

国際協力事業団

ボリヴィア共和国エネルギー炭化水素庁

ボリヴィア共和国  
再生可能エネルギー利用地方電化計画調査

最終報告書

付属書 I・II

2001年9月

株式会社コーエイ総合研究所  
日本工営株式会社

### 換算レート

(2001年5月)

US\$1 = ¥120.5

US\$1 = Bs 6.53

Bs 1 = ¥18.5

ボリヴィア共和国  
再生可能エネルギー利用地方電化計画調査

最終報告書

附属書 I・II

目次

附属書 I

PV パイロット試験とモニタリング

	頁
<b>第 1 章 序</b> .....	<b>I-1</b>
1.1 調査の目的.....	I-1
1.2 これまで実施した調査.....	I-1
<b>第 2 章 PV 設置の状況および PV 市場</b> .....	<b>I-3</b>
2.1 ラパス、オルコ両県の PV 設置状況.....	I-3
2.1.1 米国政府.....	I-3
2.1.2 スペイン政府.....	I-5
2.2 ボリヴィアの PV 市場.....	I-6
<b>第 3 章 PV パイロット試験のための用地の選定</b> .....	<b>I-7</b>
3.1 PV パイロット試験の仕組み.....	I-7
3.2 パイロット試験サイトの選定.....	I-7
3.2.1 サイト選定基準.....	I-7
3.2.2 パイロット試験対象地域.....	I-8
<b>第 4 章 農村社会経済調査</b> .....	<b>I-15</b>
4.1 調査対象地域と対象者数.....	I-15
4.2 社会経済状況.....	I-16
4.3 家庭内のエネルギー状況.....	I-17
4.4 太陽光発電システムにかかる利用者費用の財源.....	I-18
4.5 地方電化のニーズと期待.....	I-18

<b>第 5 章</b>	<b>PV システムと設置</b> .....	<b>I-20</b>
5.1	システムの構成.....	I-20
5.2	PV システムの設置.....	I-21
5.2.1	PV システムの再設置.....	I-22
5.2.2	最終検査.....	I-23
5.2.3	PV システムのスペア・パーツ.....	I-24
<b>第 6 章</b>	<b>PV システムの維持管理</b> .....	<b>I-28</b>
6.1	維持管理システム.....	I-28
6.1.1	維持管理組織.....	I-28
6.1.2	利用者ガイドと利用者教育.....	I-29
6.1.3	維持管理マニュアルと維持管理教育.....	I-32
6.2	電気料金システム.....	I-34
6.2.1	当初の料金システム.....	I-34
6.2.2	料金システムの改定.....	I-35
6.2.3	個別契約書.....	I-36
<b>第 7 章</b>	<b>モニタリングと分析</b> .....	<b>I-37</b>
7.1	維持管理のモニタリング.....	I-37
7.1.1	PV システムの移設.....	I-38
7.1.2	維持管理のモニタリング.....	I-39
7.1.3	料金支払いに関するモニタリング.....	I-41
7.2	利用者のモニタリング.....	I-43
7.2.1	利用者の調査.....	I-43
7.2.2	PV システムの利用状況.....	I-46
7.3	PV システムの技術評価.....	I-51
7.3.1	技術的な問題点と解決策.....	I-51
7.3.2	システムの規模.....	I-54
7.4	維持管理の評価.....	I-55
7.4.1	オペレーターの実績評価.....	I-55
7.4.2	改善策の提案.....	I-56
<b>第 8 章</b>	<b>PV のポテンシャルと PV 優先サイト</b> .....	<b>I-57</b>
8.1	PV のポテンシャル.....	I-57
8.1.1	ラパス、オルロの日射量.....	I-57
8.1.2	PV ポテンシャル図.....	I-61

8.2	PV システムの優先サイト.....	I-63
8.2.1	サイト選択の基準.....	I-63
8.2.2	選択された優先サイトと PV 実施計画.....	I-63
<b>第 9 章</b>	<b>実施構造とバッテリー処理.....</b>	<b>I-65</b>
9.1	太陽光発電システムに関する実施構造.....	I-65
9.2	ラパス県とオルコ県における太陽光発電システムに関する 維持管理組織案.....	I-67
9.3	使用済み蓄電池の回収.....	I-68

## 付表目次

図 4.1	調査対象者の属性 .....	I-70
図 4.2	家計状況 .....	I-71
図 4.3	農業・畜産経営の状況 .....	I-72
図 4.4	購入した電気製品 .....	I-73
図 4.5	ケロシン・ランプの使用状況 .....	I-74
図 4.6	太陽光発電システムに関わる初期投資の源泉 .....	I-75
図 4.7	太陽光発電システムに関わる月支払料金の予定源泉 .....	I-76
図 7.1	ラパス県支払い状況（2000年5月末現在） .....	I-77
図 7.2	ラパス県支払い状況（2000年7月末現在） .....	I-78
図 7.3	ラパス県支払い状況（2000年12月末現在） .....	I-79
図 7.4	ラパス県支払い状況（2001年4月末現在） .....	I-80
図 7.5	オルロ県支払い状況（2000年5月末現在） .....	I-81
図 7.6	オルロ県支払い状況（2000年7月末現在） .....	I-82
図 7.7	オルロ県支払い状況（2000年12月末現在） .....	I-83
図 7.8	オルロ県支払い状況（2001年4月末現在） .....	I-84
図 7.9	電気製品の1日当たり平均使用時間（単位：時間） .....	I-85
図 7.10	初期投資及び月支払料金の源泉 .....	I-86
図 7.11	利用者の生活変化 .....	I-87

## 付図目次

図 8.1	ラパス県太陽光発電ポテンシャル図 .....	I-88
図 8.2	オルロ県太陽光発電ポテンシャル図 .....	I-89
図 9.1	太陽光発電に関する事業実施案 .....	I-90

## 添付資料目次

添付資料 1	ソーラー・ホーム・システムのための利用者ガイド .....	I-91
添付資料 2	ソーラー・ホーム・システムのための維持管理マニュアル .....	I-102
添付資料 3	太陽光発電システム・サービス契約書、 初期投資に関する個別契約書 .....	I-118
添付資料 4	太陽光発電システム・サービス契約書、 天気料金に関する個別契約書 .....	I-120
添付資料 5	O&M モニタリングシート(Monitoreo para O./Mantenimiento) .....	I-122
添付資料 6	O&M モニタリングシート(Monitoreo para O./Mantenimiento) .....	I-123
添付資料 7	O&M モニタリングシート(Monitoreo para O./Mantenimiento) .....	I-124
添付資料 8	O&M モニタリングシート(Monitoreo para O./Mantenimiento) .....	I-125

附属書 Ⅱ  
小水力発電プレ・フィージビリティ調査

	頁
<b>第 1 章 序</b> .....	<b>Ⅱ-1</b>
1.1 調査の目的.....	Ⅱ-1
1.2 調査の概要.....	Ⅱ-1
<b>第 2 章 現地調査・流量観測および地形測量</b> .....	<b>Ⅱ-3</b>
2.1 資料収集.....	Ⅱ-3
2.1.1 地形図.....	Ⅱ-3
2.1.2 気象資料.....	Ⅱ-4
2.1.3 水文資料.....	Ⅱ-4
2.1.4 地質図.....	Ⅱ-5
2.1.5 その他の関連資料.....	Ⅱ-6
2.2 現地調査.....	Ⅱ-6
2.2.1 流量観測地点の選定.....	Ⅱ-6
2.2.2 流量観測.....	Ⅱ-7
2.2.3 量水標の設置および河川水位観測.....	Ⅱ-12
2.2.4 地形測量および地形図作成.....	Ⅱ-19
<b>第 3 章 小水力発電インベントリーと送電線の現況</b> .....	<b>Ⅱ-20</b>
3.1 小水力発電インベントリー.....	Ⅱ-20
3.2 送電線.....	Ⅱ-20
<b>第 4 章 水力発電ポテンシャルおよび優先開発小水力プロジェクトの選定</b> .....	<b>Ⅱ-21</b>
4.1 水力発電ポテンシャル.....	Ⅱ-21
4.2 優先開発プロジェクトの選定.....	Ⅱ-22
4.2.1 優先開発プロジェクトの選定方法.....	Ⅱ-22
4.2.2 優先開発プロジェクトの選定基準.....	Ⅱ-22
4.2.3 選定プロジェクトの段階的実施計画.....	Ⅱ-24
4.2.4 妥当性予備調査プロジェクトの選定.....	Ⅱ-25
<b>第 5 章 ラパス県アポロ小水力発電計画妥当性予備調査(プレ F/S)</b> .....	<b>Ⅱ-26</b>
5.1 位置、地形・地質および水文.....	Ⅱ-26
5.1.1 位置および地形.....	Ⅱ-26
5.1.2 地質.....	Ⅱ-27
5.1.3 水文.....	Ⅱ-28



5.2	社会経済条件と電力需要.....	II-34
5.2.1	社会経済条件.....	II-34
5.2.2	電力需要.....	II-36
5.3	最適開発規模の検討.....	II-39
5.3.1	最適開発規模の検討方法.....	II-39
5.3.2	最適開発規模の選定.....	II-40
5.4	予備設計および工事費算定.....	II-44
5.4.1	予備設計.....	II-44
5.4.2	工事費算定.....	II-47
5.5	工事計画.....	II-48
5.6	実施組織と維持管理（案）.....	II-49
5.6.1	実施組織.....	II-49
5.6.2	維持管理システム.....	II-50
5.7	経済・財務評価.....	II-57
5.7.1	経済評価.....	II-57
5.7.2	財務評価.....	II-60
5.8	初期環境評価.....	II-63
<b>第6章</b>	<b>オルロ県タンボ・ケマード小水力発電計画妥当性予備調査(プレ F/S).....</b>	<b>II-64</b>
6.1	位置、地形・地質および水文.....	II-64
6.1.1	位置および地形.....	II-64
6.1.2	地質.....	II-65
6.1.3	水文.....	II-65
6.2	社会・経済条件と電力需要.....	II-69
6.2.1	社会・経済条件.....	II-69
6.2.2	電力需要.....	II-70
6.3	最適開発規模の検討.....	II-72
6.3.1	最適開発規模の検討方法.....	II-72
6.3.2	最適開発規模の選定.....	II-72
6.4	予備設計および工事費算定.....	II-76
6.4.1	予備設計.....	II-76
6.4.2	工事費算定.....	II-78
6.5	工事計画.....	II-79
6.6	実施組織と維持管理（案）.....	II-80
6.6.1	実施組織.....	II-80
6.6.2	維持管理システム.....	II-81

6.7	経済・財務評価.....	II-82
6.7.1	経済評価.....	II-82
6.7.2	財務評価.....	II-85
6.8	初期環境評価.....	II-88

## 付表目次

表 2.1	気象観測所一覧 (ラパス県) (SENAMHI) .....	II-89
表 2.2	気象観測所一覧 (オルコ県) (SENAMHI) .....	II-91
表 2.3	水文観測所一覧 (ラパス・オルコ県) (SENAMHI) .....	II-92
表 2.4	水文資料入手可能期間 (ラパス県) (SENAMHI).....	II-94
表 2.5	水文資料入手可能期間 (オルコ県) (SENAMHI).....	II-96
表 2.6	流量観測結果 (1999 年 9 月 ~ 2001 年 4 月) .....	II-97
表 3.1	既設小水力発電所一覧 (ラパス・オルコ県) (Completed and Under Construction) .....	II-98
表 3.2	小水力発電計画一覧 .....	II-99
表 4.1	小水力発電計画プロジェクトの選定 (ラパス県) (Plan 2002-2011) .....	II-101
表 4.2	小水力発電計画プロジェクトの選定 (オルコ県) (Plan 2002-2011) .....	II-102
表 4.3	選定した優先小水力プロジェクト (ラパス・オルコ県) (Plan 2002-2011) .....	II-103
表 5.1	アポロ市月平均気温・湿度 .....	II-104
表 5.2	アポロ市月降水量記録 (1996-2000).....	II-105
表 5.3	需要対象地域の村落人口および世帯数 (アポロ、1999 年) .....	II-116
表 5.4	計画村落世帯数 (アポロ、1999 年および 2005 年) .....	II-107
表 5.5	一世帯当たりの家庭用単位電力消費量 (アポロ) .....	II-108
表 5.6	非家庭用単位電力消費量 (アポロ) .....	II-109
表 5.7	送電力需要量推定結果 (アポロ) .....	II-111
表 5.8	概略工事費 (アポロ小水力発電計画・比較検討用) .....	II-112
表 5.9	概略事業費および便益 (アポロ小水力発電計画・比較検討用) .....	II-113
表 5.10	経済性評価 (アポロ小水力発電計画・比較検討用) .....	II-114
表 5.11	工事費内訳 (土木工事、水力機器・電器機器) (アポロ小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-128
表 5.12	工事費総括表 (ラパス県アポロ小水力発電計画・プレ F/S) ....	II-121
表 5.13	事業費 (アポロ小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-122
表 5.14	事業便益 (アポロ小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-123
表 5.15	経済的内部収益率(EIRR)算定表 (アポロ小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-124
表 6.1	単位電力消費量推定結果 (タンボ・ケマード)(現在) .....	II-125
表 6.2	電力需要量推定結果 (タンボ・ケマード)(現在) .....	II-126

---

表 6.3	単位電力消費量推定結果 (タンボ・ケマード)(将来) .....	II-127
表 6.4	電力需要量推定結果 (タンボ・ケマード)(将来) .....	II-128
表 6.5	概略工事費 (タンボ・ケマード小水力発電計画・比較検討用) .....	II-129
表 6.6	概略事業費 (タンボ・ケマード小水力発電計画・比較検討用) .....	II-130
表 6.7	事業便益 (タンボ・ケマード小水力発電計画・比較検討用) ..	II-131
表 6.8	経済性評価 (タンボ・ケマード小水力発電計画・比較検討用) ..	II-132
表 6.9	工事費内訳 (土木工事、水力機器・電器機器) (タンボ・ケマード小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-135
表 6.10	工事費総括表 (タンボ・ケマード小水力発電計画・プレ F/S) ..	II-138
表 6.11	事業費および便益 (タンボ・ケマード小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-139
表 6.13	経済的内部収益率(EIRR)算定表 (タンボ・ケマード小水力発電計画・プレ F/S) .....	II-140

## 付図目次

図 2.1	ボリヴィア国における河川流域図.....	II-141
図 2.2	ボリヴィア国の衛星画像.....	II-142
図 2.3	ボリヴィア国における平均年間降水量の等雨量線図 (1961-1990).....	II-143
図 2.4	ボリヴィア国における年平均気温分布図 (1961-1990).....	II-144
図 2.5	ボリヴィア国における地質図.....	II-145
図 2.6	トゥリアブ川水位観測所位置図 (ラパス県/フランツ・タマヨ州/アポロ).....	II-146
図 2.7	トゥリアブ川水位観測所河川横断図 (ラパス県/フランツ・タマヨ州/アポロ).....	II-147
図 2.8	テケヘ川水位観測所位置図 (ラパス県/イタラケ州/イクシアマス).....	II-148
図 2.9	テケヘ川水位観測所河川横断図 (ラパス県/イタラケ州/イクシアマス).....	II-159
図 2.10	ハルマ川水位観測所位置図 (オルロ県/サハマ州/トルコ郡/チャチャコマニ).....	II-150
図 2.11	ハルマ川水位観測所河川横断図.....	II-151
図 3.1	小水力発電所（既設・計画）位置図（ラパス県）.....	II-152
図 3.2	小水力発電所（既設・計画）位置図（オルロ県）.....	II-153
図 3.3	既設送電線図（ラパス県）(2001年当初).....	II-154
図 3.4	既設送電線図（オルロ県）(2001年当初).....	II-155
図 4.1	平均年間降水量の等雨量線図とポテンシャル落差図 (ラパス県).....	II-156
図 4.2	平均年間降水量の等雨量線図とポテンシャル落差図 (オルロ県).....	II-157
図 4.3	水力発電開発ポテンシャル図（ラパス県）.....	II-158
図 4.4	水力発電開発ポテンシャル図（オルロ県）.....	II-159
図 4.5	選定した優先開発小水力プロジェクト (2002-2011年)（ラパス県）.....	II-160
図 4.6	選定した優先開発小水力プロジェクト (2002-2011年)（オルロ県）.....	II-161
図 5.1	アポロ周辺地質図.....	II-162
図 5.2	トゥリアブ川水位観測所およびアポロ・マチャリブ川 小水力発電計画取水地点集水区域図.....	II-163
図 5.3	電化対象村落・ブロック位置図.....	II-164

---

図 5.4	小水力発電計画における最適規模検討フロー .....	II-165
図 5.5	推定日負荷曲線 (アポロ小水力発電計画) .....	II-166
図 5.6	アポロ小水力発電所計画施設配置図 (Rio Machariapu) .....	II-167
図 5.7	アポロ小水力発電計画実施スケジュール .....	II-170
図 5.8	アポロ小水力発電計画プロジェクト実施組織(案).....	II-171
図 6.1	タンボ・ケマード周辺地質図 .....	II-172
図 6.2	ハルマ川水位観測所およびタンボ・ケマード小水力発電計画 取水地点集水区域図 .....	II-173
図 6.3	推定日負荷曲線 (タンボ・ケマード小水力発電計画) .....	II-174
図 6.4	タンボ・ケマード小水力発電所計画施設配置図.....	II-175
図 6.5	タンボ・ケマード小水力発電計画実施スケジュール .....	II-176
図 6.6	タンボ・ケマード小水力発電計画プロジェクト実施組織.....	II-177

## 略語と頭字語

### (1) 国内組織・機関

CINER	Centro de Información en Energías Renovables
CNDC	National Committee of Electricity Supply
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
CRE	Cooperativa Rural de Electrificación, Santa Cruz
DUF	Directorio Unico de Fondos
ECOTEC	Ecotecnologías Energéticas y Productivas
EDU	Energy Development Unit, VMEH
EDESER	Empresa de Servicios
EFP	Facilitator Team of PRONER Program
ELECTROPAZ	Electricidad de La Paz S.A.
ELFA	Empresa de Luz y Fuerza Aroma
ELFEC	Empresa de Luz y Fuerza de Cochabamba
ELFEO	Empresa de Luz y Fuerza Electrica de Oruro, S.A.
ENDE	National Electric Company
ENERGÉTICA	Energía para el Desarrollo
ESAND	Energía Solar Andina S.R.L.
FNDR	National Fund of Regional Development
FPS	National Fund of Productive and Social Investment
IGM	Instituto Geográfico Militar
IHH	Instituto de Hidraulica e Hidrologia, UMSA
INE	National Statistics Institute
MDE	Ministry of Economic Development
MDSP	Ministry of Sustainable Development and Planning
NOGUB	Programa de Apoyo a Organizaciones no gubernamentales
PRONER	National Program of Rural Electrification
SE	Superintendencia de Electricidad
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia
SERGEOMIN	Servicio Nacional de Geologia y Minería
SERNAP	Servicio Nacional de Areas Protegidas, MDSP
SIN	National Interconnected System
STI	Interconnected Trunk System
TDE	Transportadora de Electricidad
UMSA	Universidad Mayor de San Andres

---

VIPFE	Vice Ministry of Public Investment and External Financing
VMARNDF	Vice Ministry of Environmental Natural Resources and Forestry Development
VMEH	Vice Ministry of Energy and Hydrocarbons

**(2) 国際・海外組織・機関**

AECI	Spanish International Cooperation Agency
ESMAP	Energy Sector Management Program, World Bank
GEF	Global Environmental Facility, World Bank
GTZ	German Technical Cooperation
IDB	Inter-American Development Bank
JICA	Japan International Cooperation Agency
KfW	German Financial Cooperation
NRECA	National Rural Electric Cooperative Association
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environmental Program
UNDCP	United Nations Drug Control Program
USAID	The US Agency for International Development, USA
WB	World Bank

**(3) その他**

GDP	Gross Domestic Product
NGO	Non Governmental Organization
O&M,O/M	Operation and Maintenance
VAT	Value Added Tax

**(4) 技術的専門用語**

AC	Alternative Current
CO2	Carbon Dioxide
DC	Direct Current
FC	Fuel Cell
Grid	Transmission Line
H	Head (m)
Hyd	Hydraulic Generator
LDC	Load Dispatching Center
MHP	Micro Hydro Power



---

PV	Solar Photovoltaic Cell
Q	River Flow Discharge
WG	Wind Generator

**(5) 単位**

mm	millimeter
m	meter
km	kilometer
El.m	Elevation in meter
l/s	liter per second
m/s	meter per second
m <sup>3</sup> /s	cubic meter per second
mm <sup>2</sup>	square millimeter
km <sup>2</sup>	square kilometer
mg	milligram
ton, t	metric ton
V	Volt
W	Watt
kW	kilowatt
MW	Megawatt
Wp	Watt peak
kWp	kilowatt peak
GWh	Gigawatt hour
kWh	Kilowatt hour
MVA	Megavolt ampere
KVA	Kilovolt ampere
Ah	ampere hour
Hz	Hertz
RPM	Revolution (revs) per minute
%	percentage

**(6) 通貨単位**

Bs	Boliviano, Bolivian Currency
US\$	US Dollar
M.US\$	Million US Dollar
US ‘	US cent

## **付属書 I**

### **PV パイロット試験とモニタリング**

## 第 1 章 序

### 1.1 調査の目的

当調査は、再生可能エネルギー - を利用しての、ラパス、オルコ両県の地方電化計画の策定を目的として実施された。PV システムに関しては、次の各項に重点を置き調査を行った。

- 1) ラパス、オルコ両県において、パイロット試験にふさわしい地域を特定し、300 基の PV システムを設置すること。  
持続的な地方電化計画を策定するための知見を得ることを目指し、ラパス県に 200 基、オルコ県に 100 基の PV システムを設置する。
- 2) 設置した PV システムと、これらに関わる維持管理の仕組みについての評価を行う。
- 3) PV により電化を行う地域の優先付けと、PV による電化計画を地方電化計画に組み入れる。

### 1.2 これまで実施した調査

現地調査は、1999 年 8 月 7 日に始まり、2001 年の 9 月 7 日まで断続的に行われた。それぞれの調査期間は次の通りである。

- 1) 第 1 次現地調査： 1999 年 8 月 7 日 ~ 2000 年 9 月 20 日
- 2) 第 2 次現地調査： 2000 年 1 月 5 日 ~ 2000 年 2 月 12 日
- 3) 第 3 次現地調査： 2000 年 5 月 15 日 ~ 2000 年 7 月 14 日
- 4) 第 4 次現地調査： 2001 年 1 月 5 日 ~ 2001 年 2 月 15 日
- 5) 第 5 次現地調査： 2001 年 5 月 10 日 ~ 2001 年 6 月 8 日
- 6) 第 6 次現地調査： 2001 年 8 月 27 日 ~ 2001 年 9 月 7 日

以上の現地調査で実施した内容は以下の通りである。

- PV に関するデータおよび情報の収集
- PV パイロット試験のためのプロジェクトサイトの選定

- PV システムの設置に関する検査
- 維持管理のための組織造りと維持管理のガイダンスの作成。
- パイロット試験のモニタリングおよび、PV 発電に関わるデータ回収と分析。
- 日射量の分布図の作成および、PV 利用による地方電化計画のサイト優先付け。

## 第2章 PV設置の状況およびPV市場

### 2.1 ラパス、オルロ両県のPV設置状況

ラパス、オルロ両県において設置されているPVシステムは、主として小型のソーラー・ホーム・システム（SHS）である。それ以外では水ポンプシステムの設置例が1件あった。調査対象地域である高地の住民は一般的に貧しく、小規模のSHSでさえ自力での購入は難しい。

上記の事例は、国際機関の実施した援助プログラムによる設置である。USAIDは1998年からオルロ県に設置を始め、480基の設置を完了した。Spanish Aidは2000年から2001年間に、ラパス県で246基、オルロ県で500基設置した。これらに加え、JICAは当調査の一環で、2000年から2001年に、ラパス県で200基、オルロ県では100基のSHSを設置した。下表は2001年6月末現在のラパス、オルロ両県におけるSHSの設置状況を示したものである。

#### PVシステムの設置状況（2001年6月末）

（単位：世帯数）

Department Year Organization	La Paz Department				Oruro Department			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
USAID					200	150	3	127
Spanish Aid	80	80	86				430	70
JICA			200				100	
Total	80	80	286	0	200	150	533	197

\* システム規模: 50Wp~55Wp  
出典：JICA調査団

#### 2.1.1 米国政府

米国政府はUSAIDを通じ、ボリヴィア全体を対象としてPVシステムを設置しているが、そのうちのオルロ県の実施例を以下にあげる。

- 場所：オルロ県
- オペレータ：NRECA(米国NGO)
- システム：53W SHS / 7W 蛍光灯3本 / 100 Ah 鉛蓄電池
- システム供給：購入

- 価格：@US\$720
  - % = US\$ 360 : オルコ県補助金
  - 25% = US\$ 180 : 利用者負担金(NRECAによる無利息の金融)
  - 25% = US\$ 180 : 利用者負担金(NRECAによる無利息の金融)
  - 第1回支払い : US\$90 = 設置の申込金 利用者負担金
- 設置

**1998年：200 システム (Phase1)**

Location	Beneficiary Households
Salinas	61
Lakaza	27
Pitca & Circuta	18
Ayllu Thnupa	80
Papel Pampa	14
Total	200

出典：JICA 調査団

**1999年：150 システム (Phase2)**

Location	Beneficiary Households
Sajama	16
Papel Pampa	10
Lagunas	4
Urmiri	23
Pazna	18
Cuh Avicaya	19
La Quebrada Antequera	60
Total	150

出典：JICA 調査団

**2000/2001年：130 システム (Phase3)**

Location	Beneficiary Households
Salinas	130

出典：JICA 調査団

- 維持管理
  - オペレーターの NRECA は、現地で利用者を対象としたトレーニングと、郡のスタッフを対象とした技術者教育を実施した。月料金は集めない。

## 2.1.2 スペイン政府

スペイン政府も、ボリヴィア全域を対象に PV システムを設置している。ラパス、オルコ両県の実施実績を以下にあげた。

- 場所: ラパス県、オルコ県
- オペレーター: BOLISPANIA(スペイン NGO)
- システム: 50W SHS / 15W 蛍光灯 3 本 / 100Ah 鉛蓄電池
- システム供給: リース ( システム所有者は郡)
- 価格: @US\$700
  - US\$ 450: スペイン政府補助金
  - US\$ 50: 郡補助金( 地域の他のプロジェクトのためのリヴォルヴィングファンドとしてプール)
  - US\$ 200: 利用者負担金
- 設置

### 1996~2000 年: 246 システム

Location	Beneficiary Households
Quelka Berenguela	} 246
JunutaLakaza	
Taracollo	
Sique	
Pahaza	
Copacati	
Total	246

出典: JICA 調査団

- 維持管理
 

維持管理は利用者の要望により、地域の NGO が実施している。(全利用者 246 世帯のうち 50 世帯が希望)

月料金: US\$2

月料金でまかなう対象は、

  - 蓄電池用蒸留水、
  - PV パネル、コントローラー、ランプの補修費
  - コントローラー、バッテリー等の取替えは、都度実費で利用者が負担

## 2.2 ボリヴィアの PV 市場

ボリヴィアには、国際規格の PV パネルおよび PV 関連機器を取り扱う民間業者が存在する。いずれも、日本、欧州、米国の PV パネルメーカーと代理店契約を結び、営業を行っている。以下の 5 社は、機材調達、設置、利用者教育、維持管理まで一貫した業務を請け負うだけの陣容を備えている。

- 1) HANZA: Siemens (ドイツ、米国)
- 2) ESAND: Atersa (スペイン)
- 3) SERCOIN: Isofoton (スペイン)
- 4) ENERSOL: Kyocera (日本、米国)
- 5) ALKE: Shell (英国、オランダ)

ボリヴィアには PV パネルのメーカーは存在しないので、上記の代理店が日本、欧州、米国から PV パネルを輸入し供給している。これらの代理店は、PV パネル以外の、PV 周辺機器の供給も行っているが、調達ソースは、海外からのブランド品の輸入に加え、国産品の供給も少なくない。

BATEBOL という蓄電池メーカーがサンタ・クルスで生産を行っており、PV 用鉛蓄電池の国産品を供給している。

コントローラー、ランプ、DC-DC コンバーター等 PV システム関連機器の国産品は、コチヤバンバの TEC というメーカーが生産をしており各種プロジェクトに使用されている。

上記の 2 社は、いずれも欧州から技術移転を受けており製品の信頼度は低くない。



## 第3章 PVパイロット試験のための用地の選定

### 3.1 PVパイロット試験の仕組み

ボリヴィアは豊富な日射量に恵まれていることから、PVシステムの導入は早くから行われた。しかしながら、その発電コストが高いことと、維持管理のシステムが確立していないことから、今のところ持続的なエネルギー源とは考えられていない。

そのような状況で、JICA調査団は以下の要領で、PVパイロット試験を試みた。

- パイロット試験にあたりラパス、オルコ両県に300基のPVシステムを設置する
- システム利用状況、維持管理、料金徴収と財務管理に関するモニタリングを実施する
- PVシステムの維持管理に関し効果的なシステムを確立する

このPVパイロット試験は、PVシステムによる地方電化計画を策定するための、最適な仕組みを構築することを目的として実施されるものである。

### 3.2 パイロット試験サイトの選定

1999年1月に行われた事前調査において、ラパス、オルコ両県に300基のPVシステムを設置するための候補地の選定が行われたが、本格調査の開始にともない、配電網の延長計画の対象地にとりいれられたことが確認されるなど新たな事実が表面化したので、JICA調査団はVMEHと協議を行い、候補地の選定基準を設けることとした。以下に、候補地の最終選考に至るまでの経緯を述べる。

#### 3.2.1 サイト選定基準

候補地選定のための現地踏査に先立ち、以下の5つの基準を設けた。第1次現地調査において、事前調査団の選定した候補地を再度訪れ、選定基準に基づき状況を把握することから始めた。

- 1) 配電網延長計画の対象外であること  
2000年2月に始まるモニタリングを前提とし、少なくとも、3年以内の電化計画に織り込まれていない地域であること。

- 2) 主要市街から車で2時間以内の地域であること  
設置ならびに維持管理・モニタリングの便宜を考慮し、パタカマヤ市またはオルロ市から、所要時間を2時間以内とする。
- 3) 地域の最少世帯数を50とする  
設置ならびに維持管理・モニタリングの便宜を考慮し、一地域の世帯数50を目処とした。
- 4) オペレーターの管轄地域内にあること  
設置ならびに維持管理・モニタリングの便宜を考慮し、オペレーターの管轄地域内にあることを条件とする。
- 5) システム設置に伴う支払能力を有すること  
システムの設置、維持管理のためのコスト負担は必要不可欠である。

### 3.2.2 パイロット試験対象地域

上記選定基準をもとに、VMEHとの協議を行った上で候補サイトを選び、1999年8月、9月の現地調査において、それぞれのサイトの現地調査を行った。その際、PVシステム設置の仕組み、すなわち、維持管理組織、設置料金等の説明を実施し、住民のパイロット試験への参加の意思についても聴取した。

このような調査と、VMEHとの協議に基づき以下のサイトを選定した。

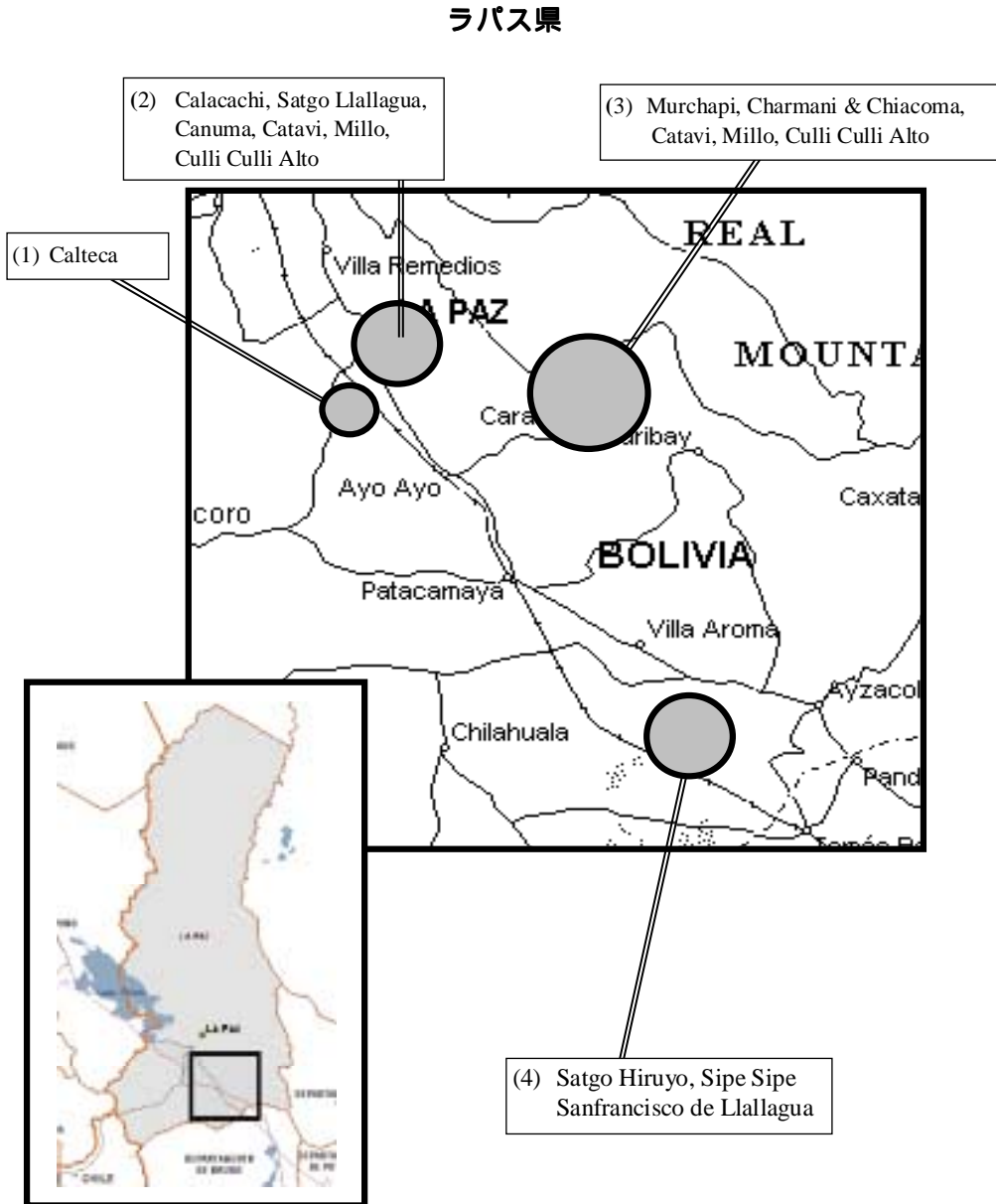
#### ラパス県

- 1) カルテッカ
- 2) カラカチ、サンチアゴ・デ・リャリャグア、カニユマ
- 3) ムルチャピ、チャルマニ・チャコマ、カタビ、ミリヨ、クリ・クリ・アルト
- 4) サンチアゴ・デ・イルヨ、サンフランシスコ・デ・リャリャグア、シペ・シペ

#### オルロ県

- 1) パリアパンピータ
- 2) ラグナ・アンココタ
- 3) ミリュニ

サイトの場所と、それぞれのサイトの概要について以下にまとめた。



**(1) カルテッカ**

- 場所 : パタカマヤの西 35km  
: チリまでの幹線道路沿い  
: 配電網エンドまでの距離 20km
- 設置世帯数 : 12

- エネルギー源とコスト

: LPG ランプ (灯具)	Bs 60 ~ 70
: ガスシリンダー	Bs 130
: 灯油ランプ(灯具)	Bs 1 ~ 2
: LPG (1 シリンダー)	Bs18 / 月
: 灯油 Kerosene (3 リッター)	Bs 6 ~ 10 /月



カルテッカ

世帯主との面接

(2) ムルチャビ

- 場所 : パタカマヤから東に 24km  
: パタカマヤ市から一山超したところ  
: 配電網エンドから 12km

- 設置世帯数 : 23

- エネルギー源とコスト

: LPG ランプ (灯具)	Bs 90
: ガスシリンダー	Bs 120
: 灯油ランプ(灯具)	Bs 1 ~ 2
: LPG (1 シリンダー)	Bs15 /月
: 灯油 (5 リッター)	Bs10 /月

(3)-1 サンチャゴ・デ・イルヨ

- 場所 : ラワチャカ (パタカマヤから 30km 南下) から西に 18.5km  
: 丘の後ろ

- ： 配電網エンドから 9km
- 設置世帯数    : 27
  
- エネルギー源とコスト
  - ： LPG ランプ (灯具)               Bs 85
  - ： ガスシリンダー                   Bs 130
  - ： 灯油ランプ(灯具)               Bs 1～2
  - ： LPG (1 シリンダー)           Bs15 /月
  - ： 灯油 (5 リッター)   Bs 8 /月

### (3)-2 サンフランシスコ・デ・リャリャグア

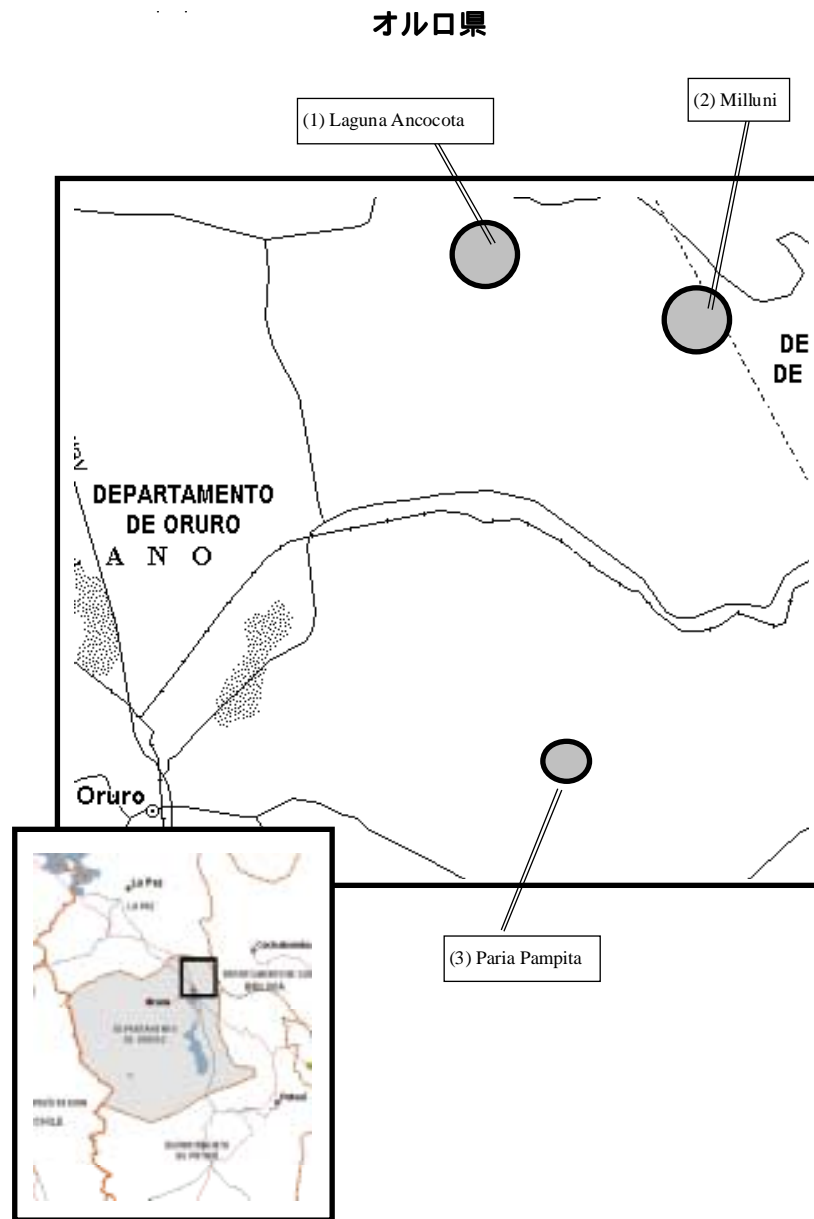
- 場所            : ラワチャカ（パタカマヤから 30km 南下）から西に 17km
  - ： 丘の後ろ
  - ： 配電網エンドから 8km
  
- 設置世帯数    : 15
  
- エネルギー源とコスト
  - ： LPG ランプ (灯具)               Bs 90
  - ： ガスシリンダー                   Bs 130
  - ： 灯油ランプ(灯具)               Bs 1～2
  - ： LPG (1 シリンダー)           )Bs15 /月
  - ： 灯油 (5 リッター)               Bs 10 /月



サンフランシスコ・デ・リャグア村長宅



設置した蛍光灯



**(1) ラグナ・アンココタ**

- 場所 : オルロ市から北東に 55km  
: オブラヒス(オルロ市から北東に 25km)から北東に 30km  
: 配電網エンドから 20km
  
- 設置世帯数 : 44
  
- エネルギー源とコスト  
: LPG ランプ (灯具) Bs 120

：	ガスシリンダー	Bs 150
：	灯油ランプ(灯具)	Bs 1～2
：	LPG(1 シリンダー)	Bs15 /月
：	灯油 (4 リッター)	Bs 10 /月



ラグナ・アンココタ



PV システムの設置が完了した家屋

## (2) ミリュニ

- 場所 : オル口市から北東に 52km  
: オブラヒス(オル口市から北東に 25km)から北東に 27km  
: 配電網エンドから 17km
- 設置世帯数 : 23
- エネルギー源とコスト
  - ： LPG ランプ (灯具) Bs 90
  - ： ガスシリンダー Bs 180
  - ： 灯油ランプ(灯具) Bs 1～2
  - ： LPG(1 シリンダー) Bs19 /月
  - ： 灯油 (4 リッター) Bs 8 /月

## (3) パリアパンピ - タ

- 場所 : オル口市から東に 34km  
: オル口市から東に 18km、さらに北東に 16km  
: 配電網エンドから 9km

- 設置世帯数     : 23
  
- エネルギー源とコスト
  - : LPG ランプ (灯具)               Bs 100
  - : ガスシリンダー                   Bs 130
  - : 灯油ランプ(灯具)               Bs 1 ~ 2
  - : LPG (1 シリンダー)              Bs15 /月
  - : 灯 油 (4 リッター)              Bs 10 /月



## 第4章 農村社会経済調査

第1次現地調査（1999年8月）キーインフォーマント調査及び住民戸別調査による農村社会経済調査を行った。調査の主な目的は、以下の情報を得ることであった。

- 地域住民と村落に関する社会経済概況の把握
- 地方電化に対する地域住民ニーズ及び了解の確認
- 地方電化計画への参加意向の確認

### 4.1 調査対象地域と対象者数

調査対象地域と対象者数は、下表の通りであった。住民戸別調査は7地域（ラパス、オル口各3地域と既存のオル口県事業地1地域）、総計110戸を対象とした。

社会経済調査の調査対象地域と対象者数

県	オペレーター	対象地域	調査対象者数	近隣町への距離
ラパス	ELFA, S.A.	Calteca	40	35km (Patacamaya)
		Sanfrancisco de Llallagua	10	<b>18.5km</b> (Huachaca)
		Santiago de Hiruyo	10	<b>17km</b> (Huachaca)
オル口	COSEP	Iruma	20	<b>24km</b> (Oruro-city)
		Paria Pampita	10	<b>30km</b> (Oruro-city)
		Ancocota	10	<b>30km</b> (Oruro-city)
オル口県既存組織	Pazña Municipality / ENRECA	Pazña	10	<b>45km</b> (Oruro-city)
総計		7 sites	110	

出典：JICA 調査団

調査対象地域の標高はおよそ3,800 - 5,000メートルで、“高原平原”と呼ばれている。配電網は、少なくとも3年以内は延長されない。

ラパスの調査対象地域は平坦部にあり、家は比較的密集している。一方、オル口の対象地域は、丘陵地域に散在している。

## 4.2 社会経済状況

### (1) 調査対象者の属性

調査対象者の属性は、表 4.1 に簡潔にまとめてある。調査対象者の年齢は、30 代が最も多く、以下 40 代、50 代と続いた。Calteca と Santiago de Hiruyo の調査対象者は、他村に比較して高学歴である。Sanfrancisco de Llallagua の全調査対象者、Ancocota の 80%、Paria Pampita の 70% が小学校教育あるいは無就学であった。

調査対象者の職業は、3 人の調査対象者を除いて農民であった。8 人は専業農業者である。残りの者達は、限られた農業収入により兼業をしていた。彼等の農事暦との関係、また有効な牧草地を抱えていることから牧畜もまた主要な職業となっていた。調査対象者の 57%、特に Ancocota の全員と 80% の Paria Pampita は、農業と牧畜を生業としていた。

対象地域周辺における他の就業機会は、極めて限定されていた。ラパス、エル・アルト、オルロといった都市部で臨時雇いの職で働いている者がいた。Sanfrancisco de Llallagua の 10 人中 7 人と Santiago de Hiruyo の 10 人中 4 人は農業と臨時雇いで収入を得ていた。

### (2) 家計状況

家計の状況は、表 4.2 に示されている。

平均月収は、ラパス県では Calteca の 277.4 ボリビアーノから Santiago の 348.5 ボリビアーノで（平均 310.3 ボリビアーノ）、オルロでは Ancocota の Bs.110.4 から Pazña の 289.6 であった（平均 269.4 ボリビアーノ）。

月間エネルギー消費額の平均は、ラパスで 24.9 ボリビアーノ、オルロで 21.4 ボリビアーノであった。ラパスの調査対象家族では、総消費額の 9.8% がエネルギー代に当てられ、オルロのそれは 10.2% であった。太陽光発電システムが既に設置してある Pazña では、利用者は料理用のガス代以外は費やしていなかった。Pazña の利用者は、機器の設置のために 180 米国ドルを支払い、月支払料金はなかった。

### (3) 農業と牧畜

農民は、じゃがいも、キヌア、たまねぎ、人参、牧草といった農作物を天水農業で耕作している。農地の大部分は不毛地であり、灌漑等の農業インフラの整備が欠如して

いる。平均農地規模は、表 4.3 の通り、ラパスの 4.7 ヘクタール、オル口の 4.0 ヘクタールであった。土地なし農民は 9 人おり、総調査対象数の 8.1% であった。

牧畜では羊の飼育が主流である。調査対象者のラパスの 88.3%、オル口の 70.0% が羊を飼育していた。牛は比較的高価に販売できるが、牧草地や資本が限られていることから調査対象者農民にとって大規模化は困難であった。地域住民は、定期的に畜産物を販売せず、現金収入が必要な時に販売する。家畜は高価な財産として考えられていた。

#### 4.3 家庭内のエネルギー状況

##### (1) 電気製品

表 4.4 の通り、約 87% の家庭がラジオ、ラジオ・カセット、テレビといった電気製品を使用していた。Santiago de Hiruyo と Paria Pampita の全戸が、電池によってラジオを使用していた。2 戸が白黒テレビを所有していた。Calteca の調査対象者の 7.5%、Iruma の 15%、Sanfrancisco de Llallagua の 20% が何も電気製品を所有していなかった。一方、Ancocota の半分が電気製品を所有していた。

太陽光発電設置したならば、調査対象者の 85% が新しい電気製品の購入を希望した。Since 調査対象者の 87% が既にラジオやラジオ・カセットを利用してことから、59% もの対象者がテレビの購入を望んだ。Calteca 調査対象者の 32.5% と、Santiago de Hiruyo と Paria Pampita の 10% は、どんな電気製品を購入したいのかがわからなかった。

##### (2) 灯りの状況

調査対象地域においてケロシン・ランプが灯りとして主に利用されていた。ケロシン・ランプは通常、夕食、宿題、勉強等のために日没後利用されていた。ケロシン・ランプの平均利用時間は Sanfrancisco de Llallagua の 1.7 時間から Paria Pampita の 4 時間であった（ラパスの平均は 2.2 時間、オル口は 3.2 時間）。

照明のためのケロシン月間消費量は、Calteca の 1.1 リットルから Iruma の 4.2 リットルであった（平均値は、ラパス 2.2 リットル、オル口 3.4 リットル）。1 リットル当たりのケロシン価格は、ラパスの調査対象地域周辺では 2.2 ボリヴィアーノスから 2.5 ボリヴィアーノス、オル口 1.5 ボリヴィアーノスから 1.8 ボリヴィアーノスであった。ケロシンの月間平均消費額は、ラパスで 5.1 ボリヴィアーノス、オル口で 5.6 ボリヴィアーノスであった。

地域住民は、ケロシン・ランプが蝋燭、ガス・ランプ、その他の照明より暗いこと、また健康、特に子供の目には良くないことを知っていた。しかしながら、ケロシン以外の照明の使用は地域住民にとって高価なものであった。ケロシン・ランプ用の芯の耐用期間は1年から1.6年で1.4ボリヴィアーノスから3ボリヴィアーノスであった(ケロシン・ランプの利用状況は、表4.5を参照)。

#### 4.4 太陽光発電システムにかかる利用者費用の財源

##### (1) 初期投資の財源

利益者は、太陽光発電システムの設置に対して初期投資を支払わなければならない。総調査対象者数のうち9人は十分に貯金があった。一方、64人は家畜を販売することを考えていた。農産物の販売、臨時雇いの収入は、その支払いを補完的するものとして考えていた。太陽光発電システムの初期投資にかかる財源は表4.6に取り纏めた。

##### (2) 月使用料金の財源

利益者はPVシステムの維持管理の月支払料金として支払わなければならなかった。季節的収穫しかない農民は、毎月定期的に現金を得ることができなかった。貯金や現金収入に余裕がない場合には、家畜の販売(45人の調査対象者)、日雇い労働(同35人)、農産物の販売(13人)をして補う。想定される月支払料金の源泉は表4.7に取り纏めた。

#### 4.5 地方電化のニーズと期待

調査対象地域の地域住民は、地方電化を通じて日常生活を向上させ、コミュニティーの発展を希望していた。地域住民のニーズと期待は、以下に説明した。

##### (1) 所得機会の発生

- 農業開発が水供給不足のために遅れていることから、ポンプ汲み上げ式灌漑農業の開発
- 現金収入を得るために農村地域での家内工業の促進

##### (2) 基本的人権ニーズ

- 湧水や浅井戸によって希少な水量の飲料水しか供給されていないので、深井戸による飲料水の開発

- 電気や視聴覚教育機材を用いた子供ばかりでなく大人もふくめた教育状況の改善

### (3) 社会福祉

- 農業、保健、衛生の知識といった最新で、適当な情報が日常生活の改善のために必要不可欠であることから、ラジオ、ラジカセ、テレビによるより多くの情報収集
- 電気製品を用いた社会活動を楽しむ

太陽光発電システムの能力は、上記の気体を得るためには十分でない。より大きな電力システムが総合的な農村開発の実施には必要とされるであろう。

## 第5章 PVシステムと設置

### 5.1 システムの構成

パイロット試験に採用されたシステムは、PVパネル、コントローラー、蓄電池そして3本の蛍光灯から構成されるものである。それぞれの仕様は次の通りである。

#### (1) PVパネル：米国製

- 適用電圧 : 12V
- セル枚数 : 36
- 最大出力 : 55W
- 最低保証出力 : 50W
- 最大出力動作電圧 : 17.4V
- 最大出力動作電流 : 3.15A

#### (2) 負荷：ボリヴィア国産品

- 蛍光灯 : 15W x 3

#### (3) コントローラー：米国製

- 過充電防止機能
  - 充電停止電圧値 : 14.3V +/- 0.2
  - 充電再開電圧値 : 13.5V +/- 0.3
- 過放電防止機能
  - 負荷切り離し電圧値 : 11.5V +/- 0.2
  - 負荷再接続電圧値 : 13.0V +/- 0.3
- 逆流防止機能

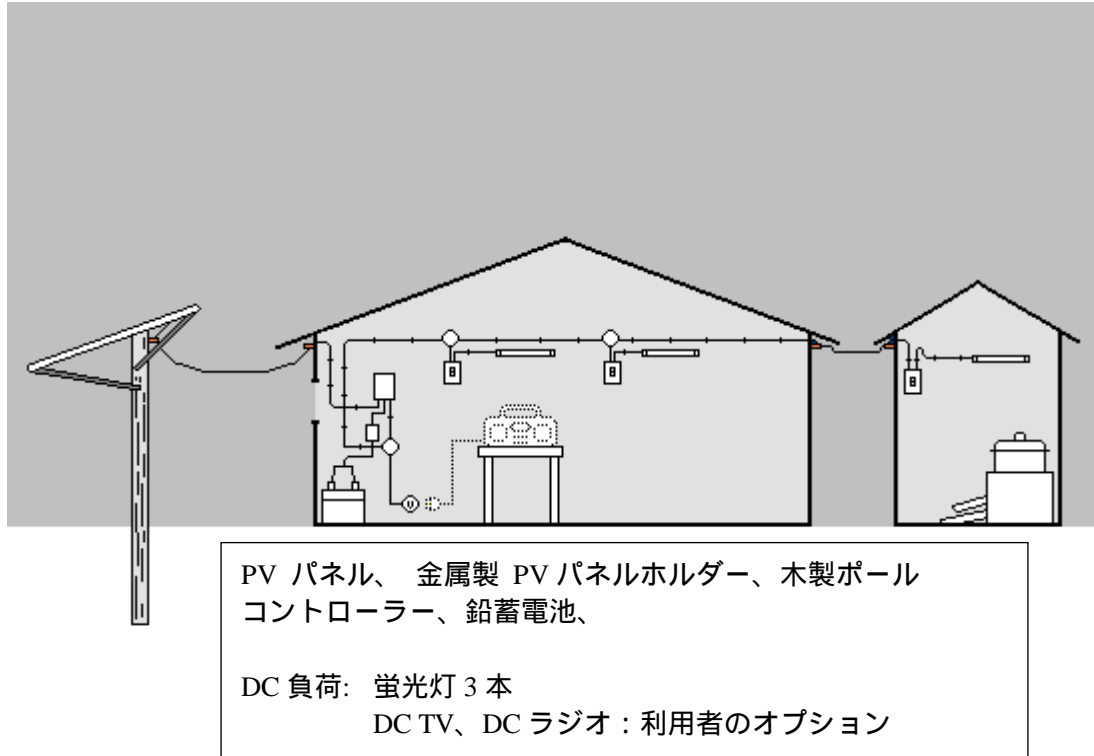
#### (4) 鉛蓄電池：ボリヴィア国産品

- ソーラータイプ
- 出力 : 99.12Ah
- 適用電圧 : 12V
- 最終充電電圧 : 14.8V

#### (5) DC/DC出力調節器：ボリヴィア国産品

- 12V 3, 4.5, 6, 9V

### ソーラー・ホーム・システム設置イメージ図



#### 負荷出力

- 蛍光灯 : 15W
- ラジオ : 15W
- 白黒 TV : 20W

## 5.2 PV システムの設置

1999年8月9日に実施した第1次現地調査において、システム設置に先立って設置用の機材の品質検査を行った。その結果、JICA 調査団は以下の機材について機種の変更を指示した。

- 鉛蓄電池 : 150Ah を 100Ah のものに変更
- コントローラー : 過充電防止機能のみのものから、過充電防止機能に加え過放電防止機能つきのものに変更
- 蛍光灯 : 20W のものを 15W のものに変更

設置用の機材の機種変更を実施した後、第1次現地調査期間中の1999年9月に、四村落を選定し、PVシステムを設置し、システムとしての試運転を実施した。設置希望者を広く募るためのデモンストレーション効果をも考慮し、設置に当っては村長の家屋を選定した。

現地供給業者はJICA調査団の指示に基づき、JICA調査団の帰国後に実施されるシステムの設置と検査の日程表を作成し設置を実施した。JICA調査団はオペレーターとともに2000年1月から実施された第2次現地調査期間中において、ラパス、オルコ両県に設置されたシステムの検査を行った。

### 5.2.1 PVシステムの再設置

JICA調査団とVMEHは、2000年2月9日にManagement Unitを召集し、システム設置の検査報告を行った。設置の手直しに関する問題の解決策とそのための日程について協議し、JICA調査団は以下のような問題点について指摘を行った。設置業者には、マネジメント・ユニット同席のもとで改善のための指示を行った。

1. 家屋の陰に設置されたPVパネルの位置の変更
2. PVパネルの向きの補正
3. 配線の不具合の修正(十分な長さをとっていない)
4. ジャンクションボックスの設置
5. 屋外に設置された蛍光灯の設置場所変更
6. 配線接続箇所の変更
7. DC-DC出力調節器
8. コントローラーの設置場所変更
9. 蓄電池の設置場所変更
10. 蓄電池の電解溶液の比重不足
11. 蓄電池の電圧低下
12. 防食メッキが充分でないPV保持金具
13. 蛍光灯によるラジオの雑音

設置の手直しを含め、最終的には270基のシステムの設置を2000年4月に完了した。なお、JICA調査団はラジオの雑音に関してはフィルターを設置することとし、オペレーターに対し、2001年3月までにすべての蛍光灯にフィルターの据付を完了するよう指示を行った。



## 5.2.2 最終検査

2000年5月6日に行われた第3次現地調査において、JICA調査団は設置全基数270の10%に相当する27基を選定し最終検査を実施した。ラパス県で7村落、オルコ県で2村落を選定し、以下の日程で検査を行った。

### ラパス県最終検査

2000年5月23日

- 1) シペ・シペ：3件（設置全基数25件）
- 2) サンチアゴ・デ・イルヨ：3件（設置全基数27件）
- 3) サンフランシスコ・デ・リャリャグア：3件（設置全基数14件）

2000年5月25日

- 4) カタビ：3件（設置全基数12件）
- 5) ミリヨ：3件（設置全基数37件）

2000年5月30日

- 6) ムルチャピ：3件（設置全基数23件）
- 7) カルテッカ：3件（設置全基数12件）

2000年6月23日

- 8) VMEH屋上

### オルコ県最終検査

2000年5月26日

- 9) パリア・パンピータ：3件（設置全基数18件）

2000年6月2日

- 10) ラグナ・アンココタ：3件（設置全基数44件）

最終検査の結果がVMEHにおいて報告されたが、以下の3点が問題点として指摘された。

1. 蓄電池の設置場所の変更が実施されていない（3件：カルテッカ、ムルチャピ、ラグナ・アンココタ）
2. VMEH屋上のPV保持金具の防食メッキがされていない
3. 蛍光灯の黒色化（2本：ムルチャピ、1本：カタビ、1本：パリア・パンピータ）

以上のほかは満足すべき結果であった。

最終検査の目的は PV システムが正しく稼働するかどうかを検査することにあつたが、既に述べた幾つかの問題点を除き、満足すべきものであった。

蓄電池の設置場所に関しては、維持管理の実施上に支障のないよう十分なスペースを確保すべきであることが指摘された。

VMEH 屋上の PV 保持金具の防食メッキは、2000 年 6 月 23 日に実施されたことが確認された。

黒色化した蛍光灯はオペレーターの指示により、設置業者が取替えた。

### 5.2.3 PV システムのスペア・パーツ

1999 年 9 月に調達された 300 基の PV システムの資機材については、JICA 調査団、VMEH そしてラパス、オルコ両県の間で協議を行い、そのうち 10% に相当する 30 基をスペア・パーツとすることを決定した。ラパス県に 20 基分、オルコ県に 10 基分のスペアパーツを保管することとした。その後、設置数を増加させるため、スペア・パーツの数をラパス県で 20 基から 5 基、オルコ県で 10 基から 2 基にそれぞれ削減することとした。スペア・パーツの削減には、それまでのパイロット試験の結果を参考にして、特段の支障が無いものと判断し決定した。



PV システムの設置

## 5.2.4 公共施設への設置

### (1) 期待される効果

第4次現地調査期間中に、シカシカ郡知事から公共施設へのPVシステム設置の提案が行なわれた。もともと同地域では当JICAプロジェクトの一環でPVシステムが設置された村落において、村落電化計画になかった配電網の延長が突然実施され、不要となったPVシステムの移設先が求められていたが、郡知事はこれらを有効利用しようとの意図から以下のような提案を行なった。

- 無電化地域の公共施設にPVシステムを設置することにより、地域住民の生活向上を図る。
- 郡庁舎へのPVシステム設置により、ソーラー・ホーム・システムに関する住民への啓蒙と、技術移転を促進する。

上記提案に対するJICA本部の承認に基づき、公共施設へPVシステムが設置された。

### (2) システムの設置と維持保守

公共施設（学校）および郡庁舎への設置は、2001年6月に実施された。公共施設としてはクリニック、教会等をも念頭においての当初提案であったが、実施の段階で最優先されたのは学校への設置であった。これは、地域住民の公的な集まりを電化された教室で夜間に行なうこと、教員住宅を電化することにより同地域の学校に勤務する教員を定着させることに重点を置いた結果である。

シカシカの村落の学校10ヶ所にPVシステムの設置が行なわれ、3本の蛍光灯が教室と教員住宅に取り付けられた。教員からは電化された夜間の生活に満足しているとの報告が寄せられ、また、地域活動の集まりが夜間に実施できるようになって、昼間の農作業の能率が阻害されることがなくなり住民からも好評を得ている。

学校に関しては、イニシャル・ペイメント、マンスリー・フィーともに、郡知事が予算措置を講じ郡が負担している。また、郡知事は郡のスタッフから3名を選抜し、テクニカル・アシスタントに任命した。この3名は10ヶ所の学校のPVシステムの維持保守を担っている。



**PV system at school in Achaya community**

デモンストレーション効果を期待して、PV システムがシカシカ郡庁舎のテラスに設置された。これは、PV の利用者教育、PV の潜在利用者への啓蒙、そしてテクニカル・アシスタントの維持・保守のための技能訓練を目的としての設置であり、その目的は達せられている。

同システムの料金に関しては、JICA 本部の承認のとおり、イニシャル・ペイメントは免除されているが、維持保守のためのマンスリー・フィーについては郡の予算措置により支払が行なわれている。また、学校と同様に、3名のテクニカル・アシスタントがシカシカ郡庁舎のシステムについても維持保守を担っている。



**Office building of Sica Sica Municipality**



**Training the pv system installed  
at the office of the municipality**



**Training for technical assistants**

## 第6章 PVシステムの維持管理

### 6.1 維持管理システム

#### 6.1.1 維持管理組織

PV パイロット試験を持続的に実施するため、維持管理にあたっては利用者を代表する村落電化委員会（REC）、オペレーター、そして県によって構成されるマネージメント・ユニットを組織した。RECはコミュニティー単位で組織される利用者代表の組織である。パイロット試験のためのオペレーターとして、ラパス県では配電会社のELFAが、オルロ県では地域電化組合のCOSEPが選任された。ラパス県、オルロ県はともにそれぞれの県内のすべてのマネージメント・ユニットに参画している。

VMEH - 県 - JICA 調査団はコーディネーティング・グループを構成し、パイロット試験の維持管理に関し包括的な責任を負っている。

以上の組織の位置付けと機能についてその概要を以下に示す。

#### (1) マネージメント・ユニット

- 県（ラパス、オルロ）
  - マネージメント・ユニットの包括的な監督
  - PVシステムのモニタリング
- オペレーター（ELFA、COSEP）
  - Initial Payment と Monthly Fee の徴収
  - Monthly Fee の管理
- REC（村落電化委員会）
  - RECメンバーの登録
  - RECメンバーの教育
  - PVシステムの管理責任者
- RECメンバー（利用者）
  - Initial Payment と Monthly Fee の支払い
  - PVシステムに関する日常管理責任者

## (2) コーディネーティング・グループ

- VMEH  
パイロット試験に対する包括的責任者  
資金管理の監査  
資金に関する JICA 調査団への報告
- 県（ラパス、オルコ）  
Initial Payment の管理
- JICA 調査団  
包括的な管理  
資金管理の監査

### 6.1.2 利用者ガイドと利用者教育

JICA 調査団は、利用者に PV システムの基本的な予備知識と、システムの使用に関する基本事項を知ってもらうために、利用者ガイドを作成し配布した(Attachment1 を参照)。

利用者のためのガイダンスを、2000 年 1 月 23 日にパタカマヤ市で開催した。ラパス県の村落から 70 名の利用者が出席した。オルコ県では、2000 年 1 月 30 日に利用者ガイダンスを開催し、35 名の利用者が出席した。ガイダンスには県のスタッフ、オペレーターが主催者として参加した。



ラパス県パタカマヤ市



PV システムのデモンストレーション



パタカマヤ市で開催された利用者ガイダンス



オルロ県パリア村落委員会における利用者  
ガイダンス

PV システムの寿命をより長くするために最も重要なことは、利用者がシステムを正しく使用することである。PV パネル以外では最も高価な蓄電池の寿命が重要であるので、負荷の使用、蓄電池の取り扱いについて利用者の注意を促した。

利用者ガイドには、利用者の安全を確保し、PV システムの寿命をより長くすることを目的として以下の項目を盛り込んだ。

- 年間を通じ負荷の使用を同一レベルにする
- 蓄電池の水位をチェックする
- システムに異常があったら直ちにオペレーターに知らせる
- 蛍光灯とスイッチ以外には手を触れない
- 子供を蓄電池のそばに近づけない
- 雷が発生した場合システムに近づかない

利用者は以下の負荷使用表にある使用時間を厳守すること。



### 負荷使用時間表

(単位:時間,W,Wh/day)

Load Pattern	Lamp only			Lamp& Radio			Lamp &TV		
	1 lamp	2 lamps	3 lamps	1 lamp	2 lamps	3 lamps	1 lamp	2 lamps	3 lamps
Numbers of Lamp	1 lamp	2 lamps	3 lamps	1 lamp	2 lamps	3 lamps	1 lamp	2 lamps	3 lamps
Capacity (W)	15	30	45	15+15	30+15	45+15	15+20	30+20	45+20
Use (hours)	7	4+3	3+2+2	4+3	3+2+2	2+2+2+1	4+2	3+2+1	3+1+1+1
Total use (Wh/day)	105	105	105	105	105	105	100	95	95

出典: JICA 調査団

利用者教育はラパス、オルコ両県で以下の通り実施した。

(1) 1999年9月: 4回

- カルテカ(ラパス): 出席者 43人
- イルヨ(ラパス): 出席者 25人
- リヤリヤグア(ラパス): 出席者 23人
- パリア・パンピ(タオルコ): 出席者 17人

(2) 2000年1月: 3回

- カルテカ、イルヨイ、ムルチャピ(ラパス): 出席者 70人
- ミリヨ、カタビ(ラパス): 出席者 18人
- ラグナ・アンココタ(オルコ): 出席者 35人

(3) 2000年5月: 4回

- シペ・シペ、イルヨ(ラパス): 出席者 21人
- カタビ、ミリヨ(ラパス): 出席者 23人
- チャルマニ、チャコマ(ラパス): 出席者 18人
- ミリュニ(オルコ): 出席者 15人

(4) 2000年6月: 4回

- カタビ、ミリヨ(ラパス): 出席者 15人

- イルヨ、シペシペ（ラパス）： 出席者 14 人
- カルテカ（ラパス）： 出席者 4 人
- パリア・パンピタ（オルロ）： 出席者 3 人

上記に加え、2000 年 1 月、2000 年 5 月のセミナー開催時においても、利用者教育を実施した。

### 6.1.3 維持管理マニュアルと維持管理教育

ラパス県では ELFA が、オルロ県では COSEP が、それぞれオペレーターとして PV システムの維持管理を行っている。JICA 調査団は維持管理のために、Attachment 2 の維持管理マニュアルを作成した。

JICA 調査団は、オペレーターをはじめマネジメント・ユニットのスタッフに、維持管理に関する教育を行った。

維持管理マニュアルに盛り込んだ内容の内、重要項目を以下にあげた。これらは、オペレーターへの維持管理教育に当り重要事項として取り扱われた事項である。

#### 期間別維持管理

- 週間維持管理
  - 蓄電池水位のチェック
- 月間維持管理
  - PV パネルの損傷チェック
  - PV パネルの表面のクリーニング
  - 蓄電池水位のチェックと必要に応じた水補給
  - 蓄電池の表面のクリーニング
  - 蓄電池セル間の電解液比重の平準化
- 年間維持管理
  - PV パネルへの配線・保持のチェック。必要に応じ接続しなおし、あるいは増し締めを行う。
  - システム全体にわたっての配線接続ゆるみのチェック。必要に応じ接続しなおし。
  - 蓄電池の電極の汚れ、さびチェック。
  - 必要に応じ蓄電池電極にグリースを塗布

### 蓄電池に対する維持管理事項

- 蓄電池の設置場所の換気が充分であることのチェック
- 蓄電池の水位は、セルごとにチェックする。
- 水補給は定められた適正なレベルを超えないように
- 電解液の比重測定はセル後とに行う。
- 蓄電池の維持保守には手袋、めがねを着用
- 電極の汚れ、さびのチェックと配線接続ゆるみのチェック
- 電極の汚れさびはきれいに落としグリースを塗り、配線接続に緩みがあれば増し締めをする。
- セルごとのキャップの有無確認

### PV パネルの維持管理

- パネルガラス表面の損傷チェック
- パネル表面のクリーニングには柔らかい布を使用し必要に応じ水を使用。
- パネルのクリーニングは日の出前または日没後が好ましい。
- パネルの保持具合、保持金具とポールの保持具合をチェックする。
- 配線接続部分の汚れさびと、配線接続の緩みのチェック
- 必要に応じ配線接続部分の汚れさびを落とし、緩みがあれば増し締めをする。
- ジャンクションボックスのカバーがついていることの確認
- PV パネル表面から各セルに異常があるかないかを確認する

### 配線接続具合と負荷の維持管理

<u>チェックポイント</u>	<u>問題があった場合の対応</u>
• 初期設置の状態と変わっていないか	変わった部分は元に戻す
• 配線接続部分の汚れさび	汚れさびを落とす
• 配線接続部分の緩み	増し締めをする
• 配線および接続部分の被覆	テーピングをする
• 電球の汚れ	クリーニング、取り替え
• ブレーカー	補修又は取り替え

オペレーターに対する維持管理教育をラパス、オルコ両県で以下の通り実施した。

#### (1) 1999年9月：2回

- ICM(供給・設置業者), ELFA(ラパス県オペレーター)
- ICM(供給・設置業者), COSEP(オルコ県オペレーター)

(2) 2000 年 1 月 : 2 回

- ELFA(ラパス県オペレーター)
- COSEP(オルロ県オペレーター)

(3) 2000 年: 2 回

- ELFA(ラパス県オペレーター)
- COSEP(オルロ県オペレーター)

上記に加え、2000 年 1 月、2000 年 5 月のセミナー開催時においても、維持管理教育を実施した。

## 6.2 電気料金システム

### 6.2.1 当初の料金システム

受益者には、PV システムの設置のための Initial Payment と、システムの維持管理のための Monthly Fee の支払いを義務付けた。料金は配電線の料金制度と、住民の支払能力を十分に考慮し設定した。

#### (1) Initial Payment

Initial Payment は Bs.700 と設定された。これは、PV システムコストの利用者分担金であるが、設置費用込みのシステム費用総額 Bs.5,300(US\$886)の 13%で、以下の機材代金に相当する。

- 蛍光灯 3 本
- 配線接続箱
- スイッチ
- 屋内配線

Initial payment は以下の分割で支払うこととされた。

- 設置前の登録料      Bs. 50
- 2000 年 1 月      Bs.100
- 2000 年 3 月      Bs.100

- 2000年5月 Bs.100
- 2000年7月 Bs.100
- 2000年9月 Bs.100
- 2000年11月 Bs.100
- 2001年1月 Bs.50

Initial Payment は将来の地方電化のためのリヴォルヴィング・ファンドとして利用されるものである。

## (2) Monthly Fee

受益者は、PV システムの維持管理費用として月額 Bs.30 の Monthly Fee を支払う。算定に当たっては以下の項目を勘案した。

- PV システム総費用(設置費用込み) : US\$886
- 維持管理の人件費 : US\$200/月
- 維持費 : PV システム費用の 2.5%
- 蓄電池(買い替え) : 5年おき
- コントローラー(買い替え) : 7年おき
- 維持管理費には蓄電池、コントローラーの買い替え費用を含める。

### 6.2.2 料金システムの改定

支払い状況が予想を大きく下回ったので、利用者の支払能力を改めて勘案し、料金システムを見なおした。

#### (1) Monthly Fee

Monthly Fee を Bs.30 から Bs.22 に値下げした。ただし、Initial Payment を免除された配電網の延長計画の対象となった地域の利用者は、Bs.30 を据え置いた。

## (2) Initial Payment

利用者の便宜を図り分割回数を二通りに設定した。さらに 2000 年に起きた農村地域の住民運動の一環で利用者からの値下げ要請を受け、Initial Payment を Bs.700 から Bs.600 に改定した。

### 6.2.3 個別契約書

当初、REC 単位で契約を結んでいたが、利用者のシステム保全意識を高めるため、また支払いを促進するために個別契約方式を取り入れることとした。利用者個々に二通りの個別契約書を用意した。ひとつは各利用者と、システムの所有者である県の間で取り交わす「リース契約」である。もうひとつは、各利用者と、維持管理を請け負うオペレーターの間で取り交わす「維持管理契約」である。システムの所有に関し、契約書は次のように取り決めている。

- システムの主要部分： 県の所有  
PV パネル、パネル保持金具とポール、コントローラー、蓄電池、屋外配線
- 屋内の機器： 利用者の所有  
蛍光灯 3 本、スイッチ、屋内配線、Initial Payment の支払いが完了した場合、利用者は上記の機器を所有する。

個別契約書については Attachment 3 と 4 に掲げた。

## 第 7 章 モニタリングと分析

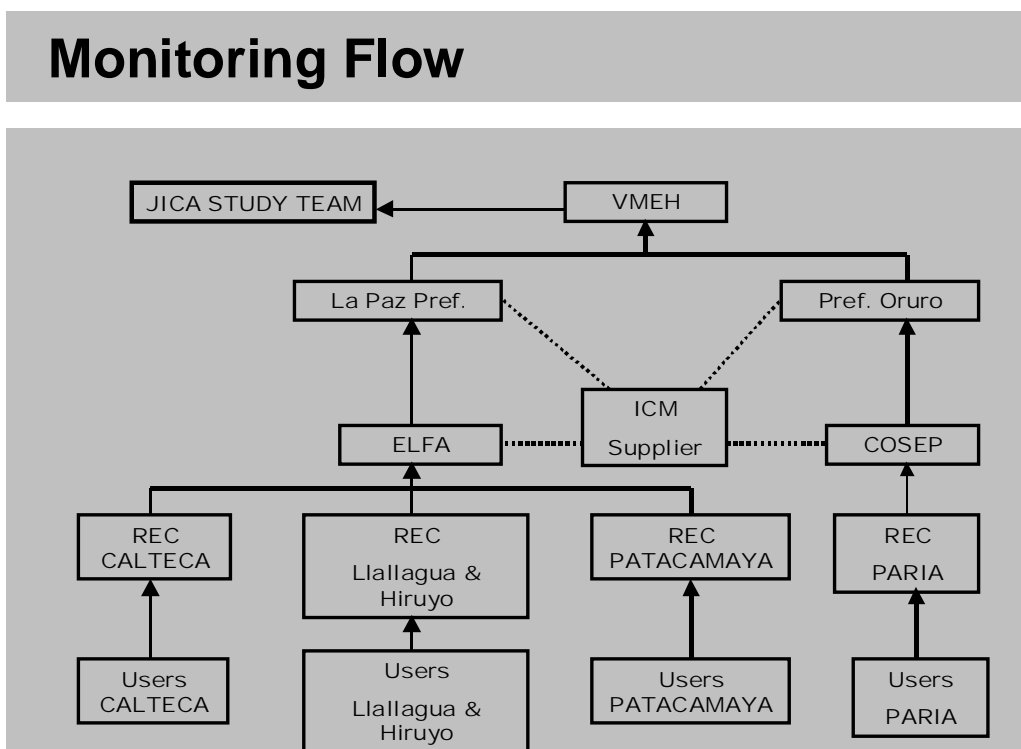
### 7.1 維持管理のモニタリング

PV システムの維持管理の実態、利用者の料金支払い状況を見ることは重要なことである。パイロット試験では、次の 3 点についてモニタリングを実施した。

- 1) データ・ロガーを使用してのシステム利用状況
- 2) オペレーターの行う維持管理
- 3) 料金支払い

PV システムの稼働状況と、関連する気象データを観測するため、ラパスに 2 ヶ所、オルロに 1 ヶ所データ・ロガーを設置した。オペレーターの維持管理に関しては、モニタリングシート（Attachment5-8 を参照）を使用した。

モニタリングのデータは、以下のフローによって JICA 調査団に報告された。



出典: JICA 調査団

### 7.1.1 PV システムの移設

モニタリングの開始に先立ち、ラパス、オルコ両県に、合計 270 基の PV システムが設置された。PV システムの維持管理はオペレーターが実施し、料金支払が 2 ヶ月遅れた場合は、オペレーターによって PV システムの撤去がおこなわれ、新たな利用者に移設することが契約書で定められている。

下表は設置状況の推移を、設置直後の 2000 年 3 月から 2001 年 4 月まで 5 回にわたって把握した結果である。

#### 村落別 PV システムの設置状況

(単位:世帯数)

Community	End of March 2000	End of May 2000	End of July 2000	End of Dec. 2000	End of April 2001
<b>La Paz</b>					
Calteca	12	12	12	10	10
Chiarumani	26	26	26	6	5
Muruchapi	23	23	23	22	22
Millo	37	37	37	30	30
Catavi	12	12	12	12	12
C.C. Alto	3	3	3	3	3
Hiruyo	27	27	27	19	7
Llallagua	14	14	14	14	4
Sipe Sipe	25	25	25	1	1
Calacachi	-	-	-	32	41
St. de Llallagua	-	-	-	-	7
Canuma	-	-	-	-	13
Schools/Church	-	-	-	-	5
Removed	-	-	-	30	18
Plaza Sica Sica	-	-	-	-	1
VMEH	1	1	1	1	1
Spare	20	20	20	20	20
La Paz Total	200	200	200	200	200
<b>Oruro</b>					
P.Pampita	18	18	18	16	18
Milluni	23	23	23	23	23
L.Ancocota	44	44	44	44	44
Minas	5	5	5	5	5
Removed	-	-	-	2	-
Spare	10	10	10	10	10
<b>Oruro Total</b>	100	100	100	100	100

出典:JICA 調査団



撤去された PV システムはオペレーターの手によって、新しい利用者に移設される。写真は、ラパスのシカシカ村落で行われたシステムの撤去の様子である。



シカ・シカ村落の PV システム撤去



撤去された機材 Removed



PV システムの撤去をまぬがれるために支払いを実行する村人

### 7.1.2 維持管理のモニタリング

システムの利用に関するモニタリングの結果は別途取り上げるので、ここでは、オペレーターの実施した維持管理に関するモニタリングの結果について報告する。

当初は、オペレーターの巡回検査を 2 ヶ月に一度のペースで行うよう取り決めたが、実際は、3 ヶ月あるいは 4 ヶ月に一度の巡回となった。これは、2000 年にボリヴィア各地の村落に起こった住民運動と、2000 年暮れから 2001 年年初まで続いた長雨の影響が大である。

モニタリングの集計結果は次の表のとおりである。

### 維持管理のモニタリング結果

（2000年8月～10月）

（単位：世帯数）

Community	Household	Equipments				Number of Additional Loads	
		Number defective Lamp (1)	Black-ish Bulb (2)	Noise on Radio (3)	Battery Water (4)	Radio Cassette (5)	TV (6)
<b>La Paz</b>							
Calteca	10	1	2	3	3	8	-
Chiarumani	6	1	3	2	2	5	-
Muruchapi	22	2	5	20	8	20	-
Millo	30	4	8	25	12	27	-
Catavi	12	1	3	10	5	10	-
C.C. Alto	3	-	1	3	1	3	1
Hiruyo	19	2	2	15	6	18	-
Llallagua	14	1	4	13	9	14	-
Calacachi	32	-	-	2	-	32	3
VMEH	1	-	1	-	-	-	-
<b>Oruro</b>							
P.Pampita	16	3	2	13	5	15	1
Milluni	23	5	8	22	16	23	-
L.Ancocota	44	9	12	38	39	40	-
Minas	5	1	2	1	2	5	-
Total	238	35	53	167	108	220	5

\* (4) Battery Water: 蓄電池への水補充の回数  
出典: JICA 調査団

#### (1) 欠陥のあった蛍光灯

設置された蛍光灯は、当時全部で 714 本であったがその 4.9% に相当する 35 本の蛍光灯に欠陥があったことが判明した。オペレーターは供給業者の保証によって、すべての欠陥品を取り替えた。蛍光灯のつかなかった理由は把握できなかったが、これらのうちの三分の一はキッチンの火元の上に取り付けられていたものであったので、オペレーターは蛍光灯の据付位置を火元の上を避けて設置し直した。

## (2) 黒ずんだ蛍光灯

全体の 7.4%に相当する 53 本の蛍光灯は、使用期間が一年未満であるのに管の両端又は片方が黒ずんだ。バラストの機能が不安定であったので、新しいバラストに取り替えた。

## (3) ラジオの雑音

167 人の利用者が、点灯した蛍光灯の近くでラジオに雑音が出ることを訴えた。JICA 調査団は、各蛍光灯にフィルターを取り付け雑音の除去をするよう、オペレーターに指示を出した。

## (4) 蓄電池の水

当初 2 ヶ月に一度の巡回検査を予定したが、先に述べたように巡回のインターバルが長くなってしまった。水の補給が遅れることで懸念された蓄電池は、特に問題もなく良好に作動していることが報告された。

## (5) ラジオカセット および (6) テレビ

負荷の使用状況を調査したところ、全利用者の 92%がラジオまたはラジオカセットの使用をしていた。テレビに関しては、価格が高いこともあるが、電波の範囲が限られているので、5 世帯が使用していたに過ぎない。

上記のような若干の問題はあったものの、総じて PV システムの稼働状況は良好で、利用者也満足しており、オペレーターの維持管理の結果も満足すべきものであった。

### 7.1.3 料金支払いに関するモニタリング

PV システムの設置が完了し、2000 年 4 月からモニタリングが実施された。設置直後の料金回収状況は、ラパスで Initial Payment が 8.0%、Monthly Fee が 5.5%に過ぎなかった。オルコでも Initial Payment が 11.0%、Monthly Fee が 8.6%という結果であった。

これらの状況をふまえ、支払い遅延の理由、支払い促進について協議し以下のような対策を講じた。

(1) **利用者へのオリエンテーションの再実施**

第4次現地調査において、JICA調査団はオペレーターとともに3つの村落を訪れ、利用者にパイロットテストの内容、維持管理、料金制度等について再度説明を行い、誤解を取り除くことで支払いの促進を図った。

(2) **支払額の削減**

第6章で説明したように Monthly Fee、Initial Payment とともに減額した。

(3) **維持管理システムの変更**

オペレーターを補佐するために、各コミュニティごとにテクニカル・アシスタントを選任し、次の業務を任せることとした。

- オペレーターへの協力
- 配線の接続具合を検査し、必要に応じ増し締め、再接続をする。
- 村落内の全利用者の蓄電池の水補給
- オペレーターへの定期報告

オリエンテーションの再実施、料金改定により支払状況は以下の通り少しずつ好転した。

**料金回収率（回収額 / 規定の回収額）**

（単位：％）

Month	La Paz		Oruro	
	Initial Payment	Monthly Fee	Initial Payment	Monthly Fee
May 2000	8.0	5.5	11.0	8.6
July 2000	16.9	28.5	19.6	25.9
Dec. 2000	38.7	56.2	47.7	46.3
Apr. 2001	42.4	67.2	51.1	41.4

出典: JICA 調査団

支払状況の詳細は Table 7.1 ~ 7.8 に示した。

## 7.2 利用者のモニタリング

### 7.2.1 利用者の調査

太陽光発電パイロット事業の設置後、モニタリング調査は以下の日程で実施した。

- 第1次調査: 2000年6月
- 第2次調査: 2001年1月
- 第3次調査: 2001年5月

調査の主な目的は、本パイロット事業を通じて太陽光発電システムによる地方電化の持続可能な実施計画を形成するために以下の点を監視することであった。

- 太陽光発電システム導入後の利用者の生活の変化
- 初期投資と月支払料金の支払状況
- 維持管理の状況

キー・インフォーマント調査と戸別調査を用いた。簡易農村調査手法を用いたインタビュー調査をラパスとオル口の太陽光発電パイロット事業の利用者に対して実施した。

#### (1) 調査対象地域と対象者数

戸別調査の調査対象地域と対象者数は、下表に示されている。対象地域総数は、ラパスとオル口それぞれ2村落ずつの計4村落である。戸別調査の対象者数は、第1次調査で42戸、第2次調査で25戸、第3次調査で33戸であった。

調査対象地域と対象者数

	オペレーター	対象村落	調査対象者数			テレビ受信
			1st	2nd	3rd	
ラパス	ELFA	Calteca	5	6	6	不可
		Muruchapi	15	7	9	不可
オル口	COSEP	Paria Pampita	14	12	12	可
		Laguna Ancocota	8	-	6	不可
総計		4 村落	42	25	33	

出典：JICA 調査団

## (2) 家庭におけるエネルギー利用状況の変化

蛍光灯を利用した平均時間は、第3次調査時点で Calteca の2.5時間から Paria Pampita の3.2時間であった。利用時間は、第1次調査から第3次調査までほとんど変化がなかった。太陽光発電設置後も、ケロシン・ランプが月1-2リットル分利用されていた。

ラジオ聴取平均時間は、第3次調査時点では Calteca の1.6時間から Paria Pampita の2.5時間であった。この平均時間は、第1次・2次調査時とほとんど変化はなかった。しかしながら、利用者は騒音問題解決後、ラジオの利用が高まった。カセット・テープレコーダーの使用は稀である。Paria Pampita のテレビを所有している3人のテレビ視聴平均時間は、1日当たり2.4時間であった。

太陽光発電システムの能力に関する利用者の理解の欠如によって、以下の不満が主に出了た。

- 利用者は、太陽光発電システムの能力についてその月支払料金と電線の能力との比較から不平をもらした。
- 利用者は、弱いラジオ電波ばかりでなく、太陽光発電システムによって引き起こされるラジオの騒音問題に不満であった。
- 遠隔地あるいは丘陵地帯にする利用者は、電波が弱くテレビ放送が視聴できないことに対して満足していなかった。

## (3) 利用者負担料金の財源の変化

初期投資と月支払料金の主な財源は、初期に実施した農村社会調査で示した結果通り農産物および家畜の販売であった。Muruchapi の約42%の利用者、Paria Pampita の25%、Calteca の16%がじゃがいも、チューニヨ、人参、タマネギといった農産物を販売した。Paria Pampita の約58%の利用者、Muruchapi の42%、Calteca の33%が羊、リヤマ、牛といった家畜を販売した。

小農である利用者の幾人かは、農産物や家畜を販売する余裕がなかった。支払いのために、Paria Pampita の25%、Calteca の16%、Muruchapi の14%が近隣の村落や都市にてインフォーマル・セクターで臨時雇用をした。

以下の不平や意見が、モニタリング調査中に聞かれた。

- 月支払料金は、利用者に現金収入があろうとなかろうと毎月徴収される。

- たとえ利用者が初期投資を支払っても太陽光発電システムの所有権は県が維持し続ける。
- 利用者は、雨季の始まりの時期や乾季に貴重な家畜を販売したくない。なぜならばその時期は家畜がやせ細っており、販売価格が低いからである。
- 農産物による現金収入は、天水農業を営んでいることから通常年一回である。
- 臨時雇いの就業機会は、極めて限られている。

#### (4) 生活の変化

総利用者のうち、Paria Pamita の 91% の利用者、Muruchapi の 87%、Laguna Ancocota の 85%、Calteca の 83% は、太陽光発電システムを使い始めて日常生活が改善されたと認識していた。生活が良くなったと考える主な理由は、夜間の環境が改善されたことである。総利用者のうち 18% は変化がないと考えていた。

太陽光発電システムの能力は、十分ではない。利用者の意見によると、より大きな電力システムの導入が総合的農村開発を実施する為に必要だと考えられている。

- 太陽光発電によるポンプ水汲み上げ式灌漑農業の開発
- 農村地域で現金収入を得るための家内工業の促進
- ポンプ水汲み上げ方式による深井戸による飲料水の開発
- アイロンやミシンといった家庭電気製品の利用

#### (5) 利用者による維持管理

蓄電池の水レベルは、すべての利用者によって維持されていた。太陽光発電システムが問題を起こした時には、通常、利用者は地方電化委員会の代表者に連絡していた。代表者は、オペレーターに連絡し、修理を要請する。しかしながら、利用者とオペレーターの連絡は、以下の理由により十分でなかった。

- オペレーターが管理や料金徴収のために利用者の家を訪問した時、利用者は日中、屋外にいて、働きに出かけていた。
- 地方電化委員会の数人の代表者は、必ずしも村落に滞在しているわけではなく、都市に住む血縁のところに滞在している。

## 7.2.2 PV システムの利用状況

VMEH の事務所屋上、ラパスのカルテッカ、そしてオル口のパリア・パンピータに設置されたデータ・ロガーによって、発電量と消費電力等についてのデータを観測し、PV システムの利用状況を定量的に把握した。

最適利用者（optimum user）、軽度利用者（light user）、重度利用者（heavy user）の三つの使用タイプの事例を、回収データから拾い出しそれぞれのデータを分析した結果を以下に示した。

### (1) 最適利用者

15W の蛍光灯 3 本の使用を 1 日 7 時間以内と定め、利用者に 1 日の総消費電力量を 105kWh として指導した。これは 1 日当り 8.75Ah に相当するもので、これらをパイロット試験の目標値とした。

3 本の蛍光灯の使用時間を以下のように設定した。

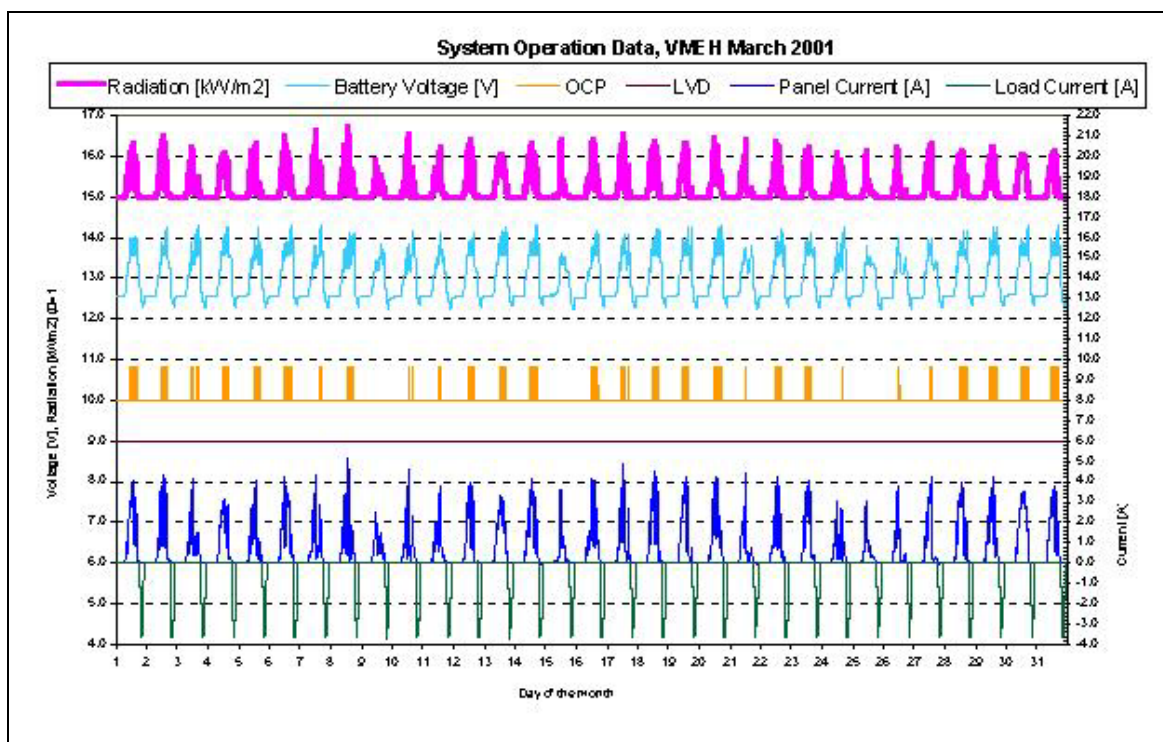
- Lamp 1: 3 時間
- Lamp 2: 2.5 時間
- Lamp 3: 1.5 時間      合計 7 時間

最適利用者のシステムの稼働状況を以下にグラフで示した。グラフは最上段から下に 6 つ表示したが、それぞれのデータ内容は次の通りである。

- 日射量 [kWh/m<sup>2</sup>]  
最初のグラフは 1 ヶ月の日射量を示す。左の縦軸の 15.0 は日射量ゼロに相当し、16.0 は 1kWh/m<sup>2</sup> を示す。この 1 ヶ月の平均日射量は 1 日当り 5.12 kWh/m<sup>2</sup> である。
- 蓄電池端子電圧 [V]  
9 日、15 日、21 日そして 25 日の電圧値が下がっているのは日射量が低かったことによる。
- OCP: 過充電防止機能  
過充電防止機能が作動した場合、左縦軸の 10 から 11 に垂直線が表示される。作動がない場合は垂直線の表示が出ない。負荷の使用が適度であったため蓄電池の充電度合いは常に高めで、1 ヶ月のうち 28 日間 OCP が作動した。



- LVD：過放電防止機能  
過放電防止機能が作動した場合は左縦軸の9から10に垂直線が表示される。  
消費が適正であったのでLVDの作動は全く無かった。
- PVパネル電流 [A]:  
発電電流を示す。
- 負荷電流 [A]:  
負荷の使用電流値である。1日当りの消費は8.75Ahであったので、常に発電量より内輪に納まっていたことがわかる。



出典:JICA 調査団

## (2) 軽度利用者

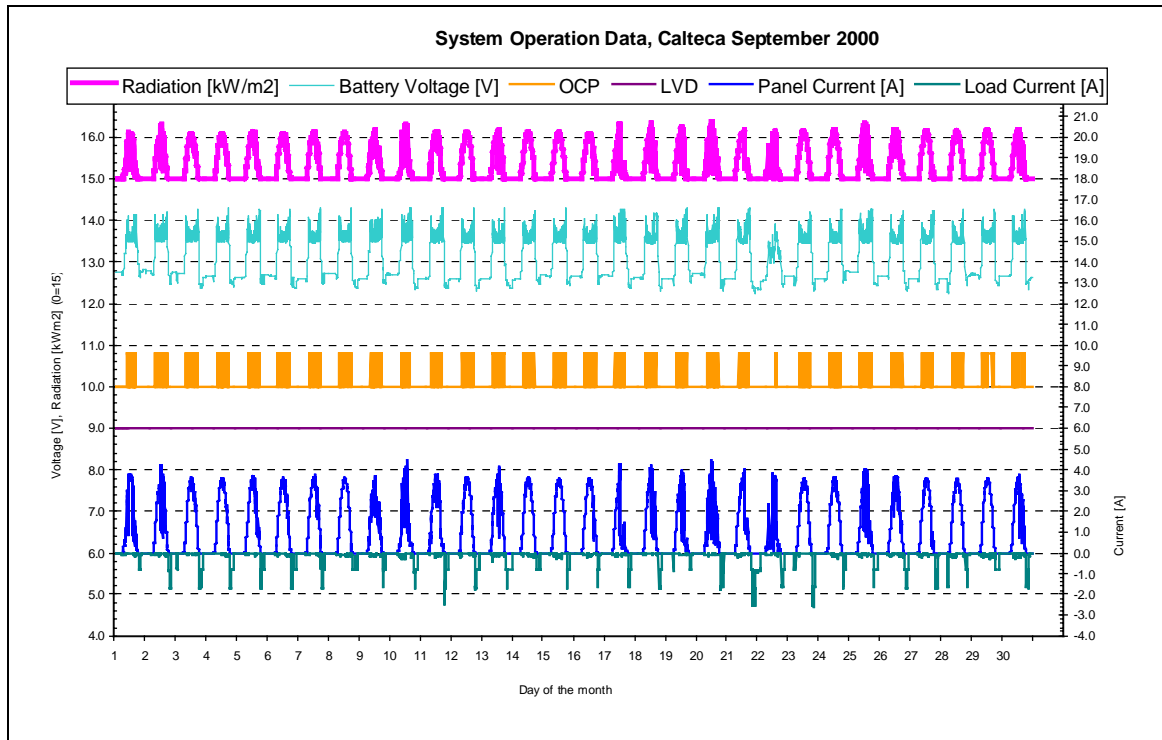
負荷の1日当り平均使用時間は以下の通り。

- Lamp 1: 0.76 時間
- Lamp 2: 1.02 時間
- Lamp 3: 1.74 時間
- Radio : 0.84 時間

1日当りの負荷使用時間は1ヶ月平均で4.36時間である。これは、設定された目標値7時間の62%に相当する。

軽度利用者のシステムの稼働状況を以下にグラフで示した。グラフは最上段から下に6つ表示したが、それぞれのデータ内容は次の通りである。

- 日射量 [kWh/m<sup>2</sup>]  
最初のグラフは1ヶ月の日射量を示す。左の縦軸の15.0は日射量ゼロに相当し、16.0は1kWh/m<sup>2</sup>を示す。この1ヶ月の平均日射量は1日当たり7.21 kWh/m<sup>2</sup>である。
- 蓄電池端子電圧 [V]  
22日の電圧値が下がっているのは日射量が低かったことによる。
- OCP: 過充電防止機能  
過充電防止機能が作動した場合、左縦軸の10から11に垂直線が表示される。作動がない場合は垂直線の表示が出ない。負荷の使用が軽度であったため蓄電池の充電度合いは常に高めで、1ヶ月間毎日OCPが作動した。
- LVD: 過放電防止機能  
過放電防止機能が作動した場合は左縦軸の9から10に垂直線が表示される。消費が軽度であったのでLVDの作動は全く無かった。
- PVパネル電流 [A]:  
発電電流を示す。
- 負荷電流 [A]:  
負荷の使用電流値である。1日当りの消費は2.91Ahであったので、発電量をはるかに下回っていた。



出典：JICA 調査団

### (3) 重度利用者

負荷の1日当たり平均使用時間は以下の通り。

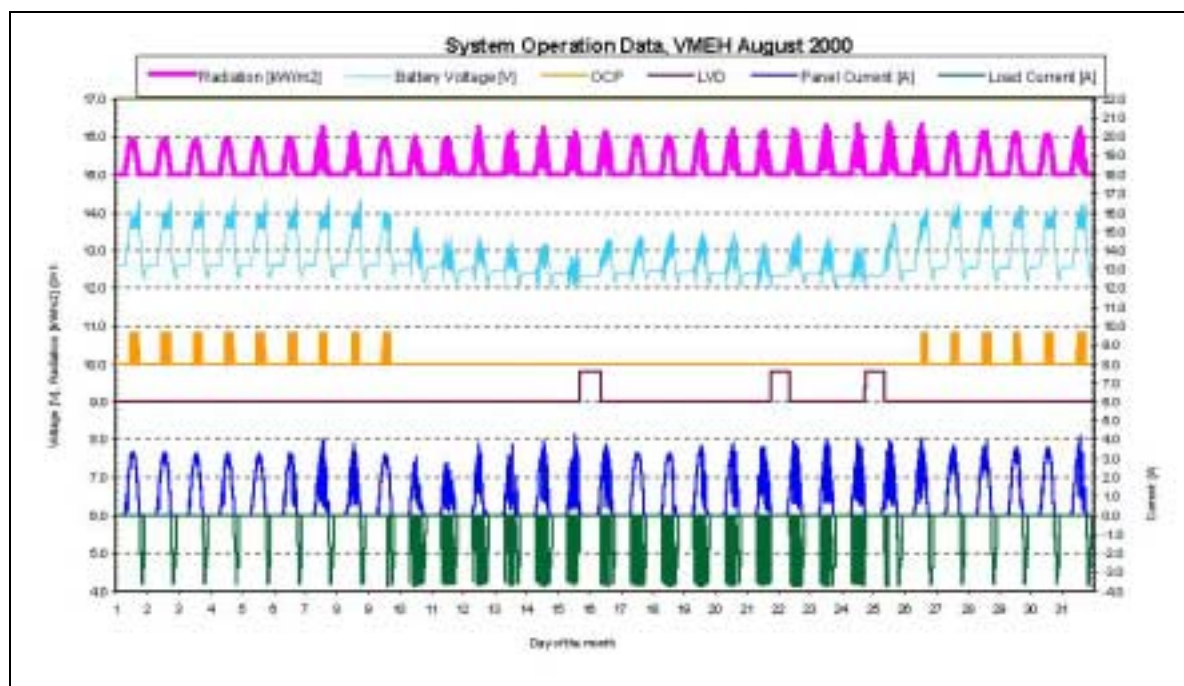
- Lamp 1: 4.47 時間
- Lamp 2: 2.81 時間
- Lamp 3: 3.41 時間

1日当たりの負荷使用時間は1ヶ月平均で10.69時間である。これは、設定された目標値7時間の152%に相当する。

重度利用者のシステムの稼働状況を以下にグラフで示した。グラフは最上段から下に6つ表示したが、それぞれのデータ内容は次の通りである。

- 日射量 [kWh/m<sup>2</sup>]  
最初のグラフは1ヶ月の日射量を示す。左の縦軸の15.0は日射量ゼロに相当し、16.0は1kWh/m<sup>2</sup>を示す。この1ヶ月の平均日射量は1日当たり5.64kWh/m<sup>2</sup>である。

- 蓄電池端子電圧 [V]  
9日～25日の電圧値が下がっているのは電力消費が大きかったことによる。
- OCP: 過充電防止機能  
過充電防止機能が作動した場合、左縦軸の10から11に垂直線が表示される。作動がない場合は垂直線の表示が出ない。9日～25日の17日間の電力消費が大きかったため、蓄電池は過放電気味であったので、この期間はOCPの作動は皆無である。
- LVD: 過放電防止機能  
過放電防止機能が作動した場合は左縦軸の9から10に垂直線が表示される。消費が重度であったので、LVDは15日、22日そして24日の3回作動した。
- PVパネル電流 [A]:  
発電電流を示す。
- 負荷電流 [A]:  
負荷の使用電流値である。1ヶ月の1日当たり平均消費は13.27Ahであったが、消費が大きかった17日間の平均は16.32Ahに達し、発電電流を上回るものであった。



出典：JICA 調査団

### 7.3 PV システムの技術評価

JICA 調査団は設置した PV システムの稼働状況について、15 ヶ月から 18 ヶ月に渡り調査を行った。システムの稼働は以下のように満足すべきものであった。

- 55W の PV パネルは 100Ah の蓄電池を充電するのに十分な発電を行う。
- コントローラーは過充電防止、過放電防止の機能を十分に発揮した。
- 100Ah の蓄電池は設置された負荷の標準的な仕様に十分な容量であった。

おおきなトラブルもなく、また予想された山岳地における雷の被害もなかった。したがって技術的には、設置されたシステムは適正なものであったとみなされる。

当調査で経験した結果のうち、将来のプロジェクト実施に役立つと思われる事項について以下に説明する。

#### 7.3.1 技術的な問題点と解決策

維持管理のモニタリングを通じての問題点は以下の通りである。

- 黒ずんだ蛍光管
- バラストの欠陥
- ラジオの雑音

##### (1) 黒ずんだ蛍光管

ラパス、オルコ両県でこの問題が発生した。JICA 調査団は両県のオペレーターに、黒ずんだ蛍光管を回収し供給業者に交換を求めよう指示をした。交換は 2001 年 4 月に完了した。

##### (2) バラストの欠陥

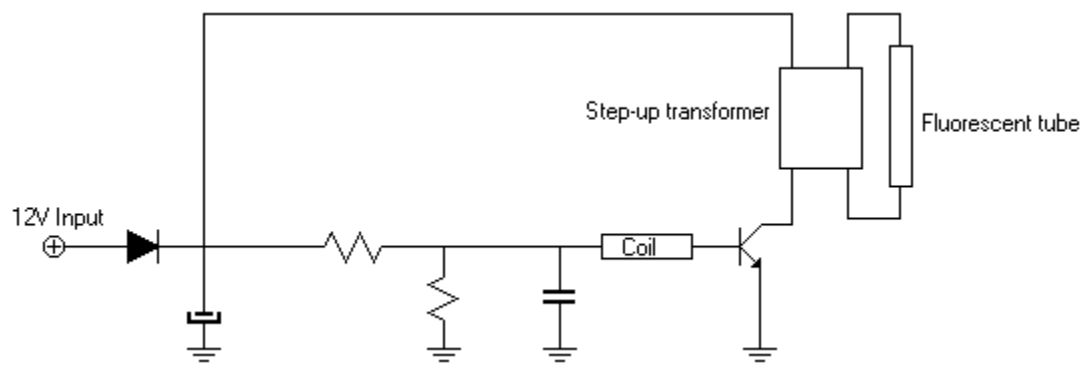
ラパス、オルコ両県で点灯しない蛍光灯が散見されたので、JICA 調査団はオペレーターと協議をし、バラストを取り替えることとした。取替えは 2001 年 4 月に完了した。新規のバラストの仕様は以下の通りである。

## バラストの仕様

### 1. 仕様:

- 標準電圧: 15W
- 入力電圧: 12V
- 始動電圧: 11 to 15V
- ピーク比率: 1.6
- 稼働可能時間: 4000 時間
- 稼働気温許容範囲: -10 to 40°C
- 15W 蛍光灯用バラスト
- 逆接続防止機能付き
- 減衰ノイズ処理機能付き

### 2. 配線図:



### (3) ラジオの雑音

点灯した蛍光灯の近くのラジオから出る雑音について、利用者から苦情が出た。JICA 調査団は関係者と協議の末、雑音防止用のフィルターを取り付けることとし、2001 年 4 月にフィルターの取り付けを完了した。

フィルターの取り付けにより雑音は概ねなくなった。フィルターの仕様は以下のとおりである。

## フィルターの仕様

### 1. 仕様:

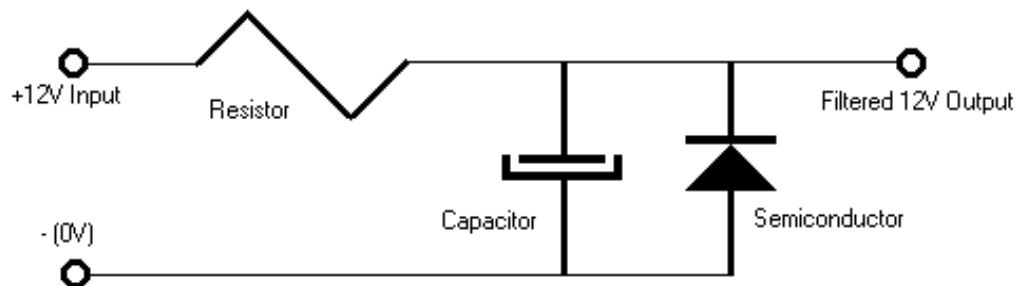
DC12V の蛍光灯により発生するラジオの雑音を消すため、以下の仕様を満たすよう設計した。

- DC 12V 蛍光灯用
- 減衰値： 6dB / octave
- 周波数： 50Hz
- 効率： 95%
- 消費電力： 95mA]

### 2. 材料:

- 3300uF 25V キャパシター
- 1 オーム 1W ワイヤータイプの抵抗
- 雑音対策用半導体
- ハンダ
- シリコン
- 絶縁テープ

### 3. フィルター配線図:



### 7.3.2 システムの規模

いくつかの村落で、当パイロット試験で取り扱わなかった PV システム設置の要望が出された。内容は以下の通りである。

- 家畜の安全確認のための外灯
- 学校用のテレビ、コンピューター、ビデオデッキを使用できるような規模のシステム
- 飲料水、灌漑のための PV ポンプシステム

これらのシステムは、単なる家庭用照明器具の域を超えたもので、規模も大きく、収入および生産性の増大を意図するものである。これらの設置を望むのは向上心の旺盛な積極的な人々である。

一方では、月額 US\$3 の支払さえ出来ないようなぎりぎりの生活を余儀なくされている人々が多いというのも現実である。

このような状況において、システムの規模に利用者の選択幅を設けることができれば、利用者は支払能力と自分の要望するシステムの用途を考慮して選択できるので、利用者の満足度が高まり、結果として料金支払も促進されるはずである。

システムの規模の選択幅とは、たとえば以下のようなものである。

- 小規模システム      PV: 30Wp      蓄電池: 40Ah
- 中規模システム      PV: 50Wp      蓄電池: 100Ah
- 大規模システム      PV: 100Wp      蓄電池: 200Ah

上記の中規模システムが当プロジェクトのパイロット試験に採用されたシステムであるがシステムコストは設置費込みで US\$886 である。小規模なシステムはこれより 40% ほど割安となり、大規模なシステムはこれより 60% ほど割高となる。



## 7.4 維持管理の評価

### 7.4.1 オペレーターの実績評価

当初パイロット試験で提案された維持管理システムは、利用者/REC、オペレーターと県により構成された組織によるものとされたが、これは次のようなパイロット試験サイトの状況を考慮したからである。

#### (1) 利用者の技術レベル

多くの途上国では無電化地域で蓄電池が使用されるケースが多いが、ラパス、オルコ両県の場合は、蓄電池の利用は極めてまれであった。これは村落が町中とのアクセスの悪いところに立地することが多いためであろう。このような状況を考慮し利用者の技術的レベルが低いものと判断した結果、維持管理はオペレーター中心で実施することとし、利用者の関与はできる限り少なくした。

#### (2) 収入のレベル

5年から7年ごとにやってくる蓄電池、コントローラーの取り替えが確実に行われなければ、PVシステムは維持されない。住民の収入が多くないことを考慮し、料金システムには、蓄電池、コントローラーの取替えコストも織り込み、毎月積み立てる方式をとったが、このことが毎月の料金を押し上げる結果となった。

維持管理に関するモニタリングの結果、オペレーターによる維持管理は概ね満足すべきものであったが、次のような問題点も確認された。

- 1) オペレーターの巡回検査の回数が当初の計画を下回った。これは既に7.1.2で説明した村落の住民運動、長雨という特殊事情に加え、パイロット試験サイトの立地がアクセス困難な地域であったことと、巡回したときに住民が不在であることが多かったことにもよる。
- 2) 県、VMEHに期待された維持管理に関する調整業務は、充分には実施されなかったが、これは、スタッフの不足と関係者間の日常の接触が充分でなかったことによる。
- 3) 利用者の料金支払は遅れ気味で回収率は50%程度であるが、制度の改定による効果が現れ改善された結果である。支払遅延の理由は次の通りであった。
  - 住民の間に、PVシステムがJICAの寄付であるとの誤解が広まった。
  - 収入が定期的でなく、その額も低い。

- 設置された PV システムのパワーに対する過剰な期待があった。

月額 Bs.22 は利用者にとって高いとの受け止め方が一般的であった。

#### 7.4.2 改善策の提案

前項で述べたような維持管理に関する一連の問題点の解決を目的とし、次の様な改善策が協議されたが、これらのうちの一部は既に実施された。

##### (1) 利用者/REC による維持管理

オペレーターは村落電化委員会（REC）にテクニカル・アシスタントを選任し、技術的な訓練をしたうえで、オペレーターの維持管理業務を利用者/REC に委譲する。大きなトラブルが生じた場合、あるいは機材の取り替え等に関しては、利用者/REC との契約に従ってオペレーターの技術サービスが提供される。

##### (2) 維持管理への郡の参画

郡の代表者を、PV システムの維持管理の調整役に加え、県、VMEH の足りないところを補うこととする。郡は対象村落に近いという地理的かつ地縁的な有利さから、維持管理への参画により適した存在となりうる。さらに、PRSP の実施に伴い、地方開発、地方電化を担う窓口が郡とされたことから、効果を期待してよいだろう。ただし、そのためには郡の組織拡充とスタッフ増員が不可欠である。

##### (3) 料金システムの改善

支払を促進するために Monthly Fee の低減は有効である。Monthly Fee の賄う範囲を蓄電池の蒸留水の代金とテクニカル・アシスタントの人件費に限定すればかなり低額の料金体系にできる。しかしながら、故障の修理、5年から7年ごとに行う蓄電池、コントローラーの取り替え等に伴う費用に関して、発生都度利用者に一時払いの義務が生じることとなり、その支払が出来る利用者は多くはいないはずである。

これには、Initial Payment の活用を含め、地方電化のためのマイクロ・クレジットの創設が必要とされよう。維持管理あるいは Initial Payment のための一時払いのためのファンドの存在は、貧困層の厳しい財務状況を救済するのに有効な手段となるはずである。

## 第 8 章 PV のポテンシャルと PV 優先サイト

### 8.1 PV のポテンシャル

#### 8.1.1 ラパス、オルロの日射量

日射量等のデータは、PV パイロット試験サイトに据え付けた 3 基のデータロガーによって観測された。回収データから以下のような特徴が明らかとなった。なお、観測期間は 2000 年 2 月から 2001 年 1 月までの一年間である。

- 冬季：5 月～7 月（太陽の軌道が最も低い時期）  
乾期は太陽の軌道が低い分を、長い日照時間が補っている。
- 夏季：11 月～1 月（雨季である）  
雨季による日射量の低下は、太陽の軌道が最も高いことによって補われる。

上記のように、日射に良くない要素があっても別の環境要素によって補完されるので、1 年を通じ良好な日射量が確保されており、PV システムには最適な国である。

以下に 3 ヶ所の日射データを示した。

#### (1) La Paz 市内

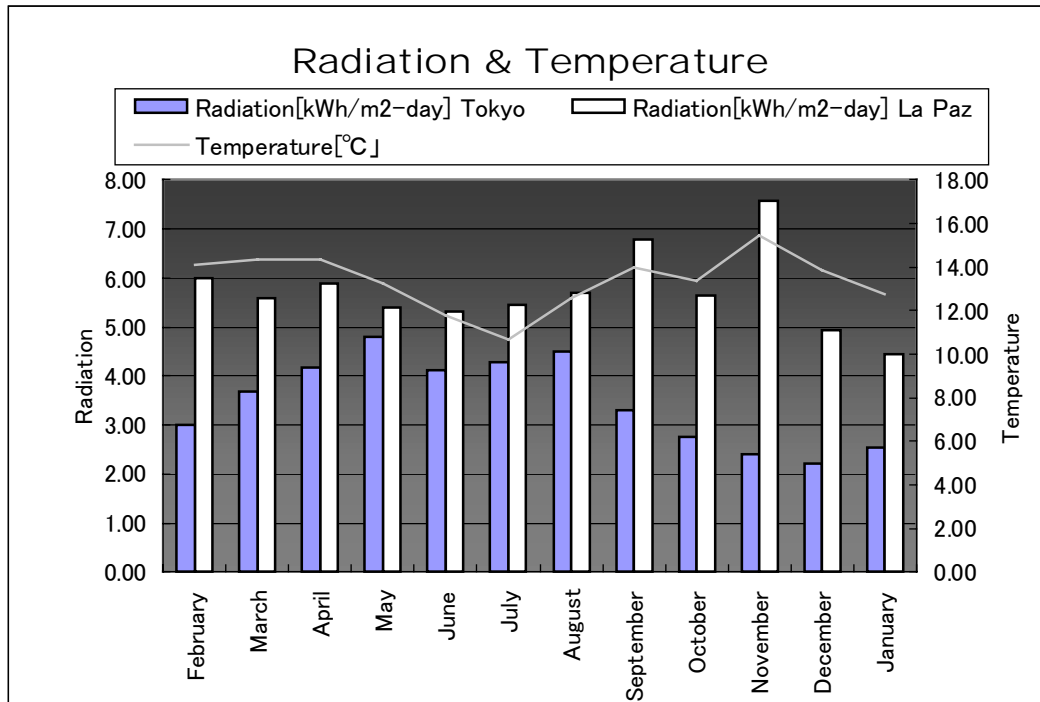
次のデータが示すように、一年を通じての最高値は 2000 年の 11 月に、最低値は 2001 年 1 月に観測された。

- 年間平均            5.72 kWh/m<sup>2</sup>
- 最高値              7.58 kWh/m<sup>2</sup>      (2001 年 11 月)
- 最低値              4.44 kWh/m<sup>2</sup>      (2001 年 1 月)

四季別の平均日射量は以下の通りである。

- 2 月～4 月          5.82 kWh/m<sup>2</sup>      ( 秋 )
- 5 月～7 月          5.38 kWh/m<sup>2</sup>      ( 冬-乾期 )
- 8 月～10 月        6.03 kWh/m<sup>2</sup>      ( 春 )
- 11 月～1 月        5.66 kWh/m<sup>2</sup>      ( 夏-雨季 )

## ラパス市内



出典: JICA 調査団/ NEDO,Japan

### (2) カルテッカ

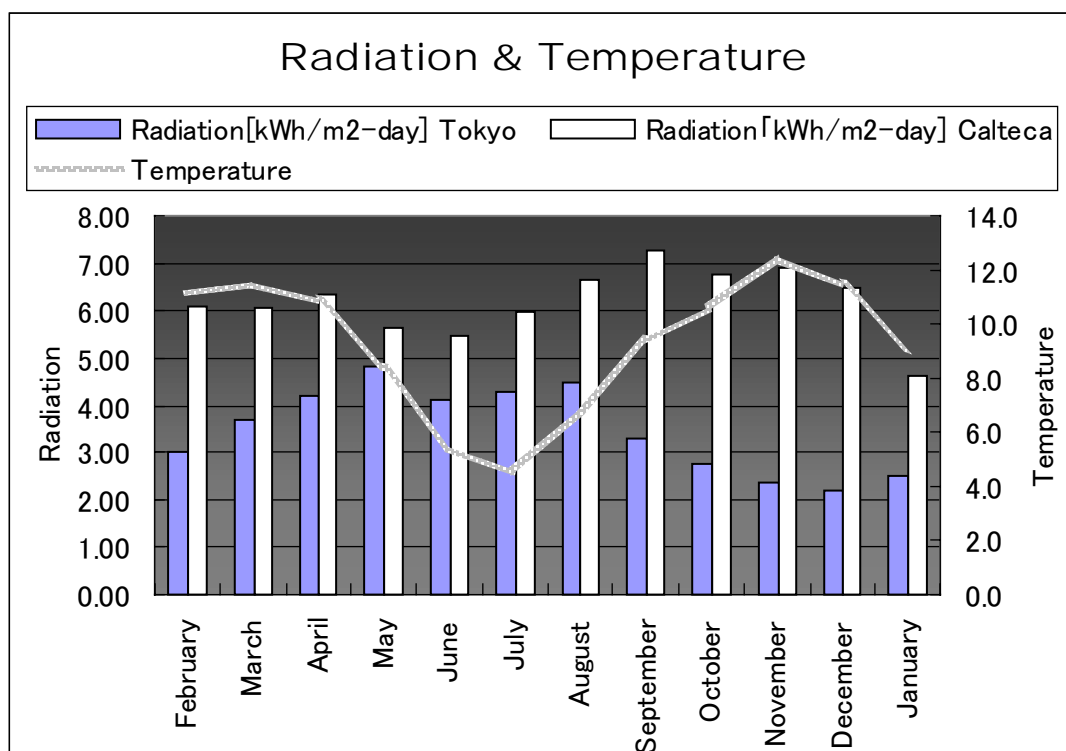
次のデータが示すように、一年を通じての最高値は 2000 年の 9 月に、最低値は 2001 年 1 月に観測された。

- 年間平均            6.19 kWh/m<sup>2</sup>
- 最高値              7.26 kWh/m<sup>2</sup>    (2000 年 9 月)
- 最低値              4.61 kWh/m<sup>2</sup>    (2001 年 1 月)

四季別の平均日射量は以下の通りである。

- 2 月～4 月        6.18 kWh/m<sup>2</sup>    ( 秋 )
- 5 月～7 月        5.68 kWh/m<sup>2</sup>    ( 冬-乾期 )
- 8 月～10 月      6.88 kWh/m<sup>2</sup>    ( 春 )
- 11 月～1 月      6.00 kWh/m<sup>2</sup>    ( 夏-雨季 )

## カルテッカ



出典: JICA 調査団/ NEDO, Japan

### (3) パリア・パンピータ

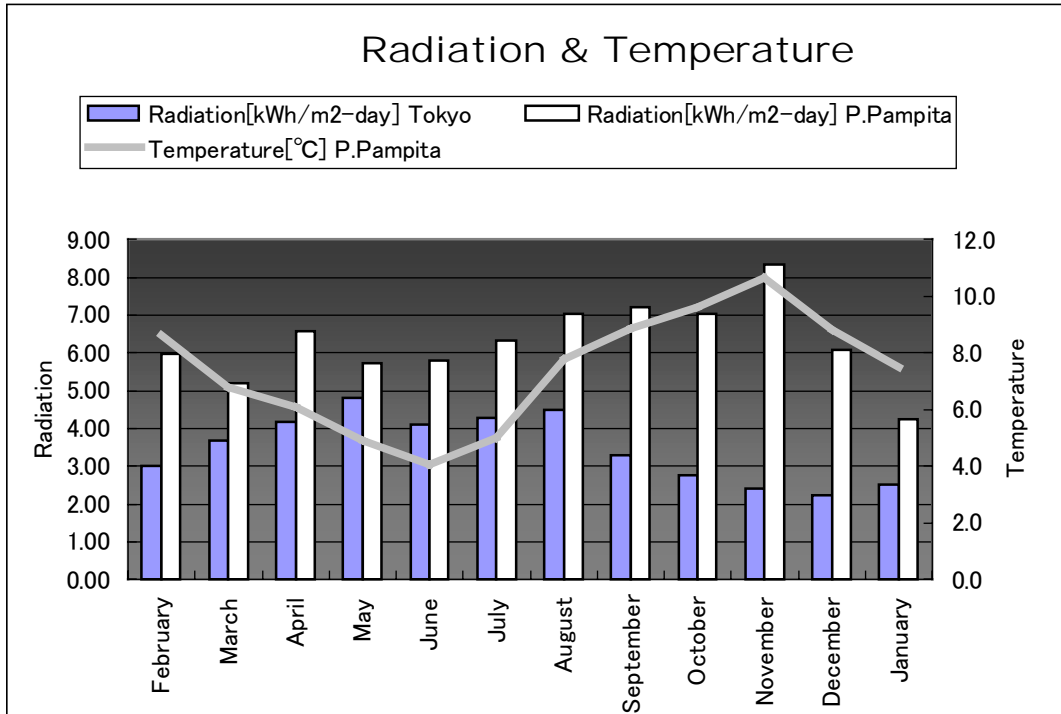
次のデータが示すように、一年を通じての最高値は2000年の11月に、最低値は2001年1月に観測された。

- 年間平均            6.29 kWh/m<sup>2</sup>
- 最高値              8.35 kWh/m<sup>2</sup>    (2000年11月)
- 最低値              4.23 kWh/m<sup>2</sup>    (2001年1月)

四季別の平均日射量は以下の通りである。

- 2月～4月    5.91 kWh/m<sup>2</sup>    (秋)
- 5月～7月    5.96 kWh/m<sup>2</sup>    (冬-乾期)
- 8月～10月   7.08 kWh/m<sup>2</sup>    (春)
- 11月～1月   6.22 kWh/m<sup>2</sup>    (夏-雨季)

## パリア・パンピータ



出典: JICA 調査団/ NEDO, Japan

PV サイトの 3 基、風力サイトの 9 基、合計 12 基のデータ・ロガーからの日射データは、次のように 4 つの段階の PV ポテンシャルに分布した。

- First band                    平均日射量 6.5kWh / m<sup>2</sup> day 以上
- Second band:                6.0 to 6.5 kWh / m<sup>2</sup> day
- Third band:                    5.5 to 6.0 kWh / m<sup>2</sup> day
- Fourth band:                 5.5 kWh / m<sup>2</sup> day 以下

上記の段階によって、12 ヶ所の日射データ観測地は以下のように分類される。

Department	Province	Site	Average Radiation (kWh/m <sup>2</sup> day)	Grade
La Paz La Paz	Kapac	S. Taquiri	6.69	1
	Pcajes	Charana	6.54	1
		Calteca	6.19	2
	Aroma	Stgo. De Llagua	5.94	3
	Murillo	La Paz	5.72	3
	Saavedra	General Gonzales	5.36	4
Oruro	Ladislao Cabrera	Salinas de G. Mendosa	6.66	1
	Avaroa	Sevaruyo	6.40	2
	Atahuallapa	C. Coipasa	6.36	2
	Cercado	Paria Pampita	6.29	2
	Sajama	Caripe	6.29	2
		Chachacomani	6.17	2

出典: JICA 調査団

入手したデータは限られた範囲のものであるが、ラパス、オルロ両県の日射は明らかに強い。ラパス県の北東部の 3.5kWh/m<sup>2</sup> に始まり、徐々に強くなってオルロ県の南西部では 7.5kWh/m<sup>2</sup> までに達する。

下の表は、アジアの 2 カ国および南米の 2 カ国の日射データを比較したものだが、ボリビアの日射がいかに強いかが確認できる。

### アジア・南アメリカの日射量

(単位: kWh/m<sup>2</sup>)

	Location	Annual average	Highest	Lowest
Asia	Tokyo / Japan	3.48	4.81 / May	2.22 / December
	Jakarta / Indonesia	4.13	4.50 / September	3.55 / January
South America	B.Aires/Argentin	4.69	7.07 / January	2.15 / June
	Lima / Peru	4.55	6.01 / February	2.97 / July

出典: NEDO, 日本

#### 8.1.2 PV ポテンシャル図

当パイロット試験で回収したデータは必ずしも充分ではなかったため、回収した 12 ヶ所の日射データに併せ、ドイツの GTZ の日射データを補完的に活用して、PV ポテンシャル図を作成した。

このポテンシャル図は、限られたデータから作成したものであるため、暫定的なものであるが、ラパス、オルコ両県における日射の分布を明示し、地方電化計画のプライオリティー付けをする上で参考にした（PVポテンシャル図はFigure8.1 および 8.2 に示したとおり）。

PVポテンシャル図でわかるように、オルコの90%は2nd Bandに分類されるが、ラパスの3分の1を占める北部が4th Bandに属しているため、オルコのPVポテンシャルは、ラパスを凌ぐものである。しかしながら、ラパスの人口分布は主に南に偏っており、この地域の日射は、概ね1st Band～3rd Bandに分布しているため、実質的にはラパスのポテンシャルもPV設置に充分であると見なされる。

ラパス県の21のプロヴィンスは、PVポテンシャル図によると下表のような分類となる。

Province	1st Band	2nd Band	3rd Band	4th Band
Kapac	O			
Ingavi	O	O		
M.Pando	O			
Manco		O		
Los Andes	O	O	O	
Pacajes	O	O		
Aroma		O	O	
G.Villarroel		O		
Saavedra			O	O
Camacho		O		
Munecas			O	O
Larecaja			O	O
Omasuyos		O		
Murrilo			O	O
Loayea			O	
Inquisivi			O	O
Iturrealde				O
Franz Tamayo			O	O
Nor Yungas				O
Sud Yungas			O	O
Caranavi				O

出典: JICA 調査団

オルコ県の16のプロヴィンスは、PVポテンシャル図によれば以下のような分類になる。



Province	1st Band	2nd Band	3rd Band	4th Band
Atahuallapa	O	O		
Mejillones	O	O		
Lad. Cabrera	O	O		
Sajama		O		
Litoral		O		
Sn. De Totora		O		
Carangas		O		
Sud Crangas		O		
Auaroa		O	O	
T.Barron		O		
Cercado		O	O	
Dalenge		O	O	
Poopo		O	O	

出典: JICA 調査団

## 8.2 PVシステムの優先サイト

### 8.2.1 サイト選択の基準

発電コストの比較の結果が示すように、再生可能エネルギーのうちでもPVシステムは最も高いエネルギーコストと見なされている。従って、PVシステムは小水力、風力のポテンシャルが無いところで、アクセスの非常に悪い地域に設置すべきである。地方電化を進める上で、PVシステムのサイトの選択に当たっては、上記のほかに次のような基準を考慮することとした。

- 1) 予測可能な範囲で見て、配電網の延長計画の対象外であること
- 2) 人口密度が低いこと
- 3) ベーシック・ヒューマン・ニーズの達成度が低いこと

### 8.2.2 選択された優先サイトとPV実施計画

前項で述べた選択基準に従ってPVシステムの優先サイトを決めるについては、主に、ラパス、オルコ両県の配電網の延長計画図（Figure 5.9 と 5.10 を参照のこと）上のCおよびDの地域を対象とした。

再生可能エネルギーのための財源の割り当てが、コスト比較の結果を受け小水力と風力に優先された後に、PVシステムの電化計画に振り分けられることになるが、その結果PVシステムによる電化計画は、下表のように、Phase（2002～2006年）では、ラパス、オルコ両

県で 2,895 基、Phase（200 年～2011 年）では両県で 7,998 基の PV ソーラー・ホーム・システムの設置により実施される。

### PV 実施計画

(単位: 世帯数)

Phase Department	Phase 1 (2002-2006)	Phase 2 (2007-2011)	Total
La Paz	660	3,361	4,021
Oruro	2,235	4,637	6,872
Total	2,895	7,998	10,893

出典: JICA 調査団

## 第9章 実施構造とバッテリー処理

### 9.1 太陽光発電システムに関する実施組織

既存の実施組織及び太陽光パイロット事業の維持管理を参考にして、以下の実施組織を太陽光発電による持続可能な地方電化開発のために提案する。

太陽光発電システムは、VMEH のモデル 2 とモデル 3 計画に基づいて農村地域に設置されている。モデル 2 の場合、太陽光発電システム機器設置業者が利用者のために事業実施の総てを担当する。モデル 3 の場合、地方自治体によって委託された NGO が機器設置業者の支援を受けて事業実施を管理する。この経験を踏まえて、以下の 2 つの太陽光発電システムに関する実施組織を提案する。

#### (1) 公的主導型

公的主導型とは、市町村庁が実施主体として主に総括基金の資金源を活用し、地方電化事業を実施する事業形態である。これは、PRONER モデル 3 に該当する。対象地域は、政府財政支援なしには再生可能エネルギーによる地方電化が普及し難い貧困な地域である。貧困削減戦略ペーパーの下、図 5.15 に示す実施体制図が提案される。関係機関の役割を要約すると以下の通り考えられる。

##### 総括基金（資金源）

- エネルギー炭化水素庁と協力して、市町村庁より申請された事業計画を評価、承認し、融資すること。

##### エネルギー炭化水素庁（技術支援）

- 総括基金が市町村庁より申請された事業計画を評価する際、総括基金に対して地方電化事業に関する指導をすること。

##### 市町村庁（実施主体）

- 受益者に対して事業計画や初期投資、月額徴収料金等の受益者にかかる負担の説明をすること。コンサルタント / NGO に業務委託することも可能である。
- 地方電化委員会からの地方電化事業の要請を受けて、地方電化委員会 / 協同組合との間で合意文書を結ぶこと。
- 県庁やコンサルタント / NGO の技術的支援を受けながら事業計画を作成し、総括基金に融資を申請すること。
- 総括基金による事業計画の承認後、実施主体として事業実施全体を運営・管理する民間実施業者を選出すること。但し、事業実施主体と成り得る能力が

十分でない市町村庁は、コンサルタント/NGOを雇い、実施業者選定、調達支援、事業全体監視等のサービスを委託すること。

民間設置業者/オペレーター（設置、維持管理訓練）

- システムを設置し、受益者と地方電化委員会の技術補助員に対して維持管理に関する訓練を実施すること。

地方電化委員会（受益者）

- 市町村庁やコンサルタント/NGOを通じて、事業計画や初期投資、月額徴収料金等の受益者にかかる負担の説明を受けた後、受益者組織としての地方電化委員会を組織すること。
- 市町村庁に地方電化事業を要請し、市町村庁との間で合意文書を結ぶこと。
- 受益者及び地方電化委員会の技術補助員は、設置業者から維持管理に関する訓練を受けること。

県庁（技術支援/実施主体）

- 総括基金に融資を申請するために作成する事業計画の技術的支援を市町村庁に対して行うこと。
- 総括基金の融資を受けない場合には、事業の実施主体として、従来の経験を活かし、エネルギー炭化水素庁と協力して事業全体を監督すること。

## (2) 民間主導型

民間主導型とは基本的に政府の財政支援を受けず、太陽光発電機器設置業者が実施主体となり、民間事業として資機材の調達、設置、利用者に対する維持管理に関する訓練、利用者の要請に基づく技術サービス等の事業を利用者に対して提供することである。従って、本ケースの対象者は、太陽光発電システム機器を購入可能な比較的裕福な人々を対象として適用される PRONER モデル<sup>2</sup> に該当する。貧困削減戦略ペーパー実施後も、太陽光発電機器設置業者等が実施主体となり、民間事業として進められると想定する。

### 9.2 ラパス県とオルコ県における太陽光発電システムに関する維持管理組織案

太陽光発電パイロット事業の経験を踏まえて、利用者と地方電化委員会は、太陽光発電システムの通常の維持管理を実施すべきである。利用者と地方電化委員会の技術補助員に対する初期訓練は、持続可能な維持管理のために重要である。

訓練は、事業実施中に機器設置業者あるいはオペレーターによって行われるべきである。太陽光発電に関わる維持管理システム案の要約は以下に纏めてあり、詳細については太陽光発電パイロット試験を踏まえて付属書 I の 6.1 項に提示してある。

**(1) 利用者**

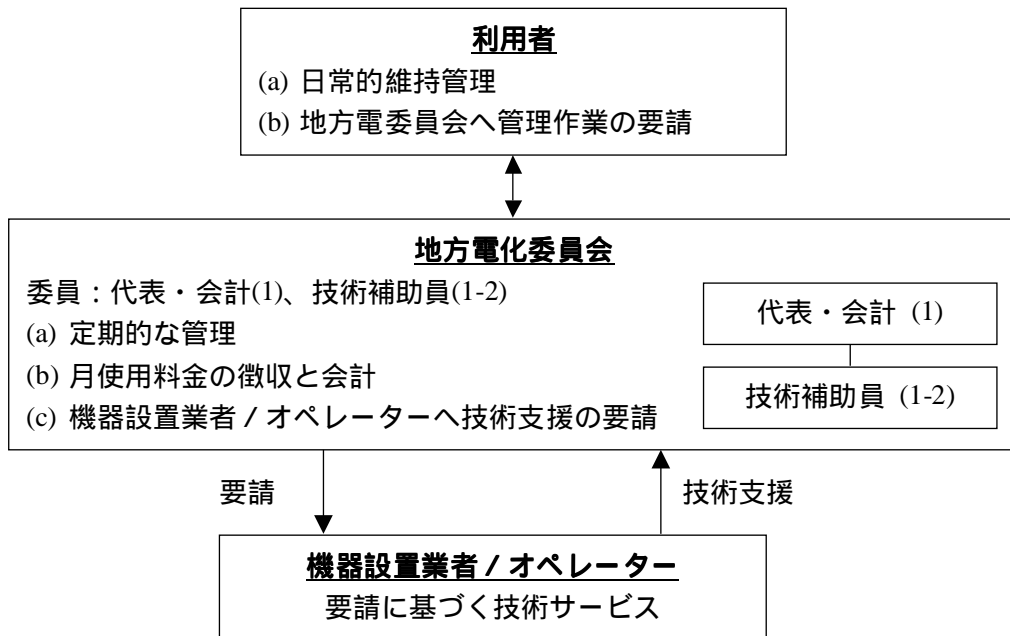
- 日常的な維持管理の遂行
- 地方電化委員会の技術補助員へ管理作業の要請

**(2) 地方電化委員会：技術補助員**

- 定期的な管理の実施
- 月使用料金の徴収と会計
- 機器設置業者 / オペレーターへ重大な技術的問題の解決を要請

**(3) 機器設置業者 / オペレーター**

- 要請があった場合、地方電化委員会へ契約の下での技術的なサービスの提供



**9.3 使用済み蓄電池の回収**

ポリヴィアの蓄電池消費量は、国産品、輸入品、そして使用済み蓄電池の再生品を含めて、年間で 250,000 ~ 300,000 個といわれている。ポリヴィアには BATEBOL という民間企業が

唯一の国産メーカーとして蓄電池の生産を行っている。同社のシェアは国内の 30% を占めるもので、2000 年には 1,700 個の PV 用の蓄電池を生産したが、これは同社の全生産量の 2% 程度である。

使用済みの蓄電池の再生処理は COMMETAL という別の民間企業が請け負っているが、同社は BATEBOL のグループ会社で経営者は同一人物である。COMMETAL はボリヴィアの蓄電池の 40% を回収し、ボリヴィア唯一の使用済み蓄電池のリサイクルセンターとして無くてはならない存在である。同社は、現在年間 400,000 個の使用済み蓄電池を再生処理するだけの設備能力を持っている。

当調査でとりまとめられた PV システムによる地方電化計画が実施された場合、Phase (2002～2006 年)で 2,895 基、Phase (2007～2011 年)で 7,998 基の SHS の設置が行われることになるが、これらに 2001 年現在の既設システムに伴うものを含めても、COMMETAL の設備は、全ボリヴィアの蓄電池の再生処理に必要なだけの能力を十分に保有している。

上記の状況を考慮し、PV システムに伴う蓄電池の再生処理の仕組みについて以下の提案を行うものである。

- 1) REC のテクニカル・アシスタントが使用済みの蓄電池を集める。
- 2) BATEBOL の代理店が集配業者として REC の蓄電池を集め、COMMETAL に運び込む。

集配業者は、以下のように再生処理するものとししないものを選別する。

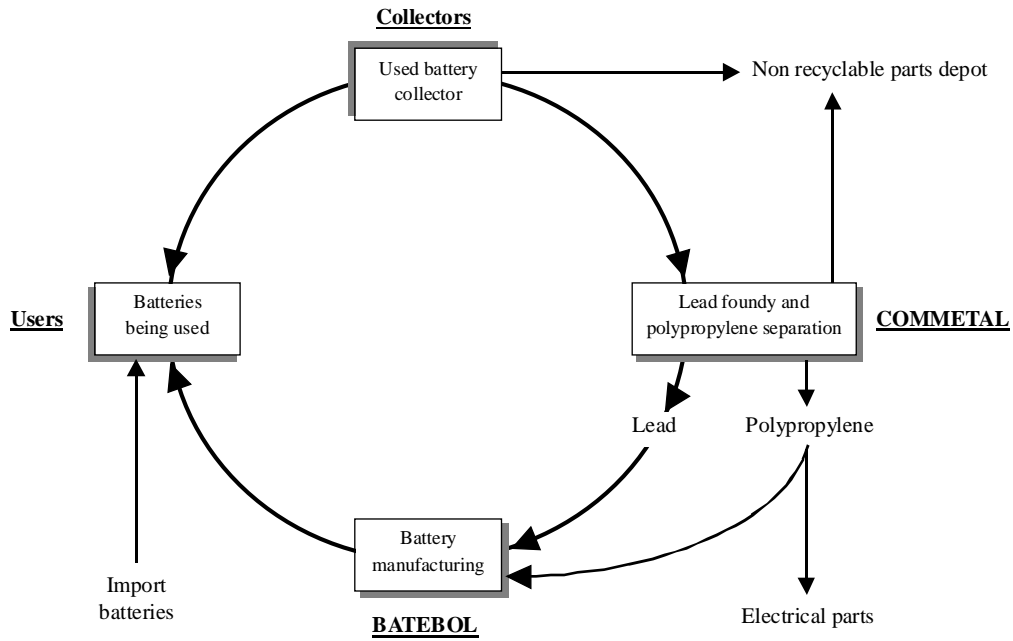
- 非再生処理対象資機材：電解液、電極端子金属類等
- 再生処理対象資機材：電極、セパレーター、プラスチック容器

非再生処理対象資機材は業者を通じ集配業者の手で処理され、再生処理対象資機材は集配業者が COMMETAL に届ける。

- 3) 再生処理システムでは、COMMETAL は鉛とポリプロピレンを回収し、廃棄物を同社で処分する。また白色プロピレンは電気製品の材料として売却する。
- 4) 回収品の再利用
  - 精製された鉛は COMMETAL から BATEBOL に供給され再利用される

- 回収されたプロピレンは COMMETAL から BATEBOL に供給され再利用される。

使用済み蓄電池の再生処理のフローを下の図に示した。



出典: JICA 調査団