推察される。Nyimba、Chipataで太陽電池を個人で購入している人にヒアリングを行ったところ、多くはこの2~3年でPVを導入している。コントローラーなしの設備で自動車用バッテリーを使っている。バッテリーへの加水は自分で行っており、その方法はバッテリー購入の際に教えられたといっている。ESCOを選ばずに自分で購入した理由については、ESCOを知らなかった、自分の所有にしたかった、ESCOは高い、などが挙げられた。

³ 南アフリカ製品も確認されている。

⁴ 大手PVパネルメーカーのサンテックパワー(中国)とは異なる。日本製品も含め複数のPVパネルを取り扱う代理店。

2 - 1 - 5 技術基準

ザンビアでは2004年にザンビア基準局 (Zambia Bureau of Standards) がPVの技術基準を導入した。バッテリー、コントローラー、設計/設置、ランプ(蛍光灯)の4種類について定めてある。パネルについても定める予定だったようであるが、まだ欠番になっている。パネルに関しては基準を定めても検証が困難であるために欠番になっているのではないかと推察される。基準の内容は国際電気標準会議(IEC)の基準よりも大幅に簡略化されたものである。PV関連の民間会社には同基準の存在が周知・徹底されておらず、ザンビア基準局では今は基準を定めただけで、これから広く周知を進め実際に適用を促進するように考える、とコメントしている。エネルギー・水資源開発省(MEWD)では基準があることを認識しているが、MEWDで調達するPV機器に対しては基準を適用できるが、個人が購入する機器に対して適用するのは不可能とコメントしている。

2 - 1 - 6 ザンビアESCO事業からの教訓

(1) 適切な料金レベル

ザンビアのESCOは10年以上にわたってユーザーからの徴収料金だけで事業が継続し、ユーザーの設備も維持されているという珍しい例である。現在のESCOの収支は悪化しつつあるが、まだ事業継続が可能な状況にある。事業が継続できた最大の要因はPVユーザーを中・高所得者に設定し、10~17 USD/月という高い料金を徴収できたことにある。PV地方電化でよくみられるESCOはドナープロジェクトで設立されることが多く、弱者救済的な意味から料金を2~3 USD/月ぐらいに低く抑えてしまう傾向にあった。しかし、保守サービスの維持にかかる費用が予想以上に高く、徴収料金では事業経費を賄えずに破綻することがほとんどであった。

一般的に、50WクラスのSHSでESCO事業を行う場合には8 USD/月程度の料金をとれば投資回収を含めた事業運営が可能とみられていた(近年はSHSの価格がかなり下がったので、この料金は5~6 USD/月ぐらいに下がっているとみられる)。ザンビアのESCOではこれを大きく上回る料金設定をできたため、現実には多くの未払いの発生やESCOの非効率な経営があってもこれまで継続できたとみられる。本来ならば料金の一部を投資回収として政府に返済しなければならなかったが、これが未返済になっていることも長期の事業継続を可能とした要因のひとつと考えられる。途上国でのPV地方電化ESCO事業はインフレや料金未払いなどのリスクが大きく、投資回収ができなくなることが多い。種々の要因を考慮すると、ESCOのコストはかなり高くなる。それに相応した料金設定をしていることが持続のためには必要である。

適正な料金レベルを設定することは、その地域でのPV普及の促進にも貢献することになる。現在では50WクラスのSHSは500 USDほどで購入できるようになっている。この価格であればESCOの料金の3~4年分でSHSを購入することが可能であり、資金のある人は市場での購入を選ぶことができる。逆に、ESCOの月額料金が補助金などで3~4 USDに下げられてしまうと、保守サービスなどを考慮すればESCOの方が有利となる。その結果、その地域でPVのセールスが困難になる。ザンビアではESCOの料金設定が適切であったため、民間業者によるPV市場がスムーズに展開した。

(2) 民間会社の利用

NESCOもCHESCOもESCO専門の民間会社となっている。公共機関やNGOなど、ほかに資金源のある団体では給与や運営費が収入とは別に確保できるため経営が甘くなってしまう。このプロジェクトでは専門であるため、ESCO事業の収入で事業を継続していかなければならない。このため、各ESCOは彼らなりに人員の合理化や事務所の移転などで支出を抑え、事業を継続する努力をした。

(3) 地元業者の活用

対象プロジェクトのESCOには地元の会社を活用した。地元の会社を使うメリットには次の点が挙げられる。

- ・ユーザーとの距離が短いので保守などの移動コストが抑えられる
- ・地元で活動しているのでユーザーからの信頼を得やすい
- ・ユーザーの社会的・経済的状況に詳しく、活動を行いやすい

本プロジェクトでは中高所得者をターゲットとして高いESCO料金を設定し、ESCOは地元の人々の状況をよく知っていたので、ターゲットに合ったユーザーを選んでいる。さらに、地元のサービス会社なので、ESCOは定常的にユーザーを訪問してサービスを提供することができた。ユーザーもESCOに対してなじみがあり、サービスを継続して受けることができたので、ESCOを信頼して料金を支払い続けていた。地方で事業を実施するためには、このような地縁・血縁のつながりを無視することはできず、契約書以上の重みをもつことも多い。地元で事業能力のある会社を見つけることは難しいが、そのような会社を活用することは事業継続のために重要である。

地元の会社を使う場合の課題は、未払いに対する対策をしておくことである。地元であるためにユーザーに対し甘くなりがちで、強硬に料金を取り立てたり設備を撤去したりすることが困難なことがある。NESCOはそのために多くの未払いを抱えてしまったが、CHESCOは未払い時の設備撤去条件をあらかじめ明確化し未払いの発生を抑制している。このような設備撤去などの条件をユーザーに納得してもらうためには、そのESCOはユーザーの信頼を得ておくことが必要である。

(4) ESCOは啓発に有効

PVシステムはユーザー宅に設置されるため、ユーザーが運用や保守に関する知識をもつことが重要である。このため、これまで多くのプロジェクトではPV設置時にユーザーに対する教育を行うように取り組んできたが、うまく定着した例は少ない。ユーザーに対する教育内容はそれほど複雑なものではないが、業者にとってユーザー教育を行うインセンティブがないため、PVの設置は行うがユーザー教育は無視されてしまう。また、ユーザー教育がなされた場合でも、設置後しばらくは保守しなくても順調に稼働することが多く、トラブルが起こる頃にはユーザーは教育内容を忘れていていることが多い。一方、保守サービスが定常的に行われるESCOの場合、その保守活動を通じてユーザーに対し定常的にPVの運用・保守に関する知識が与えられるので、ユーザーの教育にも効果的である。ザンビアのESCOユーザーはバッテリーやランプを自己負担で交換しなければならなかったが、交換の

際にESCOがスペアパーツの紹介や交換作業の支援などを行った。また、ESCOはユーザー訪問の際に電気の計画的利用について繰り返し説明していた。この結果、ユーザーはPV運用に関し高い知識をもつようになり、持続性向上につながっただけでなく、この地域でのPVの普及にも大きく貢献することになった。

今回のNESCO及びCHESCOの事例研究の結果によれば、ESCO事業はインフレやユーザーの不払い、業者のビジネス能力など多くのリスクを抱え、事業として実施するには困難な面があるが、PV普及の最初の段階で啓発目的として行う事業としては有効といえるのではないかと考えられる。

(5) ユーザーに自己責任をもたせる

PVの持続性向上のためにはユーザーの知識向上が必要である。この知識は複雑なものではなく、1～2時間の簡単な講習で十分習得可能であるが、ほとんどの場合、業者は設置するだけでユーザーの教育までは行わない。ユーザーも設置直後に講習を聞いただけでは実際に知識が必要になる時まで覚えていない。

ザンビアのESCO(NESCOの例)ではバッテリーやランプの交換をユーザーの自己責任とし、保守サービスの中で必要な指導を行った(購入できる店、購入すべき機器、価格、交換方法など)。ユーザーも自分でお金を出し、必要な時にESCOから指導を得られたので習得効果が高かった。ユーザーに自己責任をもたせることで習得効果は大きく上がる。

(6) ESCOの教育

ESCO事業が順調に行われるためにはESCOへの教育が極めて重要である。教育は技術面とビジネス面の両方が必要であり、このプロジェクトでも1カ月以上にわたってESCOへの技術教育がザンビア大学で行われ、さらにジンバブエで設置実習が行われた。技術面の教育はかなりの効果を上げたといえるが、ビジネス面ではまだ十分とはいえない。ビジネス教育はワークショップ形式の集合教育と個別の帳簿管理指導などである。本調査ではESCOで収支の帳簿をつけていることは確認したが、経営状態改善のためには政府からの追加の機材供給を期待しており、自ら投資・回収を考えて事業拡大を行えるには至っていない。このESCO事業は高い月額料金を設定し、政府への返済は半額が免除されていたので、ESCOにビジネス能力があれば大きな黒字経営の下に事業を拡大することが可能であったが、彼らはそれを行えなかった。アフリカの地方会社の人材を対象にビジネスの教育を行うためには、まだかなりの時間をかける必要があるとみられる。本プロジェクトは1998年に始まり、2000～2003年のPV設置の時期にさまざまな教育が行われたが、その後は事業のモニタリングが行われたぐらいで教育はほとんど行われていない。ビジネス教育も彼らが実際に運営しているデータを使い、業務の改善や投資の考え方を実務的に指導していく方が効果的である。このために、ESCOに対して業務開始後も2～3年間は定期的に有効なビジネスの実務指導を行う必要があったのではないかとと思われる。

(7) 所有権の問題

CHESCOではユーザーがPV設備の所有権を要求しているという問題が顕著であった。同様の問題はNESCOでも起こっているようである。一般的に言って、設備をユーザーの家に

レンタルで設置し、サービス料を徴収して所有権を与えないという考え方は途上国では理解されにくい。したがって、政府やドナーのプロジェクトでは長期の分割払いによりユーザーの支払い負担を軽減しても、最終的には設備がユーザーの所有物となる割賦方式が望まれる。支払いを長期の分割にする場合は、その間設備は稼働しなければならないため、ESCOと同様な保守サービスは必要となる。この割賦期間のサービスは前述のPV啓発期間と考え、ユーザーへ最終的に所有権を移す頃にはESCOはセールスなどで事業が自立できるようになっていることが望ましい。

(8) 政府の関与


ザンビア政府はもともと「個人住宅の電化は自助努力による」という整理で、このESCOプロジェクトに対しても個人宅を電化する民間PVビジネスのひとつの形を実証すれば十分というスタンスを取っていた。このため個人がPVを購入するための補助金という考え方はなく、ESCOの月額料金は高い設定になったが、その結果、他の民間業者がセールスによるPV事業を行うことが容易になり、市場がスムーズに展開することになった。この実績は他のプロジェクトでも参考になるとみられる。

一方、公共施設（学校、クリニック、チーフパレス）の電化は政府の責任という考え方で、地方電化基金（Rural Electrification Fund：REF）を使ってこれらの電化を進め、その中にはPVによる電化も含まれている。PVにより公共施設を電化した場合は保守経費をいかにして確保するかが課題となるが、ザンビアの場合は各公共施設の保守経費はそれぞれの施設で確保するという考え方である。このために各公共施設は家畜や農作物で収入を得たり、本調査でみられたように生徒から設備利用料を集めたりする学校もある。コミュニティソーラーのようなPV充電施設を運営するのもよいが、その判断は各公共施設に委ねられることになる。公共施設の電化は、このような状況を考慮して柔軟に進める必要があるだろう。

2 - 2 ラオスPV事業

2 - 2 - 1 プロジェクトの背景

表 2 - 9 ラオスデータ

1 . 人口 :	6,200,894	
2 . 国土面積 :	752,614km ²	
3 . GDP/capita :	1,177USD ^{*1}	
4 . 通貨 :	1USD = 7,900Kip ^{*2}	
5 . 平均日射量 :	4.5 ~ 5kWh/m ² ^{*3}	

注) *1 World Bank, Country at a Glance, 2010 *2 2012年2月現地相場

*3 Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR, October 2011

(1) ラオス地方電化プロジェクト (Rural Electrification Project : REP)

JICAの開発調査によるSHS普及の試みは1998年から2001年まで実施され、2003年以降、エネルギー・鉱業省 (Ministry of Energy and Mines : MEM) 電力局 (Department Of Electricity : DOE)⁵は自力でさらに8村落にSHSを設置した。JICAのSHSの料金徴収、維持管理は当時DOEの指揮の下に県エネルギー・鉱業局 (Provincial Department of Electricity and Mines : PDEM) が担ったが、その後、オフグリッド電化の一環として世界銀行のSHSの普及促進が本格化するなかで、世銀プロジェクトに組み込まれることとなった。

世銀のSHS事業は、Southern Provinces Rural Electrification Project (SPRE : 2001 ~ 2005年) に始まり、REPI (2005 ~ 2012年) に引き継がれた。REPIは2012年3月に完了するので、2011年8月に始まったREP IIとして継続され、REP IIではSHS 15,000基の設置が計画されている⁶が、このほか小水力、バイオガス、バイオ燃料などの再生可能エネルギー利用によるミニグリッド (10 ~ 40kW) の開発も含まれ、2014年まで続く。

表 2 - 10 REPのSHS設置計画

プロジェクト	20W	30W	50W	合計
Phase - 1	3,022	1,836	5,142	10,000
Phase - 2	1,791	1,074	2,135	5,000
合計	4,813	2,910	7,277	15,000

出典：世銀資料を基に調査団作成

JICAも世銀もSHSの普及はHire & Purchase方式で実施しており、一時金として設置時に決められた金額を支払った後、月賦を完済して初めて所有権を得ることができる。JICAの場合は20年、世銀のSHSは10年の月賦で料金徴収を実施しており、既に完済し所有権を得た世帯もある (約300世帯)。

⁵ 2012年2月のMEMの組織改編に伴い、DOEの業務をDepartment of Energy Policy and Planning、Department of Energy Management及びInstitute of Renewable Energy Promotionの3部署に分割した。世銀のSHS事業はInstitute of Renewable Energy Promotionに引き継がれる。

⁶ 2期に分けられ、2013年1月に15,000基の設置を完了する。

表 2 - 11 料金体系

容量	用途	設置時 一時金	月額料金			初期コスト 平均
			SPRE	REP I	JICA	
			10年月賦		20年月賦	
20W	電灯	160,000	10,000	13,000	-	US\$ 350-400 (実コスト の50%)
30W	電灯 ラジカセ	180,000	15,000	18,000	-	
40W	電灯 テレビ	220,000	20,000	24,000	-	
50W	電灯 テレビ	250,000	25,000	30,000	-	
55W	電灯 テレビ	150,000	-	-	12,000	US\$700

出典：世銀資料を基に調査団作成

ビエンチャン（Vientiane）あるいはボリカムサイ（Borikhamxai）など首都圏に近い県では、計画よりも早くグリッドが延び、約3,000基のSHSに関してはユーザー、Village Electricity Manager（VEM）、Village Electricity Advisory Committee（VEAC）、Provincial Electricity Service Company（PESCO）及びProvincial Department of Energy and Mines（PDEM）などの関係者が撤収について協議を行うこととなる。ところが、ユーザーのなかにはグリッドの届かない田畑周辺の納屋などへの移設、あるいは、雷による停電対策として居住家屋のバックアップ電源とするなど、SHSの所有を望む世帯もあり、かれらはラオス電力公社（Electricite Du Laos：EDL）の電力料金と、SHSの残債を二重に支払うことを念頭に置いている。

表 2 - 12 SHS設置推移

推 移	プロジェクト	20W	30W	40W	50W	55W	110W	合 計
初期設置	SPRE	3,004	987	574	2,021	-	-	6,586
	REP I	3,758	1,841	42	4,119	-	-	9,760
	JICA	-	-	-	-	373	102	475
	合計	6,762	2,828	616	6,140	373	102	16,821
完済 引き渡し	SPRE	117	22	13	38	-	-	190
	REP I	-	-	-	4	-	-	4
	JICA	-	-	-	-	-	-	-
	合計	117	22	13	42	-	-	194
撤収 (見込み)	SPRE	1,132	357	230	530	-	-	2,249
	REP I	308	253	13	479	-	-	1,053
	JICA	-	-	-	-	62	32	94
	合計	1,440	610	243	1,009	62	32	3,396
現状	SPRE	1,755	608	331	1,453	-	-	4,147
	REP I	3,450	1,588	29	3,796	-	-	8,863
	JICA	-	-	-	-	311	70	381
	合計	5,205	2,196	360	5,249	311	70	13,391

出典：世銀資料を基に調査団作成

世銀のSHS事業⁷は、その基本設計にあたりJICAの開発調査の料金システムなどを参考にすることがうかがわれるが、JICAがユーザー重視のSHS普及に努めたのに対し、世銀はESCO（Energy Service Company）の育成により普及を図ろうとした点で異なる。

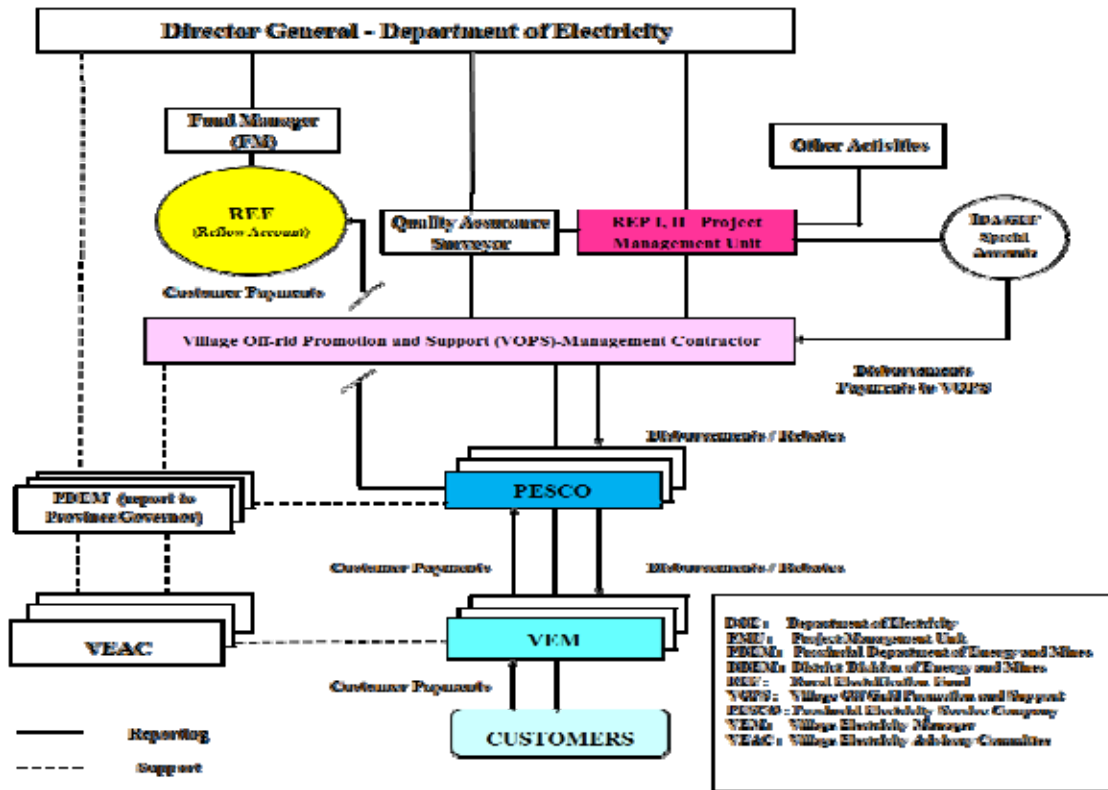


図 2 - 3 REPの概念図

上の図はREP I・IIの概念図であるが、電化事業を取りまとめる主たる組織はDOEに属するプロジェクト・マネジメント・ユニット（Program Management Unit：PME）に置かれ、その実務はVillage Off Grid Promotion and Support（VOPS）が担う。VOPSはMEMの公募により民間事業者から選任される。REP Iではフランスのコンサルティング会社Innovative Energy Developmentが選ばれたが、REP IIではタイ・ラオスの合弁企業Envir Tech Consultant Co., Ltd./Green Energy Company Limitedが2012年2月に任命された。

（ 2 ） PESCOの役割

世銀のESCO方式では、各県に1社のProvincial Electricity Service Company（PESCO）を選定し任命する。PESCOは一般的なESCOと類似した組織として、電化に特化したサービスを行う民間事業者である。選ばれたPESCOはSHSのユーザーを獲得する義務を負うが、1つの県をすべて任されるので排他的な事業が可能となり、大きなインセンティブである。SHS

⁷ REPのうちSHSの場合は、世銀資金は無償である。

の希望者の獲得に続き、資機材を準備し設置を行う。稼動後の業務は維持保守そして料金徴収である。

PESCOは次のような義務を負う。

少なくとも技術者1名及び経理担当者1名を雇用する。

SHSのユーザーの居住する村落に1名の管理者（VEM）を採用する。

ユーザーにはSHSの使用方法に関する研修を行う。

ユーザーからの苦情は、VEMから連絡があってから1週間で解決する。

報告義務等

- ・ユーザーの料金等の財務状況は、VOPS宛に月次報告を行う。
- ・技術的事項に関してはVOPS宛に四半期報告を実施する。

ロジスティックス

- ・PESCOはProvinceの首都圏に事務所を持たねばならない。
- ・事務所には資機材の倉庫、車両などの輸送手段、工具、電話・ファックス、その他PESCOの業務に必要なものを備え置く。
- ・村落のユーザー、VEM、VEAC及びVOPSとの連絡のために、必ずスタッフ1名が就業中事務所に居ること。

資機材の在庫

- ・VOPSから支給されたスペアパーツについては、在庫、払い出しの記録を継続し、定期的に在庫チェックを行って帳簿と実在庫の照合を行う。
- ・日常的な保守に要するスペアパーツ、及びバッテリーの補水用の蒸留水の予備については、ユーザーの要請があればいつでも供給できる態勢にしておく。

資機材の保証期間

- ・VOPSから支給された資機材につきPESCOは、ユーザーに対し次のように保証する。
 - PVパネル：5年間
 - チャージコントローラー及びバッテリー：1年

なお、VOPSのPESCOに対する資機材の保証期間は、PVパネル5年、チャージコントローラー及びバッテリーは1年となっている。

(3) 資金メカニズム

1) プロジェクト開始時：世銀（含AusAID）のグラントを原資

SHS機材調達：DOEの入札により供給者が決まりVOPSから直接支払い

SHS設置：PESCO、VEMが設置し、PDEMが検査

初期経費はVOPSから

- ・PESCO向け支払い
 - 設置計画費用：30,000Kip/unit
 - 開業支援一時金：1,000,000Kip
 - SHS設置及び設置のためのVEM・ユーザー向け研修：40,000Kip/unit・年
- ・PESCO、VEMへの支払い
設置費用：10,000Kip/unit

・ PDEMへの支払い

設置検査費用：10,000Kip/unit

2) SHS設置後：ユーザーの月額使用料を地方電化基金（REF）にプール

10年月賦で完済後に所有権をもたらす月額使用料は、VEMによって集金されVEAC、PESCOの取り分を差し引いてREFに銀行送金（PESCOの口座からREFの口座）され、PMUが管理する。差し引かれる取り分は次のとおり。

PDEM（SHSの設置後は毎年1回設置具合・維持管理の状況検査を継続）

・ 検査報酬収入：10,000Kip/unit・年

PESCO

・ Business Loan（資機材購入運転資金）：30,000,000Kip VEM：期間1年、利率1%

・ SHS設置後のボーナス（パフォーマンス次第）：30,000Kip/unit・年

・ 月次サービスチャージ収入：4,500Kip/unit

VEAC（コミュニティファンドの創設）

・ SHS設置後検査費用収入：1,000Kip/unit・月

VEM（電化を通じての雇用によるIncome Generation）

・ Monthly Fee：4,500Kip/unit

・ SHS設置後のボーナス（パフォーマンス次第）：10,000Kip/unit・年

3) ユーザー料金制度

JICAのSHS〔55W：650 USD（1998年当時の実勢価格）〕の料金設定の基本条件は以下のとおりである。

- ・ 所有権移転は20年の分割払の完済をもって実施
- ・ 一時金は20 USD（バッテリーの値段）
- ・ 月額料金1.62 USD（12,000Kip）

世銀のSHS〔50W：380 USD（2001年当時の実勢価格の50%）〕の料金設定の基本条件は以下のとおりである。

- ・ 所有権移転は10年の分割払の完済をもって実施
- ・ 一時金は25 USD
- ・ 月額料金1.62 USD（12,000Kip）

JICAと世銀で支払い期間が異なるので、月額料金には幅がある。DOEは全体としてほぼ70%の集金率を維持⁸しているはずだとコメントしている。

Hire & Purchase方式によりユーザーが受けるメリット

SHS購入の金融：5年または10年の分割払いによるメリットの享受

生活水準の向上（料理、勉強、テレビ、携帯電話充電）

電力使用によるIncome Generation（夜間家内作業）

10年後の所有権取得

⁸ 2011年12月末現在の集金率（PMUの担当官からのコメント）

2 - 2 - 2 ESCO事業者とユーザー

(1) ビエンチャン県

1) PESCO “ Vientiane Energy ” 社

経緯

・前職

- もとはEDLの水力発電所にオペレーターとして勤務
- 退職しEDL配電線延長の屋内配線工事業建設業を開業（従業員15名程度）

・新聞の公示を見て応募

・採用され2003年5月に稼働開始（従業員5名：屋内配線工事業は廃業）

・2009年9月PESCOを辞退

事業概要

・事業組織（5名のいずれも新たに募集・採用）

- 総務・会計：2名
- 技術：2名
- 助手兼運転手：1名

・対象村落

- 7 District
- 53村落
- SHS：2,000世帯

・月次業務

- 集金：VEMが各世帯を回って集金（全世帯の集金に5日間かかる）
- SHSの保守（集金と併せて実施）
- PESCOの住所に近い村落のVEMは集金した金を直接PESCOに持参。交通費はPESCOが負担。

・キャッシュフロー

- 月次入金額：10 million Kip
- 村落踏査の月次旅費：2 million Kip（車ガソリン・手当、ボート料金）
- 従業員の月給与：600,000Kip
- PESCO年間利益：約3,000～4,000 USD

2) ユーザーとSHSシステム

プロジェクト運営状況（JICAの1村落、世銀の2村落）

・トレーニング

- VEM及び住民向けに実施

・住民のSHSに対する理解

- バッテリーには昔からなじみがあったので、充・放電の仕組みを知っている。加水等については問題なし。

自動車用バッテリー

6V仕様の小型バッテリー

- 町に出かけて充電し、バッテリーを持ち帰って使用していた。

使用目的：電灯、ラジカセ・テレビ、夜間の猟・漁（動物、魚）

町までの往復は当番制で交代した。トラクターを利用したの往復。

充電料金：1,000～2,000Kip/回

SHSの状況

踏査した3村落にはいずれもEDLのグリッドが到達しており、1村落（JICAサイトのBan Donxai-oudone）では、既にグリッドの電気を使用していた。他の2村落（Ban Huansan、Ban Tongmuat）にもグリッドが到達し、屋内配線工事も終わりメーターも設置されていたが給電はされていなかった。

・EDLのグリッド電力を利用できるBan Donxai-oudone（JICAプロジェクト：20年月賦）
教師兼業漁師の豊かな世帯：グリッド電力とSHSの併用

- 収入：2,000,000Kip/月

- EDLの接続料3,800,000Kipはキャッシュで支払った。

毎月の電気使用料金は約30,000Kip

- グリッド電力が落雷で停電することもあるため、SHSの使用は継続している。残債を支払ってでもSHSの所有を望んでいる。

- 初期設置のコントローラーがまだ稼働している。

- バッテリー：10年間で4回買い替え

自動車用バッテリー70Ah：250,000Kip

120Ah：450,000Kip

漁師：SHS（グリッドに接続した親戚から譲り受け）を利用（EDL接続なし）

- EDLの接続料が支払えない。

- SHSの残債を支払ってSHSの使用を継続することを検討中である。

- EDLのPower to the Poor（P2P）という貧困層向けのグリッド接続支援プログラム（接続料の分割払い：20,000Kip/月＋電気使用量料金）があるので、これを利用する方法もある。

なお、Vientiane Energy社は、対象村落までEDLの配電線が到達するので将来性なしと判断し、2009年9月にPESCOを辞退した。

（2）サバナケット県

1）PESCO “KPL-KPS” 社

経緯

・前職・現職

- もとはEDLの配電工事会社に勤務

- 退職しLow Voltage配電工事・屋内配線工事・変圧器設置工事のライセンスを取得、2000年9月にEDLグリッド延長の工事業を開業（従業員14名）

- 2012年2月現在 社長を含め23名

・配電事業：社長（1名）工事担当（18名）本社事務（4名）地方出張所（1名）

・新聞の公示を見て応募

・PESCOとして採用され2007年6月に稼働開始（ESCO事業従業員5名：屋内配線工事業は廃業）

事業概要

事業を始めるにあたって、PESCOは世銀のVOPSからPVの技術とビジネス運営の指導を受けた。集金とSHSの基礎的な維持・保守を担うVEMには、例えば脱穀機、Rice Millなど、技術的な要素のある機器を扱うことのできる住民を探し出し任命する。PESCOは、まずVEMにSHSの仕組みと使い方、維持・保守について教え、次いでPESCOとVEMはParticipation Meetingの折に、住民にSHSの機器について説明し、使い方を教えた。原則として、バッテリー、コントローラーは箱の中に装備する方式で、ユーザーには手を触れさせない。

・事業組織（3名：2名新たに募集・採用）

- 総務・会計：1名
- 技術：1名
- 地方出張所：1名（Athapone District キャンプ）

・対象村落

- 2 District
- 16村落
- SHS：900世帯

・月次業務

- 集金

VEMが各世帯を回って集金（全世帯の集金に5日間かかる）

VEMまたは村長が町に出る機会があれば、District役所まで現金を運ぶ。

- 維持・保守業務

原則としてVEMが担当（バッテリー、コントローラー、ランプなど、機器の取り換え、据え付け）。VEMが解決できないことについてはPESCO社員の派遣を実施。

コントローラーの修理はVEM・PESCOともにできない。

・キャッシュフロー

- 年間収入：48.0 million Kip
- 村落往復の交通費：10.0 million Kip（車ガソリン・手当、ボート料金）
- 従業員の月給与：35.0 million Kip
- PESCO年間利益：3.0 million Kip

プロジェクト運営状況

主たる事業はEDLのグリッド延長工事で、事業規模の90%を占める。したがって、PESCO事業は10%にすぎない。利幅も少なく事業としての魅力は小さい。

村落まで1回往復すると、人件費（手当込み）、4WD車のコスト（ガソリン代込み）は3.0 million Kipとなるとのこと。したがって、集金した料金はVEMか村長が町に出かける機会に併せてDistrict 役所まで持参させるなどし、村落へは出かけないなど、事業として損を出さないための工夫をしている。

サバナケット県の場合は、設置後5年足らずであるため、バッテリー、コントローラーともに問題なく稼働していると見受けられる。したがって、PESCOに対する不満は、まだ表立ってはない。ただし、ランプの取り換えについてユーザーは不満をもっている。安価だが質の悪い中国製の直流蛍光灯を買い、頻繁に買い替えることで無駄な出

費を迫られることは問題である。

これが7年を超すとピエンチャン県のように、バッテリーの取り換えや、コントローラーの故障が多くなる。

2) ユーザーとSHSシステム

設置後5年以内の2村落⁹の3世帯

- ・バッテリー収納ボックスは残っている。
- ・バッテリー、コントローラーともに健在。
- ・インバーターを購入し携帯電話の充電をしている。
- ・しばらくはグリッド延伸もないのでSHSは村落の電源として不可欠と感じている住民が多いであろう。
- ・2007年に設置した世帯数は70世帯で、全世帯234の3分の1だったが、REPIの世帯のSHSの使用状況を知って、REP IIでは残りの全世帯が設置をする。
- ・PESCOの存在感は薄い。主たる任務は月額料金の集金であるが、これもVEM、村長に運ばせているようである。

2 - 2 - 3 ラオスESCO事業からの教訓

(1) 料金制度

PESCOの最初の任務は、SHSの初期一時金及び月額使用料(月賦)の支払い、バッテリーやランプの買い替え、インバーターなど付属機器購入の支払いが可能な村落・世帯を選ぶこと。SHSの使用に大きな不便を感じなければ料金は支払われ、SHSの使用は継続されるだろう。PESCOのサービスには不満がありながらも、所定の月賦の支払いが続いているのは完済後の所有権の取得に魅力を感じていることが想定できる。

ラオス政府はREFを法制化¹⁰して村落電化のリボルビングファンドとし、SHSユーザーからの徴収金を同ファンドにプールしている。DOEによれば、プロジェクト開始後10年以上経過した現在も月額使用料の支払いはおおむね続き、2011年12月末現在のREFの累積額は6,044百万Kip(765,080 USD)となっている。一方、SHSは2012年1月現在、約13,000基が稼働している。したがって、SHS 1基当たり平均して約60 USDが約10年間で返済されただけである。ユーザーから徴収された料金のほとんどはESCOの維持費に使われたとみられる。それでもPESCOのサービスに対するユーザーの不満はあり、リボルビングファンドは実質的には破綻している。

(2) ESCO事業者

1) PESCO事業者の本業

ラオスのPESCOには、排他的な営業権をもつ16の民間事業者が各県に1社任命されたが、EDLのグリッド延伸工事にかかわるそれなりの規模の企業も含まれている。ESCO事業はグリッドの延長事業に比べ収益性が悪いため、本来のPV維持管理業務がおろそかになっていることは否めない。

⁹ サバナケット県 Athphone District / Nangnyonn村・Dongphan村

¹⁰ 2005年8月首相の承認を受け、Rural Electrification Fund Decree となった。

2) ESCO事業の経費

PESCOの事業所と対象村落までの往復の経費としては、人件費に加え4WD車の経費・燃料代等々を要し、これらの出費がPESCO事業の赤字要因となっている。プロジェクトで設定された料金は低すぎて、ESCO事業は運営できない。

民間ではSunlabob社がSHSレンタル事業を進めていたが、世銀の低価格なESCO料金に負け、事業を継続できなくなった。現在Sunlabob社は、世銀との競争を避け、LEDランタン専用のバッテリーチャージステーションをPPP事業として推進している。120WのPVパネルにLEDランタンを接続し充電する。ユーザーはレンタル料と充電料を支払い、ランプを自宅に持ち帰って使用できる。このLEDランプには携帯電話の充電機能が付いている。難点はLEDランプのコストが70 USDと高いことである。また、対象となる村落は、かなり奥地となることが想像されるので、援助の一環としての事業であるとしても、都市部に拠点を置くSunlabob社が間接費等の高いコストをどのようにカバーするかが課題となろう。

(3) 維持管理の実態とユーザー

SHS設置後5年程度のサバナケット県の2村落ではPESCOに対する不満は聞かれなかったが、設置後10年を経過するピエンチャン県の村落では、以下のような実態が確認された。

- ・ランプの取り換えはユーザー自身が町で購入し、実施。同じ村落に居住する村人のVEMが行うこともあるが、必ずしも即応が期待できないのでユーザー自身がせざるを得ないことが多い。
- ・町で入手可能なランプは中国製で、低価格だが質が悪いので頻繁に取り換えを要する。
- ・ランプ同様、バッテリーの交換もユーザーが自ら実施する。村人のトラクターを乗り合いで利用するなど、重いバッテリーの購入、運搬も問題ない。
- ・バッテリー充放電コントローラーが故障しているにもかかわらず、PESCOからは取り換えなどのサービスは全く行われていない。

ラオスのユーザーは、SHSを使用する以前から、おおむねバッテリーに関する知識をもって使用していたので、PESCOが十分な機能を果たさなくても、SHSの使用が10年以上に及んでいる。また、無電化地域であっても、農機具などの所有と使用を通じテクニカルな面に強い人物の存在が期待できるので、ESCO事業者なしでもSHSの維持管理を十分にこなすことができている。ユーザーが知識をもつことが持続性にとって重要であることが示されている。

(4) SHSを購入できない貧困地域の電化

JICA、世銀のSHSプロジェクトの対象は、いずれも都市に近く収入のある村落及び世帯に限定していると考えべきで、本来のオフグリッド電化の対象は、その外側の辺境な地域の村落にある。そのような地域に何らかの公的資金でも充電施設が設置されれば、ランタン、携帯電話などの充電を通じて住民の生活水準は比較的安価に高められる可能性がある。ラオスの民間企業Sunlabob社の新たな試みが、SHSの設置ができないような地域向けの電化に有効である可能性を秘めており、注目すべきである。

第3章 総合解析

3 - 1 PV地方電化事業の位置づけ

オフグリッド地域におけるPVによる電化は、グリッド電化の補完的な位置づけで、ここに政府の資金や人的資源を大きく投入するのは難しい。グリッド延伸の困難な僻地でも公共施設は重要な施設なので、政府はPVを用いてもこれを電化する責任があるが、僻地の個人住居の電化にまで政府が関与するのは困難である。個人に対しては民間によりPV普及できる環境をつくることまでが政府の限界であり、各戸の電化は個人の自助努力に期待する方がよいだろう。

ザンビアでは個人住居の電化は個人の責任と切り離し、PVユーザーに対し保守サービスと啓発を行うためにESCOを設立して投資回収ベースの料金でPV普及事業を行った。この事業は、結果としてその地域にPVに対する知識を徐々に普及せしめることとなった。後の民間のセールスモードによるPV普及を間接的に後押しすることとなったと考えられるラオス¹¹でも同様にESCOを設立してPVの普及に取り組んだところ、PVの啓発は行えたが、補助金を導入して料金を低くしすぎたために収益性も低くなり、純粋な民間のESCO事業が成立せず、民間のPV普及会社も撤退してしまった。PVの啓発を行うことはPV普及の要件であるが、民間が参入しやすい環境を整えることも更に重要である。

ザンビアの状況をみれば、月に十数ドル支払える人は地方にもいるが、月給を受ける公務員がほとんどであり、地方部の大部分を占める季節収入しか得られない農民にはこのような支払いは困難である。近年PV機器の価格は下がってきているとはいえ、地方部においてはPVはまだ高価な機器であり、SHSの月賦購入が可能になれば普及は進むとみられるが、途上国地方部での月賦販売はほとんどなく、あってもせいぜい1年月賦である。より長期の月賦販売の環境を整えることも普及促進のひとつの方法である。それでもSHSを購入できる層は高所得者に限られるので、貧困な人にはPVによる充電を提供するなどの方法で電気の恩恵を与えることが必要である。PVによる携帯電話充電が事業として可能なことはガーナをはじめ多くの国で実証されている。携帯電話充電で事業の基礎をつくり、さらにランタン充電サービスを事業に加えることで貧困層にも電気による照明を提供することができる。このような充電事業の普及はPV知識の普及にも貢献し、ひいてはその地域でのPV普及にも貢献するだろう。また、地元民間企業との協働による事業展開なども、啓発の面からもPVという発電方式の普及という面からも重要と考えられる。

民間によるPV普及はリスクの低いセールスモードで進むとみられるが、セールスモードの場合、不良品などの問題も起こってくる。理想的には不良品を許さない監視体制をつくるのが望ましいが、途上国でそのような体制をつくることは難しい。公共施設のPV電化を通じて政府が標準PVシステムの見本を示してこれを広報し、後は市場の淘汰を利用するのが現実的対応である。政府は公共施設の電化を通じてPVが普及できる環境をつくり、さらに個人に対しては民間会社がPV普及するのを融資制度や啓発などの環境整備で間接的に支援するのが有望な形として考えられる。

¹¹ ザンビアとラオスのESCO事業の違いは、基本的なコンセプトの違いではないかと考えられる。ザンビアはある程度の支払能力のある層（商店や月給を得ている世帯）が対象となり、ラオスは対象地域のほとんどの人がサービスを受けられるように低料金としていた。

3 - 2 経済的側面

政府はPV普及のための環境整備を行い、その後の普及は民間による自助努力に期待する。民間によるPV普及を前提とする場合、政府の事業が民間の活動を乱さないよう、PVの経済性を理解し、適切な価格レベルで政府事業を行われなければならない。

(1) PV機器コスト

パネルを先進国で大量に購入する時は1 USD/Wp以下で購入できるが、途上国で少量購入の場合は3 USD/Wp程度である。ただし、パネル価格は今後も値下がりするだろう。他のPV機器の価格はPVの普及とともに多少低下するが、あまり大きくは下がらない。

新しいPV機器としてLEDが出てきている。LED機器はまだ開発段階にあり初期コストは高いが、長寿命なのでライフサイクルコストでは既に蛍光灯や白熱灯よりも安い。今後は価格低下が見込まれ、近い将来(5~6年程度と想定) 確実にPV用の照明機器として定着すると考えられる¹²。

現状でのPV機器のコストはおよそ次のように見込まれる。

表3 - 1 PV機器コスト

機器	コスト(2012/3)	コスト(将来*) ¹³
PVパネル	3 USD/Wp	1 USD/Wp
バッテリー(ソーラー用)	2 USD/Ah	2 USD/Ah
コントローラー	5 USD/A	5 USD/A
ランプ(LED)	10 USD/W	3 USD/W
インバーター(擬似正弦波)	0.2 USD/W	0.2 USD/W

注) * 10年程度将来

出典: 調査団調べ

(2) SHSの分割払い

表3 - 1 に示したコストを使い50W SHSの回収コストを計算する。

表3 - 2 50W SHSの回収コスト

機器	現在価格(USD)	将来*価格(USD)	寿命(年)
パネル(50W)	150	50	20
架台	50	50	20
コントローラー(10A)	50	50	10
バッテリー(50Ah)	100	100	3
ランプ(LED 5W、4灯)	200	60	20
配線類	50	50	20
その他	50	50	20

¹² LEDメーカー等との意見交換に基づく推定。

¹³ PVについては、モジュール価格が年々低下しており、既に先進国及び途上国においてもメガソーラーなどによる大量導入では調達価格1 USD/W前後のケースもみられる。

合計	650 USD	410 USD
長期回収コスト（寿命）	6.8 USD/月	5.2 USD/月
短期回収コスト（3年）	19.5 USD/月	12.3 USD/月

注）* 10年程度将来
出典：調査団調べ

現在の50W SHSの価格は650 USD程度で、各機器のライフサイクル（寿命）での投資回収を考えると、1カ月当たりのコストは6～7 USDになる（割引率を5%/年で計算）。かつてのESCO事業はこのような長期の投資回収をベースに料金設定したが、途上国ではインフレやユーザーの不払い、機器トラブルなど多くのリスクがあり、実際にはESCO事業の持続はほとんど不可能だった。ESCO事業は料金での投資回収を考えずに、PV導入初期の啓発のための投資として考えた方がよい。

一方、3～4年のローンが可能になれば月々十数ドルの支払いでSHSを購入できる。ザンビアの例からみると、この価格なら支払える層は地方でもある程度は存在するとみられる。しかし、一般的にローンは1年程度であり、地方では1年のローンでさえ得ることが難しい。地方でもSHSに3～4年のローンの利用が可能になれば普及層はかなり広がるとみられる。それでも低所得者層に高価なSHSの購入は難しい。低所得者層向けにはランタンの充電サービスなど別の方法を考えたほうがよいだろう。

（3）BCSの料金

50Ahのバッテリーを1日で充電できるBCS(150W)の設備コストは表3-3のようになる。

表3-3 150W BCSのコスト

機器	現在価格（USD）	将来*価格（USD）	寿命（年）
パネル（150W）	450	150	20
架台	100	100	20
コントローラー（20A）	100	100	10
配線類	50	50	20
その他	100	100	20
携帯・ランタン充電の場合			
バッテリー（50Ah）	100	100	5
インバーター（300W）	60	60	10
合計			
バッテリー充電設備	800	500	
携帯・ランタン充電設備	960	660	

注）* 10年程度将来
出典：調査団調べ

充電がバッテリーのみの場合はPVパネルからコントローラーを通して直流のまま充電でき

るが、携帯電話やランタンの場合は充電器がAC駆動のためバッテリーを用いて電圧を12Vに安定させインバーターでACに変換して充電することになる。このためシステム構成が変わり、設備コストも表3 - 3のように変わる（バッテリーとインバーターの価格が加わる）。

先に述べたような小規模充電事業は既に多くの途上国で行われている。充電料金は同じ国の中でもアクセスの困難さに応じ多少の差はあるが、例えば、ケニアなどのアフリカ諸国ではおおむね下表のようになっている。

表3 - 4 標準的充電料金（アフリカ諸国）

充電対象	料金
バッテリー（50Ah）	1\$
ランタン（6V、4Ah）	0.5\$
携帯電話（3V、1Ah）	0.2\$

出典：調査団調べ

充電に必要なエネルギー量とシステムの効率などを考慮すると、150Wのシステムでは1日に最大で下表ほどの充電が可能とみられる。

表3 - 5 150W BCSで最大可能充電台数

充電対象	1日充電台数
バッテリー（12V、50Ah）	1台
ランタン（6V、4Ah）	10台
携帯電話（3V、1Ah）	100台

出典：調査団調べ

したがって、1カ月に25日稼働するとして、売上の最大は下表のようになる。

表3 - 6 150W BCSで最大可能売上

充電対象	1日（USD）	1カ月（USD）	1年（USD）
バッテリー（50Ah）	1	25	300
ランタン（6V、4Ah）	5	125	1,500
携帯電話（3V、1Ah）	20	500	6,000

出典：調査団調べ

バッテリー充電では、設備投資の回収だけなら可能であるが運営者の人件費まで賄うのは難しく、リスク回避のためには他の事業と並行して実施することが望まれる。事業資金を借入金で調達する場合は、BCSのような小規模ビジネスの場合、一般的に3～4年で返済しなければならない場合が多く、利益を出すのは難しい。したがって、バッテリー充電は利益事業として実施するのは難しく、むしろ公共サービスのな位置づけで投資回収を重視せずに行うこ

とが望まれる。

一方、ランタン充電は事業としての経済性はあるが、現状では地方で充電ランタンを入手すること自体がまだ難しく、信頼性の高い製品を得ることは更に困難であるため、事業を行える地域は限られる。信頼性のあるLEDランタンが普及してくればランタン充電の事業が広く可能になってくる。

このため現在のPV価格で確実にビジネスとして運営できるのは携帯電話充電だけである。逆に、携帯電話の充電であれば毎日の客数が上表の半分以下でも1年で投資を回収することが十分可能である。また、50Wパネル1枚の小さなシステムでも1日に20～30台の充電が可能で、十分にビジネスとして成り立つ。当面は携帯電話充電をベースとして事業の基盤をつくり、そのうえで他の充電事業の展開を考えることが望まれる。

3 - 3 技術的側面

現在ではほとんどの国が既に何らかの形でPVの導入を経験しており、技術的には難しいものではない。しかし、扱いやすいがために、正しい知識・技術を習得せずに、誤った知識に基づいて機器の販売や設置・メンテナンスを請け負う業者も多く、これがPVの信頼性を損なわせてしまう危険性もある。ドナーはこれまでの経験を生かし、PVに関する正しい基礎知識の普及・定着を支援するとともに、より実用的な手法や新しい技術導入なども適切に指導することが必要である。

(1) PV機器

PV機器に関しては下記のような点を考慮して使用することが望まれる。

表3 - 7 PV機器の技術的考慮点

PVパネル	アモルファスと結晶系のパネルがあるが、通常のアモルファスは結晶系の半分の効率しかなく、また信頼性も低い場合が多い。結晶系のパネルを使うことが勧められる。パネルにはIECの検定が広く適用されており、この検定合格品を用いるとよい。IEC検定に合格している製品はラベルにIEC検定合格品であることを明示している。
バッテリー	PVシステムの最大の弱点はバッテリーで、通常のカーバッテリーを使うと2～3年で交換が必要になり、ソーラーバッテリーでも5～6年で交換しなければならない。ソーラーバッテリーはカーバッテリーの2～3倍の価格であるから、コスト面からみればどちらを使ってもあまり変わらない。しかし、途上国の地方部ではカーバッテリーし入手できないことが多いので、カーバッテリーを用いることを想定し、取り替えや加水などの保守技術を指導しておくことが必要である。ただし、ドナー支援のプロジェクトなどでは時間が限られているので、トラブルを避けるためにソーラーバッテリーを用いることが多い。 IECでソーラーバッテリーの検定方法は定められているが、実際には用いられず、一般のバッテリー試験が使われている。信頼性のあるものを選ぶためには実績のあるものを用いるのが唯一の方法である。
コントローラー	かつてはセットポイント方式とPWM方式のものがあつたが、現在はほとんどのものがPWM方式になっている。PWM方式であればバッテリーの寿命が少し長くなる。 IECでコントローラー認証の検定方法を定めているが、実際には用いられていない。各社は独自の社内試験を行っている。信頼性のあるものを選ぶためには実績のあるものを用いるのが唯一の方法。

インバーター	<p>正弦波出力でなくてもほとんどの電気機器は動くが、非正弦波のものは電波ノイズを発生し、テレビやラジオの受信などに悪影響を与える。したがって、AC用途が一部の機器に限られる場合は非正弦波のものでもよいが、電源全体をACで供給するような場合は正弦波のものをを用いる必要がある。</p> <p>インバーター自体が動作可能な入力電圧範囲をもっているため、バッテリーの電圧が下がれば自動的に動作停止する。このためコントローラーを介してバッテリーに接続する必要はない。むしろインバーターを用いるとさまざまな電気製品が使える、サージ電流が発生する確率も高くなるので、コントローラーの破損を避けるためバッテリーに直結することが多い。</p>
ランプ	<p>バッテリーの次に弱点となっているのがランプであった。かつては小型の蛍光灯をDCで点灯できるようにしたものが使われていたが、信頼性の高いものが少なく、また地方で小型の蛍光灯を入手するのは困難であった。最近LEDランプが出てきて状況が変わりつつある。LEDの場合、消費電力が少なくなる(4割程度になる)、長寿命(ほぼ永久的)という利点があるが、現状では途上国で手に入れるのは難しい、高価格(蛍光灯の4倍くらいする)という問題がある。LEDはまだ開発途上にあり、これらの問題は今後大きく改善されるとみられる。今後のPVシステムを考えると、LEDの採用を前提にしても問題ないとみられる。</p>

(2) ランタン

LEDが普及してくるとこれまで蛍光灯を用いていたランタンがLEDに代わり、ランプ部分の信頼性は大幅に上がる。しかし通常、充電式のランタンに用いられている鉛バッテリーは信頼性が低く、2~3カ月充電しないで放置しているとバッテリーが使えなくなってしまう。バッテリーの信頼性も上げないとランタン全体としての信頼性は上がらないが、信頼性の高いバッテリー(Li、NiCd、Ni-Hなど)は高コストである。ただし、LEDの場合、消費電力が少なくなるのでバッテリーが小さくなり、信頼性の高いバッテリーを使える可能性がある。ザンビアやラオスではそのようなランタンはまだ地方では普及していなかったが、今後LEDランタンは急速に普及すると思われる。LEDランタンは貧困者への電灯供給として有力な手段になり、またPVによる充電事業の有力なサービス対象となる。

(3) ソーラーポンプ

ポンプは給水事業や灌漑事業の中で設置され、電化事業では取り扱われないことが多いが、有効なPV利用のひとつである。ポンプはバッテリーが不要なのでシステムが簡単になる。これまで無電化地域ではディーゼル発電機を用いてポンプを駆動してきたが、ディーゼル価格が上がったこと、PV価格が下がったことによりソーラーポンプがディーゼルに対して経済的にも有利になってきた。さらに、僻地ではディーゼル燃料を入手すること自体が難しいことが多く、今後はソーラーポンプの利用がディーゼルに代わり進んでいくとみられる。ソーラーポンプは地方電化という枠組みの中では取り扱われないが、電化による地域やコミュニティの開発手法の中で積極的に取り上げられることになるだろう。

(4) ミニグリッド

グリッドから遠く離れ住居が集中した地域ではミニグリッドの導入も考えられるが、PVの場合には大きなバッテリーバンクが必要となることから、バッテリー寿命が来た時に交換のため多大な資金が必要となる。この資金調達の方法がないとPVミニグリッドの導入は継続性

を確保できない。また、ミニグリッドの場合、普通のグリッドと同じように電気を使えることから需要が増大しやすく、発電能力以上に需要が増大したときに対応が困難である。したがって、ミニグリッドの導入は、以上を踏まえて慎重に検討を行う必要がある。ラオスでもザンビアでもミニグリッドの導入が行われているが、いずれも地方の産業振興への利用可能性を検証するために試験的に導入されている段階である。

(5) 標準システムの導入

途上国の地方電化は政府の責任で進められる。地方電化の対象は、まず学校・クリニックなどの公共施設、次に村の中心地の商業施設、さらに、国によっては個人住宅が対象となる。これらの電化に必要なPVシステムの基本的な構造はSHSと同じで50Wから数百Wぐらいのものになる。公営の学校やクリニックは標準的な建家構造が決まっている場合が多く、それに合わせてPVシステムも標準を決めておくことで政府が電化を行いやすくなる¹⁴。さらに、標準のPV機器仕様や調達手順を整備しておけば政府担当者が地方電化を進めていくうえで有益である。一般的に、途上国では政府スタッフの実務能力が十分でないケースが多く、調達作業などが円滑に行われぬ。このような標準化作業や調達作業を共に行い、マニュアルを作成しておくことは、カウンターパート(C/P)のキャパシティビルディングとして有効である。

ケニアでは公共施設のPV電化に際して、電化する部屋の大きさにより照明とコンセントの数を標準化し、全体の照明とコンセントの数でPVのサイズを決める方法を標準化している。個別のPV機器仕様はIECの技術基準を参考に定めれば信頼性の高い機器を調達できる。ザンビアではIECの技術基準をかなり簡素化したものを国の技術基準として導入していた。このような基準仕様を定め広く公開しておけば、一般のユーザーが機器調達する際の参考にもなり、不良品が市場に流通するのを防ぐのにも役立つ。

(6) PV機器の組み立て

コントローラーやランプなどは単純な電気機器であり、途上国でも組み立てることができる。組み立てを通じて技術習得し、産業の育成や持続可能性の向上を図れる可能性がある。

バングラデシュのグラミン・シャクティ(Grameen Shakti)では地方のエンパワメントのために地方の人材を育成してコントローラーなどの機器を組み立てる事業を実施している。しかし、組み立てのためにはまずインドのメーカーから部品を購入し、これを地方に配布して組み立て、それを集荷して再配布することになるので、インドで組み立てたものを輸入するより経済性があるのか疑問である。また、地方で単純な組み立て作業を行っているだけで、トラブルに対応するまでの技術を育成するに至っていない。もともとGrameen Shaktiは地方のエンパワメントに熱心なので、PV機器の組み立てについてもカナダの資金援助を得て育成に取り組んでいる。このような特別の目的がなければメリットがないため、機器の組み立てには慎重に取り組んだ方がよい。

¹⁴ これとは別に建物の照明電化ではなく、未電化地域保健施設で使うワクチン保存庫のために太陽光を活用するケースがあるが、アフリカなどでは、こうした場合にはWHOなどが推奨している技術仕様などが広く採用されている。

3 - 4 組織制度的側面

政府は公共施設の電化を行い、さらに周辺地域へのPV普及を支援していくことが望まれる。そのためには組織面・制度面でのさまざまな取り組みが必要になる。

(1) 公共施設の保守費用負担

地方電化では学校やクリニックなどの公共施設の電化を行うことが必須である。PVの場合、設置された設備の保守に費用が発生する。一般的に電化の責任はエネルギー省にあるが、保守費用の確保はそれぞれの担当省庁の責任である。しかし現実的にはこれらの省庁は財政難のため、ほとんどの場合保守費用を確保しない。このため保守経費を現場で確保すること手段を講じるなどの対策が必要となる。コミュニティソーラーはそのためのひとつの手段であるが、国によってはザンビアのように各公共施設が農業などにより収入を得たり、利用者から集金するなどの方法で保守費を確保しているところもある。このような場合はコミュニティソーラーのBCSのような設備を導入するかどうかは各公共施設の判断によるため、計画は柔軟に対応する必要がある。

(2) ESCO事業

PVのESCO事業はリスクの高い事業であるが、地域のPV啓発のためには有効な方法とみられる。したがって、PV普及の初期に収益目的ではなく、啓発活動のために行うという方法も考えられる。啓発のための数年間のESCO活動に必要な資金は政府から支援し、ESCO業者はその後セールスマードに事業を展開していく。このようなESCO活動が円滑に行われていくには次の点を考慮しなければならない。

ビジネスとして実施する

政府やドナーの支援の内容・規模を十分に検討したうえで、基本的には民間事業として自主的に実施するようにする。実施団体は公募し、ESCOの料金は民間によるPV普及と同じレベルにすることが望ましい。

地元の業者を使う

ザンビアの例から分かるように、地域での啓発は地域の人によって行う方が効果的である。また、保守サービスのためにユーザーを訪問しなければならないので、遠方の業者を使うよりコスト面でも有利である。

ユーザーに所有権を与える

ESCO方式はPVの所有権を事業者がもち、ユーザーにはサービスを提供する形であるが、途上国ではサービス提供という事業は理解されにくくトラブルを生じやすい。数年間のローンとしてユーザーに料金を支払わせ、その後には所有権を与える方が理解を得やすい。

修理の機材費はユーザー負担にする

修理の費用のすべてをESCO負担にすると、ユーザーの設備に対する各人の管理が甘くなる。ESCOはサービス提供にとどめ、バッテリーやランプなどの交換を含め必要な機材の費用はユーザー負担にすることが望ましい。

ESCO方式では機器購入の初期費用が軽減され、また保守体制を築けることから、有力なPV普及手段として多くの国で試みられた。しかし、住居が分散した地方で料金徴収や保守サー

ビスを構築・維持するコストが予想外に大きく持続した例は少ない。料金徴収・保守体制をPVのためだけに構築するのは負担が大きく、無理がある。バングラデシュのGrameen Shaktiは料金徴収・保守方式で成功しているように見えるが、彼らの場合はグラミン銀行（Grameen Bank）による全国的なネットワークが既にあったため、それを利用して保守体制を築くことができた。ベトナム女性連合（Vietnam Women's Union：VWU）やスリランカのサルボダヤ（Sarvodaya）などのPV事業も同様である。逆に、既にサービス用の体制が構築されている時は、それを利用したESCO事業の展開が可能となる。そのような体制をもつ組織がある場合はPPPでESCO事業実施を支援していくのが有望だろう。

ESCO組織を地方にもつ場合の課題は、地方ではビジネス技能をもつ人材を見つけにくい点である。徴収料金で保守サービスを維持していくことは決して容易ではなく、経営意識をもって旅費・人件費・事務経費・保守備品費などの出費を管理していかなければならない。さらに、その中でセールスモードに展開できるように適切な投資も必要になってくる。プロジェクトでこのようなESCO事業を開発する場合は、単に組織をつくるだけでなく、十分なモニタリング期間を取り（2～3年）実際のオペレーションを通じて経営の実務指導を行うことが望まれる。理想的にはバッテリー交換までモニタリングした方がよいが、それには5～6年かかるので現実的ではない。フォローアップなどを行える可能性があれば、5～6年後のバッテリー交換の時期に合わせて実施するのがよいだろう。

（3）BCS事業

携帯電話やランタンをPVで充電するBCS事業は今後有望とみられる。充電所は地方のコミュニティの中につくられることになるが、このBCSの運営にはPVの技術知識だけでなくビジネス面での技能も必要とされる。技術知識はPVシステムの運転に必要な知識だけでよいので、コミュニティにいる技能者が半日ほど実習するだけで十分に習得することができる。ビジネス面で必要な技能は、日々の出入金を記録し、無駄な出費を抑えて必要な備品を購入するなどの金銭的な管理能力である。地方のコミュニティでも商店を営んでいる人であれば素養がある。問題は、この両方を備えている人がなかなかいないことで、ビジネスマンと技能者の良い組み合わせを見つける必要がある。コミュニティで商店を営んでいるビジネスマンに技能者の息子が技術を習得し運転者として協力する形などはひとつの例といえる。しかし、このような場合でも地方の人の経営能力は十分とはいえず、能力の強化は重要である。プロジェクトでモニタリング期間を十分に取って（1～2年）村営の管理や投資の考え方など経営の実務指導をしていくことが望まれる。

BCS事業は、その規模・顧客数などによっては、利益が期待できる民間の努力で普及可能な分野である。携帯電話充電は50Wパネル1枚のSHSでも事業を開始でき、これなら数万円の投資で済み、しかも1～2年で投資回収できる可能性がある。しかし途上国の地方部で数万円の資金を確保できる人は多くはないため、事業融資などの環境を整備する必要がある。資金のあるPVディーラーが地方でのBCS事業展開に理解を示し、地方の起業家がBCS事業を始めるのを支援することが望まれる。政府もコミュニティソーラーでBCS事業のデモンストレーションを行うとともに、PVディーラーや金融機関にBCS事業の啓発を行って、民間がBCS事業を行いやすくなる環境を整えていくことが望まれる。

(4) 技術標準の導入

PVの個人住宅への普及までを政府が直接実施することは財政的に極めて難しく、個人住宅への普及は個人の自助努力に負うところが大きい。この場合、セールスモード（売り切り方式）での普及が支配的になるとみられる。これはセールスモードが事業者にとってリスクが一番少ない方式だからである。一方、セールスモードでは販売した製品への保証義務があいまいになり、安価な不良機器が流通し市場を乱す事例が散見される。したがって、PV機器の技術基準を導入して不良な機器を排除することが必要と考えられがちであるが、全国で販売される製品の監視体制をもつためには大規模な組織開発が必要であり、この体制なしに技術基準だけを導入しても無用の長物となりかねない。ザンビアでは、個人購入のPV機器まで政府が監視することは不可能だと整理している。

導入した技術基準を機能させていくのであれば、担当省庁（産業省など）が積極的関与し監視体制を築いていくことが必要となる。現実には、担当省庁は限られた資金・人員のなかでさまざまな分野の製品を監視していかなければならず、PVの監視を特に進めるには、その省庁の中でPVの監視が重要な開発項目のひとつとして取り上げられていなければならない。また援助プロジェクトは担当省庁からの要請に基づいたものでなければ妥当性をもてない。一方、途上国ではまだ薬品や食品、運輸機器、建設資材などより監視の重要度の高いものが多く、限られた人材で市場の小さなPV製品の監視にまで手を回すことは難しい。技術基準を定めて不良品を排除することは重要ではあるが、ほとんどの場合、担当省庁がそのための体制整備することは困難であるとみられる。したがって、少なくともエネルギー省の中でPV機材の標準仕様を定めて信頼性の高いものを調達し、その情報を広く公開して不良品排除に役立てていくことが現実的な対応であるといえる。

一方、PV設備の設置は通常の電気設備の設置技術の範囲内で十分に対応できるものである。途上国でも電気工事には認定制度を設けているところが多く、PVの設置もその対象のひとつにすることで工事上の技術的な問題のほとんどは解決することができる。ただし、途上国では電気工事認定の制度があっても無資格で一般の工事がなされるなど、制度が定着していない場合が多い。このような制度上の問題があればそれを解決するのが先ず重要で、これも担当省庁（教育省）が重要開発項目のひとつに挙げて取り組まなければ解決は難しい。したがって、援助プロジェクトは担当省庁からの要請に基づいて実施されなければ妥当性をもてない。エネルギー省からできることは技術基準の場合と同様に、省で調達する工事の標準仕様を定め、その情報を公開して工物品質向上の基盤を整えていくことだろう。

(5) 啓発体制

PVシステムは利用者側（住宅、施設など）に設置されるため、ユーザーが運営保守の知識をもてば持続性は高い。これはラオスでもザンビアでも確認されている。しかし、そのためのユーザー教育体制をつくるのが難しい。ユーザーに必要な教育内容自体は簡単なもので、半日もあれば実施できるが、このための教育制度をつくっても実施には費用が発生し、料金を払ってまで教育を受ける人はいない。設置業者が設置の際にユーザー教育を行えばそれほどコストをかけずに実施できるが、設置業者にとってユーザー教育を行うことはインセンティブがなく、ほとんどの場合行われない。

したがって、ザンビアの例にみられるようにPV普及の初期にESCOのような事業を導入し、

ユーザーの啓発を行うことは知識の普及という点からはある程度有効と考えられる。ユーザーがある程度の知識をもてば、その後は彼らから更に知識が広まることが期待できる。また、PVによるBCSのような業者がコミュニティにいれば、彼らを中心に知識が普及していくことも期待できる。一方、公共施設のPVは政府が設置するので、そのユーザーには政府の責任で十分に教育しておけば、彼らもその後の知識普及の中心となることができる。いずれにせよ、ユーザーを直接教育する体制を政府が整える可能性は低いため、ESCOやPVディーラー、設置業者などにユーザー教育の重要性を十分に知らせ、少しでもPV知識普及の環境をつくる必要がある。また、BCSなどのPV事業を促進し、事業ベースでPV知識が普及するようにすることも有望である。これらの作業が行われやすいように、プロジェクトでできるだけ啓発活動を実施し、さまざまな啓発資料やマニュアルを作成して政府を支援していくことが望まれる。

第4章 提言

歴史的にみると、PVによる地方電化の援助プロジェクトは単純なPVの技術移転から始まり、その後、料金徴収による保守体制構築でPV電化を支援するプロジェクトへと変わってきた。整備された保守体制は、当初はうまく運営されたようだが長期の維持が難しかった。これはPVが高価であったことだけでなく、不特定多数の個人による保守を期待していたことや、地方で管理組織を維持することが難しかったことなどの理由によるものとみられる。その後、政府の地方電化の取り組みは個人の電化から距離を置き、公共施設の電化に重点を移すようになった。また、国際協力のPV地方電化プロジェクトはキャパシティビルディングで電化実施能力の強化にシフトしつつある。キャパシティビルディングは単純なPVの技術指導から始まり、まだその効果を評価する段階には至っていないが、本調査の結果をみると、PV地方電化の推進のためには、事業運営の環境整備や実務能力強化などが更に必要とみられる。これらを踏まえ、今後のPV地方電化援助プロジェクト実施に対し、本報告では下記の提言を行いたい。

(1) 実務指導を行う

ほとんどの途上国は既にPVに関しての基本的な知識をもっている。しかし、誤った理解をしているケースもみられ、さらに彼らはまだ業務処理能力が低く、PV地方電化を効果的に進めていくまで達していない。このため、あらゆる面で正しい知識の定着と実務的な能力の強化を行うことが望まれる。実務的な能力の強化は実際の業務を通じて行うことが有効で、そのためにはパイロットプロジェクトを実施してさまざまな業務を実習することが最も効果的とみられる。パイロットプロジェクト自体も新たな運営方法や技術の検証などの実施目的をもって行われなければならないが、その諸作業を通じて次のような実務習得を行っていくことが望まれる。

対象組織	実習内容
政府：ODA事業のC/P（政府スタッフ）	プロジェクトサイトの選定 PVシステムの設計・工事の標準化 機材調達、施工管理、完成検査 モニタリング
民間：PV運営事業者（ESCO事業者、BCS事業者など）	PV技術（設置、保守） ユーザー教育 ビジネス（業務管理、損益管理、投資回収）

これらの業務の実習とともに内容をマニュアルにまとめ、その後の業務の効率化に役立てていくのが有益である。モニタリングはPV事業の育成と持続のために特に重要で、1年以上の期間をかけて行われることが望まれる。

(2) 補助金で民間市場を乱さない

政府やドナーのプロジェクトはPV普及のために安易に補助金によりPV導入をしがちであるが、補助金は市場に悪影響を与える危険性がある。ガーナやラオスでは政府プロジェクトのPVが補助金により安く入手できたために民間の健全なPV市場の形成に影響を及ぼした。ザ

ンビアではPVの料金を民間レベルに合わせたので、PVの普及が促進された。パイロットプロジェクトでPV普及事業を実施する際には、ESCO方式やローン販売、BCSサービスなどいろいろな形態が考えられるが、これらの料金が民間の活動を阻害しないように設定するべきである。

(3) 個人へのPV導入は個人の自助努力とし、民間の普及活動を支援する

PV地方電化は不特定多数の人を対象として設備が個人の側に設置され、設備の管理が個人によって行われなければならない。不特定多数の人による管理ではさまざまなトラブルが起こる可能性が高く、これを地方開発の義務がある政府が直接責任をもつのは限界がある。個人の家に設置される設備は個人のものとし、民間ベースで責任範囲を取り決め、政府は民間が個人にPVを普及していくための支援活動を行うようにした方がよい。政府が行うPV普及の支援活動としては、民間PV事業者へのローンの設立、金融機関やPVディーラー・地方起業家にBCSなどの有望事業の啓発、潜在PVユーザーに対するPVの啓発・デモンストレーションなどが挙げられる。

(4) SHSだけでなくBCSやランタンなどを利用する（適切な住み分け含む）

かつてPV地方電化の手段とみられていたSHSは価格が高く、購入できる収入のある人は限られる。ローンの導入で購入可能層は多少広がるとみられるが、大部分の人は購入できない。これらの人々を対象に無理にSHSを導入するより、コミュニティに充電ステーションを導入し、BCS事業のベースは利潤の高い携帯電話充電サービスで確保し、次第に充電ランタンのような安価な機器に対して充電サービスを提供できるようにする。ただし、現在のランタンには信頼性の低いものが多い。ランプにLEDが使われるようになってきて改善されつつあるが、バッテリーの信頼性がまだ低い。鉛バッテリー以外のバッテリーを使うようになれば信頼性は格段に上がるので、この状況をみながら計画を立てる必要がある。

(5) 啓発活動を積極的に取り入れる

PVについての知識を地方の人がもてばPV普及の基礎ができる。PVの基本的な知識は地方にも広まりつつあるが、具体的な保守の方法やランタンなど新しい機器の有用性についての知識はまだ広まっていない。またPVによる充電ビジネスの可能性を起業家や金融関係者が理解すれば、PVの地方への普及が加速していくとみられる。

地方の人々に対するPVについての啓発は、パイロットプロジェクトの中でBCS事業者やESCO事業者によって実施することが可能である。起業家や金融関係者にはワークショップなどで啓発する必要があるだろう。啓発に際してはデモンストレーション機材やパンフレットを用意することが必要であるが、途上国の政府ではそのような啓発材料をつくる余裕がないので、プロジェクトで作成して支援していくことが望まれる。

付 属 資 料

- 1 . ザンビア太陽光 現地調査記録
- 2 . ザンビア写真集
- 3 . ラオス太陽光 現地調査記録
- 4 . ラオス写真集
- 5 . ザンビア技術基準（抜粋）
 バッテリー（抜粋）
 コントローラー（抜粋）
 設計 / 設置（抜粋）
 ランプ（抜粋）
- 6 . NESCO契約書
- 7 . CHESCO契約書

ザンビア太陽光 現地調査記録

1. 調査対象地域：ザンビア

2. 日程

日 時			行 程	面談者	宿 泊	
月	日					
2	4	土		● 羽田- 香港		
	5	日		● 香港 - ヨハネスブルグ ● ヨハネスブルグ - ルサカ	ルサカ	
	6	月	11:00	● JICA 事務所 ● ENB		ルサカ
	7	火	9:00 12:00	Suntech ZRB 技術基準の購入 Nyimba へ移動	調査団 浅井、宮田、黛	Nyimba
	8	水	10:00	NESCO ユーザー訪問	調査団 浅井、宮田 NESCO	Nyimba
	9	木	10:00 13:00	● Petauke の PV 商店調査 ● ユーザー訪問	調査団 浅井、宮田 NESCO Technician, Tembo	Nyimba
	10	金		● ユーザー訪問 ● NESCO ヒアリング	調査団 浅井 NESCO Technician, Tembo	Nyimba
	11	土		ルサカへ移動		Lusaka
	12	日		書類整理・業務報告書作成		Lusaka
	13	月		Chipata へ移動		Chipata
	14	火	9:00 12:00	CHESCO ユーザー訪問	調査団 浅井 CHESCO	Chipata
	15	水	9:00	ユーザー訪問	調査団 浅井 CHESCO	Chipata
	16	木	10:00	PV 商店訪問 CHESCO	調査団 浅井 CHESCO	Chipata
	17	金	8:30 13:00	Nyimba へ移動 NESCO、PV 所有者訪問	調査団 浅井 NESCO Timbo	Nyimba
	18	土		Lusaka へ移動		Lusaka
	19	日		書類整理・業務報告書作成		Lusaka
	20	月		DOE Training Center	調査団 浅井 DOE Training center	Lusaka
	21	火		SIDA JICA 事務所	調査団 浅井	Lusaka
	22	水		ルサカ - ヨハネスブルグ		
	23	木		ヨハネスブルグ - 香港		
	24	金		香港 - 羽田		

3. 面談記録

REA

日 時：2012年2月6日(月)

面談相手： 黨専門家

調査団： 浅井、宮田

聞取り要旨

- ザンビアの地方電化率は4.3%(世帯ベース)
- REAのPV関係で次の3つの活動がある。
REFを用いた地方公共施設の電化(学校、クリニック、チーフパレスにSHS設置)
世銀によるSSMPというプロジェクトで、地方公共施設の電化と共に周辺の個人にローンでPVを販売する
UNIDOの60kWミニグリッドプロジェクト

ERB

日 時：2012年2月6日(月)

面談相手： Mishiba Nyamazana (Director)、Rodgers Muyangwa

調査団： 浅井、宮田

聞取り要旨

- ザンビアにPVの技術基準がある。バッテリー、コントローラー、ランプ、設置方法の4通り。現在は基準を決めただけでまだ実効性はない。これから実効性を持たせるところだ。
- ESCOの話は知っている。ESCO料金も基本的にはERBが監理することになる。PVの場合、補助金が入っていることが多いが、その場合、運営費だけを賄う料金にするか、その後の展開も考えた料金にするか2通りの考え方がある。いずれにせよ、ESCOの状況については関心を持っている。

Suntech Appropriate Technology LTD. (太陽光発電機器を扱う民間企業)

日 時：2012年2月7日(火)

面談相手： Gerda Smulders

調査団： 浅井、宮田、黨

聞取り要旨

Suntech

- PVの市場は伸びている。日本の製品は良いのだが、小さなサイズのパネルが高い。中国から低価格の製品も入れているが、今のところ京セラの価格に合わせて販売している。
- LEDも普及し始めている。電球型のものをSuntechでも取り扱っている。信頼性が高いので勧めている。
- SIDAのESCOプロジェクトについては聞いている。うまくいっていないのではな

いか。彼らのビジネス能力はひどい。業務の管理や購入の手続きなどできていない。

- Suntech は支店を持っている訳でなく基本的に卸販売。Hardware shop などだが地方で市場を伸ばすのに有望。最近 Rent to Own という会社が地方で PV 製品の割賦販売をするようになった。うまく事業展開しているようだ。

Rent to Own

- Rent to Own は割賦販売の会社。農業機材や家具などを 5-10 ヶ月の分割で販売する。ものによっては割賦期間を 15 ヶ月まで延ばすことも検討している。
- 地方の集金までは手が回らないので、各地に Agent を置いて集金している。しっかりした Agent を確保することがこの事業では重要。
- PV は始めたばかりだが、信頼性のあるものを取り扱わなければならないと思い、Suntech から購入している。PV の技術については不明。

NESCO

日 時	2012 年 2 月 8 日 (9:00 ~)
面談相手	Joe Lunga (Director)、Loizio Lungu(manager)、James Tembo(accountant) Anderson Dake (Technician)
調査団	浅井、宮田
聞き取り要旨	<ul style="list-style-type: none">● NESCO は 1998 年にプロジェクト開始時に作られた。初めは(2000 年まで)8 台のシステムを設置し PV の啓発を行なった。この地域はラジオ局がなく、広報が難しい。デモンストレーションやクチコミでユーザーを募り、その後 2003 年までに 100 台のシステムを設置した。この時の購入作業は全て SIDA で行われ、NESCO は支給されたシステムの設置を行なった。● 現在の NESCO は Director、Manager、Accountant、Technician の 4 人で構成される。● PV に関する研修を SIDA から受けた。Zambia 大学で実施され、その後 Zimbabwe で設置の実習を受けた。● 現在のユーザー数は 78 で、1 台が壊れ、4 台が盗難、残りはユーザー宅で保管されている。ユーザー宅に置かれているのは輸送費を節約するため。スペアパーツは最初に少し支給されたが、初期の不良対応などで全て消費した。現在は Lusaka の Suntech や Exide からスペアパーツを購入している。● 現在の料金はバッテリー交換を自分で行うユーザーには 50,000k/月、NESCO がバッテリー交換を行う場合は 70,000k/月である。スタート時はバッテリー交換を含めて月に 20,000k だった。その後、インフレに従って料金を上げ、2003 年に新しい保守方式と料金を提示すると、全てのユーザーは 50,000k/月を選択した。それ以降は料金を変えていない。農業ユーザーは年 1 回の支払いも可能で、集めた料金は銀行口座に入れる。バッテリー交換をユーザー負担にした理由は、ユーザーが電気を使いすぎてバッテリー寿命を短くしても ESCO の負担で交換しなければならないリスクを避けるため。これ以外に新たに設置するユーザーは設置を 500,000k 払う。● 料金については高いという声もあったが、ERB で認められた価格だと言って押し通した。大臣が高いと苦言を呈したこともあったが、価格を維持した。

- 現在の NESCO の月収入は 2,000,000k 程。ユーザーの半分ほどは払っていない様子。そこから Manager クラスには月に 700,000k、Technician クラスには月に 400,000k 支払う。これでは事業の安定化が難しい。初めは別のところで事務所を借りていたが、運営が大変なので Director の持っている建家に移転した。
- 昨年 SIDA が来て、プロジェクトを終了すると伝えてきた。NESCO としては事業安定のために更に設備を支給して欲しい。
- 初めは PV の設備費をローンで DOE に返す計画だったが、返済が大変で、2005 年までに 5,000,000k 払ったところで終わっている。
- NESCO としては事業展開して経営を安定化させたい。数年前にコカコーラの事業を行おうとしたが失敗した。(CHESCO からは NESCO はレストランやロッジの事業も行おうとしていたという話もある)
- 当チームから PV による携帯電話の充電事業を紹介し、個人ユーザーに貸すより村で起業家を探し PV 充電業をやらせたら、料金回収は確実にできると提案した。NESCO は大変興味を示し、進めてみたいと言っている。
- NESCO のユーザーの半分ほどは PV 設備の所有権を欲しがっている。政府と交渉して所有権を買い取れるようにしたい。

PV 商店調査

日 時 2012 年 2 月 9 日 (9:00-16:00)

調査団 浅井

NESCO Technician

Petauke

Nyimba から東に車で約 1 時間のところに Petauke という町があり、ここは Nyimba より大きい。バスでは片道 30,000k かかる。今回の調査ではここにある Hardware shop 2 軒で PV 製品の販売を確認し販売状況を調査した。

PV 製品の価格は 2 軒とも大差なく、次のとおり。

パネル

10W	170,000k
20W	370,000k
60W	985,000k
100W	1,650,000k
200W	3,000,000k
14.5W(アモルファス)	125,000k

バッテリー

100Ah	950,000k
50Ah	500,000k

インバーター

180VA	180,000k
-------	----------

コントローラー

5A	200,000k
----	----------

DC ランプ

ランプのみ 15,000k

リード付き 28,000k

50W のパネルは売り切れ。

PV 製品が売れるのは収穫の後。2 軒の内、1 軒は 1 年で 100 台以上売れると言っている。

Nyimba

Nyimba の hardware shop でも DC ランプを販売しているのを確認した。価格は 19,500K。

NESCO ユーザー訪問

日 時 2012 年 2 月 8、9、10、17 日

調査団 浅井

NESCO Timbo

- Lungu

ユーザーは店舗経営。

2005 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、ランプ 4 台で夜 2 時間ぐらい使う、インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。

インバーターは Petauke で購入した。

バッテリーをこれまでに 2 回交換した。

今はバッテリー不良で動いていない。

- Lilian Lungu

ユーザーは店舗経営。

2008 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)。

今はバッテリーがない。

店舗を始めたのでこれからバッテリー代を払う予定。

- Bunda

ユーザーは店舗経営。

2006 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、これまでに 2 回バッテリーを取替えた、ランプは 2 台で 4 時間ぐらい使う、インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。

NESCO のサービスには満足している。

- Jemiya

ユーザーは店舗経営。

2007 年に設置、コントローラー無し、ランプを取り替えたが 2 週間しか持たなかった。

バッテリーは自分で買う(50,000k/月)。

現在は動いていない(バッテリー不良)。

- ?
 ユーザーは教師。
 2070 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、ランプ 1 台で 3 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。
 NESCO のサービスには満足している。
 特にトラブルはない。
- ?
 ユーザーは教師。
 20011 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、バッテリーを 3 回取り替えた。ランプを交換したが 1-2 週間しか持たなかった、今はランプは 1 台、インバーターを持ち TV やラジオに使う。
 支払いは毎月。
- Lungue Iforce
 ユーザーは校長。
 2010 年に設置、コントローラー有り、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、ランプ 2 台で夜 2 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。
 NESCO のサービスには満足しているがバッテリー購入をサポートして欲しい。
- Chausa Lenox
 ユーザーは先生 (理科、数学)
 2010 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、ランプ 1 台で夜 4 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。
 もともと PV を持っていたが NESCO に変えた。
 ディーゼル発電機を持ち TV を見る、月に 50 リッターぐらい消費する。
 ディーゼルより PV の方が安く、丈夫で良い。
 NESCO のサービスには満足している。
- Crystopher
 ユーザーは農家。
 2004 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、バッテリーを 3 回取り替えた。ランプ無し、インバーターを持ち TV やラジオに使う。
 支払いは年に 1 回、収穫期。
 NESCO はトラブルがあった時に報告すれば来る。
 バッテリーがもらえないのが不満。
- Shedrec Tembo
 ユーザーは店舗経営。
 2004 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、バッテリーを 3 回取り替えた。ランプ 2 台 (Nyimba で買った) 3 時間ぐらい使う、インバーター

ーを持ち TV やラジオに使う。

インバーターは NESCO から買い、バッテリーは Lusaka で買った。

トラブルは無い。

- Benjamine

ユーザーは輸送業。

2007 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、バッテリーを 1 回取り替えた。ランプ 1 台 3 時間ぐらい灯ける、インバーターを持ち TV やラジオに使う。

トラブルは特にないがバッテリー購入が大変。

- Patric Jerre

ユーザーは病院勤務(夫人)

2011 年に設置、申し込めばすぐに設置された、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、ランプ 2 台 3 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV やラジオに使う。

雨の日など電気があまり使えないので、もっと大きな設備が欲しい

- Maphew Daka

ユーザーは役所勤務。

2006 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、ランプ 4 台(動いていない) インバーターを持ち TV やラジオに使う。

バッテリー、ランプの信頼性が低いのが不満。

- Edina Hussein

ユーザーは店舗経営者。

2007 年に設置、コントローラー無し、バッテリーは自分で買う(50,000k/月)、バッテリーを 1 回取り替えた。ランプ 5 台(Lusaka で買った)、ランプ 2 台は夜中点灯で残りは 1-2 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV やラジオに使う。

トラブルは特にない。

- Betha Lungu

2010 年に設置。コントローラー無し、ランプ 2 台(Lusaka で買った)、ランプ 1 台は夜中点灯で残りは 1-2 時間ぐらい。

最近夫と別れ、使い方がわからない。料金が払えない。

公共施設 PV

- Kalaurbakuwa High School

2002 年に設置。コントローラー無し。4 教室にランプ 1 台ずつ設置。

ランプのある教室は予習などの活動に使われる。

バッテリーを1回交換 (Petauke で購入)
生徒から学校の運営費として1学期に 210,000k 集めている。学校には施設管理のコミュニティがあり、ここが集めた金から PV の保守費を出している。バッテリーの加水などもこのコミュニティが行う。
宿舎にはディーゼル発電機で照明を行う。
トラブルは特にない。

NESCO 以外の PV 所有者

- Phiri Issac
2009年に設置。友人がPVを使っていたのをみて買うことにした。設備はPetaukeで買った。バッテリー加水は自分で行う。インバーターを使ってTVを見ている。
NESCOは料金が高いのでやめた。

- Joshua Chisi
2008年に設置。結晶1パネル(1,500,000k) + アモルファス9パネル(120,000k)、アモルファスはマラウィで買い結晶はLusakaで買った。
バッテリーの加水は自分で行う。
パワーが余っているので携帯電話充電の商売をしている。1日に12台ぐらい充電する、充電料金は1,000k。

- Phiri Nathan
2010年に設置。NESCOでPVを知ったが所有しなかったのが自分で買った。設備はLusakaで買った。バッテリー加水は自分で行う。
時々バッテリーが空になるので町で充電する。充電料金3,000k。

- ?
2010年に設置。アモルファス5パネル、Nyimbaのマーケットで買った(1枚150,000k)、バッテリー加水は自分で行う。インバーターを使ってTVを見ている。
もともとバッテリーを使っており、今でも時々バッテリーが空になれば町で充電する。

CHESCO 面談

日 時 2012年2月14日(10:00~17:00)
面談相手 Mulimba Michael (manager)、Esther Makukula (secretary)
調査団 浅井

聞取り要旨

- CHESCOの前身は穀物などの物資の供給や清掃を行う会社であった。1996年にこのプロジェクトの募集の放送を聞き応募した。プロジェクトは1999年から始まり、まず、4台のPVシステムでデモを行なった。2000年に150台のSHSが支給され、それを2ヶ月で設置した。この時はマネージャークラスが2人に、テクニシャンが4人の体制だった。

- 現在では約 80 システムが稼働し、20 システムがバッテリーが止まっている状態で、残りの 50 台ほどは CHESCO が回収し保管している。
- 現在の月額料金体系は次の通り。

インバーターの無いシステムでバッテリーの取替を自分で行う	50,000k
バッテリーの取替を ESCO が行う	20,000k 追加
インバーターを使う	15,000k 追加
料金支払いが遅れる	15,000k 追加
料金滞納が 1,000,000k 以上	撤去
- 現在の最大の課題は、設備を所有したいという声が強したこと。2006 年頃からこのような声が強くなってきた。ユーザーには設備が政府の所有物で、CHESCO はサービスを行なっているだけであることは説明してある。
- 昨年 SIDA が来て、SIDA はプロジェクトを終了すると説明したが所有権の問題は店入りだった。DOE も昨年来て、所有権は政府のものと主張した。CHESCO としては所有権問題を解決することができない。
- ユーザーは広く分布しており、遠いユーザーは 50km 以上離れている。このようなユーザーを毎月訪問はできない。トラブルでユーザーからの依頼があった時に行くぐらいになることもある。
- ほとんどのユーザーは 600,000k から 800,000k ぐらい滞納している。1,000,000k の滞納で撤去したユーザーが 10 人ぐらいいる。
- コントローラーが壊れやすい。これまで多くのコントローラーを修理した。修理は焼損したトランジスタの取替が多い。研修のあった Zambia 大学の協力を得て、CHESCO でできるようになった。
- PV パネルが市中で売られているが、それらは品質が悪い。ESCO のものは古くても品質は絶対に勝る。月額料金は高く見えるが、その価値はある。
- 新しいユーザーは設置費を 1,000,000k 払う。NESCO の 500,000k より高く見えるが CHESCO はバッテリーを設置するので、これに 800,000k かかり CHESCO の方が安い。
- DOE にはこれまで 15,000,000k 支払った。最後に払ったのは 2008 年。

ユーザー訪問

日 時 2012 年 2 月 14、15、16 日

面談相手

調査団 浅井

CHESCO ユーザー

- Solomon Maugisana

ユーザーは農家。

2003 年に設置。バッテリーは自分で買うが最初のバッテリーをまだ使っている。ランプ 4 台 (最初のもの) 3 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。

遠くて CHESCO がほとんど来ない。バッテリーは自分で加水する。2 週に 1 回パネルを

拭く。

料金は年に1回 Chipata まで払いに行く。片道 20,000k。

CHESCO のシステムは良いので町の PV を買う気がしない。

- Alaina Bunda

ユーザーは校長。

2008 年に設置。バッテリー交換は CHESCO、ランプ 4 台で 1-2 時間使っている。インバーターを持ち携帯電話充電に使う。

月に 70,000k はやや高い。だいたい毎月払っている。

- Jesiwpanthas

ユーザーは役所勤務。

2001 年に設置。バッテリー交換は CHESCO が 3 回取り替えた。ランプ 4 台夜中点灯する。TV は DC で見ている。

カラーTV はディーゼル発電機を使って見る。燃料代が 5 日で 70,000k ぐらいかかる。設備を所有する意思はない。

- ?

ユーザーは校長。

2009 年に設置。バッテリーは CHESCO が取り替える。ランプ 4 台、インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。

グリッド電化されても、PV 設備を所有し続けたい。

- Justine Ngondo

ユーザーは店舗経営。

2001 年に設置。バッテリーは CHESCO が取り替えるがまだ最初のものを使っている。ランプ 3 台 (最初のもの) 3 時間ぐらい使う。

保守は CHESCO 任せで知らない。

- Mastone Mtolophiri

ユーザーは農家。

2002 年に設置。バッテリーは CHESCO が取り替える (2 回取替)。ランプ 4 台 4 時間ぐらい使う。インバーターを持ち TV に使う。

- Magrates Bunda

ユーザーは農家。

2002 年に設置。バッテリーは自分で取り替える。自分で加水する。ランプは 4 台あるが使うのは主に 1 本。インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。

3-4 ヶ月に 1 回ぐらいで料金をまとめて払う。

PV 機器は Chipata で買う。

- Esta B Chirwa
ユーザーは農家。
2002年に設置。バッテリーは CHESCO が取り替える（1回取替）。ランプ4台（1台取替、45,000k で CHESCO から購入）。インバーターを持ち TV や携帯電話充電に使う。
ディーゼル発電機を持ち燃料代が5日で40,000k かかる。
CHESCO の 85,000k/月は高い。
CHESCO はだいたい3ヶ月に1回ぐらい来る。
- Ford tembo
2000年に設置。バッテリーは CHESCO が取り替える契約。ランプ4台。
未払いが残っており、システムは2010年から止まっている。
- P Chiwangue
ユーザーは店舗経営。
2003年に設置。バッテリーは CHESCO が2回取り替えた。ランプ4台（CHESCO から買って取り替えた）
70,000k/月は高い。
政府が設備のオーナーであることは知っているが、買取りたい。

CHESCO 以外の PV 所有者

- ?
2002年に設置。結晶系パネル、コントローラー無し、ランプ4台、インバーターを持ち携帯電話充電に使う。
CHESCO のことは知らなかったなので自分で買った。
- ?
ユーザーは校長。
2009年に設置。アモルファスパネル（Chipata で 115,000k で買った）、コントローラー無し、ランプ2台、インバーターを持ち TV に使う。
CHESCO のことは知らなかった(隣は CHESCO ユーザー)。

DOE 面談

日 時 2012年2月20日(月)
面談相手 Ms LungiweLungu
調査団 浅井

聞き取り要旨

- SIDA プロジェクトの ESCO は各地でビジネスをしている組織から競争で選んだ。各 ESCO はローンで設備費を政府に支払う計画だったが中断した。支払われた金は Solar Energy account という専用の口座に預けてある。この資金の使い道についてはまだ計画はない。

- SIDA は 2011 年 4 月にプロジェクトから退いた。プロジェクトをどうするかを考えなければならぬ。設備を売却する可能性もあるが、ESCO の言うことは一貫性がなく、しっかり Audit してから考える必要がある。政府の資金で Audit はできる。
- 今後政府が PV を設置するのは公共施設だけで個人住宅には設置しない。政府が個人住宅用の PV のために ESCO を導入することはない。個人用 PV はセールスモードで普及する。このプロジェクトはあくまで民間が PV ビジネスとして ESCO を行うオプションがあるかどうかを検証するだけのものである。グリッド電化にせよ政府の関与は村の受電点まで配電するところまで、そこにユーザーがどのように繋ぐかはユーザー側の問題。グリッドに繋ぐか SHS を導入するかの選択範囲を広くしただけ。
- これはパイロットプロジェクトなので、月額料金設定に ERB が関与することはない。ESCO が料金設定に関し ERB の名前を挙げたとしたら、正規の業務外で相談しただけの話だろう。
- 公共施設への PV 設置は政府の責任で行う。学校では独自に家畜や農作で収入を得るようにしており、それで保守費用を確保することはできる。
- ERB で PV の技術基準を持っていることは知っている。政府で導入する PV には適用していく必要があるだろう。個人住宅の PV は個人が商店で買ってきて設置するもので、そこに基準を適用するのは不可能だ。

SIDA

日 時 2012 年 2 月 21 日 (火)
 面談相手 Mr. Larce Karlsson
 調査団 浅井

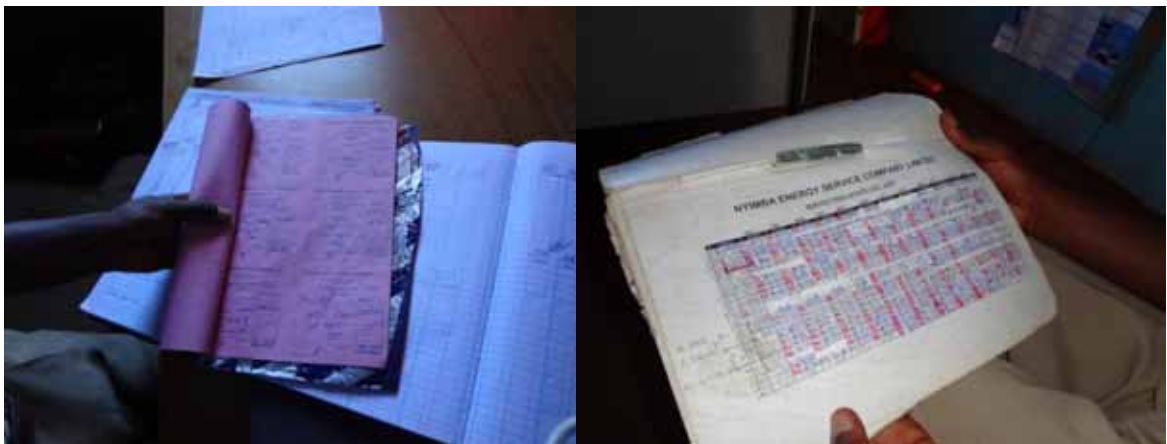
聞き取り要旨

- SIDA は MOE を通じてこのプロジェクトに資金援助した。今はこのプロジェクトからは既に手を引いており、資金援助もしていない。MOE がこのプロジェクトを引き続きモニターしている。
- 事業は続いているようであるが、ローンは返していないし当初計画したような事業の展開には至っていない。事業者の運営能力が甘く、事業規模を拡大しても持続発展するようには見えない。
- ザンビアの北部や西部を見てみたが、東部は ESCO の影響が PV の普及が極めて進んでいる。

ザンビア写真集



NESCO 事務所



帳簿類（領収書、支払い記録、設備帳）



バッテリーボックス



配線状況



民間による PV 機器の店頭販売



露店での PV パネル販売



LED ランタン (乾電池式)

ラオス太陽光 現地調査記録

1. 調査対象地域：ラオス

2. 日程

日 時			行 程	面談者	宿 泊
月	日				
2	12	日	<ul style="list-style-type: none"> ● 成田 (11:40) - Bangkok (21:30) ● Bangkok (21:00) – Vientian (22:00) 	● Sabadee Lao Hotel	Vientiane
	13	月	09:00 ● JICA ラオス打ち合わせ 11:00 ● MEM 表敬・打ち合わせ 13:30 ● IREP(DOE)との面談	調査団 加藤、若林 ● JICA 譲尾 ● 丹羽専門員、橋本専門家 ● Anunsak、Kantara、Minist	Vientiane
	14	火	07:45 Vientiane 出発 現地調査 (Vientian Province) 11:30 ● Donxai-oudone/Keaoudom	調査団 加藤、若林 IREP(DOE) Minist PDEM Odee	Vanvieng
	15	水	0:830 Vangvieng 12:00 現地調査 (Vientian Province) 13:00 ● Huansan/ Kasi, Tongmuat	調査団 加藤、若林 IREP(DOE) Minist PDEM Odee	Vientiane
	16	木	17 日のアポイントの依頼・確認	調査団 加藤、若林 IREP(DOE) Anunsak	Vientiane
	17	金	10:00 ● IREP(DOE)打ち合わせ 13:00 ● SUNLABOB 意見交換 16:00 ● 世界銀行 意見交換 17:30 ● JICA ラオス	調査団 加藤、若林 IREP(DOE) Anunsak Andy Shroeter, Andrea Buetler Julia M. Fresher, Sombath Southivong 譲尾	Vientiane
	18	土	書類整理・業務報告書作成		Vientiane
	19	日	書類整理・業務報告書作成		Vientiane
	20	月			

3. 面談記録

IREP¹ (DOE) / MEM

日 時 : 2012年2月13日(11:00~12:00)
面談相手 : Anousak Phongsavath/Mr. (Head of Rural Electrification Division)
Khanthara Sisamouth/Mr. (Deputy Head of Rural Electrification Division)
Hashimoto/Mr. (Power Policy Advisor / JICA Expert)
調査団 : JICA 加藤、若林
丹羽専門員
JICA ラオス : 譲尾

面談要旨

1. 調査目的・依頼事項

小水力発電 (On-grid, Off-grid) の無償案件の特定

✓ 2013年2月の閣議決定、EON (Exchange of Note) に向けて行動開始。

✓ 予算：グリーン成長、日本の中小企業振興

適切な案件候補の提示を願いたい。

太陽光 (SHS) の現状把握 (2月14~15日：サイト踏査予定)

✓ JICA サイト

✓ 世銀サイト

DOE のスタッフにより現地踏査の案内を頼みたい。

2. Mr. Anunsak、Mr. Khanthara のコメント

小水力

✓ 電化率の低い3県に候補がある。

✓ 世銀の候補の7件のうち5件は、ラオス地元の業者がリハビリを実施する計画である。

太陽光

✓ JICA の SHS 案件は 1998~2001 年に 4 カ村で設置され、その後 2003 年には DOE 独自に 8 カ村に設置した。その後世銀が JICA 方式をベースに各地で SHS を設置している。

✓ 機材の取り換えには、世銀の場合は在庫があってこれを利用できる。

✓ ラオスで入手することを目指すと、市販はバッテリーのみで、DC ランプとチャージコントローラーは市販されていないので問題となっている。

✓ 配電線の延長による電化が実施されている。特にピエンチャン県の JICA・世銀の SHS サイトは概ね電化されているので、不要になるのではないか。

➤ JICA の場合は 20 年分割払いなので、残債が残っている。

➤ 払い続け、同じ世帯の別の家屋で電気がひかれていないところに移設することもある。

¹ Institute of Renewable Energy Promotion: 旧 Department of Electricity (DOE)は、Ministry of Energy and Mines (MEM)の組織改編に伴い、業務を Department of Energy Policy and Planning、Department of Energy Management 及び Institute of Renewable Energy Promotion の 3 部署に分割した。

- JICA プロジェクトでは ESCO 制度が組み込まれてなかったため、12 カ村の SHS も世銀の仕組みによる PESCO (Provincial Energy Service Company) に組み込まれた。
- 一部の PESCO は、東側の新たな地域での事業を計画している (後述の世銀の第 2 段、15,000 世帯のことか?)。
- PESCO の新規事業計画では、FDEM (Provincial Department of Energy and Mines) と相談し、グリッドの延長計画を考慮する。
- ✓ 世銀 SHS は、REPI の一環で、2011 年までに 16,000 世帯に設置された。
- ✓ 今後 2012~2014 年の 3 年計画で、さらに 15,000 世帯に設置する。
 - 予算規模 : US\$2MM (オーストラリア AUSAID)
 - VOPS (Village Off Grid Promotion and Support) は、フランスコンサルタントから、タイ・ラオス合併のコンサルタント会社に移管され、先日契約署名が終わったばかりである。
 - 機材調達は PMU/DOE (Project Management Unit/Department of Electricity) が実施。
 - 設置等現地サイド業務は、PESCO が VEAC/VEM (Village Electricity Advisory Committee /Village Electricity Manager) と打ち合わせ実施する。
- ✓ ADB の SHS 計画
 - SHS に手の届く世帯は、無電化地域の 60% とみて、貧困層向けのプロジェクトを計画しているが実施には至っていない。
- ✓ SHS 以外の設置事例は、フランスの NGO (Fondemon?) による、4.8kW のミニグリッドがある。

SHS ユーザー (Ban Donxai-oudone / Keaoudom District)

日 時 : 2012 年 2 月 14 日 (火)

面談相手 : Ounkhame/Mr.、Kamp/Mr.

調査団 : JICA 加藤、若林

DOE Minist/Mr.

PDEM Odee/Mr.

面談要旨

当地域の EDL の配電線の延長計画は 2014 年 (住民の Mr. Ounkhame) となっていたが、2011 年 11 月に繰り上げて実施され、接続料を支払った世帯には既に電気が来ている。SHS は継続使用している世帯もあり、電気を使っていない親戚に移設して使わせている場合もある。

以下、関係者のコメント。

グリッド延長の詳細について PDEF には何の報告もないので、対処のアクションはおこなっていない。(PDEF : Mr. Odee)

2011年11月以来、SHSの月料金の徴収はしていない。BCSも稼働していない。(VEM)
SHS、BCS²ともに、関係者(ユーザー、VEAC³、VEM⁴、PESCO⁵、PDEF⁶)が集まり、SHSの撤収等について話し合いを要する。(DOE: Mr. Minist)
JICAのSHSプロジェクト(1998~2001年)が始まった当初、村の世帯数は約130世帯であったが、現在では172世帯と世帯数が増えた。このうち27世帯は貧しく電気は使っていない。(VEM)

Ban Donxai-oudone / Keaoudom District (携帯シグナルあり)

ユーザー面談

1. Ounkhame/Mr.

- ✓ 漁師、教師(58歳)
- ✓ 6人家族
- ✓ 2011年11月配電線が届きグリッドの電気を使っている。
- ✓ 収入: Kip2,000,000/月(この10年間で収入はわずかながら増加傾向にある。)

EDLのグリッド

- ✓ 接続料: Kip3,850,000
- ✓ 電気料金(平均): Kip30,000/月
- ✓ 負荷:
 - カラーテレビ(SONY): 価格 Kip3,000,000
 - 冷蔵庫(TOSHIBA): 価格 Kip2,500,000
 - 水くみ上げポンプ
 - 蛍光灯2本

SHS

配電線が届いたので、残債をチェックし払い続けるか撤去するか考えるが、雷でグリッドの電気は停まるので、SHSは必要となり払い続ける意思はある。用途は電灯。

- ✓ 1999年 SHS-55Wを2セット設置。
- ✓ 設置時一時金: Kip150,000
- ✓ 20年月賦月額: Kip17,000
- ✓ バッテリー(自動車用): 4回取り換え。現在稼働良好。購入はKeaoudomマーケットで。価格は以下のとおり。
 - 170Ah = Kip450,000
 - 70Ah = Kip250,000蒸留水の加水等、バッテリーの維持は自力でできる。
- ✓ コントローラーは初期設置のものがまだ稼働している。
- ✓ ACインバーター
 - 2000年以来使用 既に3回買い替えた。

² Battery Charge Station: 住民がバッテリー(自動車用)を持ち込んで充電料を支払う。
6Vバッテリー: Kip2,000(1時間で充電)、12V/50~70Ah: Kip3,000(3時間で充電)、12V/120Ah: Kip5,000(5時間で充電)

³ Village Electricity Advisory Committee

⁴ Village Electricity Manager

⁵ Provincial Electricity Service Company

⁶ Provincial Department of Energy and Mines

➤ 携帯充電

2. Kampu/Mr.

- ✓ 漁師
- ✓ SHS を利用していた親戚世帯では、2011 年 11 月配電線が届きグリッドの電気を使っており、不要になった SHS を、当家に使わせている。
- ✓ SHS 設置の前のエネルギー源
 - ケロシンランプを使用していたこともある。灯油代：Kip60,000/月
- ✓ バッテリー(自動車用) BCS で充電し、ランプ、テレビを使用していた。
 - ◇ DC ランプ：価格 Kip25,000
 - ◇ テレビ：価格 Kip150,000
- ✓ 収入：Kip300,000/月

SHS

- ✓ 少なくとも SHS の処分方法が決まるまでは今ある SHS を無料で使える。
 - 2011 年 11 月 SHS-55W を移設（移設は自分で行った）
- ✓ バッテリー：70Ah
蒸留水の加水等、バッテリーの維持は自力でできる。
- ✓ コントローラーは壊れて使えない。
- ✓ 負荷
 - DC ランプ：価格 Kip25,000
 - テレビ：価格 Kip150,000
- ✓ 今後の選択肢は以下のとおり。
 - SHS の残債を払い SHS を使用する。
 - 接続料の支払いの負担を軽減するプログラム⁷を利用し EDL のグリッド電気を使用する。

SHS ユーザー (Ban Huansan, Ban Tongmuat / Kasi District)との面談

日時	2012 年 2 月 15 日 (11:00 ~ 13:30)
面談相手	Maitad/Ms., Xengkuang/Ms. (Minority/ Mong)
調査団	JICA 加藤、若林 DOE Minist /Mr. PDEM Odee/ Mr.
面談要旨	<p>Huansan 村は少数民族のモン族の住む地域である。2012 年 1 月に配電線が届いたが、電気はまだ来ていない。SHS は 28 世帯 (20W : 5 世帯、30W : 20 世帯、50W : 3 世帯) に設置されている。</p> <p>ユーザー面談 Ban Huansan/ Kasi District (携帯シグナルあり)</p>

⁷ Poor to Pay：接続料を一時払いできない層のために、月払いを認め支払い負担を軽減している。月額 Kip20,000~25,000

1. Maitad/Ms. (農業、売店)

- ✓ 6人家族、農業、手工芸品製造・販売
- ✓ 収入：Kip300,000/月

EDLのグリッド

- ✓ EDLグリッド接続料：Kip2,500,000
2012年1月にKip1,500,000支払った。メーターもついている。屋内まで配線は来ているし電灯等も設置したが電気は来ていない。
- ✓ 負荷
 - テレビ(中古購入：Kip200,000)
 - 蛍光灯2本

SHS

配電線が届いているが電気は来ていないので、SHSを継続して使っている。グリッド電気が来れば、離れたところの無電の小屋に移設し継続使用する。

- ✓ 20W
- ✓ 10年月賦：月額Kip15,000
 - VEMに毎月支払う
- ✓ グリッドから電気が来たら無電の小屋に移設。PESCOが移設してくれるはず。
- ✓ 負荷
 - 蛍光灯1本
 - ◇ 1日2時間使用(18:00~20:00)
 - ◇ 料理、夕食、手工芸品をつくるのに使う。
 - ◇ 2か月に1回買い替え：価格Kip9,000(中国製品)
 - ◇ Kasiマーケットで購入
 - 小型のインバーターを購入し携帯を充電している。
 - ◇ Kasiマーケットで購入：価格Kip25,000
 - ◇ 携帯(3個)：価格Kip270,000/個
 - 充電電池付きの小型電灯
 - ◇ 頭につける方式：魚とりに使う。
 - ◇ バッテリー：6V
- ✓ コントローラー
 - STECA製
 - 3年前に壊れた。
 - PESCOにコンタクトしたが交換してくれないので直接充電している。
- ✓ バッテリー買い替えたばかり。
 - 70AH：価格Kip450,000
 - 蒸留水：Kip8,000/ボトル 年2回購入
 - いずれもKasiマーケットで購入

2. Xengkuang/Ms.

- ✓ 9人家族、農業、手工芸品製作・販売
- ✓ 収入：Kip500,000/月

SHS

- ✓ EDLグリッド接続したが給電はまだないのでSHSを使用。
- ✓ 2001年に30Wシステム設置

- ✓ バッテリー：50Ah
 - 3回買い替えた(3年おき)
 - 現在のものは2年前に買った。
 - ◇ 価格：Kip450,000：
 - ◇ タイ 3K 社製品
- ✓ コントローラー：8年前に壊れたまま。PESCO の対応なし。
- ✓ 負荷：蛍光灯(1本)、携帯充電、CD ラジカセ(大きなスピーカー接続)
 - 蛍光灯がつかないので PESCO を呼び、1本買い替えたことがある。
 - DC12V 7W：価格：Kip60,000

高いので以降は自分で購入もしたが、1~2週間で買い替えたこともあり無駄な金を使わないためケロシンランプの使用に切り替えた。蛍光灯価格：Kip9,000/本
- ✓ ケロシンランプ
 - 18:00~21:00 まで4個のランプ使用
 - ◇ 用途：料理、夕食、勉強、手工芸品の製作
 - ランプ：価格 Kip5,000
 - 灯油
 - ◇ 消費量：5リッター/月
 - ◇ 価格：Kip11,000/リッター
- ✓ 携帯充電
 - 自動車用携帯充電機能の利用で携帯充電している。
 - ◇ インバーター(中国 “YALITON” 社製)：価格 Kip60,000)
 - ◇ 電池アダプター：価格 Kip15,000
 - 携帯電話価格：Kip400,000(中国製)
- ✓ PESCO、VEM の機能
 - VEM：毎月の集金、簡単なメンテナンス
 - PESCO：設置時にトレーニングを一回受けた。呼んでもすぐの対応がない。
 - 新家屋を建てたために SHS を移設したが、息子が実施。
 - VEM、PESCO に替わって息子がメンテナンスしている。
 - ◇ バッテリー加水
 - 蒸留水：年 1~2 回購入
 - 価格：Kip8,000/ボトル(タイ製)

Ban Tongmuat / Kasi District (携帯シグナルなし)

1. Soy/Mr.

- ✓ 10 人家族、農業、教師
 - ✓ 収入：Kip1,200,000/月
- EDL のグリッド
- ✓ 2012 年 1 月に EDL が届いたがまだ電気は来ていない。
 - ✓ 接続料：Kip2,500,000(2012 年 1 月に Kip2,000,000 支払い)
 - ✓ 負荷
 - 蛍光灯 2 本
 - テレビ
 - 冷蔵庫
 - 扇風機

➤ 電気クッカー

SHS

配電線が届き SHS は PESCO が撤収。給電が始まるまでは、ピコ水力（50W 程度か？：中国製 Kip300,000）を使いランプ 2 本を使用していたが、発電機が壊れケロシンランプ（2 個使用）に切り替えた。

- ✓ 2007 年 30W システム設置
 - 10 年月賦：月額 Kip18,000（2011 年 12 月まで支払っていた）
 - バッテリー：50Ah
 - 5 年経過でバッテリー、コントローラーともに体良好な状態。
 - 蛍光灯は質が悪く 2 年間に 20 本買い替えた。価格 Kip8~9,000
- ✓ 2012 年 1 月の SHS の撤収（ランプを除く）には入出金なし。
- ✓ PESCO、VEM の機能
 - PESCO の対応は困難だが、簡単なことは VEM が替わって実施
 - ◇ 蛍光灯の交換は VEM
 - ◇ バッテリーの加水は自分で実施
 - PESCO のトレーニング
 - ◇ SHS 設置時 1 回だけ。
 - ◇ 1 時間コース
 - SHS 設置工事は PESCO、VEM が実施

IREP（旧 DOE）との面談

日 時 2012 年 2 月 17 日（10:00～11:00）
面談相手 IREP Anousak PHONGSAVATH/Mr.、Minist/Mr.
調査団 JICA 加藤、若林

面談要旨

REPII⁸

REPI では主として SHS 普及した。REPII でさらに 15,000 基の SHS を設置するが、再生可能エネルギー発電としては今後は SHS からさらにスケールアップした、20~30kW の再生可能エネルギーによるミニグリッド発電を導入したい。

SHS15,000

- ✓ 世銀のプロジェクト REPI で既に 16,000 基の SHS を設置した。さらに REPII として 15,000 基の SHS を設置する。
- ✓ DOE（IREP）で既に機材の手配を終え、今から 2 ヶ月後にはラオスに届く。
- ✓ 候補地は今後 5 年間のうちにグリッドが延長されないことを条件として定める。
- ✓ ファンドは IDA の Grant である。
- ✓ プロジェクトを促進する組織として、VOPS⁹はフランスのコンサルから替わってタイ・ラオスの合弁コンサルに移管される。既に同社は契約書に署名した。
- ✓ SHS の普及は前回同様に Hire & Purchase 方式となる。
- ✓ JICA を含め、世銀で開発された SHS のサイトで、EDL のグリッドが延びた地域については、ソーラーパネルを回収し、新たなソーラーミニグリッド案件に再編する計画であり、これらの案件はドナーにオープンである。

⁸ Rural Electrification Phase II

⁹ Village Off Grid Promotion and Support

ミニグリッド発電

REPI が SHS をメインとするものであったのにくらべ、REP II では以下のような各種のミニグリッド発電をも対象とする。いずれも各地からの申し出に基づきポテンシャルのある計画を策定する。

ミニグリッドの OM は PESCO にライセンスを与え、実施する。設置工事から運転に至るまで PESCO が面倒をみるが、テクニカルスタッフはピエンチャン首都圏の専門家を現地に派遣して OJT 方式で養成する。

- ✓ バイオガス、バイオマス、水力、バイオディーゼル発電によるハイブリッド、風力も対象と考えている。
- ✓ バイオガスでは養豚所の糞から発生するメタンガスを回収し発電する。
 - 既にピエンチャン件に 2 カ所の候補サイトを決定した。
 - 用途は給電とヒーティングである。CO2 削減の他、肥料の生産も可能である。
 - いずれもグリッドの届いている地域で行うパイロットで、新たなビジネスモデルを構築し、ドナーの援助案件を促進する。
- ✓ ミニグリッドパイロットは小水力でも行うが、既に 2 サイトの候補がある。
- ✓ 再生可能エネルギーによるミニグリッドは、生産性をあげるためのシステムとするので昼間に稼働すればよい。従ってバッテリーは設置しない。その方がコストもかからない。

JICA 太陽光調査（今次調査）

- ✓ 2001～2011 年末までに世銀で設置した SHS サイトは、30～40% はグリッドが延びている。
- ✓ グリッドの届いていない SHS サイトとしては Khammuan Province が適当であろう。週明けにサイト踏査のお膳立てをする。
- ✓ Mr. Khanthara へのインタビューについても、週明けに手配する。

Sunlabob との面談

日 時 2012 年 2 月 17 日（13:00～14:00）

面談相手 Sunlabob Andy Schroeter/Mr., Andrea Buetler/Ms.

調査団 JICA 加藤、若林

面談内容

Mr. Andy Schroeter は 1995 年以来ラオスに住み、2000 年に Sunlabob を設立して、再生可能エネルギーに特化する活動を始めた。Sunlabob 社のビジネスモデルについて以下の説明があった。

PPP（Public-Private Partnership）によるビジネス運営

- ✓ 村落向けのエネルギー事業は民間企業だけでは成立しない。
- ✓ Public とはドナーを含む政府である。
- ✓ 村落のアントレプレナーを探し育成する。

村落に常駐する人材が不可欠であるので、Village Energy Committee と、Village Technician を制度化し、6~9 か月のトレーニングを通じて技術移転を実施。村落の人材、組織を通じてシステムの運営、事業の運営を図る。

村落の人材は Sunlabob の従業員ではない。村落の組織は Sunlabob の支店・出張所ではなく、フランチャイザーである。

以下が Sunlabob の事業である。

SHS

Sunlabob は単独で SHS のレンタル方式による村落電化を試みたが、持続性を維持できなかった。たとえば、PPP 方式で特に Public (ドナーを含む) からの支援を前提とした方式が不可欠である。

ソーラーミニグリッドによる村落電化

Kasi District の Pakeo 村では 10kW のソーラーミニグリッドが設置され稼働している。このシステムは 150 世帯に電力を供給している。フランス政府の資金がフランスの NGO を通じて実施された無償案件である。

- ✓ インシャルコストは US\$100,000 である。
- ✓ システムの所有者は PDEF (Provincial Department of Electricity and Mines)
- ✓ オペレーター (Village Technician) は村民から選ぶ。
- ✓ 一日当たり 20~120Wh の消費が可能である。
- ✓ 各世帯一日当たり 4~6 時間の電力を使う。

Sunlabob の役割は以下のとおり。

- ✓ 設計
- ✓ 設置
- ✓ オペレーターへのトレーニング
- ✓ スペアパーツの供与

ソーラー以外のミニグリッド

- ✓ ピコ hidro・ミニグリッド発電
 - 500~1,000W
 - ディーゼル発電機のバックアップ
 - インテリジェントインバーターを設置し効率的な管理をする
- ✓ 小型風力によるミニグリッド

水ビジネス

- ✓ Water Purification
 - 産業廃棄物で汚染された地下水を浄化して村落住民に有料で給水する。
 - 飲料水
 - 非飲料水

ソーラーランタン充電ステーション

ソーラーランタンを村落住民にレンタルで貸付け、充電ごとに料金を徴収する。集金した金は例えば以下のようなシェアで分かち合う。

- ✓ Village Fund (村落全体のためのもの)・・・50%
- ✓ Village Energy Committee・・・15%
- ✓ Village Technician・・・15%
- ✓ Sunlabob・・・20%

充電ステーション一か所に 50 個の LED ランプを配備し、2 か月前に充電事業のパイロットを始めた。現在は各県に 2 か所の充電ステーションを設置し、ラオス全体の充電ステーションは 40 か所で LED ランプの総数は 2,000 個である。将来はスケールアップし全国の無電化村落に 1 か所ずつステーションの設置を計画している。

- ✓ LED ランプ充電ステーションプロジェクトのファンドは下記 Public から
 - ドイツ大使館
 - モナコ財団
 - 民間企業の企業イメージ基金
- ✓ LED ランプ充電ステーションプロジェクト
 - 充電ステーション 1 か所 (50 個の LED ランタン) の予算 : US\$4,200
 - 120W のソーラーにバッテリー装備した充電システム
 - 1.3W の LED ランプはドイツの phocos 社製で防水加工され、落としても壊れないような構造である。10 年保証つき。
 - LED ランプに、USB の接続で携帯の充電も可能とする設計である。

世界銀行との面談

日 時 2012 年 2 月 17 日 (16:00 ~ 17:00)

面談相手 世界銀行 Julia M. Fresher/Ms. (バンコク事務所 : TTL REP)、
Sombath Southivong/Mr. (ラオス事務所 : Senior Infrastructure Specialist)

調査団 JICA 加藤、若林

面談内容

REP II (Rural Electrification Phase II)

REPI では SHS を 16,000 基設置した。REP II では 15,000 基の SHS に加え、各種再生可能エネルギーによるミニグリッドの開発を行う。この 5 年間の経済成長によって自動車のガソリン消費、中小企業・鉱業事業所の電力消費等々、地方のエネルギー消費は著しく増加していることを背景に、2030 年までに再生可能エネルギーのシェア 30% を目指すこととなった。

REPII には以下のような案件が含まれる。

バイオガス発電によるミニグリッド

IREP (旧 DOE) はタイのチェンマイ大学と技術交流をしている。

水力ミニグリッドは 5~15MW

PESCO

REPI では SHS の普及に備え PESCO¹⁰ を制度化した。REP II では、SHS に加え、各種の

¹⁰ Provincial Electricity Service Company

再生可能エネルギーを扱うことになるので、既存の PESCO に任せるかどうかは決まっていない。PESCO の制度構築については、今後の議論を待つ必要がある。

JICA ラオス事務所との面談

日 時 2012 年 2 月 17 日 (17:30 ~ 18:00)

面談相手 JICA ラオス事務所 譲尾

調査団 JICA 加藤、若林

面談内容

調査経過報告・・・下記について報告。詳細は上記各面談議事録を参照

Sunlabob の事業 (ソーラーランプ充電ステーション)

無償案件の小水力

世界銀行の REP II の現地マネジメント体制 (PESCO の)

各案件ともに O/M (維持管理) が課題となること

ラオス写真集



SHS 設置住宅
(配電線電化と共用)



バッテリー箱 (TV の右)



バッテリー



コントローラー



コントローラー



蛍光灯



蒸留水



インバーター 大



インバーター 小



バッテリー + LED ランプ



LED ランタン



Sunlabob の LED ランプとチャージャー

バッテリー (抜粋)

4 蓄電池の型式

4.1 鉛蓄電池

太陽電池システムに使用される鉛蓄電池は次の規格を満たさねばならない。

- a) ディープサイクル型のものであること。
- b) メンテナンス・フリーのもの、またはメンテナンスを要するとしても極力手間がかからない (ロー・メンテナンス) ことを条件とする。ロー・メンテナンスとは、日次の平均気温 25 の場合は 4 カ月間、日次平均気温 35 の場合は 3 カ月間メンテナンスなしで、充電時の電流、電圧ともに蓄電池メーカーの規格に合ったレベルを維持できることをいう。
- c) 電極は “ standard automotive tapered pillar ” 型でなく、 ” lug (bolt-on) ” 型であること。
- d) カルシウム鉛型蓄電池は環境面で問題があるので使うべきではないが、アンチモン鉛型の蓄電池は許容できる。
- e) 自動車用の蓄電池の使用は推奨できない。

4.2 鉛蓄電池以外の蓄電池

鉛蓄電池以外の蓄電池も許容されるが、認可されている鉛蓄電池の規格を下回らないものに限る。

5 定格容量

定格容量はメーカーの提示する放電時の数値とする。

6 サイクル寿命

放電深度 25% で 500 回、放電深度 80% で 150 回のサイクル寿命を持たねばならない。いずれの場合も最終サイクルに於いて定格容量の 50% を確保しなければならない。

7 構造

7.1 セパレーター

ディープサイクル型の蓄電池には、正極板、負極板を隔離するためにセパレーターが正しく設置されなければならない。セパレーターは、自己放電を避けるため、正極及び負極が直接接することのないように分離するものである。

7.2 極板

ディープサイクル蓄電池の極板は、板状のものも管状のものもあるが、いずれの場合

でも正極活物質 1 グラムに対して、負極活物質は 1.1 グラムを下回ってはならないし、ひとつのセルは単位定格電流 (Ah) 当たり、最低でも 10.5 グラムの正極活物質を含むものとする。

7.3 電解液

液状タイプの蓄電池では、電解液の充填量は比重 1.225 (25) において 16.6cc を下回ってはならない。また、単位定格電流 (Ah) 当たり 0.6cc に相当する電解液を保つスペースを、極板の上部に確保しなければならない

8 製品検査

8.1 定格容量

蓄電池の製品検査にあたっては、25 の状態で試験をするために、水温 25 +/-1% の水中につける。その場合、蓄電池の上部は水面下 25mm まで潜らせる。なお、蓄電池は試験開始の 24 時間前から水中につけておく。

8.2 サイクル寿命

8.2.1 放電のサイクル数を計測し検査を行う。

8.2.2 20 時間率で充電することにより 100%の定格容量の復元を確認する。

8.2.3 上記 7.1 に従って蓄電池を再度放電する

8.2.4 150 回等決められたサイクル数が確認されれば、その蓄電池は検査に合格したとみなされる。

8.2.5 蓄電池の検査には 5 個以上のサンプルについての試験が義務付けられる。検査の結果、1 個あるいはサンプル数の 20%以上の蓄電池が不適格となった場合は、「ディープサイクル蓄電池：太陽電池システムに適している」という許可は与えられない。

9 表示

それぞれの蓄電池には、下記情報を明瞭かつ永久的に表示しなければならない。

- a) 製造者または供給者の名前
- b) 製造年月日
- c) 定格容量
- d) 定格電圧
- e) ザンビア標準局の許可マーク (適格である場合に限る)

注：ザンビア標準局は下記の登録された認証マークの所有者である。この認証マークはザンビアの標準に適合する製品であることを第三者として保証するものである。この認証マークは同局からの許可を得ない限り使用できないものである。与えられる許可の内容の詳細はザンビア標準局（ルサカ市 1510 P.O.Box 50259）の Director から明らかにされる。

コントローラー（抜粋）

9 機能

充放電コントローラーは以下の機能をもつこと。

- a) 太陽光パネルから蓄電池に流れる電流を制御する。
- b) 蓄電池の電力の残量が 25~50%となった場合は、過放電防止機能が働く前に、低電圧であることを警告すること。かつ、
- c) 蓄電池の充電具合を提示する設計であること。

3.1 フロート充電電圧

充放電コントローラーにフロート充電機能がある場合は、システムに組み込まれた蓄電池の製造者は、フロート電圧についての規格を明示せねばならない。もし明示されていない場合は、以下に拠る。

- a) 鉛 - カルシウム - アンチモン蓄電池の場合：25 の状態でフロート電圧は 1 セルあたり $2.35\text{V} \pm 1\%$
- b) 鉛 - アンチモン蓄電池の場合：25 の状態でフロート電圧は 1 セルあたり $2.30\text{V} \pm 1\%$

3.2 過充電防止

充放電コントローラーがスイッチタイプである場合は、充電停止電圧（High Voltage Array Disconnect Point: HVD）は、システムに組み込まれた蓄電池の製造者の規格に応じて設定されなければならない。もし規格が明示されていない場合は、以下に拠る。

- a) 鉛 - カルシウム - アンチモン蓄電池の場合：25 の状態でフロート電圧は 1 セルあたり 2.35V
- b) 鉛 - アンチモン蓄電池の場合：25 の状態でフロート電圧は 1 セルあたり 2.35V
- c) 上記以外の蓄電池が使用される場合は、システムのユーザーまたは設置業者によって適切に設定されなければならない。

上記の充電停止電圧は気温 10~40 においては、1%以内の幅が許容される。

再充電の開始電圧は、充放電の頻繁な切り替えを避けるよう設定されなければならない。鉛蓄電池の場合はセルあたり $2.1\text{V} \pm 1\%$ が推奨値である。

3.3 過放電防止

充放電コントローラーは過放電しないように保護をする。放電停止点は蓄電池メーカーの規格に拠って設定する。蓄電池メーカーの規格がない場合は、定格電圧の 90%で負荷を切り離すような設定とする。

負荷への接続は、蓄電池の電圧がセルあたり 2.0V となる時、または蓄電池メーカーの

規格に指定される電圧において再開される。

3.4 均等充電

充放電コントローラーは、自動的に均等充電ができるものであること。

3.5 蓄電池の充電状態の表示

コントローラーの正面には、次のような表示、警報が目に見えるようにしておかなければならない。なお、コントローラーが箱の中に設置されるタイプのものは、これらの表示、警報はユーザーが箱を開けなくても見るようにしておくこと。

- a) 満充電
- b) 過放電防止機能が働く前の低電圧表示 (25~50%の残量)
- c) 過放電防止点

注：システムの太陽電池の出力あるいは負荷の電流が 20A を超す場合は、蓄電池・負荷回路から独立した蓄電池端子電圧を計測する、蓄電池端子電圧のセンサーを備え付けなければならない。

3.6 電子制御装置

次の電子制御が可能であること。

- a) 蓄電池端子にプラス、マイナス極性の逆接続の制御を備える
- b) 太陽電池アレー端子にプラス、マイナス極性の逆接続の制御を備える
- c) 雷による過大な電流、電圧の制御及び避雷
- d) 負荷回路の過電流防止
- e) 蓄電池がコントローラーに接続されている場合の負荷回路の短絡防止制御

注 1：負荷回路の保護のための制御装置の適切な区別と、蓄電池ヒューズは設置されていること。

注 2：ヒューズと回路ブレーカーの電流は負荷の定格電流の 1.5 倍を超えてはならない。

3.7 太陽電池アレーの許容電圧

蓄電池に接続していないコントローラーを、太陽電池アレーに接続しシステムの公称電圧の 2 倍の電気を 5 分間継続して印加しても、そのコントローラーは損傷しないものであること。

3.8 効率

太陽電池アレーからコントローラーに流れる電気と、コントローラーから蓄電池に流れる電気の電圧の差は、負荷がどのような状態にあっても、公称の電圧の 2% を超えて降下してはならない。

蓄電池からコントローラーに流れる電気と、コントローラーから負荷に流れる電気の電圧の差は、負荷がどのような状態にあっても、公称の電圧の 2%を超えて降下してはならない。

8.1 電磁妨害（干渉）

コントローラーは、1m の距離に置いて使う負荷に対して、電導電磁妨害も放射電磁妨害もひきおこしてはならない。1.1K Hz から 10M Hz の分光スペクトルの場合は 1m の距離に置いたコントローラーの磁場は 100 μ V/m を超えてはならない。

4 容器

充放電コントローラーの容器は、少なくとも IEC529 (International Electrotechnical Commission : 国際電気標準会議 規格) による規定の保護等級の IP2 によるものでなければならない。

5 端子接続

全ての電気接続は、事故による短絡から保護されるように覆われなければならない。

6 表示

それぞれの充放電コントローラーは、下記情報を明瞭かつ永久的に表示しなければならない。

- f) 製造者または供給者の名前
- g) 型式名または型式番号
- h) 製造番号
- i) 連続太陽電池アレー電流の最大値
- j) 連続府下電圧の最大値
- k) スイッチ類及び指示ランプの機能と状態
- l) 極性と端子の機能
- m) システム電圧の公称値
- n) ザンビア標準局の許可マーク

注：ザンビア標準局は下記の登録された認証マークの所有者である。この認証マークはザンビアの標準に適合する製品であることを第三者として保証するものである。この認証マークは同局からの許可を得ない限り使用できないものである。与えられる許可の内容の詳細はザンビア標準局（ルサカ市 1510 P.O.Box 50259）の Director から明らかにされる。

設計 / 設置 (抜粋)

5.2 配線

5.2.1 全ての配線は、ZS418 の規定に則ってポリ塩化ビニール (PVC) で覆われたケーブルによらなければならない。ケーブルがポリ塩化ビニール (PVC) で覆われていない場合は、ツインケーブルによらなければならない。ケーブル管は、通常の屋内配線の仕様と同等のものでなければならないが、屋内配線の場合にアースが不要であったのと同様に、金属ケーブル管及び配線接続箱からのアースも不要である。

5.2.2 既存の 220V の AC 配線の使用
4.3.5 に従うこと。

5.2.3 ケーブルとケーブル管

5.2.3.1 実装ケーブル

ケーブルは、ずれることがないように締め具によって等間隔に締めつけること。

5.2.3.2 ケーブル締め具

ケーブルまたはケーブル管を据えるコンクリート、ブロック、またはモルタル等へ配線する締め具は、しっかりと締めつけることができるものでなければならない。

5.2.3.3 地下ケーブル

地下または公用地を通る配線は、ケーブル管に納めて少なくとも地表から 0.6m の深さに据え付けるものとするが、ケーブル管には着色した 50mm 幅のビニールテープを目印としてつけるか、ケーブルの上 0.2m の位置にブロックまたはスレートをかぶせることとする。地下またはユーザーの私有地を通る配線は、ケーブル管に納めて少なくとも地表から 0.3m の深さに据え付け、上記と同様の目印を付けるものとする。ケーブル管なしでの配線は、直接埋設するためには完璧に絶縁をすること。全ての地下配線ケーブルは、ケーブルの埋設してある位置の上部に車両通行の者に知らしめるための目印をつけること。

5.2.3.4 空中のケーブル

空中に配線されるケーブルはその下に、地上最上部から 2.7m の空間を確保する必要がある。電気接続部分の機械的摩耗を防ぐため、ケーブルの張りは十分余裕をもった弛みを維持する必要がある。7m を超す長さのケーブル配線は、たわみを維

持するために、両端をしっかりと止めること。止めに要する接合部分は、通常の3倍以上の強度にしておかなければならない。カタリーナ線には少なくとも1mごとに固定されなければならない。ケーブルの大気に接する部分は保護チューブで覆われるか、そうでない場合はケーブルの被覆は紫外線に耐えられるものでなければならない。

5.2.3.5 屋根上のケーブル

屋根の上のモジュールからの配線は、屋根のてっぺんか端を通じなければならず、屋根に穴を開けないためにカタリーナ線を張らなければならない。屋根に穴をあける場合は、絶対に穴をあける必要がある場合に限る。穴をあける場合は屋根のてっぺんに近いところに限ること。屋根を貫通する場合はその部分にチューブを通すこと。貫通する部分にはシリコン材、あるいは全天候にも紫外線にも耐えられる材質のものを注入し、雨漏りを防がねばならない。

5.2.3.6 カヤブキ屋根（可燃性物質）

カヤブキ屋根等の可燃性のある物質に固定されるケーブルは、ポリ塩化ビニールまたは金属管で覆われなければならない。取り付け具は、かやぶき屋根等には直接固定してはならず、窓枠あるいは構造を維持するための特別な構築物に固定すること。

5.2.3.7 壁伝いのケーブル配線

ケーブルを壁に固定する穴には、壁材に適する詰め物をつめること。外壁の穴は、角度をつけて水が壁の内部に侵入しない工夫を要する。

5.2.4 ケーブルの結合

ケーブルの結合は、全て配線接続箱の内部で行われなければならない。照明具、スイッチ、ソケットの内部を接続箱と想定し、これらとともにケーブルの結合を行うことは実務的である。

注：ケーブルの結合は接続箱、ブロック接続箱で行う、あるいはハンダ付けすることもできる。

ランプ（抜粋）

4 操作条件

4.1 電圧範囲

蛍光灯の出力電圧は、12V の蓄電池の場合は、公称電圧 10.2V、15V の 85~125%以上である。ただし、この場合、大気温度が 0~35 において、蛍光灯の寿命や効力が劣ることがあってはならない。

4.2 光度

灯火システムの光度は 25lum/W を下回ってはならない。

4.3 出力波形の対称性

蛍光灯の出力波形は、気温 25 における公称電圧の+/- 10%の、10%未満（つまり最大誤差でも 60~40%の対称波形）でなければならない。蛍光灯の最大波高率は 2 を超えることはできない。

4.4 逆極接続防止

システムに公称電圧が適用されている場合、システムにおいて極を間違えて接続したり、電流がまったく流れなくなった場合でも、インバーターバラストは損傷を免れなければならない。

4.5 開放回路の保護

公称電圧における電力システムはインバーターバラストに損傷を与えてはいけない。インバーターバラストの消費電力は、定格電流の 15%を超えることはできない。

4.6 過電流の保護

インバーターバラストは、定格最大電流の 1.5 倍に相当する電流に見合うヒューズを備え付けなければならない。

4.7 スイッチ

電気機器の定格電圧に基づいて設置されたスイッチ、即ち供された最大電流 10mV 規格のスイッチは、最低でも 10,000 回の作動を可能とするものでなければならない。

4.8 電灯カバー

ユーザーが、電灯の取り換えあるいは掃除をするために、電灯に付随するレンズ、カバー、配線はユーザーの自らの手で取り外しができなければならない。

4.9 容器

インバーターバラストは、4 mm 以上の開放部分があってはならない。

4.10 端子

入力端子は 4mm を上回るものでなければならない。

NYIMBA ENERGY SERVICE COMPANY LIMITED (NESCO)

CUSTOMER CONTRACT FORM

CUSTOMER No.

This agreement was made on 09/10 2009 between Nyimba Energy Service Company hereinafter referred to as NESCO and S. L. M. CHIRANDWE referred to as the Client, for the installation, use and maintenance of the Solar lighting system installed at the premises of the Client, located at MILILIZI SCHEME NYIMBA MIFINDWE SECTION

FARM NO 157

SECTION A.

In return for initial fees received, NESCO Agrees to:

- 1) Install the following items which remain the property of NESCO.
 - ONE Solar PV Modules) of 50 Wp and associated mounting components.
 - Panel Serial NO.
 - ONE Battery(ies) of ONE Ah with associated box
 - ONE Switches
 - ONE Tube lights and tube light fixtures
- 2) In return for monthly fees, received, NESCO assumes the following responsibilities:
 - 2-1 to visit the client's site once per month in order to maintain the parts of the SYSTEM WHICH IS ITS PROPERTY.
 - 2-2 To sufficiently maintain and repair those parts of the system which are its property in order to provide electrical energy sufficient to:
 - (a) light each fluorescent light to a minimum of four hours per day.
 - (b) Provide power to a 12V radio or 12V black and white Television Set on a maximum of two hours per day.
- 3 NESCO agrees to promptly repair faults or replace faulty items if part of the system is available for use with minimum interruptions. Repair or replacement of the system owned by the client (e.g. fluorescent tubes, bulbs, socket) will not be the responsibility of NESCO but can be provided at a cost if requested.
- 4 NESCO agrees to advise and assist the Client in re-locating lights or modifying the system to better meet client needs for electricity. Modifications to the system will be made at a fee to be negotiated.
- 5 In order for this agreement to remain in force, the client should agree:-
 - 5-1 to pay contract fee of K20000 which can be revised when need arises.
 - 5-2 To pay initial installation fee of K25000 in advance which can be revised when necessary by NESCO

N.B: These fees are not refundable after installation has been completed or on transfer to a new home.

 - 5-3 to pay a designed service fee of K 5000 per MONTH in advance for each such period. The service fee is based on an annual amount of K60000 divided by the number of designated periods in a year.
 - 5-4 To allow NESCO access to all parts of the system at any reasonable time as is necessary for proper repair and maintenance
 - 5-5 To inform NESCO of any problems with the system as soon as they arise.

**NYIMBA ENERGY SERVICE COMPANY LTD
PLOT NO. 651 MTENDERE ROAD
BOX 57004
NYIMBA**

DATE: 3rd DECEMBER 2019
ADDRESS: HEMERA AGRICULTURE
CO. ZAMBIA
PO BOX 57004
NYIMBA

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

I, SITHASANTA DEUSAS hereby agree this day of 3rd DECEMBER 2019
to be paying:

- a) ZM K70 000 per month to NESCO which would be adjustable, for solar panel installed at my house /shop farm(Premises) using NESCO battery or
- b) To be paying ZM K50 000 per month to NESCO which would be adjustable for solar panel installed at my house /shop farm (Premises) using my own battery
- c) In case of b, please note that a client shall pay NESCO whether the battery is working or not because it is his / her responsibility to replace a battery

Signature [Signature] Signature [Signature]
Client SITHASANTA DEUSAS Company Representative [Signature]
Date 3rd DECEMBER 2019 Date [Signature]

All Correspondence through the Director
Cell: 0979-523154 / 0979-175841

7. CHESCO 契約書

2010 CLIENT CONTRACT FORM CHIPATA ENERGY SERVICING COMPANY (CHESCO (Z) LTD)

THE AGREEMENT WAS MADE ON 20... BETWEEN CHESCO (CHIPATA ENERGY SERVICE COMPANY) AND (HEREINAFTER REFERRED TO AS THE CLIENT FOR THE INSTALLATION, USE AND MAINTENANCE OF THE SOLAR HOME SYSTEM INSTALLED AT THE PREMISES OF THE CLIENT LOCATED AT IN RETURN FOR THE INITIAL FEES RECEIVED, CHESCO AGREES TO:

1. INSTALL THE FOLLOWING ITEMS WHICH WILL REMAIN IT'S PROPERTY
 - (A) ONE SOLAR P.V MODULE OF 55WP SERIAL No.
 - (B) ONE REGULATOR OF 20A/6A
 - (C) ONE BATTERY WITH ASSOCIATED BATTERY BOX
 - (D) 4/3/2 LAMPS
 - (E) CONDUIT PIPES AND WIRING WILL REMAIN THE CLIENT'S PROPERTY AFTER DISCONNECTION
 - (F) BULBS ARE TO BE PROVIDED BY CHESCO AT A LTFE

THE CLIENT IS FULLY RESPONSIBLE FOR THE SAFETY OF THE SYSTEM AS FROM THE DATE OF INSTALLATION AND WILL BE ALSO RESPONSIBLE OF REPLACING THE BULBS WHEN THEY FINISH

2. AFTER INSTALLATION, CHESCO AGREES TO VISIT THE CLIENT'S SITE ANY TIME, ANY DAY IN A MONTH IN ORDER TO MAINTAIN THE PARTS OF THE SYSTEM WHICH ARE IT'S PROPERTY.
3. CHESCO AGREES TO SUFFICIENTLY MAINTAIN AND REPAIR THOSE PARTS OF THE SYSTEM WHICH ARE IT'S PROPERTY IN ORDER TO PROVIDE ELECTRICAL ENERGY SUFFICIENT TO;
 - (A) LIGHT EACH FLUORESCENT LIGHT
 - (B) PROVIDE POWER TO A 12V RADIO OR 12V BLACK& WHITE TV FOR MINIMUM OF 3 HOURS PER DAY.
 - (C) NO INVERTERS ARE TO BE CONNECTED TO OUR SYSTEMS BUT FOR THOSE THAT WILL NEED TO USE INVERTERS SHOULD SEE THE MANAGEMENT FOR OTHER CONDITIONS TO BE ATTACHED.
 - (D) EACH SYSTEM IS EXPECTED TO RAISE K780,000 PER YEAR. SO EACH CUSTOMER IS EXPECTED TO PAY FOR EACH AND EVERY DAY UNLESS THE SYSTEM IS FAULTY. ALL FAULTS SHOULD BE REPORTED AS SOON AS THEY ARISE IN WRITTEN. NO PHONE REPORTING SHALL BE ACCEPTED AND ONCE NOT REPORTED, CHESCO WILL TAKE IT THAT THE SYSTEM IS WORKING. THEREFORE, WE EXPECT YOU TO PAY
 - (E) IN CASE OF DISCONNECTION AFTER VIOLATING THE LAY-DOWN RULES AND REGULATIONS OR TRANSFER CASES, THE REPAIRING OF IRON SHEETS AND WALLS SHALL BE UNDER CLIENT'S COST.

CHESCO AGREES TO PROMPTLY REPAIR FAULTS TO ENSURE THAT THE SYSTEM IS AVAILABLE FOR USE WITH MINIMUM INTERRUPTIONS.

5. CHESCO AGREES TO ADVISE AND ASSIST THE CLIENT IN RELOCATING LIGHTS OR MODIFYING THE SYSTEM TO THE BEST OF THE CLIENT'S NEED FOR ELECTRICITY AT A CERTAIN FEE. THE CHARGE WILL DEPEND ON MATERIALS REQUIRED, TRANSPORT & LABOUR. IN ORDER FOR THIS AGREEMENT TO REMAIN IN FORCE, THE CLIENT AGREES:

1. TO PAY INITIAL INSTALLATION FEE OF K1,000,000 (ONE MILLION KWACHA) ZAMBIAN KWACHA IN ADVANCE. NOTE: INSTALLATION FEE IS NON REFUNDABLE AFTER INSTALLATION HAS BEEN COMPLETED
2. TO PAY DESIGNATED SERVICE FEE OF K70,000 PER MONTH IN ADVANCE FOR THOSE WITH DC APPLIANCES. TO PAY K85,000 FOR THOSE WITH AC APPLIANCES. CHESCO EXPECTS PAYMENTS FROM 1 TO 10TH OF EVERY MONTH. ANY CLIENT WHO PAYS AFTER 10TH OF EVERY MONTH SHALL BE CHARGED A PENALTY FEE OF K15,000. A CUSTOMER IS IN ARREARS AS SOON AS HE/SHE IS LATE WITH PAYMENT BY ONE DAY.
3. TO PAY APPLICATION FEE OF K20,000, CONTRACT FEE K20,000, A JOINING FEE OF K500,000 SHALL BE PAID BY A NEW CLIENT WHO HAS BEEN TRANSFERRED TO THE ALREADY INSTALLED HOUSE BY CHESCO.
4. TO PAY K65,000 IF A CLIENT DECIDES TO BE USING HIS/HER OWN BATTERY TO CHESCO'S SYSTEM BUT IF THERE'S A BATTERY FAULT CERTIFIED BY CHESCO, THE CLIENT WILL PAY A MONTHLY FIXED CHARGE OF K10,000 UNTIL THE REPLACEMENT OF THE BATTERY. THE CONNECTION OF THE CLIENT'S BATTERY SHOULD BE DONE BY CHESCO STAFF. IF YOU CONNECT THE BATTERY WITHOUT THE CHESCO'S CONCERN, THEN IT WILL BE CONSIDERED AT K65,000 FROM THE TIME THE FAULT WAS CERTIFIED BY CHESCO UP TO THE DISCOVERY TIME.
5. TO PAY TRANSFER FEE OF K500,000 i.e IF SHE/HE WANTS THE SYSTEM TO BE TRANSFERRED BUT IF NOT INTERESTED WITH THE SYSTEM, THERE WILL BE NO REFUND OF ANY KIND)

- 6 TO INFORM CHESCO IMMEDIATELY OF ANY PROBLEMS WITH THE SYSTEM AS SOON AS THEY ARISE.
- 7 TO USE THE SYSTEMS AS PER INSTANT CONDITIONS GOVERNED BY CHESCO'S POLICY.
- 8 NOT TO ADD MORE LIGHTS, MAKE ANY CHANGES TO CHESCO'S OWNED COMPONENTS OF THE SYSTEM OR IN ANY WAY TO TEMPER WITH THE SYSTEM WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION FROM CHESCO.
- 9 NOT TO ALLOW ANY SHADE TO FALL UPON THE SOLAR PANEL THROUGH VEGETATION GROWTH OR BUILDING CONSTRUCTION.
- 10 TO TAKE NECESSARY CARE OF, AND ENSURE THAT THERE'S SECURITY OF THE PROPERTY OF CHESCO FOR THE DURATION OF THE AGREEMENT. IN CASE THE PROPERTY IS STOLEN OR DAMAGED REIMBURSE OR PAY BACK CHESCO FOR THE LOSS OF VALUE INCURRED. THE CHARGE WILL DEPEND ON THE PRESENT COST OF THE ITEM LOST OR DAMAGED FOR REPLACEMENT.

A CLIENT SHOULD NOT BE REQUIRED TO PAY SERVICE FEE FOR THE DAYS WHEN THE SYSTEM IS NOT WORKING EXCEPT WHEN IT CAN BE CLEARLY ESTABLISHED THE MALFUNCTION HAS BEEN CAUSED BY THE WILFUL ACTION OR NEGLIGENCE OF THE CLIENT.

TERMINATION AND PENALTIES

IF ANY OF THE ABOVE ITEMS OF THE AGREEMENT ARE VIOLATED BY THE CLIENT, THE CLIENT HEREBY PROVIDES CHESCO THE RIGHT TO DISCONNECT OR REMOVE ANY OF CHESCO'S PROPERTY FROM THE CLIENT'S PREMISES AND IN SUCH A CASE, THE CLIENT AGREES TO MAINTAIN THE PROPERTY OF CHESCO COMPANY IN THE SAME STATE OF REPAIR AS CERTIFIED BY CHESCO STAFF IN HIS MAINTENANCE LOG ON THE LAST REGULAR MAINTENANCE VISIT PRIOR TO THE DATE OF VIOLATION OF THIS AGREEMENT BY THE CLIENT.

SECURITY:

IF THE SECURITY OF THE SYSTEM IS UNCERTAIN, CHESCO HAS THE RIGHT TO DISCONNECT THE SYSTEM WITHOUT ANY REFUND.

CHESCO HAS THE RIGHT TO TERMINATE THE CONTRACT AND DISCONNECT/REMOVAL OF IT'S PROPERTY FROM CLIENT'S PREMISES.

- IN CASE OF RETRIEVAL OF THE SYSTEM DUE TO VIOLATION OF THE CONTRACT, A NEW CONTRACT SHALL ONLY BE CONSIDERED ON REPLICATION AND PAYMENT OF INITIAL INSTALLATION FEE.
- IN CASE OF TEMPORAL DISCONNECTION DUE TO NON-PAYMENT OF OUTSTANDING BILLS, THE RECONNECTION SHALL ONLY BE DONE UPON THE PAYMENT OF 60% OF THE OUTSTANDING AMOUNT. GRACE PERIOD IN SUCH A CASE IS 2 MONTHS, THEREAFTER, THE RETRIEVAL OF THE SYSTEM SHALL BE DONE. AFTER DISCONNECTION, THERE WILL BE A MONTHLY FIXED CHARGE OF K20,000.
- IF DEBTS EXCEEDS 1 YEAR WITHOUT BEING CLEARED, THEN, THERE WILL BE AN INTEREST CHARGE OF 20% OF THE OUTSTANDING AMOUNT.
- IF A CLIENT DECIDES TO HAVE THE SYSTEM REMOVED BEFORE THE CONTRACT EXPIRES, HE/SHE SHALL BE CHARGED A BREACH OF CONTRACT FEE OF K500,000.
- MIS-USING OF THE SYSTEM WILL RESULT INTO INSTANT DISCONNECTION.
- ANY CLIENT WHO IS FOUND GUILTY OF ILLEGAL CONNECTION SHALL BE CHARGED K150,000.
- IF A CLIENT LOSTS A SOLAR CABLE, HE/SHE SHALL BE CHARGED K40,000 FOR REPLACEMENT.
- CHARGE FOR BLOWING THE FUSE IS K20,000
- CHARGE FOR REPLACING A SWITCH IS K40,000

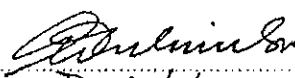
CHESCO WILL REPOSE THE SYSTEM IF THE CUSTOMER IS FOUND GUILTY OF ILLEGAL CONNECTIONS TWICE.

THOSE IN ARREARS FOR 2 MONTHS WILL HAVE THEIR SYSTEM DISCONNECTED RIGHT AWAY.

VALIDITY:

THIS CONTRACT REMAINS VALID FOR 2 YEARS FROM THE DATE OF INSTALLATION WHICH IS (STATE DATE & YEAR) WITH THE CONSENT OF BOTH PARTIES, A NEW CONTRACT FORM MAY BE SIGNED AFTER THE EXPIRING OF THIS CONTRACT OR CHESCO REPOSES IT'S EQUIPMENT IF A NEW ONE IS NOT SIGNED. SERVICE FEE SHALL BE ADJUSTED ANNUALLY. NO NEW INSTALLATION FEE HAS TO BE PAID FOR RENEWAL OF CONTRACT.

CLIENT'S SIGNATURE:..... NRC No.:.....
 DATE:

CHESCO REP:  DATE:.....
 DESIGNATION: Director

