

ペルー共和国
再生可能エネルギーによる地方電化マスタープラン
プロジェクト形成調査報告書

平成 18 年 1 月
(2006 年)

JICA LIBRARY



1181962 [0]

独立行政法人 国際協力機構
経済開発部

経 済
JR
06-016

ペルー共和国

再生可能エネルギーによる地方電化マスタープラン
プロジェクト形成調査報告書

平成 18 年 1 月

(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構

経済開発部



1181962 [0]

目 次

第1章 プロジェクト形成調査の概要	1
1-1 要請の背景、経緯	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員構成	1
1-4 調査日程	2
第2章 調査結果概要	3
2-1 団長所感	3
2-2 協議結果	3
2-3 主要面談者	6
2-4 現地踏査結果	8
第3章 ペルーの電力セクターの概要	16
第4章 ペルー地方電化政策と再生可能エネルギーの位置づけ	19
4-1 地方電化関連政策	19
4-1-1 組織・制度・法的枠組み	19
4-1-2 農村電化計画の運用状況と課題	22
4-2 再生可能エネルギー導入状況及びポテンシャルの検討	23
4-2-1 ミニ/マイクロ水力	23
4-2-2 太陽光発電	24
4-2-3 風力発電	24
4-2-4 バイオ発電	24
4-2-5 地熱発電	25
4-3 再生可能エネルギー導入に係る課題	26
4-4 他ドナーの活動状況	28
第5章 環境社会配慮ガイドラインにおける検証	29
5-1 環境影響評価制度及び運用実態	29
5-2 本格調査における留意点	29
第6章 本格調査の課題	30
6-1 本格調査の枠組み	30
6-1-1 基本的枠組み	30
6-1-2 マスタープラン策定の留意点	30
6-1-3 想定される現地再委託	32
6-2 本格調査を通じたキャパシティ・ディベロップメントの方策	33

6-2-1	3つのレベルにわたるキャパシティーの必要性	33
6-2-2	本格調査の調査内容と提言	34
6-2-3	開発調査期間中の能力開発	34
6-2-4	経済財務省の審査能力	35
第7章	再生可能エネルギー分野における今後の協力の方向性	36
7-1	本格調査への提言	36
7-2	他ドナーとの連携のあり方	36
付属資料		
1.	面談記録	41
2.	署名したMinutes of Meeting	57
3.	Pre-Resolution on Remark of Executive Power on General Rural Electrification Law	65
4.	Law of Promotion and Use of Non Conventional Energy Resources in Rural, Isolated and Frontier Zones of the Country (No.28546)	77
5.	DEPに寄せられた小水力発電候補リスト	80
6.	日射量分布	81
7.	風力分布	82
8.	火山帯	83
9.	バイオ資源	84
10.	再委託コスト	85
11.	資料収集リスト	86

第1章 プロジェクト形成調査の概要

1-1 要請の背景、経緯

現在、ペルーの電化率は南米諸国の中でも低く、国民の25%が電気の恩恵を受けていない状況にある。このような状況に対し、国家レベルの電化計画を担っているペルーエネルギー鉱業省（MEM）計画実施局（DEP）は、2002年5月31日に地方電化法（Law of Electrification of Rural, Isolated and Frontier Locations）を制定しており、電化計画を進めることによって同国の経済発展や貧困削減、地方の生活水準の向上を図ることとしており、中期計画として2012年までに90%の電化率の達成を目標としている。

しかし、未電化地域は密林や山岳地域に集中しており、通常の大規模発電による電力供給には莫大な資金と時間を要する。したがって、これら電化の困難な地域の電力供給には、小型水力発電、風力発電、太陽光等の再生可能エネルギーの選択による効果的な小規模発電が必須であり、地勢特性を最大限有効利用し、かつ、周辺環境に配慮したうえでの上記オプションの最適な組み合わせなど、再生可能エネルギー供給計画の策定が必要とされている。

1-2 調査の目的

関係機関との協議、現地踏査を通じ、地方電化政策及び再生可能エネルギー導入に係る現状と問題点を把握し、マスタープラン策定の必要性を確認する。また、本格調査の具体的内容・工程等を検討するにあたって必要となる基礎情報を収集する。

1-3 団員構成

氏名	担当	所属
林 俊行	総括	国際協力機構 国際協力専門員
毛利 智徳	技術協力行政	経済産業省貿易技術協力局技術協力課海外開発1係長
池原 いつか	調査計画	国際協力機構経済開発部第二グループ資源・省エネルギーチーム
大瀧 克彦	地方電化政策 環境社会配慮	プロアクトインターナショナル株式会社 代表取締役
浅井 邦夫	再生可能エネルギー	プロアクトインターナショナル株式会社 取締役

1-4 調査日程

2005年11月7日～27日まで

date		Schedule		
		Consultant (Renewable Energy)	Consultant (Rural Electrification Policy/Environmental Social Consideration)	METI, JICA
1	Nov.7	Mon.	12:00 Departure Narita (NH010)	
2	Nov.8	Tue.	06:25 Arrive at Lima (LA531) 14:00 Meeting with JICA Peru Office, 15:30 Meeting with Ministry of Energy and Mines	
3	Nov.9	Wed.	09:00 Ministry of Energy and Mining/Information collection of maps, local consultant and	
4	Nov.10	Thu.	06:25 Arrive Lima(LA531) 08:30 Move to Marcona, Field Survey	
5	Nov.11	Fri.	09:00 Study Field/10:30 Return to Lima	
6	Nov.12	Sat.	Compiling Documents, Internal Meeting	
7	Nov.13	Sun.	07:00 Move to Churin Field Survey (Geothermal)	11:10 Departure Narita(NH002) Arrive Washington
8	Nov.14	Mon.	8:30 Move to Santa Leonor Field Survey (Mini Hydro)	09:00 Meeting with World Bank (task manager of Cambodia project) 10:00 Meeting with IDB 13:00 Meeting with GEF including task manager of Peru project 15:00 Report to JICA Washington Office 19:20 Departure Washington(AA2255)
9	Nov.15	Tue.	09:00 Return to Lima	06:59 Arrive at Lima 11:00 Meeting with JICA Peru & JBIC 16:20 Meeting with Embassy of Japan
10	Nov.16	Wed.	09:00 Meeting with Ministry of Economy and Finance 10:00 Meeting with Ministry of Energy and Mines 12:00 Meeting with APCI 15:00 Meeting with Distriluz 16:30 Meeting with ADINELSA	
11	Nov.17	Thu.	6:10 Flight to Iquitos (LA374) Field Survey (Padre Cocha Solar System)	
12	Nov.18	Fri.	Field Survey(Indiana) 17:00 Meeting with Electro Oriente	
13	Nov.19	Sat.	09:00 Meeting with AMALUR 16:38 Flight to Lima(LA391)	
14	Nov.20	Sun.	Internal Meeting, compiling documents	
15	Nov.21	Mon.	09:00 Meeting with Ministry of Energy and Mines 15:00 Meeting with ITDG 16:30 Meeting with OSINERG	
16	Nov.22	Tue.	09:00 Meeting with FONCODES 11:00 Meeting with CONAM(Environment National Commission) 11:30 Meeting with Resident Office of IDB 15:00 Meeting with Ministry of Energy and Mines	
17	Nov.23	Wed.	08:30 Courtesy visit to Minister of Ministry of Energy and Mines 15:00 Discussion of Minutes of Meeting	
18	Nov.24	Thu.	09:00 Discussion of Minutes of Meeting 19:00 Signing of Minutes of Meeting	
19	Nov.25	Fri.	14:30 Report to JICA Peru Office 16:00 Report to Embassy of Japan 23:45 Departure Lima(LA530)	
20	Nov.26	Sat.		
21	Nov.27	Sat.	15:20 Arrive at Narita	

第2章 調査結果概要

2-1 団長所感

日本では遠隔地村落の電化を促進するため、昭和28年に農山漁村電化促進法が制定され、地域に存在する小水力が電化のために有効利用された。ペルーでも同じように再生可能エネルギーを使った電化を促進する法律が2005年5月に制定されており、地方電化全体を扱った法律も議会で近日中に審議されることになっている。この法律では地方電化財源の確保を規定しているとともに、地方電化には再生可能エネルギーを優先的に使うことが謳われている。この点で、ペルー政府が再生可能エネルギー利用して地方電化を推進するための法的枠組みは完成しつつあると判断される。

DEPは1993年に創設され、地方電化の計画と実施を担ってきた。この結果、電化率は当時の57%から2005年には77%へと増加した。しかし、DEPがこれまで行ってきた電化手法は、配電線延伸を中心とした在来型の手法で、再生可能エネルギーを使って電化事業を計画実施した経験はほとんどないことが今回の調査で明らかとなった。DEPには、現在56名の職員がおり、10年以上にわたる実務経験を積んだ結果、DEPの技術レベルはかなり高いと思われた。しかし、在来型の電化手法と異なり、再生可能エネルギー地方電化には地域社会レベルでの受入体制整備など今まで彼らが経験したことのない要素が重要となっており、この点で技術協力の必要性を確認した。

DEPは、既に地方電化10年計画を作成しており、この計画では在来型手法による電化と再生可能エネルギーによる電化で10年後91%の電化率を達成する目標となっている。しかし、この電化計画において、再生可能エネルギーについては在来型手法と異なり、単に電化の目標値が記載されているだけで、計画に相当する記述は何もない。したがって、本マスタープラン調査で期待されていることは、DEPが地域社会の受入体制を整備しつつ再生可能エネルギー地方電化を計画する手法を提言し、この10年計画をより包括的なものにするとともに、在来型手法と異なった再生可能エネルギー電化の実施体制をペルー側に整備していくための調査であり提言であると思われる。

協議にあたってはDEPから各部門の責任者が常に参加し、この開発調査に対する期待がうかがわれた。

2-2 協議結果

対処方針に基づき必要な情報収集を行うとともに、DEPと協議を行い、その内容をMinutes of Meeting (M/M) (付属資料2参照)に取りまとめた。主な内容は以下のとおりである。

(1) 背景

ペルーの電化率は77%に達しているが、残された遠隔地の電化を図るには通常のグリッド延伸による電化は難しく、再生可能エネルギーを活用した独立型電源による電化が必要とされている。

1) 組織・制度の状況

①DEP

地方電化事業の計画・実施を所掌しており、1993年のDEPの発足以来、主にグリッド延

伸による全国の電化を進めている。

②国有インフラ管理会社 (ADINELSA)

DEPによって建設された施設・設備のうち、特に地方遠隔地にある採算がとれない事業については、国営のADINELSAに無償譲渡され、運転、維持・管理が行われている。

③OSINERG

電力会社の監督、料金制度を担当。現在までのところ、火力及び水力による発電に対する料金システムのみ有している。再生可能エネルギーによる発電の場合は、その発電容量の規模にかかわらず、電力会社が実施するにあたっては新たな料金システムが構築、適用される必要がある。

2) 関連法制

①Law of Electrification of Rural, Isolated and Frontier Localities (2002)

国家予算の0.85%を地方電化に充てる地方電化基金が規定されていたが、関連規定が整備されないまま、基金の創設は実現していない。

②General Law of Rural Electrification

2002年の法律に代わる新法案が近日中に議会で審議される予定であり、このなかで地方電化の資金確保について規定されることになっている。

③Law of Promotion and Use of Non Conventional Energy Resources in Rural, Isolated and Frontier Zones of the Country (2005)

再生可能エネルギーの地方電化利用促進のために制定され、現在関連細則が作成途中である。

3) 他ドナーの支援状況

①UNDP/Global Environmental Facility (GEF)

7,000基のPVパネルを設置予定であり、コミュニティにおける運営、維持・管理のモデルについても同プロジェクトにおいて検討される。

②世界銀行 (WB) /GEF

民間または国有の配電会社による電化プロジェクトの提案に対して総額5,000万US\$を融資するプロジェクトを2006年から開始予定。

③Intermediate Technology Development Group (ITDG)

地方自治体、地元企業、住民に対して、主にマイクロ水力・ピコ水力発電機の設置、さらに運営、維持・管理のためのトレーニングを行っている。

④このほか、スペイン政府の支援によりアマゾン開発基金 (CAF) を通じてPVパネル2万基の導入のための地点調査、村落社会経済調査が8県にまたがって実施されている。

(2) マスタープラン策定について

DEPでは、これまで中央集権的に配電線の延伸による電化を進めてきた経験しか有しておらず、地方農村部においていかに再生可能エネルギーを活用し、維持・管理していくべきか一連のマネージメントモデルの確立が必要とされている。10ヵ年計画においても、再生可能エネルギーの導入については十分な計画・検討がなされていないのが現状である。したがって、以下の観点を含

むマスタープラン策定が必要と判断される。

- 1) 各地方農村部の社会経済状況、地勢特性等の条件を勘案し、最適な再生可能エネルギー技術を選択するための実用的なガイドラインの策定
- 2) 再生可能エネルギー地方電化の持続性確保のために必要とされる地域社会での受入体制を整備するために、コミュニティー、地方自治体、地域の配電会社の参画と役割を明確にするとともに、この受入体制整備のためにDEPが果たすべき役割も明らかにする。
- 3) 財政措置代替案の検討、料金体系の分析
- 4) 持続的な電化事業実施のための実施計画の策定

(3) その他

本プロジェクト形成調査の結果をもとに、帰国後、本格調査実施の妥当性について関係機関と協議を行い、案件採択された場合に次回予備調査団を派遣し、本格調査の具体的内容につき協議を行い、Draft Scope of Workを策定する旨、先方と確認した。

なお、本格調査終了後、マスタープランで提言された内容が具体的に実行されることを担保するため、DEP側に可能な限り再生可能エネルギーによる地方電化のための予算措置を講じることを要請し、同意を得た。さらに、地方電化のための予算措置を規定した新法（General Law of Rural Electrification）、もしくは、再生可能エネルギー推進のためのLaw of Promotion and Use of Non Conventional Energy Resources in Rural, Isolated and Frontier Zones of the Countryに関連した細則が制定され、再生可能エネルギーによる地方電化事業を促進する資金的な環境が整うことを本格調査開始の前提条件とし、M/Mにその旨を明記した。

2-3 主要面談者

<ペルー側>

(1) エネルギー鉱業省 (MEM)

Glodomiro Sanchez Mejia	Minister
Jose Eslava Arnao	Executive Director, DEP
Jorge Suarez	Director, Office of Asset Transfer, DEP
Fennando Marca	Coordinator of Project, DEP
Jaime Rodriguez	Director of Study, DEP
Ivo Salazar	Specialist of Project of Renewable Energy, DEP
	Director, Office of Planning, DEP

Ruben Aquino

Wilber J. Serrano Valenzuela

Jorge Ishii

Planning Specialist, DEP

Supervisor

(2) 経済財務省

Carlos Giesecke

Fernando Valenzuela S.

Advisor

(3) 国有インフラ管理会社 (ADINELSA)

Miguel Angel Vasquez Nunez

Director

(4) OSINERG

Jaime Mendoza Gacon

Miguel Revolo Acevedo

Advisor

Director, Regulation of Electric Distribution

(5) Global Environmental Facility (GEF)

Richard H. Hosier

Christine Woerlen

西田 力

Team Leader, Climate and Chemicals

Program Manager, Climate Change

Program Officer, Climate Change

(6) 世界銀行 (WB)

Susan Bogach

Demetrios Papathanasiou

Energy Economist, Finance, Private Sector and
Infrastructure, Latin America and the Caribbean

(7) 米州開発銀行 (IDB)

Christof Kuechemann

Alejandro D. Melandri

Resident Representative of Peru

Project Economist, Finance and Basic Infrastructure
Division 3, Regional Operations Department 3

Goro Mitsuura

Coordinator, Financial Support Services Subdepartment,
Regional Operations Department 2

<日本側>

(1) 在ペルー日本国大使館

渡邊 利夫

中村 克彦

公使総領事

二等書記官

(2) 国際協力銀行 (JBIC)

丸岡 秀行

リマ主席駐在員

(3) JICAペルー事務所

表 孝雄

小澤 正司

Rodolfo SOEDA

Ruth Elena FERNANDEZ

所 長

次 長

所 員

所 員

(4) JICAアメリカ事務所

中村 俊行

小森 剛

Debra Jewell SAITO

次 長

所 員

所 員

2-4 現地踏査結果

(1) Marcona風力発電

日時：2005年11月10日

応対者：Fennando Marca, Jorge Ishii (MEM)

Miguel Angel Vasquez Nunez (ADINELSA)

訪問者：大瀧、浅井

内容：

Limaから南東に約200km、海岸近くにあり安定して風力がある。これ以外にLimaの北西約500kmの海岸のTrujillo近くにも風力発電機が設置してあり、いずれもDEPが導入しADINELSAが運営している。容量はそれぞれ450kW、250kW。ペルーの海岸は砂漠地帯が多く、所々にある川の周辺に人が住んでいる。そこを少し離れると住居はなく、この風力発電機も町を少し離れた砂漠に設置されている。ペルーでは全般的に海岸地域は風が安定して吹いているところが多いようだ。

ここの発電機は、1998年に設置、入札で日本のメーカーが落札した。設置後2年間はメーカーが調整を行ってきたが、2000年からは予算の関係もありペルーで保守運転している。2000年からもトラブルが多く、最も大きなトラブルは回転軸のフランジのボルト/ナットが破損したこと。大型のクレーンを使い風車はずして修理したらしい。これ以外にも発電機の焼損やブレーカのトラブルがあり、2002年からはほとんど動いていない。ADINELSAで少しずつ修理し時々動かしているようだ。様々なトラブルを通じて技術力をつけているように見える。現在は発電出力は系統につながれ、地元へ供給しているが、風力発電に対しては制度ができていないため料金設定ができず、発電電力は無料で提供されているという問題がある。見学した時も停止していたが、担当者が始動し7m/sの風で110kWの出力を示した。担当者の話では普段はもっと強い風が吹いているらしい。

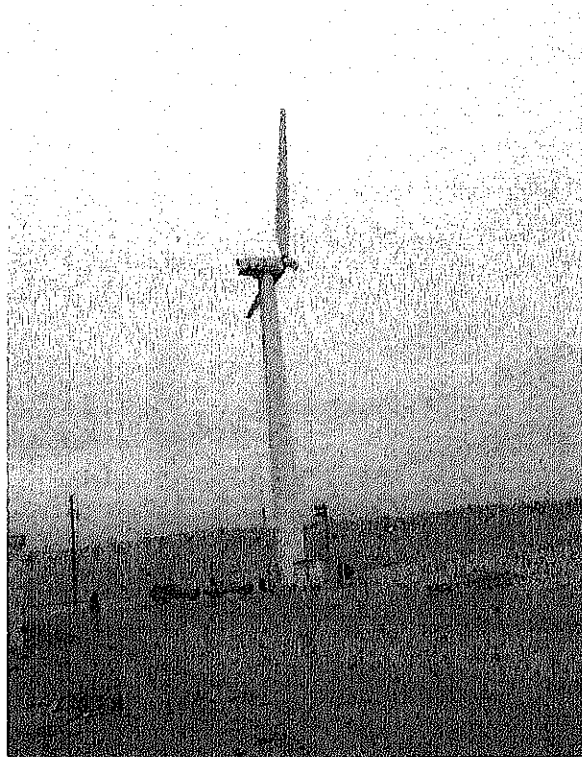


写真2-1 Marcona 風力発電

(2) Santa Leonor水力発電

日時：2005年11月14日（月）

応対者：Fennando Marca, Jorge Ishii (MEM)

訪問者：大瀧、浅井

内容：

山岳地帯の観光地であるChurinから1時間ほどの距離にある独立型小水力発電所である。DEPが建設し、運転開始は1997年である。2台の発電機で合計最大出力は566kW（276kWと290kW）である。水車は我が国から無償供与されたクボタ製で1台の発電機に2台の水車を取り付けている。1台の水車について落差は77.4m、最大使用水量は0.25m³/sである。コントローラにはダミーロード制御方式を採用しており、無人運転が可能である。上流に灌漑用ダムがあり、下流の農業地帯に年間通じて安定した水を供給しているため、この発電所では常時発電可能である。

送電線の延長距離は約150kmであり、41集落、約2,400世帯に供給している。最大需要は約360kWであり、まだ余裕がある。今後、さらに5つの集落に供給する予定である。この発電所は現在、ADINELSAが所有している。発電所職員の身分は地元区役所職員ということになっているが、給与はADINELSAから出ている。

電気料金はFOSE（低消費家庭への補助金）のため、通常の半額程度であり、平均的に毎月の消費量は8kWhで諸費用を含めて支払額は5.2ソーレス（2US\$弱）である。電気メーターの検針、集金は各集落の区役所が行い、発電所に届ける。ADINELSAは運転保守費用だけ回収するようにしている。この発電所は黒字である。

大変よい流況の地点であり、小水力発電には絶好の地点である。水路構造物などもDEPの設計でしっかりしたものであった。運営についてもADINELSAが面倒をみていることで問題はなさそうである。しかし、このような優良地点はそれほど多くはないと考えられる。むしろ、この規模よりもかなり小さい10～100kWクラスの発電所をいかに効率的に建設するか、また持続可能な運転保守はどうするのか（ADINELSAに依存しなくてもできるように）、そのときにペルー国産技術をどこまで使えるかなどの点が持続可能性の点から大きな課題となると考えられる。

(3) イキトス（ロレト県）

日時：2005年11月17～19日

応対者：Fennando Marca (MEM) ほか、2名

訪問者 林、毛利、池原、大瀧、浅井

内容：

1) Padre Cocha PV/ディーゼルハイブリッドシステム

ロレト県はペルーの北部のアマゾン地域でイキトスはその首都にあたる。イキトスは人口数万人の比較的大きな町であるが、ロレト県にはほかに大きな町はなく、小さな集落が川沿いに位置し、道路は少なく、船が唯一の交通手段とあってよい。

Padre Cochaはイキトスから船で1時間ほどのところにあり、2002年からPV/ディーゼルハイブリッドシステムを導入し、2003年から稼働している。現在も運転状況は良い。300戸の村でPVが50kWディーゼルは120kW、バッテリーは240Vで750Ah。民間プロジェクトで様々な団体から計2.7億円の資金を集めているが、なかでもInternational Lead Zinc Research

Organization (ILZRO) が15,000万円を拠出し最大の出資者となっている。技術的な実証が目的で設置されているので、設備は過剰設計となっている。例えば、電力は一旦22kVに昇圧し数百mi送電してから配電されているが、本来なら昇圧する必然性はない。ILZROが多くを出資しているところを見ると、バッテリーの実証が主な目的ではないかと見られる。バッテリーはシール型で1台120US\$のものが480台使われている。設備構成はほぼ標準的で、図2-1のようになっている。

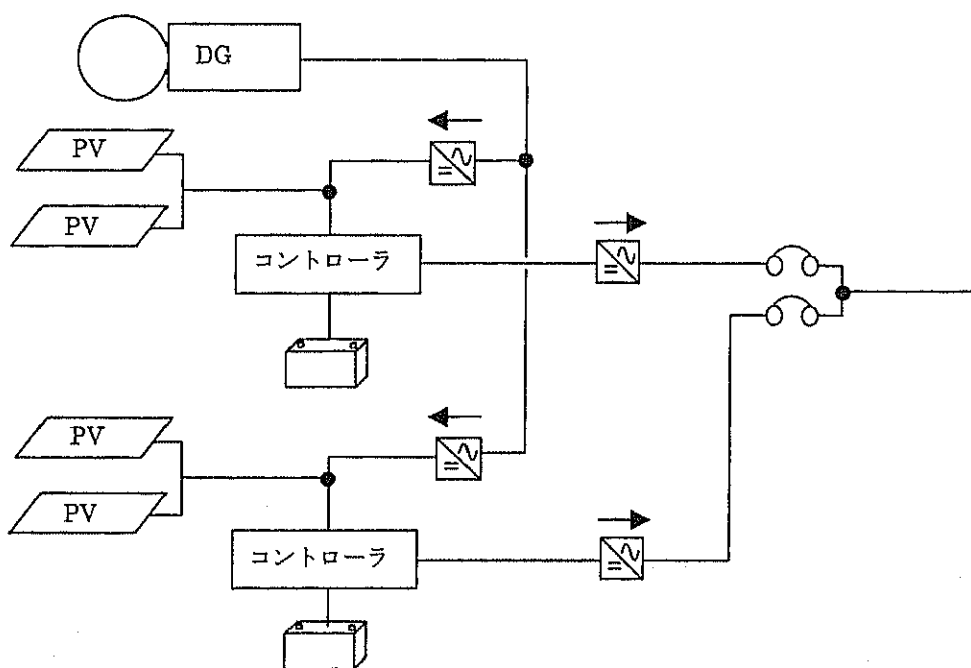


図2-1 PV設備構成

需要家に対して電力は0.6ソル/kWhで売られる。平均的な電力消費量は30kWh/月とやや多いが、この村は学校があり商店も多く開発が進んでいる。1ソル/kWhであればバッテリー交換を含めて持続可能になると運営者は試算しているが、電力料金は他の村などとのバランスを考慮し低く抑えられたらしい。

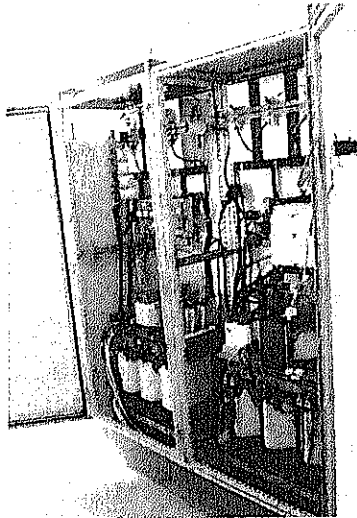


写真 2-2 制御盤

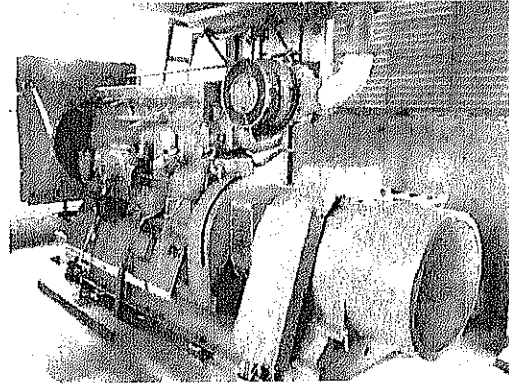


写真 2-3 ディーゼル発電機

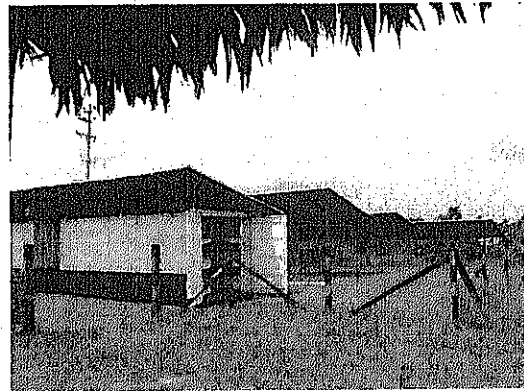


写真 2-4 太陽電池パネル
(コンテナの上にパネル、中にバッテリーがある)

2) マナカミエ ディーゼル発電による電化村

Padre Cochaから直線で2kmほどのところにあるが、移動は船。1997年にフジモリ大統領の主導でディーゼル発電機が導入された。村ではそれまでに電化申請を出していたが、実現まで8年かかった。村には120世帯あり、発電機の容量は122kW (140kVA)、電気料金は均一性で一戸当たり2ソル/週。村で運営しており、電気料金はディーゼルの購入に充てている。消費電力が少なく、従量制料金はあまり意味を持たないため均一性にしたい。潤滑油が必要になる時は別途徴収している。現在の電気料金では毎日運転するのは困難で、週に2~3回、1回に4時間ぐらい(18:00~22:00)運転する。今年になって燃料代が上昇し、予定通りに運転するのは難しく、基本的に料金の許す範囲で運転している。発電機の燃料消費は15ガロン/4時間(43ソル/ガロン)、発電機のインディケータではこれまでの稼働時間は13,595時間となっていた。

村の収入は主に農業で220ソル/月ぐらい。これが料金設定のベースになっている。

発電能力に余裕がないので、設備導入以来、ユーザーは増やしていない。ユーザーの家を一軒見学すると、電球1個とコンセントが設置してあった。電源は入れたままで、発電機が

稼動している間は照明が得られる。村のメインストリートには街路灯が豊富に設置してあり、街路灯の近くの家は受電していなくてもかなり明るくなる（一般的にペルーでは街路灯を豊富に設置する傾向があり、ここ以外でも電化された村にはかなりの街路灯が設置されている）。毎日は電気が得られないので灯油ランプなども併用している。訪問した家でのヒアリングでは、灯油の出費は5ソル/週ぐらい。余裕のある家ではバッテリー充電を行い、テレビを見ている。

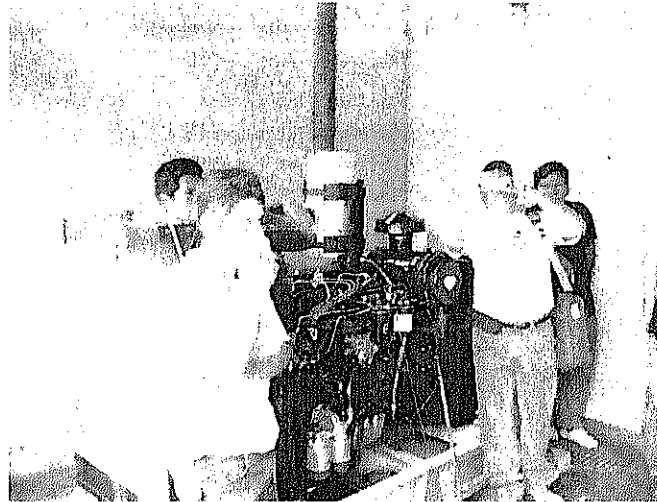


写真2-5 マナカミエ村運営のディーゼル発電機

3) インディアナ ディーゼル発電による電化村

イキトスから船で1時間以上かかるが、インディアナはdistrictの首都。districtは面積約2,000km²、人口18,000人、57村あり、そのうち6村は無電化。平均的な村は40~50世帯で人口は500人ぐらい。district全体で人口が2.7%/年の割合で増加している。ほとんどの村は川沿いに住んでおり、収入は150~200ソル/月ぐらい。

インディアナには小中学校、専門学校があり、人口は約5,000人。18時30分~10時30分まで発電し、そのあいだに燃料を約60ガロン使う。電気料金だけでは燃料代を賄えないので、districtで10ソル/ガロンの補助金を出している（かつては4ソル/ガロンだったが、2005年から増額した）。時間外の電気利用のために個人で発電機を持っている人も多いらしい。

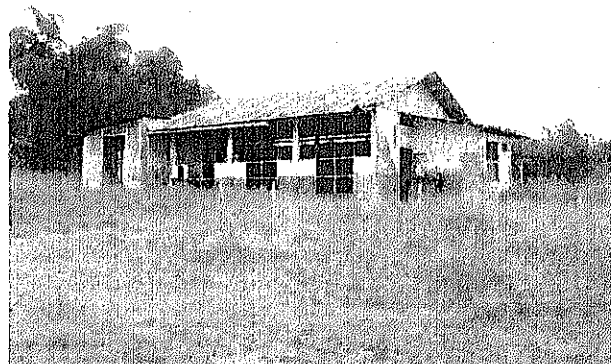


写真2-6 インディアナ村の発電施設

インディアナ村では1984年に村で自発的に電化した。1993年になって政府から新しい発電機が支給された（政府には80年代にチェコから発電機が贈与されていたが、そのまま政府に保管されていた。93年になって発電機が放置されていることをフジモリ大統領が知り、村落に支給された）。発電機の容量は200kWであるが、現在の能力は160kWぐらいに落ちている。発電機の出力は11kVに上げて配電している。設備自体はエレクトロオリエンテ（この地域の電力会社）の所有であるが、エレクトロオリエンテはこのような小さい設備の運営に熱心ではないので、5年前から保守・運転はdistrictで行っている。

電気料金は均一であるが需要家により家庭13ソル/月、商店25～30ソル/月、学校・教会60ソル/月と分けている。出費の30～40%が赤字であり、その分をdistrictが補填している。2005年になって燃料代が値上がりしているので、電気料金を値上げする必要がある、2006年からの電気料金についてエレクトロオリエンテに相談している。

村の中で発電機を持っている家があった。イキトスで700US\$で購入したらしい。12Vのバッテリー用充電機も持っており、テレビはこれで見ている。50Ahのバッテリーはイキトスで120ソルで買える。

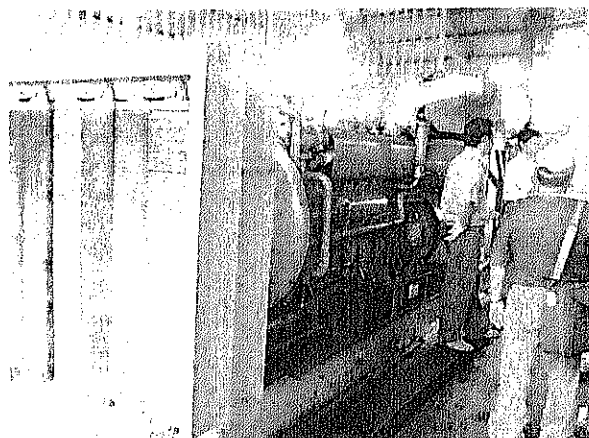


写真 2-7 インディアナ村のディーゼル発電機

4) シンチクイ PV設置村

シンチクイ村は約70世帯。2001～2002年にMEMのプロジェクトでSolar Home System (SHS)を設置した村の一つ。全国で800戸の住居と700の集会所に設置した。この村では集会所に設置してある。当時はMEMも経験がなく、設置したのみで保守教育など行わなかったため、3年程でバッテリーの寿命とともに放置された様子。ただし、現在は村でバッテリーを持っている人の充電機として使われている。1回の充電料金は3ソル。バッテリーは個人で購入したもので、購入した人はバッテリーには補水が必要なことを今では知っているが、当時はわからなかった。バッテリー購入者は月に15ソルぐらいの分割払いが可能であれば、SHSを購入したいといっている。

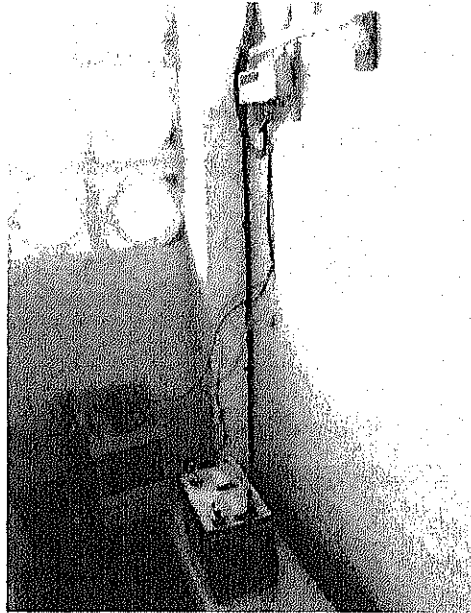


写真2-8 集会所のバッテリーチャージ

この村には幼稚園、小・中学校、クリニックがあり、集会所の周りには20戸ほどの住居が集まっている。遠い家は集会所から1.5kmぐらい離れている。



写真2-9 シンチクイ村

5) AMALUR (イキトスの太陽光発電業者)

13年前からこの地域で太陽光発電の事業を行っている。主なユーザーは通信、国境警備、教会などで、地方の一般の人々が太陽光発電設備を買いにくることはまだない。この地域の発展は非常にゆっくりしていて、太陽光発電の売上もほとんど伸びていない。まだまだ開発には時間がかかると見ている。

標準的な50WのSHSの価格は設置を含めて700US\$。これに50US\$を加えれば、アフターケ

を行う。バッテリーにはシール型、開放型のいずれにも対応する。ここの経験では、一般的に最初のバッテリーはユーザーの使い方が不十分なことが多いが、2台目から慣れてきて保守できるようになるとみている。

この会社ではかつて国家補償社会開発基金（FONCODOS）とともに日本の援助（JBIC）でソーラーポンプやBCSを村落に設置したことがあるが、これらの設備は今ではほとんど動いていない。

第3章 ペルーの電力セクターの概要

ペルー全体の発電出力は約600万kW（2004年）であり、このうち半分が水力発電である。しかし、発電電力量で見た場合には、年によって変動するが約75～80%が水力発電によるものであり、水力発電依存度が高い。降雨量によって大きく左右される水力発電のリスクを避けるため、政府は南東部のカミセアで開発されている天然ガスを利用するための火力発電所建設事業を進めている。図3-1にペルーの主要発電所位置を示す。

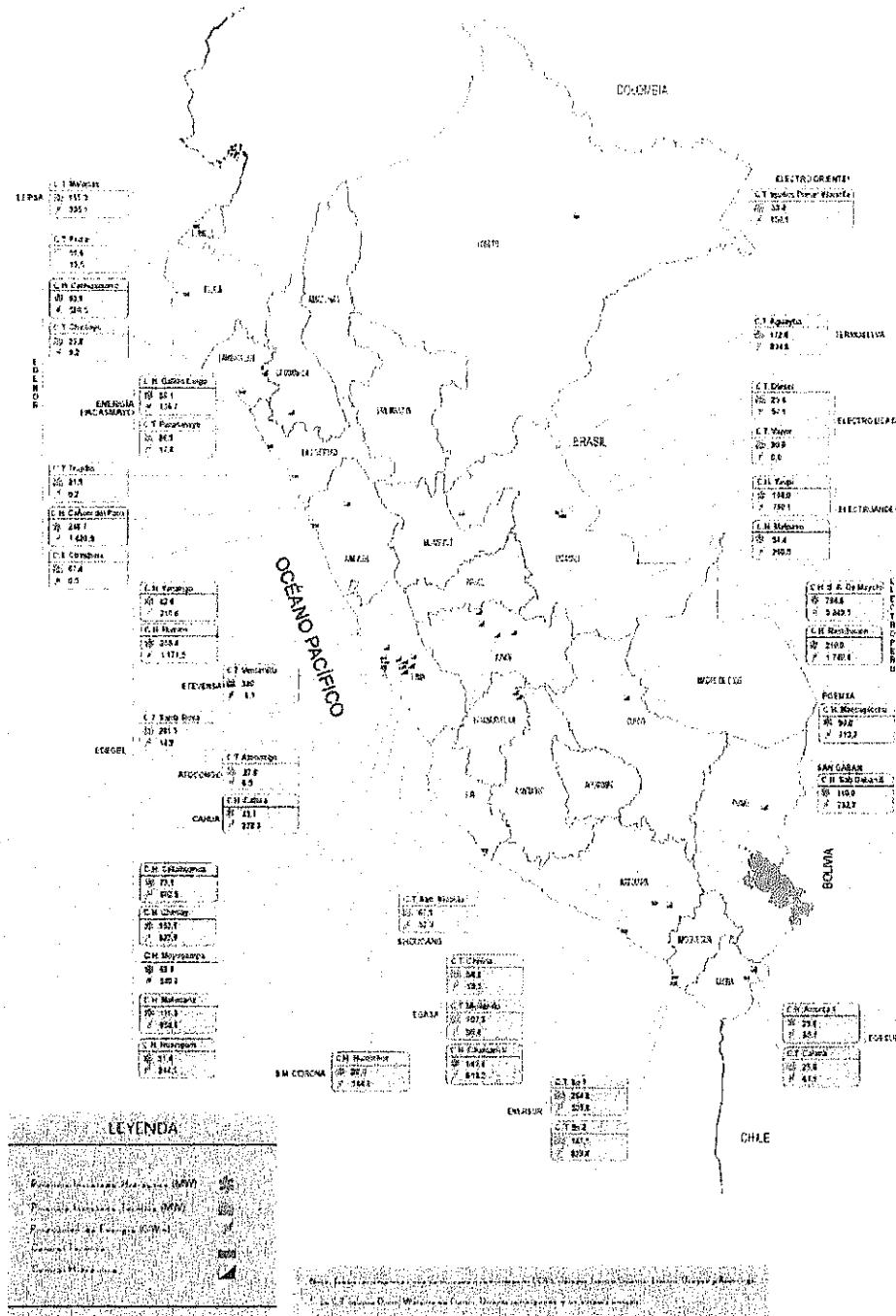


図3-1 主要発電所位置図

ペルーの電力系統は以下に示すように海岸線に平行に走る全国電力系統が2000年末に完成しており、全発電所の84%（出力ベース）がこの系統につながっている。残りの16%は小規模な電力系統で運用されている。

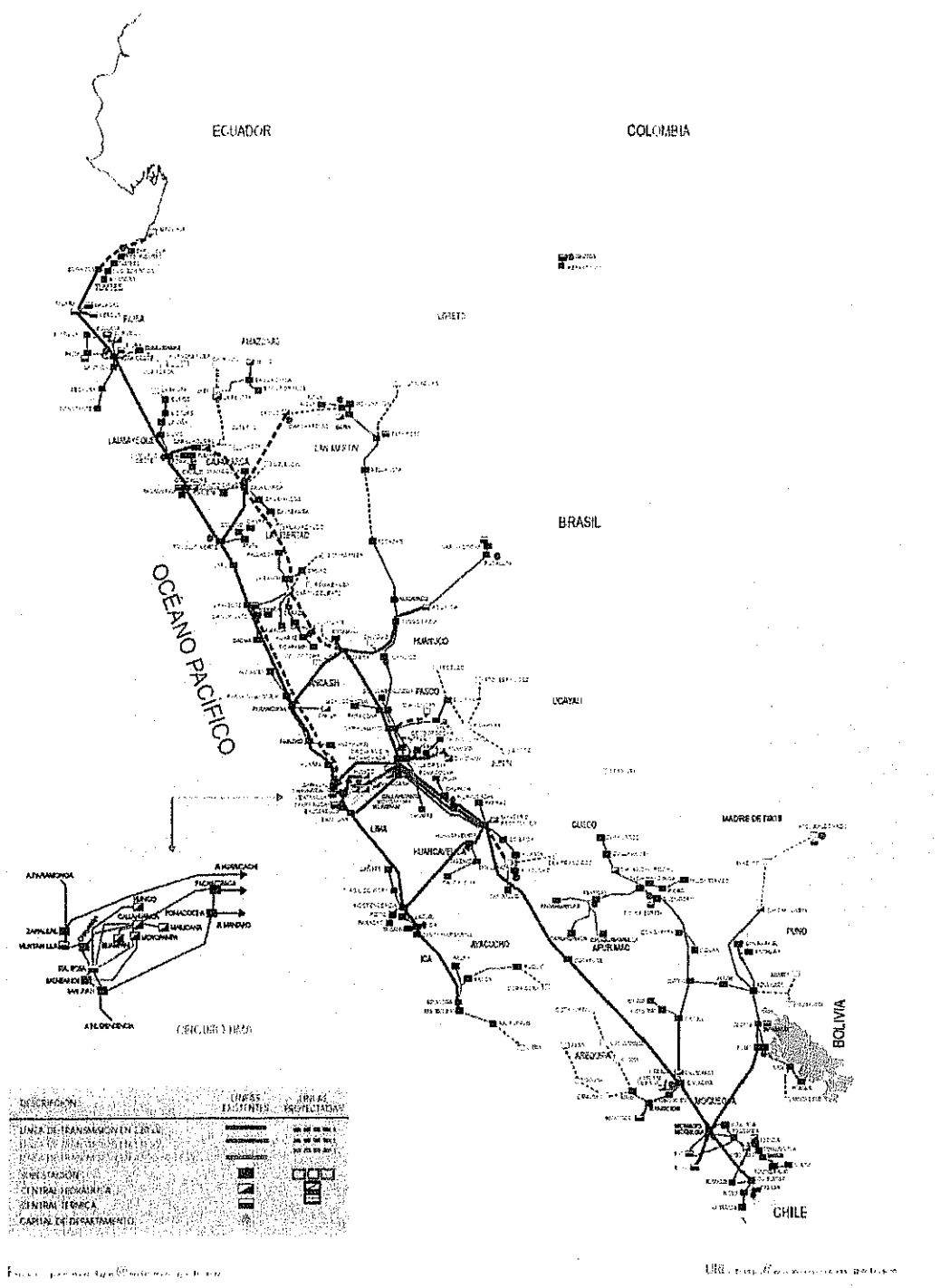


図 3-2 全国電力系統

1992年に電力民営化法（Electricity Concessions Law）が成立し、この法律によって国営電力会社株式の売却、民間企業の新規参入などが可能となり、ペルーの電力セクターは発電、送電、配電の各部門で民営化が開始された。しかし、民営化に対しては労働組合や地方部住民からの反発も大きくなり、最近では民営化の動きは停滞している。

第4章 ペルー地方電化政策と再生可能エネルギーの位置づけ

4-1 地方電化関連政策

4-1-1 組織・制度・法的枠組み

(1) 概観

ペルーでは、2005年末までに全国電化率は77.9%に達する見込みであり、首都リマをはじめとして人口集積地域はほぼ電化されているといえる。未電化で残されているのはほとんどが山岳地帯、アマゾン流域に点在する孤立した貧しい集落である。今後、こういった未電化地域に対して電化を進めていく必要があるが、ペルー政府としては海外の援助資金を活用して、グリッド延長を進めていくことを基本としつつも、どうしてもグリッド延長が困難な村落については分散型電源による電化方式として太陽光発電やマイクロ水力発電などの普及を進めていく方針である。これまでペルー政府では僻地の村落に対してはディーゼル発電機の設置を行ってきた例があったが、燃料費の高騰や設備の老朽化で実際にはあまり使われていない。このようにディーゼル発電による電化は、持続可能性について問題があるため、これまでペルーとしてはあまり経験のない再生可能エネルギー利用の分散型電源が期待されている。

鉱業エネルギーのなかで地方電化を専門に実施しているDEPとしては、これから地方部での電化率を向上させていくためには、これまで主体であったグリッド延長や比較的規模の大きな発電所の建設などの場合とは異なるアプローチ、特に地方分権による地方主体の開発が必要と認識している。このため、法律の制定などは進めているがその肉付けとなる資金的な制度づくりやDEP内部の組織改革などの地道な活動は遅れている。今後、新しいアプローチの具体的推進方策、すなわち、小規模なオフグリッド電化事業に関するモデルプランの確立、多数の事業を実施していくための人材育成や資金的支援措置、地方自治体などの積極的な参画、利用者サイドまで到達する啓発活動などについて早急に計画を作成しなければならない。

(2) 地方電化関連組織

ペルーではグリッド延長による地方電化はこれまでも着実に実施されてきた。本来、地方部でのグリッド延長は採算性が低く、事業者としては実施したがるものではないものだが、ペルー政府は地方から要望の強い場合には政府がグリッド延長工事を行い、事業者へ払い下げる段階では、事業者が受入れ可能な価格で払い下げるという手法を用いている。この結果、建設コストのかなりの部分は政府負担となる。このための財源としては我が国のJBICからの借款など援助資金が主に使われている。今後ともこのスキームによって政府主導のグリッド延長は継続されると考えられる。今後の最大の資金源は現在交渉中である世銀ローンとなると予想される。

1) MEM

ペルー国内の電気事業者が経済的に実施困難としている地方電化プロジェクト（グリッド延長または独立型ミニグリッド建設）を計画し、施設建設までを行うのが1993年に設立されたDEPである。ここでは年間1～1.5億ソーレス（3,000～4,500万US\$）程度の事業費を使って、送電線建設、小規模配電系統、小水力発電所、ディーゼル発電所、その他電源（太陽光、風力）などの設計・建設事業を実施している。以下にDEPの最近の予算執行状況を示す。

表 4 - 1 DEPの予算執行状況

単位：千ソール					
2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
144,369	158,085	46,580	153,395	130,911	171,466

(注) 2005年は推計値

また、DEPの組織は以下のとおりである。これまでDEPの業務は送配電線、ディーゼル、小水力などの本格的な電気設備工事が主体であり、予算も大きく手続きも複雑であったため、これに対応した重層的組織となっており、年齢構成も高い。このため、従来型の電化に関する人材は層が厚いが、マイクロ水力、太陽光発電などの新しい開発モデルを担当できる人材はほとんど育っていない。

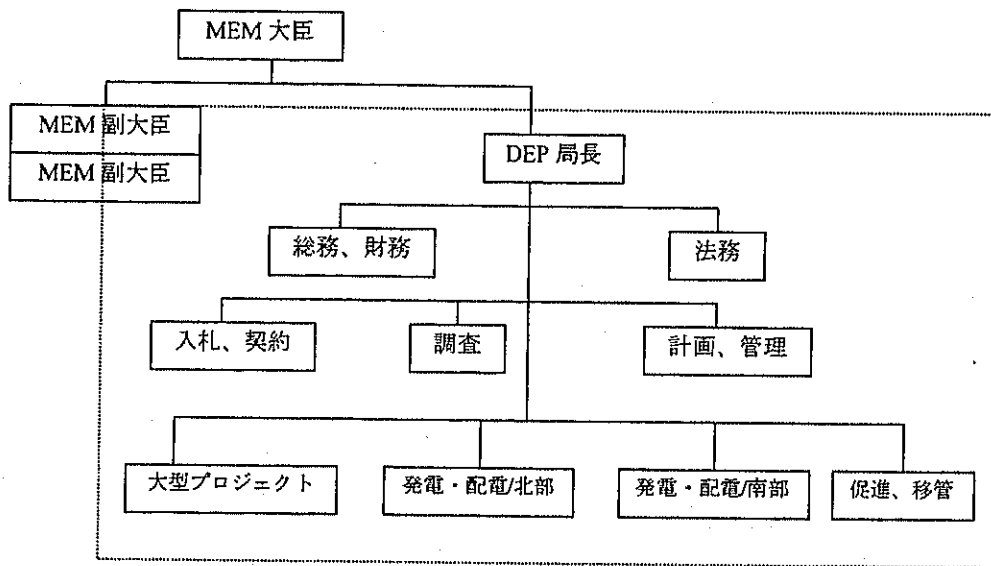


図 4 - 1 DEP 組織図

2) 電気事業者

ペルーでは地域ごとに事業許可を受けた電気事業者が事業を行っている。(Concession方式) 各電気事業者の担当区域は以下のとおりである。各事業者は料金認可を受けて事業を行っており、一部の例外を除いて収支は黒字を維持している。このような状況から、電気事業者としてはこれまで以上に採算が低下する地方電化用の設備投資にはなかなか踏み切れない。このため、DEPがそういった事業を肩代わりし、設備完成後は電気事業者に設備を投資額を下回る引き取り可能な価格で譲渡し、運転管理を担当させるという方式をとっている。電気事業者の中で唯一赤字なのが、地方電化を専門にほぼペルー全土で事業展開しているADINELSAである。

3) ADINELSA

ADINELSAは国営企業であるが、一般の電気事業者が引き受け困難な地方貧困地域での電化事業の運営を専門に行っている。DEPが建設した設備(送配電線、発電設備)のうち、特

に厳しい立地条件にあるものの運転保守や料金徴収を行うことがその任務であり、顧客数は12万戸である。設備は政府から無償で移転されるものの、得られる電気料金収入に比べて人件費などの固定費負担が大きく、年間で約3～500万ドルの赤字を出しており、その赤字は政府が埋めている。地元からの要望が強いが採算のきわめて悪い独立型発電所などを建設する場合の受け皿としてADINELSAが利用されてきたといえる。他の電気事業者の健全性を維持するためにこのADINELSAに維持困難な（政治的？）プロジェクトをまとめて引き受けさせているという構図である。また、ADINELSAは一般の電気事業者が実施したがない実験的な再生可能エネルギー利用の受け皿ともなっている。すなわち、PVのSHSをドナー等のプロジェクトで実施した場合の維持管理を行っており、現在、7県で合計1,300台を維持管理している。また、ペルーの海岸部では砂漠地帯で風が強い場所があり風力発電所が立地可能である。既に、パイロットシステムと2基の風力発電所〔250kW（1996完成）、450kW（1998完成）〕が運転している。その運転管理もADINELSAが行っている。ただし、現在、ADINELSAは全国24県のうち21県しかカバーしていない。したがって、カバーしていない県で政府が採算性の低い地方電化事業を行う場合には、完成後の運転保守を誰が行うかについて特別な考慮が必要となる。

4) 地方自治体による電気事業

ペルーでは500kW以下の発電設備を単独で建設する場合には、料金認可を受ける必要もなく自由に事業を行うことができる。したがって、国が行う地方電化とは別に、こういった小規模な発電所（ディーゼルまたは水力）を自治体の予算で直接発注するという方式で建設し、それを村落や区役所などが自主的に運転管理している例が見られる。こういった事業については建設や電気料金について国の関与はなく、どのような実例があるのかにもついても国はよく把握していない。ただし、地方自治体における計画能力、設計能力は低く、工事内容については業者任せというのが実態といえる。

5) NGOなどによる電気事業

NGOや教会による小規模発電所建設や太陽光発電設備の普及などの事例もある。特に、この分野では世界的に著名なNGOのIntermediate Technology Development Group（ITDG）では、ペルー北部の山岳地域にあるカハマルカ県で40か所以上のマイクロ水力、またマイクロ風力発電による地方電化と村落開発プロジェクトを20年以上にわたって実施してきた。その成果は持続可能な地方電化方式として世界的にも注目されており、高く評価されるべきものである。この活動によって長年蓄積された技術的、社会的な開発成果はプロジェクトに参加したペルー国内の事業者に移転されているが、残念ながらITDGはこれまでDEPとの交流はなく、こういった地方電化手法の全国的な普及活動につながっていない。このようなペルー国内に既に存在する豊富な経験や技術体系の総合的活用は、これからDEPが進めなければならないオフグリッド電化については最優先課題であり、ITDGとDEPあるいは地方自治体との連携は大きなテーマとなるであろう。このほか、他の諸国でも見られるように未電化村落の診療所や学校などに太陽光発電機器を海外援助やNGOの支援などによって設置している例も存在するが、こういった事例の実態は政府レベルではほとんど把握されていない。

(3) 地方電化に関する法制度

地方電化に関する法的な枠組みとしては、2002年に制定されたLaw of Electrification of Rural, Isolated and Frontier Localities（法律第2774号）がある。この法律では、第4条でRural Electrification Fund（REF）の創設を定めている。このREFは電力会社の利益の2%、国営電力会社の民営化による資金の25%（上限）、電気事業の規制を行うOSINERGによる課徴金の全額、その他援助資金などが財源として想定されており、ペルーの一般予算の0.85%（約8,500万ドル）を下回らない額とするという目標が規定されている。しかし、このREFについては関連規定が整備されぬままとなっており、今日まで実現されていない。この背景としては、電力民営化が予定通り進んでいないこと、地方分権化のため地方開発関連予算がFondo de Compensacion Regional（FONCOR）に移管されることになったことなどの状況変化によって、当初のねらいが実現不可能になったことがあげられる。

このため、新たな法律案 General Law of Rural Electrification が作成され、議会に送られ、2006年の制定（この場合、2002年の法律は廃止）を目指している。この新法には、REFの構想が頓挫したことに伴い、地方電化のための新たな資金確保策（ただし、REFというような基金創設構想はない）や技術基準設定、地方電化の電気料金と補助金、この分野に対する民間参入など、高コスト低収入のため簡単には進まない地方電化に内在する問題解決につながる諸規定が盛り込まれている。しかし、ペルーでは法律制定だけでは十分ではなく、その後の関連規定の整備によって初めて制度が完成することに留意する必要がある。

また、2005年には再生可能エネルギーによる地方電化を促進することを宣言するための法律として、Law of Promotion and Use of Non Conventional Energy Resources in Rural, Isolated and Frontier Zones of the Country（法律第28546号）が制定されている。これは全体で9条の基本的な性格の法律であり、具体的な制度の創設などを目的とはしていない。この法律に関する関連規則の整備についてDEPはこれから取り組むとしている。

このように、政府としては地方電化を重要なテーマと位置づけていることを明らかにするためにも、法律の制定についてはこれまで熱心に行ってきたといえるが、肝心の関連規則が整備されていないため、REFをはじめとして地方電化の促進につながる重要な制度はまだ機能していない。

4-1-2 農村電化計画の運用状況と課題

DEPでは10年間の農村電化計画を作成し、毎年更新している。これはDEPの任務である農村電化事業活動の基本的事項を網羅した資料であり、こういった資料を作成し、毎年更新している事実は、農村電化をペルー政府がきわめて重視していることの現れである。1993年の設立以降、DEPでは送電線、配電線の建設や水力、ディーゼル発電所の建設などを着実に実施してきた結果、電化率は57%（1993年）から77.9%（2005年）に上昇した。このために約7億US\$程度の資金が投下された。その財源としては、ペルー政府資金に加えて我が国のJBICローンやノンプロ無償、その他の海外援助などが充てられた。ペルーでは現在、石油・天然ガスの開発や鉱山開発が活況を呈している、政府の経常予算が不足している場合でも、そういった企業から地方振興のための協力資金を得るこ

とが可能になっていると推測される。このように、資金がある程度確保されていた結果、技術者の層が厚い送配電線網の拡張やディーゼル、小水力発電所などの実施を毎年実施することが可能であったといえる。一方、こういった従来型手法とは異なる電化方式（独立型小水力、太陽光発電などのnon-conventional system）については停滞している。その例として、小水力については海外からの援助によって重要な機材である水車は既に調達されているにもかかわらず、実施されていないプロジェクトが20件以上ある。また、太陽光発電については、DEPとしては2006年から実施する予定のGEF資金によるSHSパイロットプロジェクトが最初の事業となるが、このプロジェクトも従来の計画では2003年から開始される予定だったものである。このような遅れは資金的障害ではなく、人材不足、経験不足によるところが大きいと考えられ、この部分の強化は今後最優先で行わなければならない。

4-2 再生可能エネルギー導入状況及びポテンシャルの検討

4-2-1 ミニ/マイクロ水力

ペルーでは数千m級の山脈が国を南北に走り、その東は太平洋に面し、西のアマゾン地帯も標高は100mもない。したがって、山岳地域には流れの急な川が多数存在している。また、上流でラグーンやダムにより流れを安定化している川も多く、山岳部での水力発電のポテンシャルは高い。一方、アマゾン地域や海岸地域は流れが緩く、水力発電の可能性はほとんどない。このためMEMではこれまで山岳地域での水力発電の開発を行い、有望な発電所はひとつおき設置してきたとしている。この結果、ペルーの2003年の総発電能力は5,776MWであるが、そのうち約70%が水力発電である。今後の電源開発は水力から天然ガスなどの火力に移行しつつある。

しかし、ペルーの水力開発は包蔵水力の20%にとどまっているという報告もあり、ミニ/マイクロ水力については今後も開発の余地があると見られるが、開発が進んでいない理由の一つに資源情報の不足があげられる。これまでの小水力の開発においては、その都度DEPが近くの雨量データと流域から推定して設計してきているが、今後のポテンシャルを推定するのはやや困難な状況にある。

ペルーの山岳は険しく、またほとんどが岩石山であるため、多数の小村落が川沿いに離散して存在している。このような村落に対してはミニ/マイクロ水力で電化できる可能性が高く、川は流れが急で流量が制御されていることが多いため、流れ込み発電の導入ポテンシャルは高い。現実に数十から数百kWの流れ込み水力発電が数多く利用されている。このような発電所は主に村民からの電化申請によって設置されているが、現実には知り合いに技術者がいないと申請が行いにくいなど体制的な不備がある。現在でも、DEPには村民からの申請による水力可能性地点が数十件寄せられている（付属資料5）が、それらがどの程度のポテンシャルがあるかについてはDEPは掴んでいない。今後、計画のキャパシティを強化することにより開発を加速できる可能性は高い。

これまで開発されてきたミニ/マイクロ水力発電の運営体制は、ミニ水力（数百kW）は電力会社、マイクロ水力（数十kW）は地方自治体が行うなど、ノウハウが少しずつ整備されつつある。水力発電機の水車を作る会社やミニ/マイクロ水力の設置業者もペルーにいくつか存在しており、技術基盤ができつつある。また、計画・設置・運営指導すべてを行うNGOの活動も確認されている。DEPでは近年になってミニ/マイクロ水力発電を進めていくために、地方自治体に対して技術や手続きの講習・指導を行っている。このように今後のミニ/マイクロ水力発電を進めていく体制は少しずつ

つ整備されているようであるが、まだ全体としての力は弱く情報も十分には蓄積されていないのが現状といえる。このような体制を整備していくことが、ペルーに残されている豊富な水力資源を活用していくうえで最も重要な課題である。

4-2-2 太陽光発電

太陽光の賦存量についてはUNDPの協力で全国の日射量の分布を推定したもの（Sun Atlas：付属資料6）がある。これによると山岳部、海岸部で年間平均5 kWh/m²以上（日本は3.5 kWh/m²）、条件の悪いアマゾン地域でも4 kWh/m²以上のエネルギーに恵まれている。このような好条件にもかかわらず、ペルーでの太陽光の利用はまだ低い。これは、山岳部では太陽光以上に水力の資源が豊富なこと、海岸部では配電網がかなり発達していることが主な理由と考えられる。また、アマゾン地域は電化に限らずすべての社会条件が悪いため、太陽光の普及まで至っていない（アマゾン地域は道路がほとんどなく、川を船で移動するのが一般的交通手段）。

しかし、山岳部でも一部の離れた村家のためにSHSを設置する民間活動が見られ、またDEPでも山岳部やアマゾン地域にSHSのような太陽光発電を導入する計画を持っている。今後、SHSは山岳部や海岸部で水力や配電網の隙間を埋めるような展開をしていくことになると見られるが、現在のDEPはまだSHSの経験が浅く、彼らのノウハウを補強し体制を強化していくことが必要である。

一方開発の遅れているアマゾン地域については、単なる電化としではなく社会・インフラ開発と歩調をそろえながら徐々に展開していくような対応が必要だろう。

4-2-3 風力発電

風力発電については電力会社が全国の風況概要を調べたことがある（付属資料7）。データが不十分なため、より詳しい風況データ作成を検討しているが、これによると海岸地域で5 m/s以上の安定的な風力ポテンシャルがあることが指摘されている。このためペルーではマルコーナに450kW、マラブリコに250kWの風力発電をテスト的に導入している。風力発電は一般的に数百kW規模の発電でないといわれているが、海岸地域は都市が多いため、このクラスの発電で系統連系を行い、既存の発電を補完するような形で利用するのが最も有効な使い方といえる。この使い方は地方電化というより都市部の電力供給強化なので、本案件の地方電化との関連性は少なくなるが、都市と都市の間に離散的に小村落が残っているため、これらの村への電力供給や配電線延長の支援策として利用していく価値はある。離村への独立ミニグリッドとして電力供給する場合はディーゼルとのハイブリッドシステムなどにする必要があるであろう。

山岳地域にも風力の得られるポイントが多く存在すると考えられるが、山間はわずかに場所が異なっても風況が大きく変わることが多く、組織的な導入は困難である。

テスト的に導入された2つの風力発電のうち、マルコーナのシステムは保証期間後も様々なトラブルに見舞われたが、独力で解決するなど技術力をつけつつある。ただし、現在では風力発電の料金体系がないため、発電した電力は無償で近くの会社に供給されるなどの課題が残っている。このような制度整備も地方電化と合わせて実施する必要がある。

4-2-4 バイオ発電

バイオ発電については、アマゾン地域で大きなポテンシャルが指摘されているが、まだ具体的に

調査されたことはない。研究レベルではいくつかの研究所で糞殻発電やメタン醗酵発電などが行われているようであるが、まだ実用レベルに達していない。いずれにせよバイオ発電は世界的にもまだ実用例が少なく、地方電化で導入する必要性は低い。DEPで調べられたバイオ資源量を付属資料9に示すが、バイオ発電に関しては世界の技術開発動向をモニターしながら賦存量データを整備していくのが賢明といえる。

4-2-5 地熱発電

ペルーにはいくつかの火山帯があり（付属資料8）、今後地熱発電に利用できる可能性は否定できない。このためDEPでもかつて南部の火山地帯で可能性調査したことがある。しかし、井戸開発コストだけでも経済性がとれないことがわかり、その後の検討はされていない。地熱発電についても地方電化で取り扱う必要性は低く、当面は世界の技術開発動向をモニターしていくのが妥当と見られる。

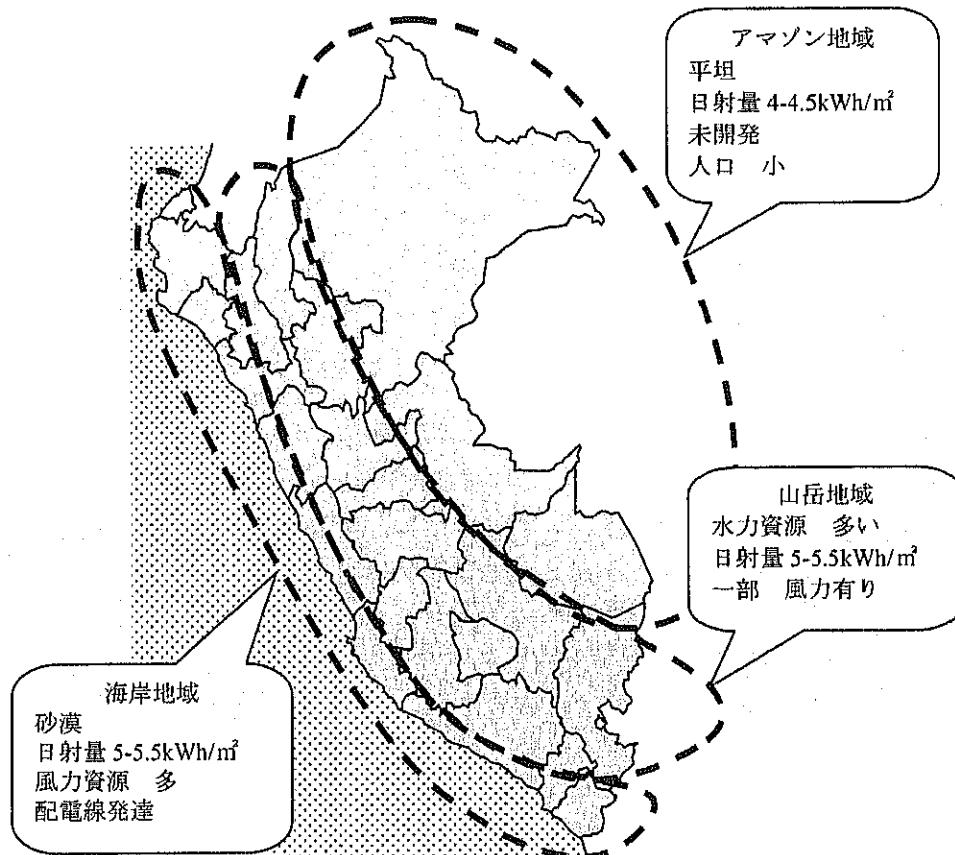


図4-2 ペルー再生可能エネルギーポテンシャルの概要図

4-3 再生可能エネルギー導入に係る課題

(1) 適用技術

地方電化マスタープラン策定に対するペルー側の要望の一つに、地域に適した電化技術を選択することがあげられている。ペルーは様々な再生可能エネルギー資源に恵まれ、各地域で選択できるエネルギー源の幅は広いが、再生可能エネルギーはまだ技術的に不完全なものや利用に制約のあるものが多いため、選択に関してはできるだけ技術が確立しており地方でも運営の容易なものを選んでいくことが望まれる。将来性を考えれば配電線延長による電化が最も望ましいが、有望なものは小水力、太陽光、風力である。水力発電は後の系統への接続が容易なため電化手法としては有望である。太陽光や風力も利用しているが、一つの地域にいくつもの電化手法が混在することは避けるほうがよい。電化対象地域で技術選択時に混乱を起こさないよう明確な基準を示すことが必要である。また、各電化手法に対しては、標準的なシステムを導入しておけば、全国の電化を効率的に進めていくことができるだろう。

(2) 参加型開発

再生可能エネルギーによる電化では、それぞれの地域に小型の発電機を分散設置して行う形をとる。このような発電機の維持運営は地域の人々の手に委ねられることが多く、各地域民の積極的な参加が持続性向上のために重要となる。また、このような小型の発電による電化は様々な運用の制約を伴うこともあり、これに対するユーザーの不满を避けるためには、あらかじめユーザーに対し各電化手法の長所／短所を知らしめたいうえで、ユーザーからの参加を促すほうが効果的である。このような意味から再生可能エネルギーによる分散型の電化に対しては、事前の認知度向上と参加型開発が有効とされている。

参加型開発の手法は様々なものが提案されているが、多くのものは特定の地域を開発するためのものであり、地域に開発者が入り込んで行われる。しかし、地方電化のように全国の多数の村を対象とするものには、このような手法はあまりに労力がかかり現実的でない。地方電化に対しては制度的な面からユーザーの参加を引き起こすような方法が望まれる。

これまでこのような制度として考えられているものにボトムアップ型電化がある。一般的に地方電化は「地方電化庁」が「地方電化基金」を用いて実施することが多く（ペルーではDEPが地方電化庁、その事業予算が地方電化基金と考えられる）、いわゆる配電線の電化が地方電化庁からのトップダウンで実施されるのに対し、オフグリッドの電化はユーザーからの参加により地方電化基金を交付して実施する方法も取り入れられる。この形がボトムアップ型電化で、ユーザーの参加を促すインセンティブとして地方電化基金の交付（補助金）があり、参加意識を確認するために一定の手続きと運営のための組織要件などが義務づけられる。この手法は開発中であり、まだ有効な方法は明確でないが、ペルーにおいては既にユーザーからの申請による電化や補助金システムの基礎があり、これらを再生可能エネルギー電化に向けて再整備していくことで、今後の地方電化を効率的に推進していきける可能性がある。このボトムアップ電化の概念を図式的に表したものが図4-3である。

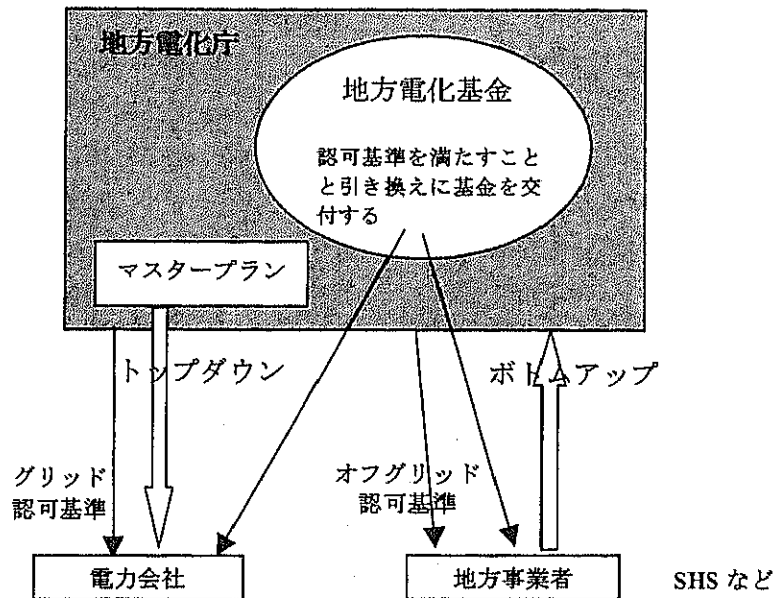


図4-3 ボトムアップ電化の概念図

ボトムアップ型で留意すべき点は、申請手続きが複雑であったり知られていなかったりすると制度が定着しないことである。逆に、手続きがあまりに簡単であると参加意識の確認がとれない恐れもある。このようなことを考慮し、適度な条件を課したうえでユーザー参加を得やすい制度開発をしていくことが望まれている。

(3) 技術基準

地方電化は公共事業として政府の責任のもとに実施され、補助金も交付されることになるので、提供される電力には一定の品質を保証する必要がある。この電力品質を規定するものが技術基準と考えられ、系統電力に対しての技術基準はペルーでも既に一定の経験があるが、再生可能エネルギーに対してはまだ明確でない。地方電化の諸制度整備の中でこの技術基準の整備も行っていかなければならないが、再生可能エネルギーの場合は系統電力と異なり地方での運転管理などの負担が必要になってくるため、系統電力に見られるような高度の要件を期待するのは困難である。たとえば、24時間連続供給を義務づけることなど無理であり、故障や保守に対し柔軟な対処のできるもので対応していく必要がある。また、SHSのような12V機器に対する技術基準は新たに作っていく必要がある。このような技術基準はまだ世界でも十分に検討された例が少ないので、他国の例やペルーの系統技術基準、地方の能力などを考慮して開発していかなければならない。

(4) 事業要件

地方に設置された発電設備を運営する組織には、地方自治体や組合、民間組織などが考えられる。これまでのペルーでのマイクロ水力の開発の例では地方自治体が運営することが多く、制度的にも500kW以下の発電所を地方自治体が運営する場合は料金を独自に設定できるなど、地方自治体を運営組織の有力候補と考えている傾向にある。しかし、今後の地方電化を進めていくためには民間の資本参加や運営も必要になってくると思われることから、民間が参加しやすい環境を整備していく必要がある。このためには民間組織にも補助金を交付し事業を可能にしていく必要

があるが、補助金交付のためには対象の団体に対して一定の要件を備えさせる必要がある。例えば、経理財務報告や業務報告の義務づけなど健全な事業形態を持たせることが望まれる。

一方で、補助金は事業者の経営努力を怠らせる恐れも持っている。かつて援助プロジェクトなどでユーザーに対する無償贈与したものは、逆にユーザーの保守などへの自助努力意識を形成できなかつたのと同様の現象である。これを避けるためには、ユーザーに対して料金徴収システムを導入したのと同様に、事業者自身にもある程度の資金参加を義務づけ、事業に対するオーナーシップを持たせることが必要だろう。

再生可能エネルギーによる電化は小型分散になり、事業形態がまだ明確でない。例えば、SHS普及を電化事業と考える場合、セールス方式を事業と認めるかSHSより一回り小さいソーラーランタンも電化事業と考えるか、同様に個人で使うピコ水力や小型風力なども事業と認めるか、など検討すべき点が多い。地方電化は補助金を交付する公共事業であることを考えると、少なくとも1村全体に対し一定品質の電化サービスを提供することが基本であると考えられるが、詳細についてはまだ不明確な点が多い。コンセッション方式で個別に対応していく方法も考えられるが大規模に地方電化を進めていくためには一定の基準を設けたほうが効率的であり、これを考えていくのは再生可能エネルギー電化における課題の一つである。

*コンセッション方式：一定の地域の電化事業を公開入札により民間に委託して実施する方式で、入札時のTORで電化の要件や事業者の要件を指定できる。委託金は一種の補助金と考えられるが、入札が行われるので最も補助金の少ないところを選んでいける。アルゼンチンや南アフリカがコンセッションによる再生可能エネルギー導入を進めている。

4-4 他ドナーの活動状況

(1) UNDP/GEF

Photovoltaic-based Rural Electrification in Peruというプロジェクトがスタートしており、実質的に2006年から事業が開始される。GEF資金は約400万US\$である。これは、ペルーでこれまであまり実施されていない太陽光発電利用地方電化のパイロット事業によって、PV利用促進の基盤整備を目指すものである。このプロジェクトは5年計画であり、初年度は1,000~2,000基程度であるが、最終年度には年間7,000基程度のPVパネルが設置できるよう組織整備、技術基準整備、資金対策、啓発事業などを行う予定である。コミュニティにおける運営、維持管理のモデルについても同プロジェクトにおいて検討される。

(2) WB/GEF

Rural Electrificationというプロジェクトで世銀が5,000万US\$融資、GEFが1,000万US\$無償資金を提供する計画である。現在、ペルー政府と事業内容の最終調整中である。これは配電会社（国営、民間）による電化プロジェクトの提案に対して総額5,000万US\$を融資する通常の地方電化に加えて、太陽光、風力、バイオマス、マイクロ水力などの再生可能エネルギーによる地方電化を加えたもの（この部分はGEF資金）になる予定である。後者については、前述のUNDP/GEFのプロジェクトとの類似性もあり、内容的には今後変化する可能性が高い。

第5章 環境社会配慮ガイドラインにおける検証

発電設備で環境影響が懸念されるのは、火力発電所の場合には排出ガスによる大気汚染、温暖化ガス排出、温排水影響など、また水力発電所の場合には貯水池の出現による水没、河川の減水区間の出現、下流の濁水問題などがある。さらに、国立公園などの保護地区における開発行為の場合には、その地域の保護目的に照らして開発行為が許容されるか否かが判断される。

5-1 環境影響評価制度及び運用実態

ペルーでは10MW以下の発電所は小規模であり環境影響は少ないとして、環境影響評価手続（EIA）は免除されている。今後審議される予定の地方電化に関する新しい法律案 General Law of Rural Electrificationにおいても地方電化プロジェクトの環境影響についてはMEMに対して環境影響に関する宣誓書の提出で十分であるという規定がある（第15条）。また、ペルーでは0.5MW（500kW）以下の発電所が単独で電力供給を行う場合には、OSINERGによる電気料金の認可対象外となっている。このように小規模な発電設備については手続きが簡素化されており、したがって再生可能エネルギーによる地方電化の場合には、ほとんどの場合規模の面からEIAや料金申請の必要はないといえる。

環境問題を所管している国家環境審議会（CONAM）は大統領直轄の組織であるが、再生可能エネルギー利用による小規模な発電所を建設する場合については、環境への負の影響は基本的に考えられないとの立場であり、むしろ化石燃料消費の削減、地球温暖化への貢献など環境へのプラスの影響を評価している。CONAMはこういった再生可能エネルギー利用を推進するためClean Development Mechanism（CDM）のスキームを活用することにも関心を示している。この場合には、中型規模の水力発電所や風力発電所が対象となる可能性があり、我が国が開発に参加すれば温室効果ガス削減のメリットを得ることができる。ただし、太陽光発電など小規模な事業の場合には手続きに要する時間やコストが相対的に大きく、CDMの実現可能性は低い。

5-2 本格調査における留意点

環境問題の解決については、事業者に対する規制を行うだけではなく、環境教育によって住民の意識と行動を変えていくというアプローチが重要という認識が高まりつつある。太陽光やマイクロ水力による地方電化はまさにこういった環境に関する啓発に格好のテーマである。こういった観点から、地方電化における再生可能エネルギーの利用を進めるためには、環境への悪影響がないという点を確認するだけではなく、電化の機会をもともと情報が少ない地方部の住民に対する環境問題への教育、啓発にも活用するという一石二鳥のアプローチ（例えば、太陽光発電利用地方電化プロジェクトの中にCONAMによる環境教育（パンフレットやビデオCDの作成、住民へのワークショップなど）を取り込むなど）を積極的に追求していくべきであろう。

第6章 本格調査の課題

6-1 本格調査の枠組み

6-1-1 基本的枠組み

前章で触れたとおり、DEPではその設立以来、中央集権的に配電線の延伸による電化を進めてきた経験は有しており、電化率の上昇に見られるように、ある一定程度の成果を出している。一方で、配電線の延伸が困難である遠隔地の電化に際しては、従来とは全く異なるアプローチが必要であり、DEPではいかに再生可能エネルギーを活用した電化を進め、維持・管理していくべきか一連のマネージメントモデルの確立が必要とされているといえる。

本プロジェクト形成調査段階でのマスタープランの基本的なコンセプトは以下のとおりである。

(1) 技術的検証

各地方農村部の社会経済状況、地勢特性等の条件を勘案し、最適な再生可能エネルギー技術を選択するための実用的なガイドラインを策定する。

(2) 組織・制度設計

再生可能エネルギー地方電化の持続性確保のために必要とされる地域社会での受入体制を整備することが重要である。このため、コミュニティ、地方自治体、地域の配電会社の参画と役割を明確にするとともに、この受入体制整備のためにDEPが果たすべき役割も明らかにする。

(3) 財政措置代替案の検討、料金体系の分析

現在のところ、火力及び水力発電の料金体系はOSINERGによって一元的に管理されている。しかし、再生可能エネルギーによる発電にあたっては、上記(1)技術的検証の結果も踏まえたうえで、財政措置代替案及び新たな料金システムの構築・運用に向けた提言を行う。

(4) 持続的な電化事業実施のための実施計画の策定

DEPや地方組織が連携して持続的な電化事業を実施していくための具体的なロードマップとなるものを策定する。

6-1-2 マスタープラン策定の留意点

(1) 地方電化の規模

ペルーの人口は約2,700万人で、現在の電化率が77%であることを考慮すると無電化人口は約600万人となる。1世帯の平均家族数が約6人といわれているので、全世帯数は約450万戸、無電化世帯数は約100万戸となる。一方、都市/地方の人口率は約3分の1、都市電化率、地方電化率がそれぞれ約90%、35%なので、無電化の人口、世帯数は、都市で150万人、25万世帯、地方で450万人、75万世帯となる。

一方、DEPの地方電化計画では10年後の電化率を91%にすることが目標となっている。これは10年後の無電化世帯数が40万戸まで減少することを意味している。この目標の内訳はまだ明確ではないが、10年後には都市部はほとんど電化されると見込まれることから、地方電化で35

万戸電化すれば無電化世帯を40万戸に減らし、電化率91%を達成できる。

今後、地方電化は僻地に拡大していくのでコストも上昇していくと考えられるが、仮に1戸当たり10万円かかると仮定すると、地方電化だけで約350億円、都市部も合わせると600億円の資金が必要になる。新しい地方電化法で年間40～50億円の予算は確保できそうなので、やや不足気味ではあるがかなりの電化は達成できそうである。

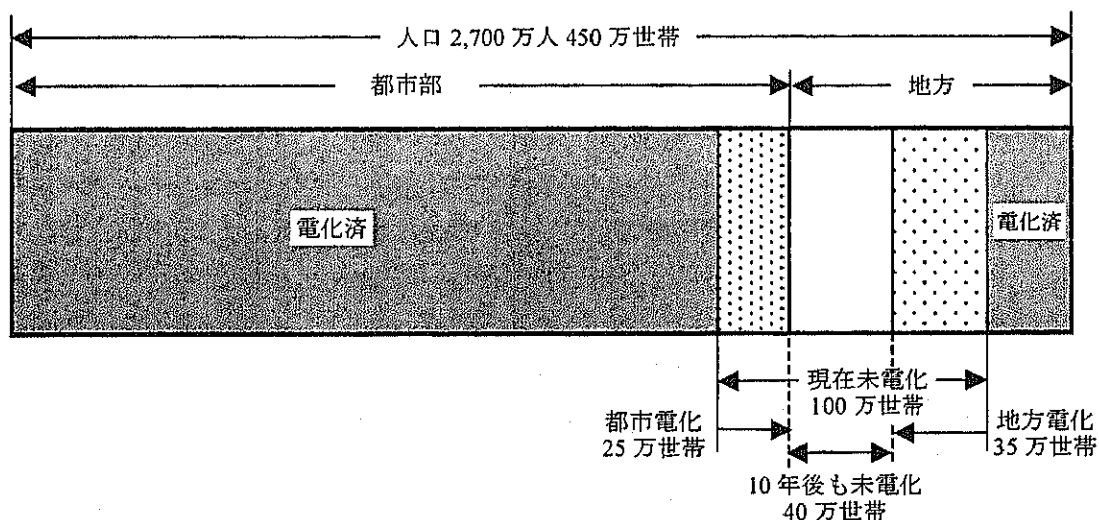


図6-1 電化世帯内訳

地方電化は利益の出にくい事業であり、ほとんどは補助金のもとに運営可能となる。現在でも僻地の電化事業はADINELSAに無償で設備が移転され、FOSEの料金システムの基に運営されている。初期投資に充てられる地方電化の予算は電力事業から生み出されているので、基本的には財源は安定しているが、資金源を増やすためにも、事業の持続性を高めるためにも、できるだけ民間資金も導入できる制度づくりが望まれる。運営に関してはFOSEのシステムが電力事業内での内部補填となり、公平に広く浅く資金を得ることが可能である。これを再生可能エネルギーにうまく適用していくことが課題である。いずれにせよ、補助金は事業体質を弱らせる作用もあるため、慎重な取り扱いが必要である。

(2) 技術ガイドライン

ペルー側はマスタープランの中で各地方に最適な再生可能エネルギー電化技術の選択をすることを要請している。地図上で色分けするように各村落での最適技術を決めればよいが、資源情報が十分には揃っていないなかですべての村落に対して最適技術を決めていくことは困難であり、一つの技術に決定できないような村落も十分にありうる。それよりはむしろ、各再生可能エネルギーが有効に使える条件（ガイドライン）を明確にし、電化計画の際にそのガイドラインに従って電化手法を決めていけるようにするほうが効果的であると考えられる。このガイドラインには流況や日射量、風況などの技術的条件は当然含まれるが、さらに村落での需要予測、支払い可能額や住居分散度による適正、概算コストや経済性を判定方法なども含まれることが望まれる。また、村落での維持管理体制のあり方についても、各技術についてモデル案が出されているべきである。

マスタープランで検討すべき再生可能エネルギーは小水力、太陽光、風力と見られる。地熱やバイオ発電については、現状で地方電化に利用するのは困難と考えられるが、現在の技術動向や経済性を整理し、今後どのような実用化がなされれば電化に利用できるかのガイドラインは示す必要がある。

アマゾン地域は開発が遅れており、単に電化だけでは捉えられない。この地域に対しては、他にどのような社会開発やインフラ整備を考慮していくべきかもマスタープランの中で示していくべきであろう。

(3) 実践的技術移転

総合的にみて山間部の水力、海岸部の風力を効果的に地方電化に取り入れ、これらの手法や配電線電化が困難な地域に太陽光を提供していけば、遠隔地村落電化を大きく改善していける可能性は高い。DEP自身も基本的にはこの方針で90年代からパイロットプロジェクトを行ってきたが、例えば90年代の終わりに設置したSHSが保守できずにほとんど放置されるなど、未解決の課題を残している。これまでのパイロットプロジェクトなどでDEPは基本的な技術は習得したが、地域の事情を考慮した持続可能な電化計画を立てるには至っていない。より実用性の高い電化ノウハウの移転が重要と見られ、マスタープラン作成の中でその技術移転を行っていくことが必要である。

JICAでは90年代の終わりからパイロットプロジェクトを伴った多くの開発調査を行ってきた。そこでは現場に即した様々なノウハウが蓄積されており、これらの経験が本マスタープラン作成での技術移転に貢献できる可能性は高い。望ましくはパイロットプロジェクトを伴った技術移転としたいが、本マスタープラン作成ではパイロットプロジェクトを伴わないため、現在予定されているUNDP/GEFやCAF、WB/GEFのプロジェクトと連係して具体的な技術移転を行っていくことが望まれるだろう。

(4) 人材育成

人材育成は技術移転の重要な要素であり、その一環として開発調査の中で日本国研修が行われることも多い。しかし、再生可能エネルギーによる地方電化やSHS、マイクロ水力などは日本にノウハウのない分野なので、国内研修は技術指導としてあまり意味を持たない。一方で、南米にはペルーと同様に電力自由化のもとで地方電化を進めてきた国が多く、例えばアルゼンチンではコンセッションによる地方電化に実績があり、ボリビアではJICAの開発調査で再生可能エネルギー地方電化計画作成した経験がある。ワークショップなどでこのような例を紹介し、ペルー側の経験不足を補っていくほうが人材育成にはより有効であると考えられる。

6-1-3 想定される現地再委託

(1) 村落社会調査

地方電化を行うにあたっては、地方の社会経済状況をあらかじめ調査しておくことが多い。その調査項目には通常、次のようなものがあげられる。

- ・収入源、収入額
- ・エネルギーへの消費額（蠟燭、灯油、電池など）
- ・電気への支払い意思額、支払い可能額

ペルーでは、既にDEPがUNDPやCAFのプロジェクトで上記のような調査を行っている。ただし、ペルーでは東西（アマゾン地域、山岳地域、海岸地域）、南北（北部、中部、南部）で社会状況、文化が大きく変わっているといわれている。DEPでこれまで調査した結果を有効利用するとともに、まだ調査が行われていない地域については調査を補いデータを完成していく必要があるだろう（村落社会調査の再委託に必要なコストは付属資料10参照）。海岸地域や南部の山岳地域などはデータが不足していると思われる。

（2）GIS

DEPでは地方電化用のGISを現在開発中である。ArcViewを使った10万分の1の地図で、村落の位置、道路、川、等高線などが入力される。90%ほど完成している。村落情報は一点の位置と村落名、人口だけであるが、将来は学校やクリニックデータも入力したいと考えている。地方電化に効果的に利用できると思われるので、開発調査団側でもArcViewを取り扱えるようにしたほうがよい。DEPにはこのようなデータ処理のための専任者が数人おり、GIS処理に対しては再委託の必要性は低い。ただし、学校やクリニックデータ、また小水力ポテンシャル情報などの追加入力については、開発調査を効率的に進めるためにデータ入力作業を再委託してもよいだろう（コストは上記の付属資料10参照）。

6-2 本格調査を通じたキャパシティー・ディベロップメントの方策

6-2-1 3つのレベルにわたるキャパシティーの必要性

DEPは、配電線延伸などによる在来型電化を1993年の設立以来推進してきた結果、電化率を当時の57%から2005年末の77.9%まで増加させた実績を持っている。このようにDEPは在来型電化の計画・実施にかかわる経験を十分持っているが、再生可能エネルギー地方電化の経験はほとんどない。再生可能エネルギー地方電化では、使用する技術が個別設置の太陽光発電や風力発電、または数kWトから数十kWのピコないしマイクロ水力発電であり、なおかつ設置地点が遠隔地の村落で地理的に分散しているため、配電線による電化と同じように既存の電力公社や配電公社がこのような設備を受け入れ、維持管理に責任を持つことは難しく、これに代わる維持管理体制を考えなければならない。したがって、再生可能エネルギーを使って電化を持続的に進めその後の維持管理を担保するためには、DEPのみならず村落地域社会レベルで再生可能エネルギーを受け入れ、適正に維持管理を継続していくための体制を整備する必要がある。第4章「4-3 再生可能エネルギー導入に係る課題」でも述べられているように、参加型開発やボトムアップ型の計画・実施の考え方が必要不可欠であり、これが在来型の電化手法と大きく異なる点である。

また、再生可能エネルギー電化対象の村落・地域は首都リマから離れた遠隔地にあるため、村落地域レベルで対応できない技術的問題については県・郡・地区などの地方自治体レベルで対応できる体制も必要となる。したがって、再生可能エネルギー地方電化に求められるキャパシティーは中央政府・地方自治体・村落地域社会の三段階にわたる階層構造で必要とされることが想定される。

（1）中央政府のレベル

リマにあるDEPが持つべきキャパシティーであり、再生可能エネルギー地方電化の中・長期計画と年間計画策定、予算作成と配分、参加型・ボトムアップ方式による地方の配電公社を含む地方自治体を介した村落地域社会レベルの受入体制の事前整備、参加型・ボトムアップ方式

による再生可能エネルギー地方電化プロジェクトの実施、政府が実施する再生可能エネルギー地方電化事業のための技術基準策定とモニタリングなどが必要とされる。

(2) 地方自治体のレベル

中央政府と村落地域社会をつなぐ県・郡・地区の中間レベルのローカル組織として必要とされるキャパシティーで、DEPとの連携・調整に基づいた参加型・ボトムアップ方式による再生可能エネルギー地方電化のなか・長期計画と年間計画策定、地方自治体に配分された地域開発予算または自己財源による開発予算の再生可能エネルギー地方電化への配分、DEPとの連携・調整に基づいた参加型・ボトムアップ方式による村落地域社会レベルの受入体制の事前整備と再生可能エネルギー地方電化プロジェクトの実施、料金徴収・維持管理など村落地域電化事業組織のサポート体制などが必要とされる。

(3) 村落地域社会レベル

実際に電化の受益者となる末端の村落地域社会レベルで必要とされるキャパシティーで、電化のための長所短所を含めた再生可能エネルギー資源への理解、自分の地域社会にある再生可能エネルギー資源（ピコ／マイクロ水力・風力）の一次的確認作業と地方自治体への情報提供、電化組合組織立ち上げなどの自己組織化、電化事業組織の持続的運営などが必要とされる。

6-2-2 本格調査の調査内容と提言

上記に示したそれぞれのレベルの必要とされるキャパシティーを、現地調査に基づいた「モデルプラン」を検討するなかで具体的に明らかにし、それぞれのレベルでどのようにキャパシティーを開発し再生可能エネルギー地方電化事業を継続的・段階的に全国展開できるか、また電化後どのように持続性を担保できるかを検討し、提言とする。

より具体的には再生可能エネルギー地方電化のためにDEPが必要とされる能力開発・組織開発であり、これにはDEPの役割の明確化とこれに従った人材育成計画とDEP内部組織の改廃を伴った組織開発計画が必要とされる。地方自治体レベルでは、同じように地方配電公社を含んだ地方自治体の役割の明確化とこれに従った人材育成計画が必要とされる。対象は地方自治体の人材とともに、配電公社や民間の工事会社と設置会社の人材も対象とすべきである。村落地域レベルでは、電化のための再生可能エネルギーの情報の普及と、地方自治体との連携などを念頭においた参加型・ボトムアップ方式のメカニズムを喚起するための啓発活動などの提言が必要であろう。

また、開発調査終了後、マスタープランで提言された人材育成や啓発活動などを実施するために必要となるペルー側への技術協力を明らかにし、技術協力プログラムとしてマスタープラン実施計画を検討し提言する。

6-2-3 開発調査期間中の能力開発

開発調査が開始される前後から、UNDP/GEFによる太陽光発電電化事業が始まる予定となっている。このプロジェクトをパイロットとして利用して、開発調査期間中に地方自治体と村落地域社会レベルで維持管理体制などの受入態勢をカウンターパートのDEPとともに事前に準備し、開発調査の中で実際に設備を設置して維持管理を行っていくことで、開発調査の現場でキャパシティー・ディベロップメントを実施し、この経験を基に村落地域社会と地方自治体レベル、そしてDEPそれぞれ

が求められる役割と能力を検証し、それを報告書に反映させる。

しかしこの場合、重要になる課題は開発調査実施のタイミングとUNDP/GEFプロジェクトの開始のタイミングをうまく合わせることである。また、今までもっばら在来型地方電化を計画・実施してきたDEPには、村落調査で必要となる村落社会学・組織制度などの社会科学系の人材がほとんどいないと思われ、DEPにとりこのような人材を本格調査開始前に確保することは調査開始の重要な要件となろう。

6-2-4 経済財務省の審査能力

新地方電化法が近々議会で承認され、実施細則などもDEPにより整備されると思われる。電化法では電化のための財源を定めており、また電化事業を実施するためには経済財務省のプロジェクト審査を通過しなければならない。この審査が適正に行われるためには、DEPが適正に計画を作成できるとともに、経済財務省の再生可能エネルギー地方電化に対する審査能力も求められることになる。特に、再生可能エネルギー地方電化は経済的効率性の観点からはかなり厳しく、社会的効果を適正に把握することが審査を実施するうえで重要な課題となる。また、審査をする経済財務省担当者は再生可能エネルギー地方電化の技術的概要や設置費用・建設費の標準的情報も持っていない可能性がある。このため経済財務省の再生可能エネルギー地方電化の審査能力の開発も本マスタープランの重要な課題として検討すべきである。