



独立行政法人 国際協力機構(JICA)  
フィリピン国 エネルギー省 (DOE)

フィリピン地方電化プロジェクト  
プロジェクト事業完了報告書

2009年7月

東京電力株式会社



## 目 次

1	序 章	1
2	プロジェクト概要	3
	(1) プロジェクト名	3
	(2) プロジェクト期間	3
	(3) カウンターパート機関	3
	(4) プロジェクトの目的	3
	(5) 対象グループ	3
	(6) 対象技術	3
	(7) 専門家派遣	3
2.2	プロジェクトデザインマトリックス(PDM)	4
3	プロジェクト実施の背景	6
3.1	フィリピンの社会情勢など	6
	(1) 政治	6
	(2) 経済	6
	(3) 社会	6
3.2	フィリピン電力セクターの状況	7
3.3	フィリピン政府の戦略	8
	(1) エネルギー政策	8
	(2) 再生可能エネルギー政策	9
	(3) 地方電化製作（拡大地方電化プログラム）	12
3.4	関連分野への支援状況	13
	(1) 日本政府による支援プロジェクト	13
	(2) 他国及び国際援助機関によるプロジェクト	14
4	プロジェクトの実施方法	15
4.1	再生可能エネルギー（RE）による地方電化プロジェクトの主な問題点	15
	(1) 過去の地方電化プロジェクトの状況	15
	(2) REベース地方電化プロジェクト実施上の課題	16
4.2	問題解決のためのアプローチ	21
	(1) プロジェクトの実施対象	21
	(2) 実施フロー	22
	(3) 課題と活動方法の選定	23
	(4) プロジェクト実施に当たっての配慮点	32
4.3	プロジェクトの変遷	34
	(1) プロジェクト実施体制及びその変更	34
	(2) PDM及びその見直し	34

---

5	投入実績	37
5.1	日本側	37
(1)	専門家派遣実績	37
(2)	研修員受入実績	37
(3)	機材供与実績	38
(4)	現地業務費実績	38
5.2	フィリピン側	38
(1)	カウンターパート	38
(2)	プロジェクト活動のための事務所スペース及び設備	39
(3)	経費支出実績	39
6	プロジェクトの活動実績	40
6.1	プロジェクト活動実績総括一覧	40
6.2	マイクロ水力技術に関する活動	41
(1)	マイクロ水力パイロットプロジェクト	41
(2)	マイクロ水カリハビリテーションプロジェクト	48
(3)	マイクロ水力計画トレーニング/ワークショップ	57
(4)	水車製造トレーニング/ワークショップ	61
(5)	負荷制御装置製作トレーニング	63
(6)	マイクロ水力地点モニタリングによるOJT	67
6.3	太陽光発電技術に関する活動	71
(1)	太陽光発電技術者トレーニング	71
(2)	太陽光地点モニタリングによるOJT	75
(3)	太陽光リハビリテーションプロジェクト	78
(4)	認定トレーナーへの追加トレーニング	86
(5)	その他の活動	90
6.4	社会的準備に関する活動	93
(1)	未電化村及び既電化村における社会的準備に関する助言・指導 (OJT)	93
(2)	BAPA形成に関する助言・指導 (OJT)	94
(3)	社会的準備及びBAPA形成ワークショップの開催	101
(4)	社会的準備・村落組織(BAPA)形成・運営ガイドの作成	103
(5)	教育ビデオ (社会的準備・村落組織(BAPA)形成・運営) の作成	104
6.5	地方電化政策に関する活動	105
(1)	再生可能エネルギーによる地方電化プロジェクトの実施体制及び手続きの見直し	105
(2)	DOE資金による再生可能エネルギープロジェクトのための標準協定書とプロジェクト実施ガイドラインの作成	105
(3)	再生可能エネルギーによる電化プロジェクトのモニタリング体制とモニタリ	

---

---

ングデータベース.....	105
6.6 プロジェクト全般及びプロモーション.....	106
(1) 合同調整会議（JCC）.....	106
(2) プロジェクトセミナー.....	106
(3) プロジェクト中間評価.....	107
(4) プロジェクト終了時評価.....	107
(5) 広報活動（プロモーションビデオ製作他）.....	108
7 プロジェクトの成果.....	109
7.1 マイクロ水力技術.....	109
(1) C/Pおよびその他関係者の現状評価.....	109
(2) 達成指標.....	109
7.2 太陽光発電技術.....	111
(1) C/Pおよびその他関係者の現状評価.....	111
(2) 達成指標.....	111
7.3 社会的準備.....	112
(1) C/Pおよびその他関係者の現状評価.....	112
(2) 達成指標.....	113
7.4 地方電化政策.....	113
(1) C/Pおよびその他関係者の現状評価.....	113
(2) 達成指標.....	114
8 結論及び提言.....	115
8.1 成果のまとめ.....	115
8.2 提言.....	115
8.3 プロジェクトからの教訓.....	116
 添付資料（Appendix1～10）.....	 117

略 語

ANEC	Affiliated Non-Conventional Energy Centers
AREC	Affiliated Renewable Energy Centers
AVR	Automatic Voltage Regulator
BAPA	Barangay Power Association
BCS	Battery Charging Station / Battery Charging System
BEP	Barangay Electrification Project
BOT	Build-Operate-Transfer
CBRED	Capacity Buildings to Remove Barriers to Renewable Energy Development
CeMTRE	Center of Micro-hydro Technology for Rural Electrification
C/P(s)	Counterpart(s)
CPU	Central Philippine University
EC	Electric Cooperative
ELC	Electronic Load Controller
EPIMB	Electric Power Industry Management Bureau
EPIRA	Electric Power Industry Restructuring Act
EUMB	Energy Utilization Management Bureau
DOE	Department Of Energy
IBEKA	Institut Bisnis Dan Ekonomi Kerakyatan
IPP	Independent Power Producer
KASC	Kalinga Apayao State College
LGU	Local Government Unit
MEDP	Missionary Electrification Development Plan
MHP	Micro-Hydroelectric Power
MOA	Memorandum of Agreement
MTPDP	The Medium-Term Philippine Development Plan
NEA	National Electrification Administration
NEF	New Energy Foundation
NGO	Non Government Organization
NPC	National Power Corporation
OJT	On-the-Job-Training
PV	Photovoltaic
PCB	Printed Circuit Board

---

PCM	Project Cycle Management
PDM	Project Design Matrix
PEP	Philippine Energy Plan
PIOU	Private Investor Owned Utility
PNOC-EDC	Philippine National Oil Company - Energy Development Corporation
PSALM	Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation
QTP	Qualified Third Party
RE	Renewable Energy
RRA	Rapid Rural Appraisal
SHS	Solar Home System
SPUG	Small Power Utilities Group
TESDA	Technical Education and Skills Development Authority

## 別冊資料

### 【ガイドライン及びマニュアル】

1. Manuals and Guidelines for Micro-hydropower (Volume I)
  - MHP-1 Manual for Design, Implementation and Management for Micro-hydropower
2. Manuals and Guidelines for Micro-hydropower (Volume II)
  - MHP-2 Guideline for Selection of Potential Sites and Rehabilitation Sites of Micro-hydropower
  - MHP-3 Project Evaluation Guideline for Micro-hydropower Development
  - MHP-4 Micro-hydropower Plant Site Completion Test Manual
  - MHP-5 Micro-hydropower Operator Training Manual
  - MHP-6 Training Manual for Micro-hydropower Technology
3. Manuals and Guidelines for Solar Photovoltaic Development
  - PV-1 Guideline for PV Project Evaluation
  - PV-2 Manual for Solar PV Training
  - PV-3 Guideline for Application of Photovoltaic Power generation System
  - PV-4 Manual for User Training of Solar PV System
4. Guide on Social Preparation
  - Guide on Social Preparation (BAPA Formulation, Operation and Management)
5. Manuals and Guidelines for Implementation and Monitoring
  - G-1 Manual for Implementation and Monitoring of Renewable Energy-based Electrification Projects
  - G-2 Guideline for Monitoring and Management of Renewable Energy Projects for Rural Electrification

### 【太陽光設備ユーザーガイド用ポスター】

- User's Guide for Solar Home System
- User's Guide for Battery Charging System

### 【村落組織形成に関わる住民説明用パンフレット】

- A Simple Guide on BAPA Management

### 【プロモーション、教育ビデオ】

- Sustaining Renewable Energy Projects in the Philippines
- Social Preparation for Rural Electrification (English, Tagalog)



---

【マイクロ水力水車設計製作ソフト及びマニュアル】

Cross Flow Design Software

Axial Flow Turbine Design Software

Cross Flow Turbine Manufacturing Manual

## 1 序章

フィリピン政府は、1960年代より電化に取り組んできており、地方電化推進を国家政策の最優先課題の一つに置いている。この地方電化を加速するために、フィリピン政府はABEPやO'ILAWプログラムといった地方電化促進プログラムを立ち上げ行っており、近年では、2008年末までにバランガイ<sup>1</sup>（村落）レベル電化率100%達成を目標とする拡大地方電化プログラム（Expanded Rural Electrification Program; ER-program）を推進している。現時点ではその達成目標が2009年末へと延長されている。このような政府の努力の結果、バランガイレベルの電化率は2005年末で94%に達している。しかしながら、家屋レベルの電化率に目を向けると、約85%と報告されており、市街地を除いた地方の家屋電化率とすれば75%程度と電化率が下がり、約2.5百万戸が未だに電力を利用できないでいる。したがって、フィリピン政府は、2017年までに90%の家屋レベル電化率を達成するというもう一つの目標を設けている。

現時点で未電化のバランガイやシティオ（集落）のほとんどは、遠隔地域に散らばっており、そういった地域では近い将来に配電線が延伸されることを期待できない。そのような地域の人々が電力にアクセスするための唯一の方法が、太陽光（PV）設備やマイクロ水力（MHP）設備などの再生可能エネルギー（Renewable Energy; RE）の独立電源による電化である。しかしながら、フィリピンエネルギー省（Department of Energy; DOE）や関係機関の努力にも関わらず、フィリピンにおける再生可能エネルギーを利用した地方電化プロジェクトの多くが、持続性という観点では失敗に終わっている。

エネルギー省、特にその再生可能エネルギー管理部（Renewable Energy Management Division; REMD）は、REベース地方電化プロジェクトを推進する責任を有しており、そのためにも、REMDは電化プロジェクトを評価し、承認できる十分な能力を有しているべきであり、一方、DOEの出先機関として提携しているANECs（Affiliated Non-conventional Energy Centers）や地方政府（Local Government Units; LGUs）は、プロジェクトのモニタリング及びバランガイを支援する役割を持っているが、それらの組織は、この分野での十分な技術と知識を持ち合わせていない。そのため、多くの不適切なプロジェクトが承認され実施されてきた。また、そのようなプロジェクトは、期待されたように運転・利用ができなかったり、据え付け後間もなく故障したりしている。そのような運転できない設備は、ただ放置されている。これらは、主に技術的な問題、予算の問題また社会的準備（コミュニティがプロジェクトを受け入れ、運転できる準備ができるようにするための活動）の問題によるものである。したがって、再生可能エネルギーによる電化プロジェクトの持続性を向上させるためにこれらの問題を解決する

---

<sup>1</sup> バランガイ: フィリピンにおける最小行政単位。フィリピンの行政単位としては、州（Province）、市（City）、町（Municipality）、そしてバランガイ（Barangay）がある。

ことは、地方電化を推進する上において、フィリピンにとって重要であり、大きな挑戦とも言える。

このような状況において、2003年度、フィリピン政府は日本政府に対して、村落電化における RE 設備の持続性向上のための支援を要請した。これに答え、(独)国際協力機構 (JICA) は、フィリピンにおける地方電化の現状と今後の方向性を把握するために、数回にわたりミッションを派遣し、効果的なプロジェクト計画を策定するための Project Design Matrix (PDM) ワークショップなどを開催した。

そのようなプロジェクト形成及び準備活動の後に、JICA は、DOE の REMD、ANECs、LGUs、NGOs そして CeMTRE (Centre for Micro-hydropower Technology for Rural Electrification) などの、RE ベース電化プロジェクトを推進・管理に当たってキーとなる主要な関係者の能力向上のために、2004年6月に当プロジェクトを開始した。

2004年6月にプロジェクトが開始してから、技術トレーニング、ワークショップ/セミナー、設備のモニタリングやパイロット及びリハビリプロジェクトを通じた実務トレーニング (OJT) など、様々な活動が行われた。また、5年間のプロジェクト期間のうち、プロジェクトの効率的な運営のためにいくつかの変更あるいは調整が行われた。例えば、専門家やその派遣形態の変更、3回のプロジェクト計画表 (PDM) 見直しなどが挙げられる。そして、PDM の見直しに伴い、活動内容や投入内容も変更された。

このプロジェクト事業完了報告書では、まず最初にフィリピンの政治、経済、社会における当プロジェクトの位置づけを明確にするためにプロジェクトの背景を述べ、次にプロジェクトの方法論、取組方針を再確認する。第三にプロジェクトの活動内容及び成果を説明する。最後にプロジェクトの実施中に得られた教訓、そして提言を行う。

## 2 プロジェクト概要

### (1) プロジェクト名

フィリピン国地方電化プロジェクト  
ーフィリピンでの地方電化における再生可能エネルギー開発の持続性の向上ー

### (2) プロジェクト期間

2004年6月～2009年6月

### (3) カウンターパート機関

フィリピン国エネルギー省 エネルギー利用管理局 再生可能エネルギー管理部

### (4) プロジェクトの目的

当プロジェクトの目的は、持続的な再生可能エネルギーによる村落電化プロジェクトを推進及び管理するための、対象グループの能力向上である。

### (5) 対象グループ

- エネルギー省再生可能エネルギー管理部 (REMD) 、
- エネルギー省ビサヤス地方事務所 (VFO) 及びミンダナオ地方事務所 (MFO)
- 附属非従来型エネルギーセンター (ANECs)
- 地方政府 (LGUs)
- 地方電化マイクロ水力技術センター (CeMTRE)

### (6) 対象技術

マイクロ水力技術及び太陽光発電技術

### (7) 専門家派遣

プロジェクトの実施途中で専門家の派遣体制の見直しが行われ、専門家のメンバー構成も毎年変更が行われた。このプロジェクト実施体制の変化については、第4章で議論する。プロジェクト終了時点でのプロジェクトチーム（以降、“チーム”と呼ぶ）は、次のメンバーで構成される。

- |    |                |         |
|----|----------------|---------|
| a) | 総括／地方電化政策      | ： 玉川 純  |
| b) | 社会的準備          | ： 林 のぶき |
| c) | マイクロ水力発電技術     | ： 清水 満  |
| d) | マイクロ水力発電システム技術 | ： 石井 良和 |
| e) | マイクロ水力発電制御技術   | ： 組橋 圭介 |
| f) | 太陽光発電技術        | ： 岩部 功一 |
| g) | 集中型太陽光発電技術     | ： 土居 史和 |

## 2.2 プロジェクトデザインマトリックス(PDM)

プロジェクト計画表（プロジェクトデザインマトリックス：PDM）は、後述するように、プロジェクト実施過程において3度の見直しが行われた。最新のPDMの目的、期待される成果及びそれらに対応した活動項目は以下のとおりである。

### 1) 最終目標

拡大地方電化プログラムに基づき、村落電化が成功裏に実施される。

### 2) プロジェクトの目的

持続可能な再生可能エネルギーによる村落電化プロジェクトが推進・管理されるように、DOE-REMD, ANECs, LGUs, NGOs and CeMTREなどの対象グループの能力が向上する。

### 3) 期待される成果

1. マイクロ水力技術に関わる知識と技能が移転され、向上される。
2. 太陽光発電技術に関わる知識と技能が移転され、向上される。
3. 社会的準備に関わる知識と技能が移転され、向上される。
4. 再生可能エネルギーによる地方電化に関わる政策や手続きが確立される。

### 4) 活動項目

#### 1 マイクロ水力技術

- 1-1 ポテンシャル地点及び既設地点において、地点調査、検査、モニタリング、運転維持管理への助言などに関わるOJTの実施。
- 1-2 モデルプロジェクト及びリハビリプロジェクトの実施。
- 1-3 地点調査、計画及び設計、電気負荷制御装置（ELC）の製作、水車製造などに関する技術トレーニングの実施。
- 1-4 ワークショップ及びセミナーの開催。
- 1-5 DOEにおける小講義の実施。
- 1-6 マニュアル、ガイドラインの作成。
- 1-7 CeMTREの能力向上を通して、水車設計ソフトウェア、及びマニュアルの作成。
- 1-8 選定されたANECあるいは他の機関へのCeMTREの拡大。

#### 2 太陽光発電技術

- 2-1 ポテンシャル地点及び既設地点において、地点調査、検査、モニタリング、運転維持管理への助言などに関わるOJTの実施。
- 2-2 モデルプロジェクト及びリハビリプロジェクトの実施。
- 2-3 太陽光発電技術トレーニングの実施。
- 2-4 DOEにおける小講義の実施。

- 2-5 マニュアル、ガイドラインの作成。
- 2-6 入札のための標準技術仕様書の作成。

### 3 社会的準備

- 3-1 モデルプロジェクトや他の既設地点における社会調査に関する OJT の実施。
- 3-2 モデルプロジェクト地点における BAPA 形成及び既設プロジェクト地点における BAPA 再形成。
- 3-3 社会的準備及び BAPA 形成に関するワークショップ及びセミナーの開催。
- 3-4 DOE における小講義の実施。
- 3-5 マニュアル、ガイドラインの作成。
- 3-6 ビデオなどのプロモーション及び教育用資料の作成。

### 4 地方電化政策及び手続き

- 4-1 予算や関係者の役割の見直しを含む、再生可能エネルギーによる地方電化の実施体制、実施手続きの見直し。
- 4-2 標準のプロジェクト実施協定(MOA)及び DOE 予算による再生可能エネルギープロジェクトの実施ガイドラインの作成。
- 4-3 モニタリング実施体制の見直し、及び再生可能エネルギーによる地方電化プロジェクトのモニタリングデータベースの開発。
- 4-4 DOE 予算による再生可能エネルギープロジェクトにおける、資機材調達・設置業者の事前資格審査／資格認定のための基準の準備。

指標及び目標、検証方法、重要な前提条件などを含む PDM の最終版は、Appendix 1 に示すとおりである。

## 3 プロジェクト実施の背景

### 3.1 フィリピンの社会情勢など

#### (1) 政治

フィリピンは、1986年の“ピープルズパワー”によるマルコス政権崩壊後、1990年代前半まで、政治的及び経済的混乱を経験した。その後、比較的安定的になり、アジア諸国の中で民主政治が確実に確立された国々のうちの一つとなった。1990年代から、フィリピン政府は非常に民営化と分権化を推進してきた。2001年の“ピープルズパワー2”によるエストラダ政権から現アロヨ政権への移行後であっても、民営化と分権化に関する政府の政策は引き継がれている。

#### (2) 経済

1997年7月にアジア経済危機が起こりフィリピンにも影響し、またエルニド現象により起こった旱魃は農業生産での大きな経済的な損失をもたらしたので、GDP成長率はマイナスとなり、貿易収支及び国家財政もマイナスを記録した。しかし、その後は安定している。

規制緩和、民営化、自由化などラモス政権により導入された経済政策は、エストラダそして現アロヨ政権によって継承されている。

#### (3) 社会

フィリピンにおける開発に対して制約となっている主な要因は、以下のとおりである。

##### 1) 反政府勢力の存在

1996年9月、イスラム反政府勢力の一つであるモロイスラム共同戦線(MHLF)との和解が成立し、日本や他の支援機関がミンダナオ南西地域の開発を支援してきた。しかし、いくつかの元MNLF戦士や他のイスラム反政府組織の振る舞いは、今も潜在的な不安定化要因の一つと言える。さらに、イスラム原理主義グループの一つであるアブサヤフは、ミンダナオ西部地域を中心にテロ活動を続けており、一方、共産主義勢力は、弱体化の傾向があるものの、今も国家的和解と平和の障害となっている。

##### 2) 地勢的条件と頻発する自然災害

フィリピンは主要な11の島を含む、約7,100の島々から成る島嶼国家である。また、世界クラスの火山国であり、地震も頻繁に発生する。また、ビサヤスとルソンは、毎年、豪雨、暴風、洪水及び地すべりなどをもたらす台風の通り道に位置する。

電力の観点から見ると、多くの孤立した島々や山岳地域といった地勢的条件は、国家電力網の建設を難しくしていると言える。

### 3.2 フィリピン電力セクターの状況

1986年のピープルズパワーによるマルコス政権の崩壊の後、アキノ政権が成立し、組織制度改革及び経済再構築に取り組みは始めた。その結果、フィリピンは安定的な経済成長を果たすことになった。しかしながら、1980年代後半から慢性的な電力不足に見舞われ、また、悲劇的な旱魃、バギオ地震などの自然災害が度々発生し、1990年代前半は未曾有の電力危機を迎えた。その電力不足に対応するために、政府は1987年に発電事業へのIPPの参入を認め、1990年にはBOT法を施行した。そのBOT法の下、電力セクターでの規制自由化を促進するため、IPPには野心的なプロジェクトの開発が許され、高い売電単価が設定され、また燃料の使用制限が行われなかった。その結果、電力不足は1994年には解消することができた。しかし、電力不足を解消することに重点を置いたIPPの導入は、電力料金の高騰を招き、国家電力公社(NPC)の負債が増加し、為替市場におけるペソの下落と共に政府負担の増大をもたらした。

電力セクターへの競争原理の導入とNPCの民営化は、電力危機の次の課題として、電力料金の低減及び政府負担の軽減のために、多年に亘って検討されてきた。2001年6月、フィリピン政府は電力産業改革法(RA9136 or EPIRA)を成立させ、開発途上国の中では初めての事例となる電力産業の完全自由化に向け大きな一歩を踏み出した。

しかしながら、電力産業改革の主な柱であるNPCの民営化、卸売りスポット市場の設立は大きく遅れた。そのような状況において、パナイ島における電力危機が発生し、緊急対策が採られる事態となった。このように、電力資源の継続的開発が求められると共に、主要島間の連系線の拡大が求められる。さらに、過去に何度か発生したような長時間大停電の原因となる送電容量や供給システム上の脆弱さは、未だに解決されていない。送電線設備の管理体制の民営化に伴い、それら送電システムの強化の遅れが懸念される。

一方、地方電化は、貧困削減に貢献できる重要な政策として推進されてきた。フィリピン政府は、地方電化推進を国家政策の最優先課題の一つに置いている。この地方電化を加速するために、フィリピン政府はABEPやO'ILAWプログラムといった地方電化促進プログラムを立ち上げ行ってきており、近年では、2008年末までにバランガイ(村落)レベル電化率を2008年末までに100%達成を目標とする拡大地方電化プログラム(Expanded Rural Electrification Program; ER-program)を推進している。現時点ではその達成目標が2009年末へと延長されている。このような政府の努力の結果、バランガイレベルの電化率は2002年末に87.1%であったものが、2005年末では94%に達している。しかしながら、家屋レベルの電化率に目を向けると、約85%と報告されており、市街地を除いた地方の家屋電化率とすれば75%程度と電化率が下がり、約2.5百万戸が電力を利用できないでいる。したがって、フィリピン政府は、2017年までに90%の家屋レベル電化率を達成するというもう一つの目標を設けている。

現時点で未電化のバランガイやシティオ(集落)のほとんどは、遠隔地域に散らばっており、そういった地域は近い将来にも配電線の延伸されることが期待できない。その

ような地域の人々が電力にアクセスするための唯一の方法が、太陽光（PV）設備やマイクロ水力（MHP）設備などの再生可能エネルギー（Renewable Energy; RE）の独立電源による電化である。しかしながら、フィリピンエネルギー省（Department of Energy; DOE）や関係機関の努力にも関わらず、フィリピンにおける再生可能エネルギーを利用した地方電化プロジェクトの多くが、持続性という観点では失敗に終わっている。

### 3.3 フィリピン政府の戦略

#### (1) エネルギー政策

電力産業改革法(EPIRA)に規定されているように、DOE は毎年フィリピンエネルギー計画(PEP)を作成しなければならない。エネルギー政策及びその戦略を公表しなければならない。当プロジェクト開始前の 2003-2012 PEP でのエネルギー政策及びその戦略は次のとおりである。

- エネルギー供給の確保
- エネルギーサービスの拡大
- 公正でリーズナブルなエネルギー価格の確保
- クリーンで効率的なエネルギー及びそのインフラの開発
- 消費者保護の推進
- 技術移転及び人材育成
- エネルギー関連事業における雇用機会の創出

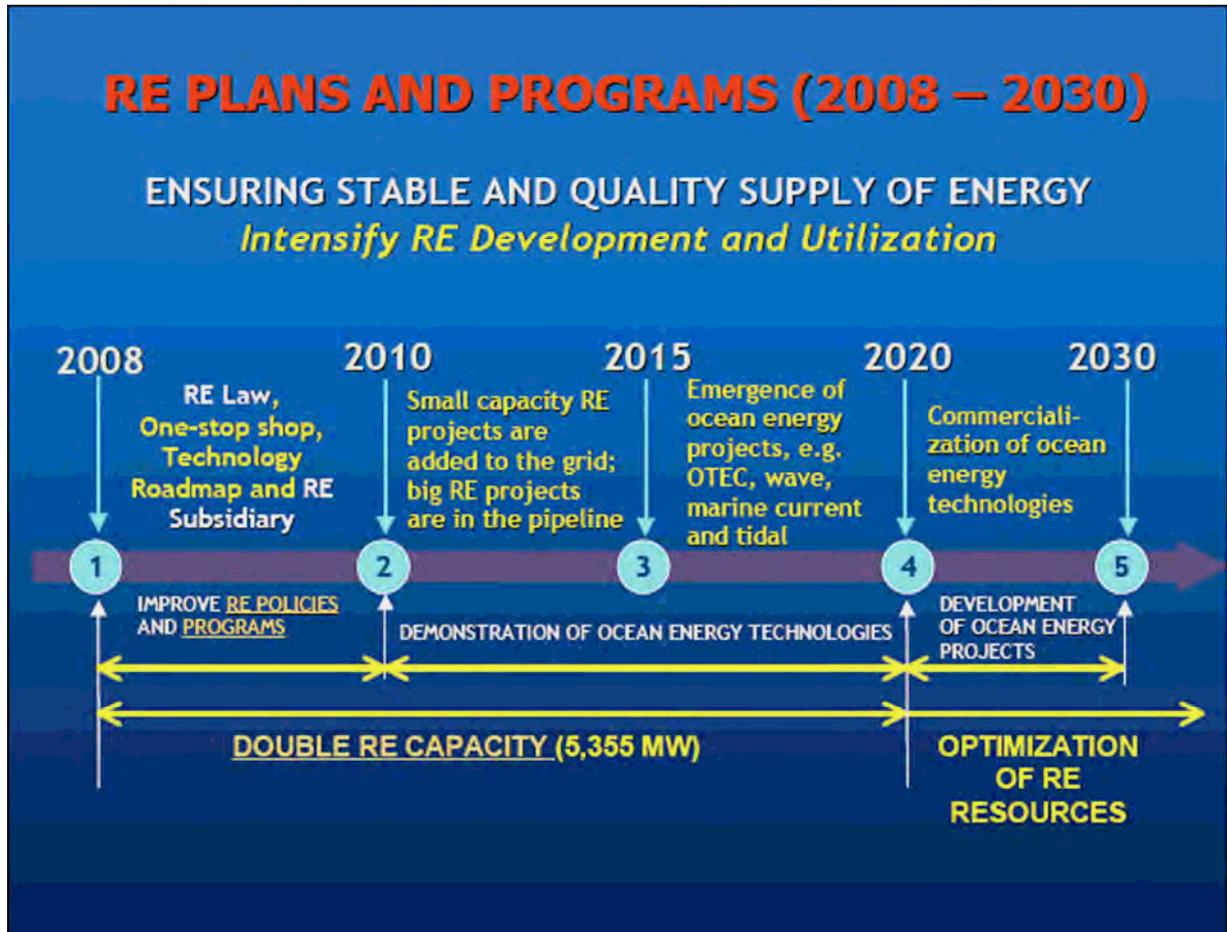
その後 5 年が経過し見直された 2007 年 PEP（2008-2017）は、政府の 5 ポイントパッケージに示されているエネルギーの他国依存からの独立を推進するという国の宣言をサポートするものである。エネルギーセクターの政策は、2010 年を越えて持続的に 60%のエネルギー自給率を達成すること及び地球規模での競争力のあるエネルギーセクターを推進することに注視している。第一の目的は、次の目標を効率的に実施することに根ざしている。

- エネルギーの自給
  - ◇ 自国産化石燃料資源の増加
  - ◇ バイオマス、太陽光、風力及び海洋資源など、再生可能エネルギーの精力的な開発
  - ◇ 代替燃料の使用量の拡大
  - ◇ エネルギー効率化及び省エネの強化
- 地球規模で競争力のあるエネルギーセクター
  - ◇ 透明性のある民営化プロセスの確立
  - ◇ 投資家にとって魅力のある投資環境の創造

## (2) 再生可能エネルギー政策

### 1) 再生可能エネルギーに関わる計画及びプログラム(2008-2030)

再生可能エネルギー開発に関わる計画やプログラムのロードマップは下図のとおりである。



### 2) 再生可能エネルギー法 (2008)

地熱、水力、風力、太陽光及び海洋などの再生可能エネルギーの開発利用を推進するための法律、“AN ACT PROMOTING THE DEVELOPMENT, UTILIZATION AND COMMERCIALIZATION OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES AND FOR OTHER PURPOSES” が2008年12月16日にアロヨ大統領により承認され、翌2009年1月30日に施行された。この法律は、再生可能エネルギー法(2008) “Renewable Energy Act of 2008” として呼ばれる。

この法律の概要は以下のとおりである。

#### a) 適用範囲

- 再生可能エネルギーに関する資源調査、開発、利用、また発電、送電、配電、使用及び売電などの再生可能エネルギー資源の商業化、さらに再生可能エネルギー資源からの燃料までを、適用範囲とする。
- 再生可能エネルギー資源の持続的開発及び開発促進のための枠組みを策

定し、また、利用促進のために戦略的プログラムを開発する。

- ▶ 政府機関の責任と機能や、国家再生可能エネルギー委員会との関係を明確にする。
- ▶ フィリピン国内での経営を認められている再生可能エネルギー開発者や機器納入者、製作／製造者に対して、指導や支援を与える。

b) 政策

- ▶ 次の目的のために、再生可能エネルギー資源の探査と開発を加速させる。
  - ◇ エネルギー自己依存の達成。
  - ◇ 国家の化石燃料への依存度を削減する。
  - ◇ 価格変動による影響を最小化する。
- ▶ 財政面及び非財政面の両面からのインセンティブを与えることによって、再生可能エネルギーの利用を増大させる。
- ▶ 有害な排出を効果的に抑制するために、再生可能エネルギーの持続可能な開発及び利用を奨励する。
- ▶ 当法律や他の法律で規定されている義務を実施するために、必要な基盤とメカニズムを整備する。

c) 財政的インセンティブ

- ▶ 開発者、機器納入者、製作／製造者へのインセンティブ  
(下表に示すとおり)

RE Developers (New & Existing)	RE Suppliers, Fabricators, Manufacturers
7 year Income Tax Holiday (ITH)	7 year Income Tax Holiday (ITH)
10 year Duty-free Importation of RE Machinery, Equipment and Materials	10 year Tax and Duty-free Importation of Components, Parts and Materials
1.5% Special Realty Tax Rates on Equipment and Machinery	
7 year Net Operating Loss Carry-Over	
10 % Corporate Tax Rate after ITH	
Accelerated Depreciation	
Zero Percent Value-Added Tax Rate	Zero-rated value added tax transactions
Cash Incentive of Renewable Energy Developers for Missionary Electrification	
Tax Exemption of Carbon Credits	
100% Tax Credit on Domestic Capital Equipment and Services	100% Tax Credit on Domestic Capital Components, Parts and Materials
Exemption from the Universal Charge	
Payment of Transmission Charge	
Hybrid and Cogeneration Systems	Financial Assistance program

- バイオマスプランテーションで働く農民へのインセンティブ
  - ◇ ジェトロファ、ココナッツ、サトウキビなどのバイオマス資源としてのプランテーションに関わる個人及び企業は、DOE が認めた場合、その対象となる。
  - ◇ 当法律の施行後 10 年以内、いかなるタイプの農業資機材に対して、無関税輸入、付加価値税の免除を認める。
- 再生可能エネルギー関連機材の購入に対する税の軽減
  - ◇ 再生可能エネルギー技術の奨励のため、科学技術省、エネルギー省及び通商産業省との協議の上、外務省は民生・産業・商業目的の再生可能エネルギー関連機器の購入に対して、全額あるいは部分的に税金の軽減を与える。

#### d) 非財政的インセンティブ

- RPS 制度
  - ◇ 電力供給者に対してある一定の比率の電力を再生可能エネルギー資源から調達することを義務付けるマーケットベースの政策。
- 固定価格買取制度
  - ◇ 風力、太陽光、海洋、流れ込み式水力及びバイオマスから発電された電力に対して、プレミアムをつける制度。
- グリーンエネルギーオプション
  - ◇ DOE が設立するプログラムであり、電力消費者がエネルギー源として再生可能エネルギーを選べるようにする制度。
- 余剰電力買取制度
  - ◇ 配電線に二方向で接続している消費者が、消費電力からグリッドに供給した電力を差し引いたネット（純消費量）の料金だけを支払うことができる制度。

### 3) 再生可能エネルギー政策の枠組み

2003 年 5 月に打ち出した DOE の再生可能エネルギー政策枠組み（REPF）は、特に農村開発やオフグリッド電化での再生可能エネルギーの重要な役割を明確にし、その開発を促進させるものである。

この REPF のねらいは、次のとおりである。

- 世界で No1 地熱開発国となること。
- 東南アジアで No1 の風力開発国を維持すること。
- 2020 年までに、現在の水力開発量を倍増させる。（増 3,100 MW）
- バイオマス、太陽光及び海洋エネルギー 250 MW 開発する。

これらの前提条件としては、次のようなものが挙げられる。

- ▶ 既存の政策及びプログラムを向上させる。
- ▶ より高い開発目標を実現する。
- ▶ マーケット主導の再生可能エネルギー産業を育てる。
- ▶ 例えば CDM やプロトタイプ炭素基金など、新しい国際的金融制度の活用。

2008 年に見直された再生可能エネルギーの開発目標は下表のとおりである。

(MW)

RESOURCE	Existing Capacity in 2008	TARGET Capacity	TOTAL in 2020
Geothermal	2,027	1,070	3,097
Hydro	3,367	3,400	6,767
Wind	33	515	548
Solar	6.74	30	35
Biomass	68	200	268
Ocean	0	120	120
Total	5,500	5,355	10,835

### (3) 地方電化製作（拡大地方電化プログラム）

2003 年 4 月、DOE は balan-gai 電化を促進するために推進してきた O' ILAW プログラムを終了させ、新しく拡大地方電化プログラム（ER プログラム）を立ち上げた。これは、様々な電化プログラムを統合して、効率よく管理しようとしたものである。このプログラムの目的は、電力産業改革法（EPIRA）に規定されているように、官民の深い連携を図ることである。

ER プログラムは、DOE、NEA、NPC-SPUG and PNOC-EDC のそれぞれの電化プログラムを統合し、民間会社に対して参加（エネルギー省令 ER 1-94 に基づく、負担金の前払いによるもの等）を求め、また、海外からの支援プロジェクトをプログラムの中に取り込み、電化目標を達成するために短期の目標設定を行い、それぞれの関係者の達成目標を設定し、監視、監督そして評価するものである。従来の O' ILAW プログラムが balan-gai レベルの電化に焦点を当てていたのに対し、ER プログラムは balan-gai 電化だけでなく、シチョ（集落）レベルあるいは家屋レベルの電化にも焦点を当て、2017 年までに 90% の家屋電化率達成を新しい目標に設定した。

### 3.4 関連分野への支援状況

#### (1) 日本政府による支援プロジェクト

我が国は、1971年の第一次円借款からエネルギー、特に発電事業、送電線網整備、地方電化の電力分野において数多くの資金協力を行ってきている。JICA(旧 OECF、旧 JBIC と通じて)は電力危機が始まった1987年以降、カラカ石炭発電所建設関連として520億円、パリンピノン地熱発電所建設に100億円、ティウイ地熱発電所改修に70億円、マクバン地熱発電所改修に66億円、ラボ地熱発電所建設に107億円、北ネグロス地熱発電所建設に145億円等の発電所建設・改修への資金協力を行っている。また、その他変電所拡充に29億円、電力網整備に23億円、レイテ・ボホール連結送電線整備に81億円、ルソン系統民活支援送電線整備に150億円、さらに地方電化事業にも114億円の資金協力を行っている。最近では、国産クリーンエネルギー資源の開発として北ルソン風力発電事業への59億円の資金協力が決定されている。第一次円借款からの電力関連への支援総額は2,866億円に達し、我が国は、円借款により全発電設備容量の8%、全送電線延長の4%を整備に貢献してきており、1990年代前半における電力危機の克服にも大きく寄与したものである。

一方、我が国のエネルギー分野への支援は、資金協力とともに技術協力によっても行われており、この大半はJICAにより行われている。JICAの援助実績として、新規発電所開発や既設発電所の維持管理におけるの開発調査「石炭火力発電開発計画(1988～1990)」、「カラヤン揚水発電所増設計画(1989～1990)」、「ルソン系統電力設備修復計画(1990～1992)」、「マラヤ発電所信頼度向上計画(1993～1995)」が挙げられる。最近では、電力産業構造改革に伴う、国家電力公社(NPC)から地方電化協同組合への送電線の管理移転支援のために、「送電線運営管理移転計画(1996～1998)」が開発調査で実施された。また、電力開発計画について、「電力構造改革のためのエネルギー省キャパシティビルディング開発調査(2002-2003)」が行われており、主にフィリピン全体の電力開発計画策定を支援するものである。一方、州レベルの電力開発計画策定を支援する開発調査として「パラワン州電力開発マスタープラン計画調査(2003-2004)」も実施された。最近では、「国家電力部門資産・負債管理公社(PSALM)改善調査(2009-2010)」が開始され、現在、PSALMへの支援が行われている。

電力分野以外では、パラワン島沖のカマゴ・マランパヤガス田の天然ガス開発を契機に、天然ガス活用に関する気運が高まっており、今後の天然ガス産業開発のためのマスタープラン調査として「フィリピン国天然ガス産業開発計画調査(2000～2001)」が実施された。また、最近では、「エネルギー計画策定支援調査(2007-2008)」が実施され、DOEのエネルギー計画策定が効率的かつ包括的にできるよう支援した。

専門家派遣による技術支援として、「未開発地熱資源開発」等による地熱資源開発支援(1997～2001)、「小水力/マイクロ水力による地方電化(2001～2004)」による地方電

化支援が実施された。その後、「電力開発計画(2005-2007)」のため個別専門家が派遣され、これに引き続き技術協力プロジェクト「電力開発計画のための技術力向上プロジェクト(2007-2008)」が専門家派遣を補完するために実施された。

## (2) 他国及び国際援助機関によるプロジェクト

多くの国々や国際援助機関が、フィリピン電力セクターへの支援を行ってきた。最近の実施済あるいは現在進行中のプロジェクトは、下表に示すとおりである。

Donor Name	Project Name	Recipient	Amount (million USD)	Duration
World Bank	Rural Power Project	DBP, DOE	48.36	2003-2012
	Electric Cooperative System Loss Reduction Project	NEA	62.3	2004-2011
	NorthWind Bangui Bay Project	NWPDC	31.4	2004-2012
	Bicol Power Restoration Project	NPC	21.6	2008
UNDP/ GEF	Capacity Building to Remove barriers to Renewable Energy Development (CBRED)	DOE	5.5	2002-
	Palawan alternative rural energy & livelihood support project	Palawan Province	0.75	1999
ADB	Power market and power line maintenance	TRANSCO	40	2002
	Granting of credit guarantee (support of electric power sector privatization)	Government or PSALM	400	2002
	Renewable energy and better living for poor people in Negros Occidental (JFPR project)	DOE	1.5	2003
	Evaluation of consumer impact forecast	DOE	0.72	2000
	Strengthening of rural electrification	DOE	0.75	2000
	Rural electrification project	DOE	0.6	2000
	Competition policy of electric power sector	DOE	0.99	2001
	Restoration/Renewable energy project for rural electrification and better living	DOE	0.45	2003
	Promotion of good administrative management for electric power sector after the reform	DOE	1.15	2003
USAID	Philippines renewable energy project	DOE		2002-
	AMORE ( Alliance for Mindanao Off-Grid Renewable Energy Program)	DOE		2002-
Spain	Solar Power Technology Support to Agrarian Reform Communities (SPOTS) Phase I	ARCs	25	2003-2004
	Solar Power Technology Support to Agrarian Reform Communities (SPOTS) Phase II	ARCs	27.1	2005-2008

## 4 プロジェクトの実施方法

### 4.1 再生可能エネルギー（RE）による地方電化プロジェクトの主な問題点

#### (1) 過去の地方電化プロジェクトの状況

現在の既設設備の状態を把握するためには、体系的なモニタリングあるいは継続的確認作業が求められる。しかし、それらの活動の DOE 内部要員は限られているために、分散型再生可能エネルギー設備は十分にモニタリングされてこなかった。また、地点までのアクセス条件が悪いため、コミュニティベースのプロジェクト運転維持管理は十分に観察指導されてこなかった。

当プロジェクトが開始される前の再生可能エネルギーによる地方電化プロジェクトの現状は次のとおりである。

#### 1) マイクロ水力設備

2002 年末現在で、106 箇所のマイクロ水力設備が存在した。そのうち、92 設備は電化目的であり、残りは精米機やコーヒー加工などの非電化目的に設計された。電化目的の設備のうち、37 マイクロ水力発電設備は 1kW 以下であり、たった 17 設備が 10kW 以上の規模である。したがって、ほとんどの設備で電力供給が不十分であった。

19 設備は運転されておらず、また、全体の 50% の設備は出力不足や電圧不足などにより、フル出力での運転ができていない。さらに、運転可能な設備であっても、発電機を持たない直接動力利用がされ、電力源としては使われていない。

上述の再生可能エネルギープロジェクトにおいて発生した問題は、技術面、管理面両方の要素を持つ。技術的要素としては、不十分な流量、不十分な地形測量、不十分な需要調査、過大設計及び出力不足が挙げられる。さらに、制御機器や保護装置を持たない低価格の発電機や低品質の国内製造の水車が時折使用され、結果して度々の故障を起こしている。

不十分な予算や高すぎる補助（時には全てが無償供与）は、管理面の要素である。受益者であるコミュニティはオーナーシップの認識を欠き、消費者は電力供給もタダであるとの考えを持つことにより、電気料金徴収が限定的となる。したがって、多くの場合、通常の維持管理やトラブルシューティングが確実に行われなくなる。

村落組織形成の重要さは、そのようなプロジェクトの持続的要因として理解されている。 balan-gai 電化組合（BAPA）は DOE の balan-gai 電化プログラム（BEP）、草の根無償プロジェクトや日本の（財）新エネルギー財団（NEF）との共同実証プロジェクトにも取り込まれている。

#### 2) 太陽光発電設備

ソーラーホームシステム（SHS）やバッテリーチャージングシステム（BCS）などの

太陽光発電設備は、地方電化プログラムの中で広く活用されている。約 620 のバラングイが 1999 年～2002 年の間に太陽光発電設備により電化がされている。太陽光発電設備は容易日設置が可能であり、バラングイ電化の基準である 10～30 戸を電化できることから、外国からの支援が多く寄せられる。しかし、それらのモニタリングは行われておらず、現在の運転状況を示すデータのまとめもされていない。

現地調査によると、非常に多くの太陽光発電設備（恐らく、多くがバッテリー）が故障しており、見捨てられたいる。また、ある受益者はそれらの機器を個人所有物と考え、対象バラングイから持ち出してしまう者もいる。受益者の支払能力と支払いたい額には大きギャップがあり、多くの場合、電気料金が徴収されず、維持管理や機器の交換に必要な資金が不足する。高額な支援による集中型太陽光発電設備の例では、非常に高い電気料金のため、多くの受益者が電力供給を受けなくなってしまっている。さらに、発電された電気が適切に使用されなかったり、有効に使われなかったりする例も多い。

## (2) REベース地方電化プロジェクト実施上の課題

当プロジェクトの開始前及び実施と中において、再生可能エネルギーによる地方電化プロジェクトに関する次のような問題点が挙げられた。

### 1) 関係者の技術的能力に関する問題点

- ▶ 再生可能エネルギーによる電化プロジェクトに関する関係者の知識の欠如が、地方電化における問題を生じさせている。一般に、提案されるプロジェクトには、再生可能エネルギーのポテンシャル調査や地形測量などの必要な現地調査が欠けていたり、それらを実施する人達の技能や能力が欠けている。いくつかのケースでは、その設備が需要に合わせて十分に設計されていなかったり、その機械が期待された出力を出せなかったりする。多くの機器の故障は、品質の問題に起因する。したがって、プロジェクト開発者の能力向上がこの問題において重要である。
- ▶ 一方、安価な国内製の水車や中国製の発電機は、頻繁に使用される。国内製水車は品質的に信頼のおける物ではなく、低効率で、計画出力を発電することができない。一般に使用されている中国製の発電機のほとんどは、低品質であり、時には既に耐用年数を過ぎた物が使用されたりしている。そのような機器は容易に故障する。そのような問題は、限られたプロジェクト予算に起因するかもしれない。したがって、フィリピンにおける国内製造者を訓練することによって最低限の品質確保が必要であり、プロジェクトの持続性確保のためには機器認定や機器標準化の導入が必要である。
- ▶ 関係者の技術的レベルは以下のとおりである。
  - ☆ バランガイ電化プログラム(BEP)の通常業務として、REMD はプロジェクト地点調査～設備譲渡まで、4～5 回の現地訪問を行っている。その目的は、簡易村落調査 (RRA)、村落組織形成、機器納入の現地確認、工事

管理、竣工検査、設備譲渡などである。また、これらに加え、REMD 職員は、プロジェクト当事者から出されるプロポーザルの評価を行う。もし、そのプロジェクト当事者が十分な能力を有していない場合は、REMD 職員がプロポーザル作成の手伝いを行う。BEP 用 PV 機器の機器発注などの業務も行う。しかしながら、これらに係わる REMD 職員は、技術能力的に不十分であり、またその人数も限られていた。

- ◇ LGUs は、電化プロジェクトに精通した技術者が居ることは稀であり、プロジェクトプロポーザル作成や村落組織形成を実施する能力が足りない。マイクロ水力プロジェクトに関しては、LGUs を支援して実施する ANECs もあるが、ANECs が作成したプロポーザルであっても、REMD による修正が必要なものが多い。
- ◇ 既設置設備を見ると、誤った施工や施工不良が多く見られ、施工者の技術レベルが低い。

## 2) 再生可能エネルギー設備を運転・維持管理する村落組織の問題点

- ▶ 独立型再生可能エネルギー設備の持続性に関わる一つの要因は、設備の適切な運転と維持管理にある。一般に、受益者はそのようなプロジェクトを管理できるように、適切な組織形成やトレーニングを受けていない。スペアパーツの購入や運転員の賃金支払いに使われるべき電気料金徴収からの収益金が十分に蓄えられていない。運転員は同様に、十分にトレーニングを受けていないために、設備や機器を適切に運転・維持管理していない。
- ▶ これらの問題を解決するために、エネルギー省 (DOE) は運転維持管理を行う BAPA と呼ばれる組織の設立を導入した。現在、この普及が求められている。
- ▶ 一方、不十分な電力料金徴収は、十分支払能力があったとしても、電力サービスは追加負担になるとの誤理解により、受益者が電気に対して支払っても良いとの意識が不足しているからである。これは、電気料金支払いの必要性についての説明や協議が不足しているためである。したがって、いわゆる社会的準備と呼ばれる住民説明の活動が、プロジェクトの実施期間を通して十分に行われることが必要である。
- ▶ 受益者の支払能力を高めるためには、電力の生計活動への活用が奨励されるべきである。これには、地方政府 (LGUs) の参加と協力が同様に重要である。
- ▶ 村落組織 (BAPA) 形成及びその管理に関する問題点は次のとおりである。
  - ◇ 電化対象村では、電化事業実施が決定された段階で BAPA 形成のためのトレーニングが実施されている地点もあるが、一般的には十分なトレーニングが行われることは稀である。
  - ◇ 電気料金の設定において、運転・維持に必要な経費が考慮されておらず、その必要性も需要家へ説明されていない。このため電気料金の殆どは人

- 件費（多くは無給）及び一部の消耗品交換に費やされ、万一損傷・故障があった場合には対応が困難な状態となっている。
- ◇ **BAPA** と需要家のコミュニケーションが不十分な地点では、電気料金不払い、維持管理への協力不足といった発電所運営上の支障をきたしている。
  - ◇ 比較的活動状況の良い **BAPA** であっても、会計整理がおこなわれていない。
  - ◇ ソーラーホームシステム（**SHS**）やバッテリーチャージングシステム（**BCS**）による電化村では、ユーザーに対するトレーニングが殆ど行われていない。
  - ◇ **BCS**による電化村のうち良好な運営を続けているケースは漁業を生業とし、家庭用電灯以外に漁のために電気を利用している。一方、電灯利用だけの場合は、**BCS**による電気の利便性を住民が強く感じないため、電気料金及びバッテリー買換え用積立ての支払を停滞させる要因となっている。

### 3) 再生可能エネルギーによる地方電化の政策や制度に関わる問題点

#### a) 地方電化プロジェクトの形成方法の問題

- バランガイ電化プログラム(**BEP**)における再生可能エネルギーによる電化対象は、**Expanded Rural Electrification Program-Team (ER-Team)**より指定さる。ここには、政治的圧力もかかることが多く、住民あるいは地方政府からの要請で選定されることは少ない。これはいわゆるサプライサイドアプローチ(**SSA**)と言える。受益者側からの強い要請や努力によりプロジェクトの選定が行われる、いわゆるデマンドサイドアプローチあるいはボトムアップアプローチはほとんど見られない。
- 一度、電化対象地点が決まると、**DOE** から職員が派遣され、簡易村落調査(**RRA**)が実施され、再生可能エネルギーのポテンシャルの簡易調査、社会経済状況の調査が行われる。その際に、**DOE** 職員の人的制限のため、社会的準備（電力ニーズの発掘、電化による生活改善の説明、電化後のユーザー責任の説明等）は十分行われていない。
- プロポーザル作成は、ほとんどの場合 **REMD** スタッフが行っている。一部、プロジェクト要請者からプロポーザルが寄せられることがあるが、その場合でも要請書の記載内容が不十分であり、最終的には **REMD** スタッフが **RRA** 結果を踏まえ追記修正してプロポーザルを作成している。これはプロジェクト要請者である **LGU** 等に技術的能力が足りないことと、プロポーザルの標準フォーマットがプロジェクト要請者に伝えられておらず、記載すべき内容も明確にされていないためである。
- さらに、要請者からのプロポーザルの記載内容が不十分であっても、プロジェクトの早急実施の圧力から承認されることもあり、**REMD** のプロジェクト

評価機能が働かない場合もある。

- ▶ 特にマイクロ水力プロジェクトに関しては、計画実施前に **REMD** が計画内容を正確に把握している地点は少ない。

b) 地方政府（LGUs）の責任の問題

- ▶ 町政府及び州政府のほとんどは、プロジェクト形成時はカウンターパートファンドとして、資材運搬費などのプロジェクトコストの一部を負担するが、プロジェクト完成後は、プロジェクトのモニタリングなどはほとんど行わない。これは、地方政府や州政府の意識としては、あくまでもプロジェクトを支援する立場であり、資産オーナーとして資産管理や資産運用をする義務を有しているといった意識はない。したがって、地方政府によるプロジェクトのモニタリングが行われる地点はほとんどない。このことは、**DOE** との協定（**MOA**）の中に、**LGU** の責任として記載されていないことにも起因していた。

c) 再生可能エネルギーによる電化予算の問題

- ▶ マイクロ水力プロジェクトに関しては、プロジェクト実施前に **REMD** が計画内容を正確に把握している地点は少なく、**BEP** 予算が技術的評価に基づき配分されていない。1 バランガイ当たりの電化予算が決められているため、予算の範囲での設備、機器の調達・設置が行われる。また、資金不足に陥り完成前にプロジェクト終了となる場合もあった。
- ▶ **ANECs** に関しては、**DOE** からの予算の不足、予算支出の遅れにより、**ANECs** の活動が十分に行われない場合がある。また、**BEP** プロジェクトにおいては竣工検査終了後に工事費用の 10%が **DOE** より支払われることになっているが、清算手続きなどの問題によりその支払いが行われていない地点もある。

d) 再生可能エネルギープロジェクトのモニタリングとデータベースの問題

- ▶ 電化プロジェクト費用が国家予算から支出されている限り、また、今後のプロジェクトへのフィードバックの観点から、エネルギー省（**DOE**）は、完成後の電化プロジェクトの運転状態をモニタリングすべきである。そのため、レポートリング制度、モニタリング制度、またデータベースの開発が必要である。これらを達成することにより、設備の運転やその組織運営が適正に行われると期待される。
- ▶ 多くの再生可能エネルギー設備が、**DOE** や国家電化庁（**NEA**）、**NGO** 及び支援機関により設置されてきた。しかし、それらの設置後の運転維持管理状況は、ほとんど把握されていない。これは、要員不足や下記の理由により、**DOE** がしっかりとモニタリングしてこなかったからである。
  - ◇ 既設プロジェクトにおいて、**BAPA** あるいは **LGU** から定期報告される体制は整っていない。
  - ◇ **ANECs** は、**DOE** との契約により既設プロジェクトのモニタリングを行う責務を担っており、年 1 回あるいは年 2 回の頻度でモニタリングレポート

ートが REMD に提出される。しかし、ANECs の活動は ANECs によってまちまちであり、また、報告のフォーマットも決まったものがない。これは、ANECs の具体的な役割と責任及び業務内容を示す TOR がないためである。

- ◇ ANECs からのモニタリング報告は、書類の形で REMD 内に保存されているが、個々の設備状態の分析は行われていない。また、データベースの形として蓄積もされていない。
- ◇ REMD も既設地点のモニタリングを直接行っているが、モニタリング資料が散在している。また、適正なデータ管理が行われていないため、後に地点情報が求められる際にも詳細を知ることが困難である。
- ◇ Panay 島アンティケ州では、モニタリングに携帯電話を利用する方法も提案・指導されているが、現在まで実施された例はない。これは、順調に運転が行われている場合は住民は報告の必要性を感じないためと思われる。

e) ガイドライン及びマニュアル類の活用に関する問題

- BEP 及びその他 DOE が実施する Barangay 電化プロジェクトの手続きを規定した Project Implementation Manual は既に整備されている。これは主に太陽光による電化プロジェクトに適用されているが、規定内容が実際運用に全てが生かされているとはいえない。
- マイクロ水力については、“Guide on Micro-Hydro Development for Rural Electrification” が 2004 年 3 月に DOE により策されている。これには地方電化事業のプロセスと各ステークホルダーの役割が明示されている。仮に BEP によるマイクロ水力開発が同ガイドに従って実施されていれば、「問題予防」「問題解決」に必要な技術的、社会的基礎データが REMD 内に整理され、容易に対応が可能であるが、現状ではほとんどの既往開発地点がこのプロセスを踏んでおらず、基礎データが整理されていない。

f) REMD の要員の問題

- REMD は、多くのバランガイ電化プログラムに関する上述のような活動を実施することが求められている。一方、上述の活動に関わる REMD のプロジェクト開発係の職員は、非技術職員を含めて 8 人だけであり、全ての BEP プロジェクトや外国支援のプロジェクトを彼らだけで実施することは、物理的に難しい。

## 4.2 問題解決のためのアプローチ

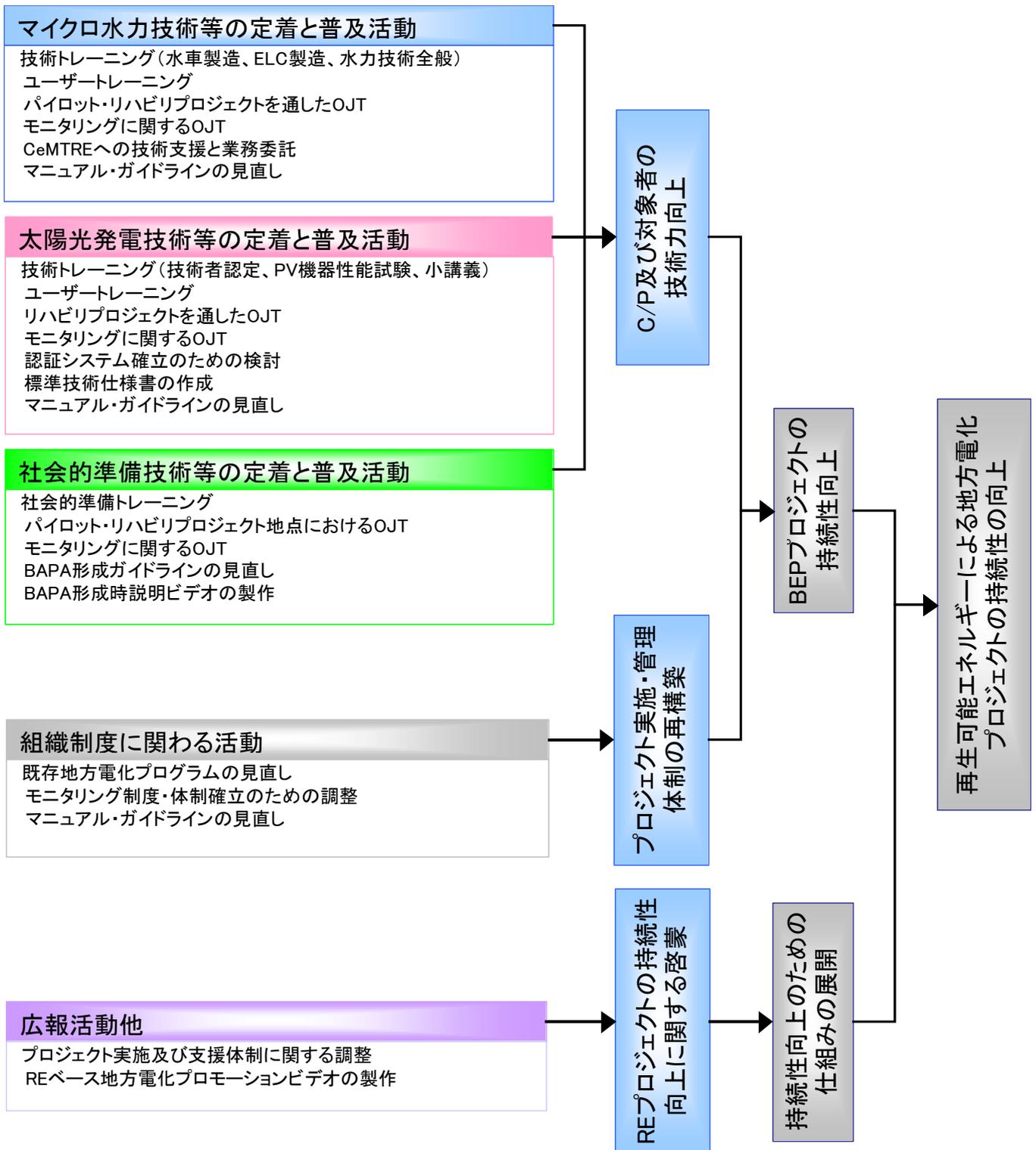
当プロジェクトの効率的な実施のために、以下のアプローチが取られた。

### (1) プロジェクトの実施対象

再生可能エネルギーには、太陽光、マイクロ水力、バイオマス、バイオガス、風力、そしてそれらのハイブリッドがある。マイクロ水力と太陽光は、村落電化のための独立電源として技術的に確立している。当プロジェクトの目的は、DOE や ANECs の計画及び実施能力を磨くことにある一方、確立された技術の適用や低品質の確実な家屋レベル電化の改善が求められている。したがって、集中型太陽光、風力、バイオガスそしてそれらのハイブリッドなどのフィリピン国内であまり開発されていない再生可能エネルギー技術は、当プロジェクトの対象としての考慮しない。

したがって、当プロジェクトでは、主に太陽光（ソーラーホームシステム、バッテリーチャージングシステム）とマイクロ水力を対象とする。

## (2) 実施フロー



### (3) 課題と活動方法の選定

#### 1) マイクロ水力発電技術

マイクロ水力発電による地方電化プロジェクトの現状を整理するための活動の一環として、本プロジェクトの1～2年次において、プロジェクト関係者(DOE、LGU、ANEC、NGO等)へのヒアリング調査や発電所の地点調査を行い下記の課題を整理した。

項目	課題
計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ プロジェクト計画立案者及び評価者のマイクロ水力発電技術に関する理解が十分でないため、技術的に不適切なプロジェクトが承認・実施されている。</li> <li>▶ 不適切な計画のため、多くの発電所は故障等により運転停止を余儀なくされている。</li> <li>▶ 問題予防に必要となる、発電所の運転状況を把握するための計器の使用方法や評価の考え方をカウンターパートが理解していない。</li> <li>▶ 工事前に設計図書(事業計画書、設計図面、工事費積算書)が整備されていない。</li> </ul>
土木設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 設計者は土木設備に要求される所定の機能を理解していない。</li> <li>▶ 設計者は土木設備の設計の基本を理解していない。</li> <li>▶ 落差、河川水量などの基本調査が十分でない。</li> <li>▶ 十分な建設費用が無い。</li> </ul> <p>上記の結果として、①所定の出力が確保できない。②土砂混入などにより発電が困難となっている。③早い時期に工作物が壊れてしまう。④工事費不足により工事が完工しない。などの問題を生じている。</p>
電気機械設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 各 ANEC が独自に設計、製造を行った水車が設置されているが、その設計手法は確立された設計技術のない見よう見まねの域を脱しないものであり、信頼性、確実性がなく、期待した効率及び出力が得られない地点が多い。</li> <li>▶ 電力品質を維持するための制御装置がまったく設置されていない発電所が多く、周波数や電圧が負荷変動に応じて大きく変動している。</li> <li>▶ 輸入された制御装置が設置されている地点も見受けられるが、故障が発生した場合に修理ができない状況にある。</li> <li>▶ 市販品を改造して電圧調整装置(AVR)として適用している ANEC はあるが、その設計、製造技術は理論的に確立されたものではなく効果も一定ではない。</li> </ul>

以上の課題を踏まえ、既存及び将来の地方電化プロジェクトの自立性並びに持続性を向上させるよう、マイクロ水力発電技術の定着と普及を目指して次の活動が展開された。

- 水力発電に関わる基礎理論の講義
- 各種計測機器の使用法の講義
- マイクロ水力発電技術ワークショップの開催
- マイクロ水力発電技術 OJT
- マイクロ水力発電機器製造トレーニング
- マイクロ水力発電リハビリテーションプロジェクト
- マイクロ水力発電パイロットプロジェクト
- その他の活動

これらの活動は、カウンターパートの能力向上度合いや周囲の状況に合わせ、内容を見直しながら実施した。5年間の活動内容を下表にまとめる。

	2004/6 ~ 2006/6	2006/7 ~ 2009/6
①基礎理論の講義	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電計画の講義</li> <li>・電気基礎理論の講義</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ショートレクチャーの実施</li> </ul>
②計測機器使用法の講義	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水文調査の講義</li> <li>・流量、落差測定方法の講義</li> <li>・電気諸量測定方法の講義</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各種計器使用方法に関するショートレクチャーの実施</li> </ul>
③ワークショップ		<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計、実施、維持管理に関するワークショップ</li> <li>・水車製造技術に関するワークショップ</li> </ul>
④OJT	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタリング OJT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リハビリテーション及び新規地点選定、評価 OJT</li> <li>・試運転、完了試験 OJT</li> <li>・モニタリング OJT</li> </ul>
⑤機器製造トレーニング		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水車製造トレーニング</li> <li>・ELC 製造トレーニング</li> </ul>
⑥リハビリテーションプロジェクト		<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトの計画、実施、モニタリング</li> </ul>
⑦パイロットプロジェクト		<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトの計画、実施、モニタリング</li> </ul>
⑧その他の活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアル、ガイドラインの整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアル、ガイドラインの整備</li> </ul>

#### (2004/6～2006/6)

水文調査・解析、流量・落差測定、基礎電気理論、運転データ測定などに関する講義や OJT を数多く行い、カウンターパートの能力向上を図った。また、セミナーやプレゼンテーションを行うことにより、幅広い関係者を対象にマイクロ水力発電技術に対する理解を深めた。この結果、カウンターパートは計測器によるモニタリングが可能となり、

従来に比べ現状の問題点を適切に把握できるようになった。また、GPS のデータを用いたマッピングと三次元衛星画像を事前計画及び地点評価に利用できるようになった。

しかしながら、これらの講義やセミナーの内容は、その時点での技術力を向上させることに重点が置かれたために、水力発電に関わる電気理論や水車理論に時間が割かれ、水車や制御装置の設計、製造技術にまではあまり及ばなかった。従って、水力発電所を理論的にとらえられても、実際の機器の製造手法・技術については、当初の 2 年間はあまり進歩がなかったと考えられる。

2 年次の後半には、水力発電所の設備については、ある程度理論的に理解されたと結論付けられ、機器の設計・製作技術を高める必要性に目を向ける活動に移っていった。これに関連して、マイクロ水力発電開発に豊富な経験をもつインドネシアの IBEKA からの技術移転の可能性を評価するためのミッションが 2006 年 3 月に実施された。このミッションにおいて、専門家とカウンターパートは実際にインドネシアを訪問し、現地技術者との交流や機器製造工場の視察を通してその技術レベルを体感した。この調査結果に基づき、水力機器の設計・製作に関わる技術移転の 3 年次以降のロードマップが作成された。

#### (2006/8～2009/6)

3 年次以降は、水力発電技術に関してはトレーニングの対象を DOE-カウンターパートだけに限定せず、適正技術を LGU 等に普及していくことを目的として地方部を中心にワークショップを開催するとともに、実際の活動を通じて適正技術をカウンターパートに定着していくためのリハビリテーション事業、パイロット事業を実施した。

さらに、1、2 年次の活動のまとめとしての問題点であった、水車の製造技術をいかに高めるか、電力品質（周波数・電圧）の安定化をいかに図るか、に重点を置きスタートされた。問題点の解決には、費用をかけて水車・発電機及びその周辺補機を海外から購入することが一番の近道であるが、予算的な制約や維持・管理の容易さなども考慮して、フィリピン独自の道を模索する必要があった。検討の結果、下記の活動方針が選択された。

- ▶ 水車の製造技術を向上させるため、インドネシアから水車製造に関わる技術移転を受ける。なお、水車の型式をいたずらに増やしても時間がかかることから、最も需要の大きいクロスフロー水車に焦点を当てる。
- ▶ 発電周波数及び電圧の安定化を図るため、同様にインドネシアからダミーロードガバナの制御部である負荷制御装置（ELC）の設計・製作に関わる技術移転を受ける。

この方針に基づき、IBEKA の技術者を講師とする「水車製造トレーニング」と「ELC 製造トレーニング」が 3 年次以降展開された。また、水車製造技術については、啓発活動の一環としてワークショップやセミナーが開催され、現状や課題についての意見交換を行った。

## 2) 太陽光発電技術

太陽光発電システムは、構造が簡易、設置が容易、設置期間が短い、設置地域の制約が少ないなど、地方電化プロジェクトを急速に推し進めていくツールとして適している。一方、地方電化プロジェクトは都市部から離れた地域で行われるため、システムの管理に当たり、十分経験のある技術者の配置や故障発生時の迅速な修理・交換等のサービスの提供は困難である。そこで、BEP では、地方電化システムの運営・管理はユーザーで構成される BAPA に任せられ、故障等の対応は ANEC や LGU 等の地方技術者がサポートする形態がとられることになっていた。

しかし、BEP では 1999 年から 2003 年まで BCS を中心に約 350 のバランガイに太陽光発電システムが導入されたが、その多くは、導入設備や設置工事の不良、バッテリーや機器の故障、料金の不払い・未徴収などの問題を抱え、ユーザー数の減少や故障したままのシステムの放置につながっていた。また、導入システムのモニタリングは設置後ほとんど実施されず、DOE 自体も電化後の状況を把握できていない状態であった。

DOE では、これらの失敗の主要因として、太陽電池パネル以外の機器の調達や設置工事までを LGU に任せていたところにあると判断し、調達・設置工事は DOE からの直接発注とし、LGU には BAPA 組織形成、関係者のトレーニングやモニタリングなどソフト面を担当させることとし、2004 年に BEP プロジェクト実施マニュアルを作成した。

地方電化プロジェクトでは、設備のみならず、運転維持管理、それを担う BAPA 組織形成、さらに料金設定など、技術面、組織面、制度面の全てが良好に機能して始めて成功事例となるが、逆を言えば、それらのどれかに問題が生じると失敗に転じる。特に太陽光発電システムでは、個々のユーザーがバッテリーを管理することから、設備面の品質や信頼性を確保するのみでなく、ユーザートレーニングやトラブル対応、モニタリングなどソフト面でのサービスの提供が重要となる。

これらの状況を踏まえ、2003 年までの太陽光発電システムを利用した BEP における技術面の課題と、その改善に必要と考えられる取り組みを下表にまとめる。

項目	課題	取り組み
設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導入設備の仕様に問題があった、仕様を評価できる人材がない</li> <li>・ 安価な国内業者の製品が多く導入されたが、品質が悪く、早く故障に至る</li> <li>・ 調達時に機器の仕様確認・品質確認がなされず、品質の悪い製品の導入を防ぐことができない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標準仕様の確定</li> <li>・ 担当者の技術力向上</li> <li>・ 業者選定方法の見直し</li> <li>・ 納品検査の適正化</li> <li>・ 国内業者の技術力向上</li> <li>・ 製品検査・認証制度の導入</li> </ul>
設置工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設置工事の品質が悪い</li> <li>・ 設置工事の検査項目が統一されていない</li> <li>・ 設置工事の検査が適正に実施されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事業者の技術力向上</li> <li>・ 検査項目の統一化</li> <li>・ 検査員の技術力向上</li> </ul>

設備の 運営管 理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ BAPA 技術者へのトレーニングが不十分である</li> <li>・ ユーザーへのトレーニングが実施されていない</li> <li>・ ユーザーマニュアルが配布されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ BAPA 技術者トレーニングの実施</li> <li>・ ユーザートレーニングの実施</li> <li>・ ユーザーマニュアルの整備</li> </ul>
プロジ ェク ト 管 理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 定期的なモニタリングが実施されていない</li> <li>・ モニタリング項目が決まっていない</li> <li>・ 工事記録や現地調査記録が整理されていない</li> <li>・ 発生頻度の高い問題に対し対策が施されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モニタリング体制の構築</li> <li>・ モニタリング項目の確定</li> <li>・ モニタリング実施者の技術力向上</li> <li>・ データの共有化</li> </ul>
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクト評価が実施されていない</li> <li>・ プロジェクトの課題や改善策が明確でない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクト評価方法の確立</li> <li>・ 評価員の能力向上</li> </ul>

太陽光発電技術を利用した地方電化プロジェクトの課題には、各ドナーや関係機関、DOE 自身もその改善に取り組む姿勢を見せ、CBRED では製品認証、業者認定、製造業者への技術支援等を計画し、DOE も BEP プロジェクトマニュアルの改定によりプロジェクト実施形態の見直しを行った。そこで、本プロジェクトでは、これらの関係機関と協調しながら、太陽光発電技術の定着と普及を目指し、大きく分けて次の5つの活動を選択・実施した。

- 太陽光発電技術者トレーニング
- 太陽光地点モニタリングによるOJT
- 太陽光発電リハビリテーションプロジェクト
- 認定トレーナーへの追加トレーニング
- その他の活動

これらの活動は、カウンターパートの能力向上度合いや周囲の状況に合わせ、内容を見直しながら実施した。5年間の活動内容を下表にまとめる。

	2004/6 ~ 2006/6	2006/8 ~ 2008/3	2008/4 ~ 2009/6
①太陽光発電技術者トレーニング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基礎トレーニングの実施</li> <li>・ 認定トレーニングの計画・実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 認定トレーニングの実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技術者トレーニングの計画・実施</li> <li>・ トレーニング教材の整備・指導</li> </ul>
②太陽光地点モニタリングによるOJT	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モニタリング OJT の実施</li> <li>・ モニタリング項目の整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モニタリング OJT の実施</li> <li>・ ユーザートレーニング方法の OJT</li> <li>・ 定期モニタリング項目の整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モニタリング OJT の実施</li> </ul>
③太陽光発電リハビリテーションプロジェクト		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクトの計画・実施 (BCS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクトの計画・実施 (SHS)</li> </ul>

		・ユーザーマニュアル作成(BCS)	・ユーザーマニュアル作成(SHS) ・モニタリング及びプロジェクト評価
④認定トレーナーへの追加トレーニング			・機器性能確認試験トレーニング ・DOE 内の PV リハビリテーション
⑤その他の活動	・BCS 標準仕様の見直し ・CBRED が作成する技術標準案に対する技術支援	・CBRED が作成する技術標準案に対する技術支援 ・マニュアル・ガイドラインの検討	・BEP 業者選定方法見直し ・SHS 標準仕様の見直し ・マニュアル・ガイドラインの整備

### (2004/6～2006/6)

最初の2年間は、カウンターパートの基礎技術力の向上、既設サイトで発生している問題の把握と対応、品質の悪い製品の導入を防ぐための対応など、プロジェクト実施者側に関連する課題に対し、活動を選択・実施した。

### (2006/8～2008/3)

2年間の活動により、カウンターパートの能力向上が図られ、8名が認定トレーナーとして登録された。これらの認定トレーナーを核とし、プロジェクト実施者側に太陽光発電技術を定着させるため、技術者認定トレーニング、既設サイトのモニタリング OJT を継続実施することとした。また、BAPA 技術者やユーザーのトレーニング、マニュアル整備など需要家側に関連する課題に対する活動、さらに、実プロジェクトでのカウンターパートの能力向上を図るため、リハビリプロジェクトを加えた活動を選択・実施した。

### (2008/4～2009/6)

3年間にわたる計6回の太陽光発電技術者認定トレーニングにより、DOE 技術者を中心に 25 名の認定トレーナーが登録され、中央技術者への基礎技術の定着は目標に達したと判断し、次のステップとして、地方レベルへの太陽光発電技術の普及に関する活動を実施することとした。また、認定トレーナーに対しては、習得した技能を再確認及び向上させる場として追加トレーニングを提供することとした。更に、BEP で導入されるシステムが BCS から SHS に移行される傾向にあり、標準仕様の見直し、リハビリプロジェクトなど関連する活動を選択・実施した。

## 3) 社会的準備

地方電化プロジェクトにおける社会的準備 (Social Preparation) とは、地元住民あるいは地元村落組織が地方電化プロジェクトを持続的かつ自立的に運用していくために必要な、組織的、制度的準備に当たっての調査・支援活動を言う。そこには、受益者の参加・協力意識の醸成、組織の機能化・活性化、支援体制の強化などへの配慮が重要といえる。

しかしながら、過去の BEP (村落電化) 実施においては、カウンターパートの誰もが

社会的準備の重要性を理解していながらも、限られた時間、コストの中で、村落電化100%達成に急ぐあまり、実質的には社会的準備活動は軽視されていたと言わざるを得ない。社会的準備及びBAPA形成の主な問題点は下記にまとめられる。

a) BAPA オフィサーへのトレーニング

- オペレーター達は十分にトレーニングされておらず、従ってRE設備の運転維持管理が十分にできない。
- BAPA形成時に実施されるBAPAオフィサーへのトレーニングが十分でない、または実施されていない。
- 太陽光のバッテリーチャージングステーション(BCS)またはソーラーホームシステム(SHS)ではユーザーに対して正しい使い方のトレーニングが十分に行われていない。

b) BAPA の運営管理

- 地方電化プロジェクトを持続的かつ自立的に運用していくためには正しい運営維持管理方法を習得するが鍵であるが、受益者達は十分にその説明やトレーニングを受けないままREプロジェクトを受け入れている。
- ある村落ではBAPAオフィサーと受益者との間に全く意思疎通がなく、受益者は電気料金を支払おうとしない、よってBAPAオフィサーは維持費を確保できず、メンテナンスができないでいる。

c) BAPA の会計管理

- 多くのBAPAが電気料金徴収に関わる会計整理が行われていない、あるいは途中でやめてしまう。
- BAPA自身でRE設備に必要な運営維持管理費(部品交換やBAPAの報酬)が十分確保できない。
- 不十分な電気料金徴収は、受益者の支払い能力不足が起因しており、これは電気料金の支払いが受益者にとって追加的な負担になるという誤解が不払いを起こす原因になっている。
- 料金設定について、運転維持に必要な経費が考慮されておらず、その必要性も受益者へ説明されていない。このために電気料金の殆どは人件費及び一部の消耗品交換に費やされ、万一損傷、故障が会った場合には対応が困難な状態となっている。

d) 気づき

- BCSによる電化村のうち良好な運営を続けているケースは漁業を生計とし、家庭用電灯以外に漁のために電気を利用している。一方、電灯利用だけの場合は、BCSによる電気の利便性を受益者が感じないため、電金料金及びバッテリー買い換え用積立の支払いを停滞させる要因となっている。
- 地方電化には電灯目的だけでなく、受益者が電気を利用した生計向上活動

が導入されることが不可欠で、地方自治体の協力、支援が欠かせない。

社会的準備と一言でいってしまうと、人によっては、その活動範囲が「組織」、「運営」、「社会文化」、「社会環境」、「政治的」、「財務」と多岐にわたる活動と捉えられてしまうが、BEP（村落電化）プロジェクトにおける社会的準備とは、あくまでもBAPAが持続的かつ自立的に運営できるようにすることであって、そのために、カウンターパートにどのような能力が要求され、何をすべきかを整理し、下記のアプローチを選択した。

- 社会的準備（BAPA形成活動を含む）の実施内容を理解する
- 社会的準備活動に時間をかける（受益者の理解レベルにあわせて忍耐強く何度も活動を続ける）
- OJT やワークショップを通じてカウンターパートが経験を積み、自信を持たせる
- 限られたカウンターパートからさらに他の REMD スタッフ、AREC や LGU に彼らが学んだ知識やノウハウを移転する
- 社会的準備・BAPA形成・運営のガイドラインを作る

本プロジェクトで実施された具体的な活動を下表にまとめる。

	2004/6 ~ 2006/6	2006/7 ~ 2008/3	2008/4 ~ 2009/6
1) 社会調査トレーニング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 村落調査手法の紹介</li> <li>・ 社会調査手法 OJT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存プロジェクトサイトでの社会調査</li> <li>・ 新規プロジェクトサイトでの社会調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PVリハビリサイトでの社会調査トレーニング</li> </ul>
2) BAPA 形成トレーニング		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存プロジェクトサイトでの BAPA 再形成トレーニング</li> <li>・ 新規プロジェクトサイトでの BAPA 形成トレーニング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MHP リハビリサイトでの BAPA 運営強化トレーニング</li> <li>・ BAPA 運営のモニタリングトレーニング</li> </ul>
3) ワークショップの開催	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 村落組織強化の取組（マニラ）</li> <li>・ 村落組織形成のための関係機関の役割（マニラ）</li> <li>・ 社会的準備の重要性（ダバオ）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会的準備ワークショップ（マニラ）</li> <li>・ 社会的準備及び村落組織形成（カンガ、イガオ各2回）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会的準備レビュートレーニング（マニラ）</li> </ul>
4) REMD にて小講義の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会調査手法概略</li> <li>・ 問題分析実習</li> <li>・ SWOT 分析</li> <li>・ プロジェクト評価手法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 村落組織形成について</li> <li>・ 社会的準備とは</li> <li>・ モニタリング方法</li> <li>・ 太陽光における社会的準備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気料金設定</li> <li>・ モニタリング方法</li> </ul>
5) 社会的準備、村落組織形成ガイドブックの作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方電化における社会面配慮ガイドブック</li> <li>・ 社会調査フィールドマニュアル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会的準備、村落組織形成、運営管理案作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会的準備、村落組織形成、運営管理完成</li> <li>・ 社会的準備、村落組織形成、運営管理教育ビデオ作成</li> </ul>

#### 4) 地方電化政策

上述のとおり、再生可能エネルギーによる地方電化政策あるいは制度に関する問題点として、主にプロジェクト形成方法とその後のモニタリングが挙げられた。

地方電化プロジェクトの形成方法は、基本的には中央政府主導、いわゆるサプライサイドアプローチ（SSA）で行われてきた。このため、受益者側の自立、自助努力が醸成されなかった。

一方、村落調査（RRA）や社会的準備、プロジェクトの監督、設備設置後のモニタリングまでの一連のプロジェクト実施・管理を、DOEのREMDが行ってきたが、REMDの限られた要員では、十分にモニタリングすることは物理的に難しい。そこで、地方政府（LGUs）にモニタリングの機能を期待していたが、現実にはLGUsによるモニタリングはほとんど行われていない。したがって、既設再生可能エネルギー設備の現状を把握できるデータの蓄積がされておらず、これが持続性向上の一つの障害と判断された。

そこで、これらの問題を解決するための課題とその対応策を整理した結果は、次表に示すとおりである。

項目	課題	取り組み
プロジェクト実施体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>受益者側の自助努力がなくても、プロジェクトが実施されてしまうため、自立できない。</li> <li>地方政府(LGUs)は当事者意識が薄く、役割を認識していない。</li> <li>DOEの限られた要員では、全ての活動を実施するのは難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト実施体制及び手続きの見直し。</li> <li>プロジェクト実施のための標準協定書(MOA)及びREプロジェクト実施マニュアルの準備。</li> </ul>
モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>RE設備のモニタリング体制が明確にされていない。</li> <li>モニタリングデータがないために、技術支援ができない。</li> <li>モニタリングデータがないために、プロジェクト実施方法に関する改善が出来ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリング体制の見直し及びモニタリングデータベースの作成。</li> </ul>

プロジェクトの初期段階（1～2年目）は、上述のとおり、基礎技術のカウンターパートへの移転に重点が置かれ、再生可能エネルギーによる地方電化政策及び制度に関する取り組みは、3年目以降に行われた。

REプロジェクトの実施体制について、DOE、DILG、LGUs、ANECs等と協議を行いながら、プロジェクト実施体制について検討を重ねた結果、新たに実施体制を構築することは現実的ではなく、既存の体制の中で、関係者の役割を明確化し関係を強化するの

が望ましいと判断された。

パイロットプロジェクトやリハビリプロジェクトの実施を通して、プロジェクト実施体制については、次の活動を行った。

- プロポーザル承認の前提条件の見直しによる自助努力の義務化。
- プロジェクト実施のための協定書（MOA）の見直しによる LGUs の責任の明確化。
- プロジェクト実施体制の見直しによる関係者間の役割分担の明確化
- RE プロジェクト実施マニュアルの見直し

モニタリング体制については、

- モニタリング体制の見直しによる関係者の役割の明確化。
- データベースの作成。
- モニタリングガイドラインの準備。
- モニタリング体制についての周知。

#### (4) プロジェクト実施に当たっての配慮点

##### 1) 家屋レベル電化率向上への配慮

フィリピンにおける重要な政策の一つとして、未電化村落を無くすることが挙げられる。フィリピン政府はこの課題に対してこれまで多大なる努力をしてきており、その目標はもうすぐ達成されそうに思われる。次の課題としては、家屋レベルの電化の推進であり、フィリピン政府は既にその課題解決のために努力を始めている。

現実には、既電化村落とされているバランガイであっても、多くの人々が未だに電気にアクセスできないでいる。これは、接続できる数が限られていたり、電化設備の故障などによる。したがって、当プロジェクトは、RE 設備の持続性を改善し、その技術を活用することにより、家屋レベルでの電化率向上に貢献することを目指すこととした。

##### 2) 村落電化における自立的発展性の強調

###### a) 共同実施による技術移転及び能力向上の強調

当プロジェクトは、RE 設備による村落電化プロジェクトの実施を直接進めるものではなく、DOE や ANECs の能力向上を目指すものである。そうすることによって、当プロジェクトが終了した後も、DOE 自身が持続的な RE 開発の改善、維持という役割を果たせるようになるからである。

DOE の能力向上は、DOE の事務所に派遣された専門家と一緒に直接活動することにより行われるため、共同実施を基本方針とした。DOE は BEP プロジェクトなどの独自のプロジェクトを有する。また、世界銀行や UNDP などから再生可能エネルギー分野での支援を受けている。したがって、当プロジェクトでは、自身のプロジェクトの推進できるように能力向上するとともに、世界銀行や UNDP のプロジェクトと共同実施することによって、カウンターパートとして対応できるようになることを期待している。また、当プロジェクトは世界銀行

や UNDP が提案する対策を DOE が実施する際に、DOE を補足的に支援することによって、DOE や ANECs の能力向上を図るものである。

マニュアル類は JICA 専門家が直接作成するのではなく、DOE 職員との共同で作成するものとする。当プロジェクトで中心となる方針は、DOE 職員が能力向上できるようにアドバイスするなど、非直接的な支援を行うことにある。

#### b) デマンドサイドアプローチの考え方の適用

過去の地方電化プロジェクトは、一方的に、中央政府が計画・実施してきた。しかし、中央政府が電化ニーズを完全に把握することは難しく、また、プロジェクト完成後のスムーズな運転を監督することは難しい。デマンドサイドアプローチ、あるいはボトムアップアプローチは、受益者たちのプロジェクト開始時点からの積極的な参加を促し、オーナー意識の醸成につながり、持続性の改善に繋がると期待された。したがって、当プロジェクトにおいて、このデマンドサイドアプローチを RE 設備の計画、実施及び運転に適用することが提案された。

しかしながら、フィリピン政府は地方電化推進の具体的な目標を持っており、DOE は地方電化を加速させる責任を有している。DOE は地方からのアクションを待っていることはできないため、デマンドサイドアプローチを完全に適用することは難しいことが分かった。そこで、その考え方の一部を取り入れることとした。バランガイ議決書やカウンターパートとしての資金供出の誓約をプロジェクト実施の前提条件として取り入れることとした。

### 3) フィリピン関係者の能力向上と再生可能エネルギーの普及活動

家屋レベル電化率の向上のための効果的な再生可能エネルギーの利用は、多くの島々と山岳に隔離された地域を持つフィリピンにとって、重要な課題である。村落電化のためのマイクロ水力と太陽光技術の特徴は、受益者たちが比較的先進的な技術を使い、維持管理していかなければならないことである。再生可能エネルギーが受け入れられ、コミュニティによって活用されるためにはコミュニティや民間会社を含む広い範囲の関係者の能力向上が必要である。当プロジェクトでは、DOE や ANECs が技術的能力を高めるためにトレーニングを行い、後にそのモニタリングを行い、そしてコミュニティに提供される新しい技術を支援する。

### 4) 地方電化及び再生可能エネルギー分野での他の機関との協力

#### a) IBEAK との協力

より効果的な技術移転を計るため、インドネシアの NGO である IBEKA との協力活動が当プロジェクトの中で計画され、実施された。これは、IBEKA がインドネシアでのマイクロ水力による地方電化で、多くの成功成果を達成しており、IBEKA の経験は、フィリピンでの地方電化にとっても非常に参考になり助けになると考えられたからである。

b) CeMTRE の能力向上への支援

JICA は、2003 年からデラサール大学に設置された“地方電化のためのマイクロ水力センター (CeMTRE)” への支援を続けてきており、CeMTRE の能力向上も当プロジェクトの実施活動の一部として考える。

c) 他の援助機関との情報交換

JICA 専門家チームは DOE 内部において DOE 職員と一緒に活動することとしており、多くの活動が他の援助機関（世界銀行や UNDP）と関係がある。当プロジェクトでは他の援助機関との補完関係を構築することを考えており、そのためには現地でのミーティングを実施していくことが必要である。

### 4.3 プロジェクトの変遷

#### (1) プロジェクト実施体制及びその変更

最初の 2 年間は、マイクロ水力と太陽光の 2 名の技術専門家と 1 名の社会的準備専門家が個別専門家として派遣され、数名の短期専門家が補完する形で派遣された。しかし、2 年経過した後、JICA はプロジェクト実施体制を個別専門家派遣から業務一括委託型に変更することを決めた。この目的は、1)より効果的なプロジェクト管理を行う、2)成果主義による方法を求める、3)プロジェクトリーダーを設定し、一つのプロジェクトとして個々の活動を管理し、プロジェクト目的の達成を目指す、ことである。この体制の変更に従い、7 分野の専門家がチームとして派遣され、定期的に日本とフィリピンの間を行き来した。また、これに伴い、専門家も全て入れ替えも行われた。

#### (2) PDM及びその見直し

当プロジェクトが開始してから、プロジェクトデザインマトリックス(PDM)は 3 回修正された。以前の PDM 修正は、以下のとおりであり、最終の PDM は Appendix 1 に示すとおりである。バージョン 1～3 の PDM も、Attachment 1 に添付する。

PDM ver. 1 (March 2004)	PDM ver. 2 (March 2005)	PDM ver. 3 (February 2007)
<b>(Overall Goals)</b> Household level electrification rate is increased	<b>(Overall Goals)</b> Household level electrification rate is increased. Scheme to ensure sustainability is established.	<b>(Overall Goals)</b> Village Electrification Program under Expanded Rural Electrification Program is successfully implemented.
<b>(Project Purpose)</b> Capability of DOE, ANECs is enhanced to improve sustainability of Renewable Energy Projects in village electrification	<b>(Project Purpose)</b> Capacity of DOE, ANECs LGUs and NGOs are enhanced to prepare sustainable Renewable Energy based village electrification projects.	<b>(Project Purpose)</b> Capacity of the target group (DOE-REMD, ANECs, LGUs, NGOs and CeMTRE) is enhanced to promote and manage sustainable RE based village electrification projects.

<p><b>(Outputs)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Well organized social preparation is leaded by DOE and ANECs for sustainable RE development</li> <li>DOE's and ANECs' technical services from project identification to monitoring and evaluation are enhanced for sustainable RE development</li> <li>Capabilities in local manufacturing and installation are strengthened through testing application and standardization</li> </ol>	<p><b>(Outputs)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Failure prevention system are established.</li> <li>Support system for problem -solving are established.</li> </ol>	<p><b>(Outputs)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>BEP and rehabilitation program are improved.</li> <li>Necessary knowledge and skills for RE schemes are transferred.</li> <li>Monitoring system and database for RE projects is established.</li> <li>Accreditation and certification system is established in collaboration with CBRED Project.</li> <li>Practical and technical requirements of micro-hydro equipment are prepared at CeMTRE.</li> </ol>
<p><b>(Activities)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Monitoring and evaluation of energized of barangays using RE systems</li> <li>Preparation of manuals</li> <li>Training of stakeholders</li> <li>Social preparation (community organization and institutional development and other activities)</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>Monitoring and evaluation of energized barangays using RE systems</li> <li>Preparation of manuals</li> <li>Training of stakeholders</li> <li>Supervision and administration of project</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>Monitoring and evaluation of energized barangays using RE systems</li> <li>Monitoring and evaluation of capabilities of local fabricators and installers</li> <li>Formulation of micro-hydro technology standards</li> <li>Implementation of RE technology standards</li> <li>Evaluation of existing accreditation and certification activities for RE technology</li> </ol>	<p><b>(Activities)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Technical training for installation, operation and maintenance using prepared technical training manuals</li> <li>User training for operation and maintenance using prepared user training manuals</li> <li>Preparation of guidelines (project evaluation, system designing, installation, operation and maintenance, etc.)</li> <li>Preparation of standard technical specifications for bidding</li> <li>Preparation of failure preventive monitoring method</li> <li>Monitoring and evaluation of energized barangays using RE systems</li> <li>Evaluation of components and preparation of quality certificate system</li> <li>Training on RE components manufacturing</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>Preparation of mechanism for problem-solving system (Brgy → LGU → DOE)</li> <li>Preparation of guidelines for proactive problem-solving system</li> <li>Preparation of manuals for establishment and operation of BAPA</li> <li>Social awareness in renewable energy system</li> <li>Social preparation (community organization and institutional development and other activities)</li> <li>Technical assistance to CeMTRE</li> </ol>	<p><b>(Activities)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Review of the existing program (Procedure, structure, budget etc.)</li> <li>Implementation of pilot projects             <ol style="list-style-type: none"> <li>micro-hydropower rehabilitation projects</li> <li>micro-hydropower projects</li> <li>PV projects under BEP</li> </ol> </li> <li>Training program on social preparation, institution development and RE development             <ol style="list-style-type: none"> <li>OJTs at pilot project sites</li> <li>Lectures</li> <li>Technical Trainings</li> <li>Workshops</li> </ol> </li> <li>Renewal of Monitoring system             <ol style="list-style-type: none"> <li>Review of current monitoring system</li> <li>Renewal of database for RE project</li> </ol> </li> <li>Preparation of Guidelines and manuals             <ol style="list-style-type: none"> <li>Preparation of necessary guidelines and manuals</li> <li>Preparation of standard technical specifications for bidding</li> </ol> </li> <li>Establishment of Solar PV accreditation and certification system</li> </ol>

最初のバージョンの PDM は、プロジェクト開始直前の 2004 年 3 月、当プロジェクトのプロジェクトドキュメントが準備されたときに作成された。10 ヶ月の活動の後、現地調査結果に基づき、当時の専門家と DOE 職員が PDM の見直しを決めた。これは、オリジナルの PDM が個々の技術分野毎に作られていたのに対し、地方電化プロジェクトでの問題点はお互いに関連しあっていると考え、より“持続性”に焦点を当て、問題予防と問題解決の二つのアウトプットにすることがより適切に概念を表現できるとして、見直した。

しかし、第 2 バージョンの PDM は、プロジェクト管理手段としては、アウトプットを通してどのようにプロジェクト目的に到達するかが明確ではなかった。そこで、2007

年2月、専門家と DOE カウンターパートによる協議の結果、PDM は再度見直された。

専門家と DOE カウンターパートとの協議により、PDM が3回に亘って修正されたにもかかわらず、プロジェクト要約や指標のロジックなど、いくつか修正すべき点がまだ残されていた。そして、2007年11月のプロジェクト中間評価時に、JICA 評価チームにより、実際の活動と目標を適切に PDM に盛り込むよう提言があった。これに基づき、誰もがプロジェクトに関しての共通理解が得られるように、かつプロジェクトの残りの目標について同じ視点で見られるように、2008年3月に PDM が再度修正された。

## 5 投入実績

### 5.1 日本側

#### (1) 専門家派遣実績

最初の2年間(2004年6月～2006年6月)は、マイクロ水力と太陽光技術の主要専門家として2名が派遣され、補足的に1名の長期専門家及び6名の短期専門家が個別に派遣された。2006年9月からは、JICAは当プロジェクトの実施を一括委託し、プロジェクトチームを派遣することになった。専門家派遣の実績は、Appendix 2 及び 3 に示すとおりである。

#### (2) 研修員受入実績

本邦カウンターパートトレーニングは、2005年～2008年の間に5回実施された。カウンターパートトレーニングは、講義と設備見学で構成され、約2週間で実施された。研修内容は、主にマイクロ水力と太陽光発電に関わる設計・製造技術に関してと、再生可能エネルギーに関してであった。合計で13名のREMD職員がこの研修で日本を訪問する機会が得られた。

研修員のリストは次のとおりである。

Participants of Counterpart Training in Japan from FY 2004 to 2008

No.	NAME		C/P Training in Japan					Program
			FY2004	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008	
1	ROMULO B. CALLANGAN JR.	PV	Mar. 13-28, 2005					CP Training Program 2004
2	EPIFANIO G. GACUSAN JR.	MHP						
3	JIMMY B. PLANAS	PV		Nov. 6-19				CP Training Program 2005
4	JOSEPH E. CALIP	PV						
5	RONALDO T. ANGELES	PV			Mar. 4-17, 2007			CP Training Program 2006
6	ELINOR P. QUINTO	Social						
7	HELDILITA I. VILLANUEVA	Social						CP Training Program 2007
8	NELSON A. FAJARDO	MHP				Sep. 24-Oct. 6		
9	RUSSELLE G. PANDARAOAN	MHP						
10	IDA A. MADRIDEO	Social						CP Training Program 2008
11	ARNULFO M. ZABALA	PV				Sep. 28-Oct. 11		
12	REY V. SALVANIA	MHP						
13	ROMEO M. GALAMGAM	PV						

### (3) 機材供与実績

当プロジェクトの期間中に、Appendix 4 に示す 1 台の 4WD 車両及びその他必要な機材を購入した。2004 年～2006 年の機材のほとんどは携行機材として購入され、その他の機材は DOE への供与機材として購入された。これらの機材の購入費用は、約 13.2 百万円 (2004 年度：1.4 百万円、2005 年度：3.9 百万円、2006 年度：7.1 百万円、2007 年度：0.7 百万円) である。これらの機材は、今後 DOE が再生可能エネルギープロジェクトを管理行くためとして、全て DOE に移管された。

### (4) 現地業務費実績

JICA は、現地交通費、パイロットプロジェクト及びリハビリプロジェクト実施費用、セミナー／ワークショップ費用、その他、当プロジェクトに関する現地業務費用のほとんどを負担した。これらの金額は、合計で約 72.0 百万円 (2004 年度：2.4 百万円、2005 年度：2.5 百万円、2006 年度：16.5 百万円、2007 年度：17.4 百万円、2008 年度：25.1 百万円、2009 年度：8.1 百万円) である。なお、上記、専門家派遣費、機材供与費は除く。

また、CeMTRE の能力向上のための費用、JICA-Net セミナー費用についても負担した。

## 5.2 フィリピン側

### (1) カウンターパート

最初のプロジェクト開始後 2 年間は、全ての REMD 職員がカウンターパートとして任命されていた。しかし、誰がどの技術分野に対して責任を持つのか不明確であった。そこで、2006 年度からは、各分野ごとにカウンターパートを REMD から選任してもらった。

最終の各専門家に対するカウンターパートは、下表に示すとおり。

Technology Area	Counterpart	Japanese Expert
Policy and system	OIC of REMD /R.N.Sargento/ R.B.Callangn	Mr. Jun Tamakawa
Social Preparation	I.A. Madrideo / H.I.Villanueva	Ms. Nobuki Hayashi
Micro-hydro technology	E.G.Cacusan / R.G.Pandaraoan	Mr. Mitsuru Shimizu
Micro-hydro system	R.V.Salvania	Mr. Keisuke Kumihashi
Micro-hydro control	N.A.Fajardo / R.T.Angeles	Mr. Isihi Yoshikazu
Solar Photovoltaic Technology	J.E.Calip / R.M. Galamgam	Mr. Koichi Iwabu
Solar Photovoltaic Technology	J.B.Planas / A. M. Zabala	Mr. Doi Fumikazu

## (2) プロジェクト活動のための事務所スペース及び設備

DOE は、日本人専門家のために、REMD 内に事務所スペースを提供した。トレーニングやセミナーのためには、マニラの DOE 内のみならず、ビサヤスやミンダナの地方事務所内に事務所スペースを提供した。これに加え、会議、セミナー及びトレーニングを行うために ANEC やデラサール大学内の事務所スペースと関連設備の提供があった。

## (3) 経費支出実績

当初の JICA と DOE の合意に基づき、2007 年度からは、DOE は現地調査時などのカウンターパート側の旅費などの費用を負担した。2007 年から 2009 年の間のフィリピン側の負担費用は約 Php900,000 であった。

その他、事務所での光熱費、事務用品等を DOE が負担した。

## 6 プロジェクトの活動実績

### 6.1 プロジェクト活動実績総括一覧

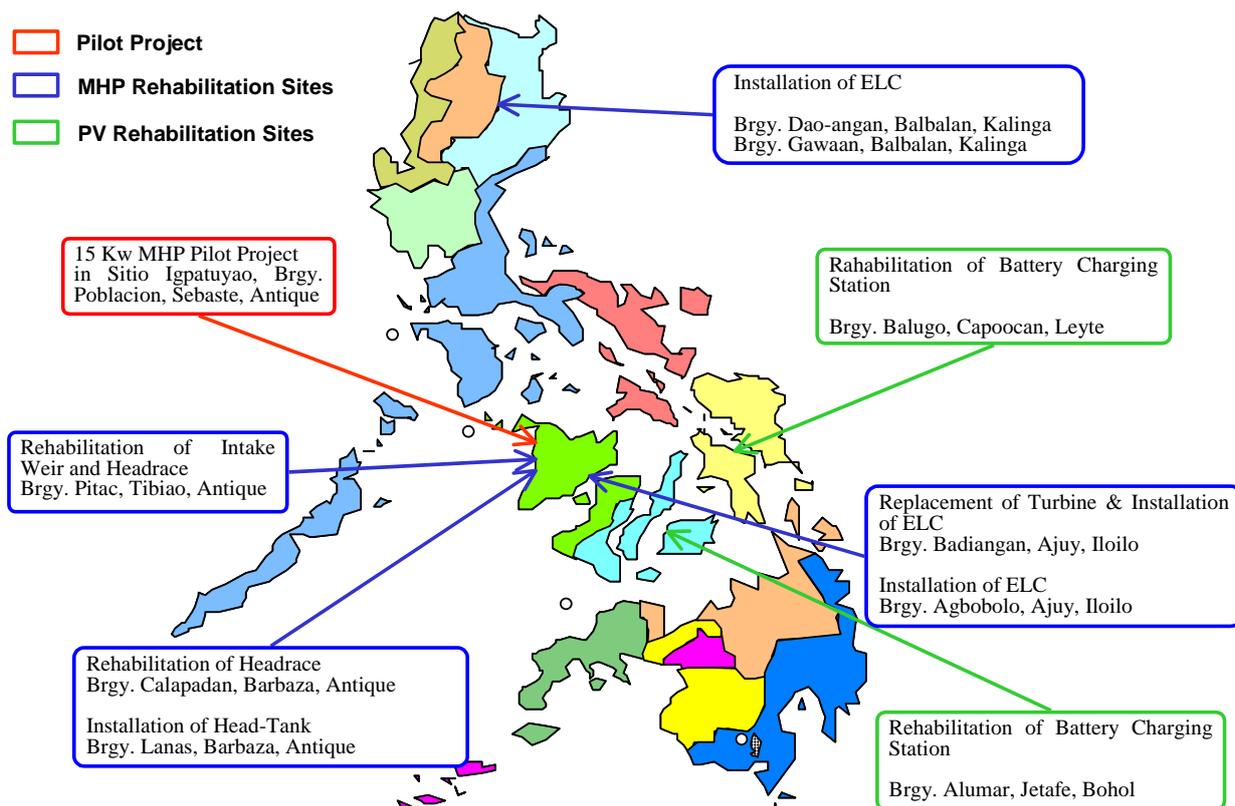
当プロジェクトにおいては、OJT、技術トレーニング、 세미나/ワークショップなど数多くの技術移転活動が行われた。また、習得した技術の実践の場、及び、より効果的なOJTの場として、パイロットプロジェクト及びリハビリプロジェクトを実施した。その他、各種マニュアル及びガイドラインの作成、ユーザーガイドの準備、プロモーションビデオの製作などの成果品も残した。

これらの集約結果を下表に示す。なお、これら技術移転活動の詳細の集約表は、Appendix 5～10に示す。

プロジェクト活動集約表

	MHP Technology	PV Technology	Social Preparation	Management, Monitoring
OJT	36	29	18	-
Pilot Project	1	-	-	-
Rehabilitation Project	7	2	-	-
Technical Training	11	16	3	-
Seminar/workshop	12	-	5	2
Manual/ Guideline	8*	4	1	2
User Guide	-	2	1	-
Video	-	-	1	1
Database	-	-	-	1

\* including W/T software and W/T fabrication manual through CeMTRE



パイロットプロジェクト及びリハビリプロジェクトの位置図

## 6.2 マイクロ水力技術に関する活動

### (1) マイクロ水力パイロットプロジェクト

#### 1) 目的及び背景

マイクロ水力開発に関する一連の技術を実際のプロジェクトの実施を通じて定着させるため、新規マイクロ水力パイロットプロジェクトを実施した。ANECの活動の活発なパナイ島内を候補地域とするサイト選定のための調査を実施し、パナイ島 Antique 州 Sebaste 町の Igpatoyao 地点を選定した。さらにカウンターパートと共同して、現地調査（測水、測量含む）、計画立案、主要構造物の設計、積算、施工及び水車製造を実施した。

#### 2) 実施内容

パイロットプロジェクトは、適正な知識と技術をより実践的かつ効果的に移転することを目的として、2007年にその実施が決定された。2007年には、7つの候補サイトをマップスタディにより抽出し、現地確認の結果、パナイ島の Sebaste 町 Igpatuyao 地点がパイロットプロジェクト地点として最終選定された。現地調査、計画、設計および図面作成は JICA 専門家とカウンターパートにより実施された。

水車はインドネシアでのトレーニングで得られた知見に基づいて T-12 が選定され、CeMTRE が製造した。

プロジェクト建設工事のスタートに先立ち、DOE、JICA、LGU および CPU 間に協定書(MOA)が締結され、建設工事は 2008 年 6 月にセントラルフィリピン大学 (CPU) に委託した。

建設は 2008 年 7 月にスタートし、2009 年 1 月に完成した。

プロジェクトの実施期間中、カウンターパートは JICA 専門家とともに (しばしば単独で)、施工管理とモニタリングを行った。

	期間	活動内容	備考
1	2007.6	地点選定クライテリアの設定	
2	2007.6	図上選定(対象パナイ島)	7 地点が選定された
3	2007.6	地点確認調査	Sebaste 地点が選定された。表○参照
4	2007.8~2008.11	現地調査	河川水量及び落差の測定 工作物周辺地形測量 需要地調査
5	2007.11~2008.1	発電計画 主要工作物の設計	
6	2008.6	工事費積算 プロジェクト計画書の作成	
7	2008.7	MOA 調印	
8	2008.7~2009.1	建設及び施工管理	

なお、上記の活動は全て「Manual for Micro-Hydro Development」に記載される事項に基づいて実施された。また、この活動は JICA 専門家指導の下、カウンターパート主体に行われた。活動の概要を以下に示す。

#### a) 地点選定基準

次の次の選定基準を設定した。

- 容易にアクセスが可能であること。
- グリッドに連系されていないこと。
- 15~20 kW の包蔵水力が存在すること。
- 未電化家屋が半径 1km 以内にあること。
- LGU が協力的であること。
- 住民が協力的であり支払い能力/意思があること。
- 安全な地域であること

#### b) マップスタディ

1/50,000 の地形図をもとに 7 地点を選定した。

c) 現地確認調査

上記7地点に対し現地での確認調査を実施し、選定基準への適合性をチェックした。この結果、パナイ島 Antique 州 Sebaste 町の Igupatoyao 地点が選定された。

d) 現地調査

➤ 河川水量の測定 (2007,6 及び 9 月実施)

取水口予定地付近において河川水量を測定した。この結果、0.3m<sup>3</sup>/s 以上の水量が確保できることが確認された。

➤ 落差測定及び地形測量

取水口から発電所付近までの地形測量をカウンターパート自身が行った。

➤ 需要家屋の分布状況調査

GPS を利用して対象未電化家屋の分布状況を確認した。この結果は配電計画に反映された。



現地調査 (流量測定)



LGU との協定締結



現地での設計協議



住民への計画説明

e) 発電計画及び設計

現地調査結果に基づき発電諸元を決定するとともに「Manual for Micro-Hydro Development」に従い主要工作物の設計を行った。この結果を下表に示す。

Feature of the MHP Pilot Plant

項目	単位	内容	備考	
所在地	-	Sitio-Igpatoyao, Sebaste, Antique Province		
河川名	-	Ipayo River		
集水面積	km <sup>2</sup>	6.0		
河川流量測定結果	m <sup>3</sup> /s	0.31 (June 29, 2007) 0.35 (Sep. 7, 2007)		
最大使用水量	m <sup>3</sup> /s	0.220	測水結果の約 67%相当	
取水位	EL.m	60.000	単独標高	
放水位	〃	38.800		
総落差	m	21.20		
損失 落差	取水口～水槽	m	1.900	
	水圧管路	m	1.800	
	発電所～放水位	m	3.000	
	その他の損失	m	0.500	
	計	m	7.200	
有効落差	〃	14.00		
総合効率	%	50		
最大出力	k W	15		

f) 工事費積算及びプロジェクト計画書の作成

フィリピンにおける従来のマイクロ水力発電所の工事費積算方法には、下記のような問題がある。

- ▶ 工事数量 (ex.コンクリート〇〇m<sup>3</sup>) との関連が明確でない。
- ▶ 必要な労務者数が算定できない。
- ▶ 施工速度が不明確で、正確な工程計画が策定できない。

本パイロットプロジェクトでは”Manual for Micro-Hydropower Development”に示される方法に従って工事費を算定した。

これらの調査、計画、設計及び工事費積算の結果はプロジェクト計画書に反映した。

#### g) 施工管理

本プロジェクトの施工は CPU-ANEC が実施した。JICA 専門家と DOE-カウンターパートは VFO の協力のもと定期的に施工指導を行った。

### 3) 活動の成果

パイロットプロジェクト地点は 2009 年 1 月に運転を開始し、現在まで大きなトラブルもなく運転を続けている。本プロジェクトにより 42 世帯（直接配電：36 世帯、バッテリー充電：6 世帯）が新たに電力供給を受けることが出来るようになった。

本パイロットプロジェクトを通じて、カウンターパートは地点選定から運転・維持管理までの一連のマイクロ水力開発に関する具体的な技術を修得することができた。これらの修得された技術は、新規開発だけでなく、既設地点のモニタリング、リハビリテーション活動にも反映されていくことが期待できる。

### 4) 工夫及び得られた教訓

本プロジェクトは今後の維持管理を容易にするため、使用機器及び施工はすべて比国で調達できる材料、労力により構築されること(ローカルベース開発)を前提に実施された。

本プロジェクトを通じて、下記の事項が確認された。

- ▶ ローカルベースでの開発が十分可能である。
- ▶ カウンターパート及び ANEC 等の適切な助言があれば地元住民が建設工事を行うことが可能である。
- ▶ 本プロジェクトの開発費用は 5,240,000pesos であり、kW 当たりの建設コストは約 350,000peso/kW とする。これには住民の労務費用、ANEC の工事管理費用を含み、これらの費用を除いても建設コストは約 250,000pesos/kW 程度となる。これは、フィリピンにおける地方電化での通常の建設単価と比べると高価である。一方、DOE によるマイクロ水力の開発予算は一律 3,000,000pesos/地点である。この DOE 予算だけで開発しようとする、住民労務費用を 0 としても、開発規模は 12kW が上限となる。これ以上の出力を得ようとする場合、LGU 等、他の援助機関からの支援が不可かつである。



取水堰



沈砂池



導水路



水車・発電機



発電所建屋



竣工式 (BAPA 役員による宣誓)



竣工式 (貴賓席)

**Summary of the Assessment of the Candidate Sites for JICA's Micro-hydro Pilot Project**

Target Barangay/ Sitio	Municipality	Province	Source	Coordinates	Drainage Area (km <sup>2</sup> )	Gross Head [Net Head] (m)	Measured Flow [DesignFlow] (m <sup>3</sup> /s)	Accessibility	Target Unenergized HH	Potential Capacity (kW)	Distance (Demand to potential MHP Plant) (km)	LGU Counterpart	Social Condition	Security	Remarks
1 Brgy Victoria	Tubungan	Iloilo	Tarao River	-	-	no H measurement was conducted	no Q measurement was conducted	Accessible by four-wheel vehicle Cabatuan A/P to Tubungan - approx:30km (1hr)	none	no Q & H measurement was conducted	-	Tubungan LGU is willing to have a counterpart	LGU through the Municipal Mayor was supportive to the purpose of the project.	guaranteed by LGU (NPA destroyed Grid Tower 2 weeks ago)	DISQUALIFIED no available unenergized area
2 Sitio Botong, Brgy Laserna	Nabas *	Aklan	Gibon River	N 11°50.669' E 122°01.814'	9.50	no H measurement was conducted	0.23	Accessible by four-wheel vehicle Catclan A/P to Nabas - approx: 12km (25min) Highway to Brgy Proper - 3km	60	-	2	Nabas LGU is willing to have a counterpart	The Mayor, LGU municipal engineers down to Personal Secretary were cooperative and supportive through the assistance they extended in going to the area/site.	guaranteed by LGU	DISQUALIFIED Demand is 2 km away from potential Micro-hydropower site but EC grid is only 1 km from Sitio
3 Brgy Pawa			Pawa Falls	N 11°52.63' E 121°59.90'	12.50	no H measurement was conducted	no Q measurement was conducted	Accessible by four-wheel vehicle Catclan A/P to Nabas - approx:12km (25min) Highway to Brgy Proper - 5km	120	no Q & H measurement was conducted	3.5				DISQUALIFIED Demand is 5 km away from potential Micro-hydropower site
4 Brgy Tag-osip	Buruanga *	Aklan	Buruanga River	N 11°50.50' E 121°56.50'	11.00	no H measurement was conducted	no Q measurement was conducted	Accessible by four-wheel vehicle Catclan A/P to Buruanga - approx:15km (30min) Poblacion (bayan) to Tag-osip - 4km (accessible by single motor	60	no Q & H measurement was conducted	3	Buruanga LGU is willing to have a counterpart	The out-going and incoming mayors are willing to support the proposed project but the town will be 100% energized through the AKELCO and MIRANT Project which will be extended to all the town sitios.	guaranteed by LGU	DISQUALIFIED On-going extension of grid by AKELCO through MIRANT Funding
5 Sitio Tapul, Brgy El Progreso				N 11°50.00' E 121°55.30'	11.00	no H measurement was conducted	no Q measurement was conducted	Accessible by four-wheel vehicle Catclan A/P to Buruanga - approx:15km (30min) Poblacion (bayan) to El Progreso - 2km	50	no Q & H measurement was conducted	0.5				DISQUALIFIED Grid extension by AKELCO at Brgy Tag-osip will be passing by Sitio Tapul, through MIRANT Funding
6 Sitio San Juan	Libertad	Antique	San Roque River	N 11°46.764' E 121°59.676'	20.00	10.3 [6] with 600m of headrace	0.36 [0.25]	Accessible by four-wheel vehicle Catclan A/P to Libertad - 30 km Highway/EC line to Brgy Proper - 3km	60	9	0.1	Libertad LGU is willing to have a counterpart	LGU and the community within the sitio are very cooperative and willing to give support to the project through the assistance they showed during the site assessments and social survey.	guaranteed by LGU	DISQUALIFIED low potential capacity Has a grid extension plan by AKELCO, just waiting the funding from NEA
7 Sitio Ipatuyao	Sebaste	Antique	Ipayo River	N 11°36.144' E 122°06.703'	6.00	21.9 [16] with 500m of headreace	0.32 [0.20]	Accessible by all type of vehicles Catclan A/P to Sebaste - approx:55km Kalibo A/P to Sebaste - approx:70km (1.5hrs) Highway to Sitio Proper - 2.1km From Sitio Proper to Low voltage EC line - 0.9 km to High voltage EC line - 1.5 km	59	18	0.3	Sebaste LGU is willing to have a counterpart	LGU staff and the target community are very cooperative and willing to have the project by assuring their interest and counterpart support if they are luckily chosen as the demo site.	guaranteed by LGU	POSSIBLE SITE  ANTECO confirmed that they have no grid- extension program for Sitio San Juan
* Water source being used to supply water to Boracay Island															
Criteria															
1	Accessible														
2	Grid has not been extended (at least 50 unenergized Household (HH))														
3	Source has a potential capacity of 15-20 kW														
4	Demand must be within 1 km radius														
5	LGU must be willing to have a counterpart														
6	Social Condition (acceptance of the potential project; capacity and willingness to pay)														
7	Security/Peace and Order														

## (2) マイクロ水力リハビリテーションプロジェクト

### 1) 目的、ねらい

本プロジェクトで実施されてきた各種 OJT、セミナー及びショートレクチャーを通じて、カウンターパートは水力発電の基礎理論から開発計画に至る幅広い知識を習得してきた。これら身に着けた技術・技能を風化させることなく、実務経験を通じてより定着させることを目的として、既設マイクロ水力発電所の改修プロジェクトを実施した。カウンターパートは専門家の指導のもと調査及び分析・評価業務を行った。

### 2) 実施内容（期間、場所、実施の流れ、活動内容、）

3 年次から 5 年次にかけて実施された 7 つのプロジェクトの概要を要約する。

	期 間	地点名	位 置	実施者	受益者数	改修内容
1	2006.12 ~ 2007.3	Calapadan MHP	Antique 州 Barbaza	CPU-ANEC	22	・ 導水路改修
2	2006.12 ~ 2007.3	Pitac MHP	Antique 州 Tibiao	CPU-ANEC	99	・ 取水堰、導水路改修
3	2007.12 ~ 2008.3	Lanas MHP	Antique 州 Barbaza	CPU-ANEC	21	・ 水槽設置
4	2007.12 ~ 2008.3	Badiangan MHP	Iloilo 州 Ajuy	CPU-ANEC	58	・ 水車更新 ・ ダミーロードガバナ設置
5	2007.12 ~ 2008.3	Agbobolo MHP	Iloilo 州 Ajuy	CPU-ANEC	37	・ ダミーロードガバナ設置
6	2008.11 ~ 2009.1	Dao-angan MHP	Kalinga 州 Balbalan	KASC-ANEC	98	・ ダミーロードガバナ設置
7	2008.11 ~ 2009.1	Gawa-an MHP	Kalinga 州 Balbalan	KASC-ANEC	82	・ ダミーロードガバナ設置

上記地点は、事前に設定した下記のクライテリアに従って選定された。

- グリッドに連系されていないこと。
- BEP の一環として開発された地点であること。(DOE 予算に基づく ANEC による開発含む)
- 問題抽出のための技術的データが整備されていること。
- 適正な費用により開発されていること。(100,000pesos/kW 以下は除外)
- リハビリの効果が十分きたいされること。
- 安全な地域であること

以下に各地点のリハビリテーションの内容を示す。

a) Calapadan 地点

Calapadan 村はパナイ島西部の Antique 州 Barbaza 市に位置し、2005 年以降、22 世帯に電力供給を行っている。

発電所名	Calapadan
落差	20.0 m
流量	0.040 m <sup>3</sup> /s
出力	5 kW

出典：CPU-ANEC

リハビリテーションプロジェクトは、2006 年 12 月に現状調査を実施し、2007 年の 3 月に完了した。プロジェクトの全体の流れを以下に示す。

<実施の流れ>

	年	期間	実施事項
プロジェクト	2006	Dec4-8, 2006 Jan.16-15, 2007	プロジェクトサイト現状調査 プロジェクト計画・提案 覚え書き調印 工事契約締結
	2007	March, 2007	竣工検査

<実施内容>

課題	解決策（リハビリ内容）	備考
導水路基礎の崩落	蒲団籠による補強 余水吐き設置による小沢流水の排除	



蒲団籠完成箇所



竣工検査時

b) Pitac 地点

Pitac 村はパナイ島西部の Antique 州 Tibiao 市に位置し、2003 年以降、90 世帯に電力供給を行っていたが、2005 年の台風により取水堰及び導水路が破損した。

発電所名	Pitac
落差	9.0 m
流量	0.200 m <sup>3</sup> /s
出力	15 kW

出典：CPU-ANEC

リハビリテーションプロジェクトは 2006 年 12 月に現状調査を実施し、JICA 負担部分の取水堰は 2007 年の 3 月に竣工した。ただし、導水路の補修（LGU 費用負担）は未だ実施されていないため、発電が出来ない状態が続いている。

<実施の流れ>

	年	期間	実施事項
プロジェクト	2006	Dec4-8, 2006	プロジェクトサイト現状調査
	2007	Jan.16-15,	プロジェクト計画・提案 覚え書き調印 工事契約締結
	2007	March, 2007	竣工検査（JICA 負担分のみ）

<実施内容>

課題	解決策（リハビリ内容）	備考
取水堰の流失	取水堰新設	原因：堰の根入、クリープ長の不足
導水路の損傷	護岸の設置	LGU 負担部分



取水堰完成



竣工検査時

### Lanas 地点

Lanas 村はパナイ島西部の Antique 州 Barbaza 市に位置し、2005 年以降、21 世帯に電力供給を行っている。集水面積が小さいために乾期には取水堰の小湛水により調整運転を行っていたが、土砂排除に多くの労力が必要なことから、別途、水量調整用の水槽を新設することとした。

発電所名	Lanas
落差	60.0 m
流量	0.05 m <sup>3</sup> /s
出力	6 kW

出典：CPU-ANEC

リハビリテーションプロジェクトは 2007 年 11 月に現状調査を実施し、2008 年の 3 月に竣工した。

#### <実施の流れ>

	年	期間	実施事項
プロジェクト	2007	Nov.12-16 Dec	プロジェクトサイト現状調査 プロジェクト計画・提案 覚え書き調印 工事契約締結
	2008	Jan, 2007	竣工検査

#### <実施内容>

課題	解決策（リハビリ内容）	備考
取水堰前面の埋没	調整用水槽新設	課題：不適切な計画



運転調整用水槽



竣工検査時

### Badiangan 及び Agbobolo 地点

Badiangan 村及び Agbobolo 村はパナイ島北西部 Iloilo 州 Ajuy 市に位置しており、村に電気を供給するマイクロ水力発電所は 2002 年に運転を開始した。CPU-ANEC から報告された各発電所の設計諸元を下表に示す。

項目	Badiangan	Agbobolo
落差	13.5 m	42 m
流量	0.090 m <sup>3</sup> /s	0.030 m <sup>3</sup> /s
出力	6 kW	6 kW

リハビリテーションプロジェクトは、2007 年 6 月に事前調査を開始してから 8 カ月後の 2008 年 2 月 22 日完了した。その後、フォローアップとして 2008 年 5 月と 8 月に 2 回のモニタリング調査を実施した。プロジェクトの全体の流れを以下に示す。

#### <実施の流れ>

	年	期間	実施事項
プロジェクト	2007	Jun. 25 – Jun. 30	プロジェクトサイト選定調査 プロジェクト計画・提案 覚え書き調印 工事契約締結
		Aug.22 – Sep. 5	ELC 製造トレーニング
	2008	Feb.7 – Feb.11	新製水車の機能確認試験
		Feb. 17 – Feb. 20 Feb. 21 – Feb. 22	設置工事 完了検査
モニタリング	2008	May 27 – May 30	モニタリング調査
		Aug. 6 – Aug. 8	モニタリング調査

プロジェクトサイト選定調査において、Badiangan 及び Agbobolo の両地点には制御装置が設置されておらず、電気使用量の変化に応じて周波数及び電圧が大きく変動していることが確認された。このため、ダミーロードガバナを設置することにより電力品質の維持、改善を図ることとした。更に、Badiangan 発電所ではピーク時間帯に電気使用量が発電量を上回る過負荷運転が確認された。報告された落差及び流量の地点条件を考慮すると、水車効率の改善により発電所出力を増加させることが可能であると判断し、Badiangan 発電所については水車を更新し供給力不足の解消を目指した。



LGU との協定締結



取り替えられた水車



ELC パネル



竣工検査時

e) Dao-angan 及び Gawa-an 地点

Dao-angan 村及び Gawa-an 村はルソン島北部 Kalinga 州 Balbalan 市に位置しており、村に電気を供給するマイクロ水力発電所は 2002 年と 2000 年にそれぞれ運転を開始した。KASC-ANEC から報告された各発電所の設計諸元を下表に示す。

項目	Dao-angan	Gawa-an
落差	17 m	27 m
流量	0.230 m <sup>3</sup> /s	0.074 m <sup>3</sup> /s
出力	20 kW	10 kW

リハビリテーションプロジェクトは、2008 年 6 月に事前調査を開始してから 7 カ月後の 2009 年 1 月 24 日完了した。その後、フォローアップとして 2009 年 5 月にモニタリング調査を実施した。プロジェクトの全体の流れを以下に示す。

<実施の流れ>

	年	期 間	実施事項
プロジェクト	2008	Jun. 3 – Jun. 7	プロジェクトサイト選定調査 プロジェクト計画・提案 覚え書き調印 工事契約締結
		Jul. 28 – Aug.5	ELC 製造トレーニング
	2009	Dec. – Jan. Jan. 21 – Jan. 24	設置工事 完了検査
モニタリング	2009	May 13 – May 16	モニタリング調査

プロジェクトサイト選定調査において、Dao-angan 及び Gawa-an の両地点には KASC-ANEC が製作した制御装置が設置されているものの正常に機能しておらず、電気使用量の変化に応じて周波数及び電圧が大きく変動していることが確認された。このため、ダミーロードガバナを設置することにより電力品質の維持、改善を図ることとした。



既設水車



ELC パネル

### 3) 活動の成果

#### a) Calapadan, Pitac 及び Lanas 地点の結果

地 点	改修項目	不具合/課題	原 因	対 応
Calapadan	導水路	基礎の崩壊	小沢からの流水の処理が適切でない。	蒲団箆による基礎補強 小沢流水の余水吐き設置
Pitac	取水堰	洪水による流失	根入、クリープ長の不足	フローチングダムの新設
Lanas	調整水槽	乾期の水量不足	不適切な計画	水量調整用の水槽新設

b) Badiangan 及び Agbobolo 地点の結果

Badiangan 及び Agbobolo 発電所で実施された改修作業の結果とモニタリング調査により確認された不具合と課題を下表に示す。

地 点	改修項目	不具合/課題	原 因	対 応
Badiangan	水車	想定より低い出力	水車設計	・水車再更新や鉄管更新を含め対応を検討し現状のままとする
		軸受破損 (自動調心ころ軸受)	アライメント不良	・軸受取替
	ダミーロードガバナ	電力供給遮断	過負荷運転による電圧低下保護機能動作	・需要の適正管理について啓発活動の実施 ・保護動作値の調整
		機能不全	雷サージによる PCB 回路断線と IC 破損	・PCB 補修 ・バリスタの設置 (提案)
		電磁接触器焼損	過負荷運転による多頻度動作	・需要の適正管理について啓発活動の実施 ・保護動作値の調整 ・電磁接触器取替 (提案)
Agbobolo	ダミーロードガバナ	機能不全	PCB 回路断線	・PCB 補修
		機能不全	発電機特性の変化	・発電機更新
		高い周波数設定 (送電電圧設定)	長距離送電線による大きな電圧降下	・送電電圧の高電圧化 (提案) ※送電用、受電用変圧器設置

このように多くの問題点がプロジェクトの実施後発生したが、カウンターパートはこれらの一つ一つに対して放置することなく堅実に対策を進めている。この対応を通してカウンターパートは、不具合の原因究明と対策の立案について多くの知見を得ることができた。特に、予算的な制限もあり望ましいと思われるすべての対策を施すことができないなかで、発電所の運転を継続するために必要な最低限の対策を検討することは、今後他の発電所の持続性を高めるために活かされるであろう。

c) Dao-angan 及び Gawa-an 地点の結果

設置されたダミーロードガバナは竣工検査において正常に機能していることが確認された。その後、ダミーロードヒータに短絡が発生する不具合があったが KASC-ANEC によりの確に補修され、モニタリング調査でも異常は認められなかった。ただし、Gawa-ann 発電所では Badiangan 発電所と同様に、ピーク時間帯

に過負荷となり、ダミーロードガバナが正常に機能できないという問題が発生している。これは、電力使用量の増加だけではなく鉄管損失の増加による発電機出力の低下にも起因していると想定される。カウンターパートは、過負荷により ELC の不足電圧あるいは不足周波数の保護機能が働き電力供給が遮断される事象を避けるため、可変抵抗器による動作値の調整方法を確認した。KASC-ANEC は鉄管更新など将来何らかの対策をとることを検討している。

d) 関係者への技術移転

MHP リハビリプロジェクトを通じて、REMD、CeMTRE 及び ANEC の技術者は、それぞれ下記の実務を経験することにより、マイクロ水力発電設備のリハビリに関わる技能の習熟度を高めることができた。今後、この経験が、リハビリプロジェクトばかりでなく、既設地点のモニタリングや新設プロジェクトの計画評価など他の業務にも幅広く活かされることが期待できる。

REMD 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リハビリ候補地点の調査、調査結果の分析とリハビリサイトの決定</li> <li>・リハビリ計画の作成（システム設計）</li> <li>・プロジェクト提案書及び工事契約書の作成</li> <li>・工事管理及び竣工検査</li> <li>・モニタリング及びプロジェクト評価</li> </ul>
CeMTRE 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水車設計、製作図面作成</li> <li>・製作工程及び品質管理</li> <li>・単体機能確認</li> <li>・現地据付工事及び総合機能確認</li> </ul>
ANEC 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リハビリ候補地点の調査</li> <li>・機材の仕様検討、調達</li> <li>・設置工事及び施工管理</li> <li>・運転保守及びモニタリング</li> </ul>

4) 工夫及び得られた教訓

a) 開発の初期段階における活動の重要性

土木設備に関する不具合の原因は下記のように集約される。土木設備の修復には多くの費用が必要となるとともに、計画に問題がある場合には修復しても効果の少ない場合もある。長期に亘る運転を安価に確実に実施していくためには、開発の初期段階（調査、計画、設計）の活動が重要である。

- 設計者は土木設備に要求される所定の機能を理解していない。
- 設計者は土木設備の設計の基本を理解していない。
- 落差、河川水量などの基本調査が十分でない。
- 十分な建設費用が無い

b) 機器製造トレーニング成果の活用

本プロジェクトでは水力発電機器の製造トレーニングとして、インドネシア IBEKA の協力のもと「水車製造トレーニング」と「ELC 製造トレーニング」を年 1 回実施してきた。そこで、リハビリプロジェクトで行われる改修内容は、これらの機器製造トレーニングの成果を活用するように計画された。すなわち、ダミーロードガバナの設置では、トレーニング参加者が製作した ELC を制御部として使用した。ANEC からの受講者は、現地の条件に合わせて必要により ELC 盤を改造のうえ自ら据付を行った。一方で、Badiangan 発電所に設置された新製水車は、CeMTRE からのトレーニング参加者により設計されたもので、マニラ市内にある製作工場がその製作図面に基づいて資材を調達し、加工・組立を行った。

このように、機器製造トレーニングの参加者はリハビリプロジェクトを通して、機器を実際の地点へ適用するにあたってのシステム設計から現地での据付・試験までの工程を経験することで、より実務的な技術・技能を修得することができた。

c) 地点条件確認の必要性

Badiangan 及び Agbobolo 発電所で確認された不具合のいくつかは、事前調査により正確な情報が収集されていれば避けられたものである。事前調査において落差、流量、送電線電圧降下、需給バランスなどについて可能な限り実測によるデータを収集することが望ましい。これらのデータは、改修方針の検討や機器設計に大きな影響を与えるため、信頼できる数値が必要とされる。

### (3) マイクロ水力計画トレーニング／ワークショップ

#### 1) 目的及び背景

既設のマイクロ水力発電所は前述したように不適切な調査、計画、設計、施工により多くの不具合を抱えている。特に計画の初期段階での不具合は、建設後の機能回復/改修が極めて困難であることから、調査、計画、設計に関する適正技術を普及していくことが重要である。

この観点から、「マイクロ水力計画」に関する適正技術の普及を図るため、各種トレーニング、ワークショップ等を実施した。

#### 2) 実施内容

a) マイクロ水力技術トレーニング

現地調査、計画、モニタリングに関する基礎的なトレーニングが本調査の中で実施された。この対象参加者は、主として DOE-REMD、VFO、MFO 及び ANECs である。

2008 年 11 月には、この活動の締めくくりとして、マイクロ水力開発に必要な

知識およびスキルを完全に定着させるための、MHP 技術レビュートレーニングが、REMD スタッフ、他の DOE 職員及び PNOC 等を対象に開催された。レビュートレーニングでは、REMD-カウンターパートはマイクロ水力技術に関する主トレーナーとしての役割を果たした。レビュートレーニング中に、熟練度テストはトレーニングの開始前と、終了後に参加者の習熟度判定のためのテストを行った。この結果、全ての参加者がトレーニング後に得点を大幅に伸ばし、トレーニングの内容の妥当性が確認された。

#### 技術トレーニング実績

年	実施日	開催場所	参加者数	実施内容
2004	NoV.8	VFO	22	Hydro development cycle Reconnaissance Study of MHP MHP Development for Rural
2005	Apr.18	CPU (Iloilo)	13	Training on Monitoring
2005	Jul.26	MFO		Training on Monitoring Basic hydropower Technology
2005	Oct.18-20	MFO	7	Basic hydropower Technology Field Training on Monitoring
2005	Nov.8-11	VFO	7	Basic hydropower Technology Field Training on Monitoring
2005	Nov.14-17	DOE	15	MHP Generating System Technology Basic Hydrology Potential Site Survey
2006	Jun.5	VFO		Hands-on Training on Instrument Use for Site Survey and Monitoring
2006	Jun.8	MFO		Training on Site Reconnaissance F/S of MHP Potential Projects
2006	Jun.17	MFO		Hands-on Training on Instrument Use for Site Survey and Monitoring
2008	Nov.10-14	DOE-AVR	15	下表参照

マイクロ水力技術トレーニングカリキュラム

Course	Contents		
Basic Course	1	Map Study	Outline of Hydropower Catchment Area Potential Site Duration Curve
	2	Planning	Function of Main Structure Layout of Main Structure Selection of Main Structures Location
Advance Course	1	Site Reconnaissance	Outline of Site Reconnaissance Measurement River Flow Measurement of Head
	2	Designing for Civil	Intake Weir Intake and Settling Basin Headrace Head tank Penstock and Spillway Power House Calculation of Head Loss
	3	Designing for Mechanical Equipment	Turbine Driving system

b) マイクロ水力技術ワークショップ及び小講義

マイクロ水力に関する開発従事者の共通認識及び正確な理解を醸成するために、MHP 技術のいくつかの課題に関するセミナーおよびワークショップを開催した。(計 12 回) これらのセミナー/ワークショップは、再生可能エネルギーの持続可能な開発のために必要とされる情報を、ANEC や LGU のエンジニアにも広く普及させるために、マニラだけでなくマニラの外においても開催された。

さらに、継続的かつ気軽にマイクロ水力開発に関する知識を REMD の全ての職員に提供すべく、DOE 内で小講義を実施した。しかしながら、REMD スタッフは他の業務も抱え多忙であることから、実際には 8 回だけ開催されるに留まった。小講義の内容は基本的に技術トレーニングと同様である。

	目的	対象者	トレーナー	手段	開催場所	実施時期
①	カウンターパートへの技術移転	DOE-PEMD- カウンターパート DOE-Field-Offices ANEC	JICA 専門家	Workshop	Manila, Cebu, Davao	July, 2005 – Jan.2006
				Short Lecture	DOE-REMD	Oct.2006 –Aug.2008
②	実際の開発従事者への技術移転	MLGU オペレーター	JICA 専門家 & REMD- カウンターパート	Workshop On site Training	Karinga, Ifugao	Jan.2007 – Jan.2008

c) マイクロ水力技術に関わるマニュアル及びガイドラインの整備

本活動において下記のマニュアル及びガイドラインが整備され、上記のトレーニングに活用された。

- Project Evaluation Guideline for Micro Hydropower Development
- Guideline for Selection of Potential Sites and Rehabilitation Sites of Micro-Hydropower
- Manual/guideline for Design, Implementation and Management for Micro-hydropower (Revised “Manual for Hydro Power Development”)
- Micro-hydropower Training Manual
- Site Completion Test Manual for Micro-hydropower Project
- Operator Training Manual for Micro-hydropower

### 3) 活動の成果

a) マイクロ水力開発に関する認識の転換

従来マイクロ水力は、手軽な電源として捉えられ「安易に計画・開発」されてきた。その結果として多くのマイクロ水力発電所が所定の機能を発揮できないまま放置されている。しかしながら、マイクロ水力は、規模は小さいものの、不安定な自然エネルギーを安定的に電気エネルギーに変換するシステムであり、要求される技術は一般の水力と大きな相違はない。

本トレーニング活動を通じ、従来の安易な開発姿勢を転換することが出来、開発段階に応じて要求事項を的確に処理していくことの重要性が認識された。

b) 今後の適正技術普及のためのトレーナーの養成

本トレーニングを通じて、REMD-カウンターパートは全てのトレーニングにおいて主導的な役割を果たした。今後、整備された各種マニュアル／ガイドラインを活用して、REMD-カウンターパートはトレーナーとして適正技術普及のための活動を展開していくことが可能であろう。

### 4) 工夫及び得られた教訓

本トレーニングにおいては、既設発電所における問題点/課題を踏まえて、間違え易い課題を中心にトレーニング行った。また、各開発段階において、複雑な計算や特殊な機材が無くても調査、設計が出来るよう配慮した。この結果、経験の少ない参加者でも容易に必要な事項を習得することが出来た。

#### (4) 水車製造トレーニング/ワークショップ

##### 1) 目的、ねらい

フィリピン国内で使用されてきたマイクロ水力用水車は、見よう見真似で製造されたもので、設計技術に基づくものではないため、効率が低く、低品質な物ばかりであった。

そこで、ワークショップやセミナーにより、マイクロ水力であっても適切な設計技術と製造技術に基づかなければならない点について、関係者への啓蒙活動を行うこととした。

水車製造技術については、マイクロ水力のマーケットが小さいことから、広く薄くではなく、少数であっても着実に技術移転が行われ、信頼できる品質の水車はフィリピン国内で製作できるレベルとなることを目指し、水車製造トレーニングを実施した。

これらの活動においては、日本の高度技術は移転が難しく、仮に移転できてもコストの面で普及するのは難しいと思われたため、インドネシアの地方電化で活用されている技術に着目した。そこで、水車の設計、製作に豊富な経験を有するインドネシアの NGO である **IBEKA** からの協力を受け、ワークショップやトレーニングを実施することとした。

トレーニングに当たっては、研修員が実際に水車製造を行い、鋼材の切断、溶接、加工、組み立てまで一連の技能を修得することを目指した。

##### 2) 実施内容

###### a) ワークショップの開催

**REMD** のみでなく、フィリピン全体の水車製造技術を広めるためのワークショップをマニラで開催した。

また、水車製造のトレーニングは少人数のみの参加であったため、水車の製造技術をフィリピン全体に広げる目的で、また水車製造技術に関する情報の共有化を目指し、**IBEKA** を招請してのワークショップをダバオで開催（2008年8月27日、28日）しミンダナオ地区における水車製造技術の向上を計った。これにより、マニラから距離的に不便なミンダナオ島の **DOE(MFO)** 及び **ANEC** のマイクロ水力関係者にも情報の共有化を図ることができた。

また、その他下記のような啓発活動をおこなった。

- **JICA** ネットを利用した水車設計技術の紹介
- **CeMTRE** の試験設備の増強
- **CeMTRE** による **ANECs** に対する啓発活動

###### b) 水車製造トレーニングの実施

スイスの **SKAT** 社設計の **T-12** 水車についての製造トレーニングを、06年度及び07年度に各一回インドネシアのバンドンにおいて下記日程でおこなわれた。

第1回目           2007年1月22日～2月28日

第2回目           2007年11月5日～12月13日

この第2回目までは、この型式の製造経験の豊富なインドネシアの **NGO** である **IBEKA** の技術支援をうけインドネシア・バンドンでおこなったが、第3回目

は第1回目の受講者が講師となり、2008年8月20日から9月26日までの38日間をかけマニラ（バレンズエラ市）の町工場でおこなった。

3回目のトレーニングでは、インドネシアでのトレーニングの経験を活かし、設計内容の技術的に困難な部分を、機能を変えずにできるだけ簡素化したものとし実施した。その内容についてはトレーニングスタート時に IBEKA の助言を求め問題のないことを確認した。また完成した水車についても IBEKA により確認・評価がおこなわれ、オリジナル設計と同等以上の性能を有していると判断された。これは期待していた以上の成果であり、マニラでのトレーニングは満足いく成果をあげることができた。

また、第3回水車製造トレーニングを通して、水車製造手順毎の各ステップの写真を細かくまとめ今後の水車製造の指針になるようとりまとめた。

これにより、合計12人が水車製造のトレーニングを受講したことになり、今後のフィリピンでの水車製造技術の向上に寄与できる体制が整いつつあると考える。トレーニングを受けた人員内訳は次の通り。

Training for T-12 turbine participants

部署	トレーニング回数			合計
	第1回目	第2回目	第3回目	
DOE/REMD	1			1
DOE/MFO		1		1
CeMTRE	1	1		2
CPU/ANEC	1			1
KASC/ANEC	1	1		2
BSU/ANEC		1		1
CMU/ANEC			1	1
CLSU/ANEC			1	1
SU/ANEC			1	1
MSU/ANEC			1	1



トレーニング（サイドプレートの加工）



トレーニング（サイドプレートの加工）



トレーニング（サイドプレートの加工）



トレーニング（組み立て）

### 3) 活動の成果

上述のとおり、計3回の水車製造トレーニングにより、計12名の参加者が水車製造技術を学ぶことができた。そのうち、2名はさらにトレーナーとして指導できるレベルになっている。また、その他にも、トレーニングで学んだ技術を活用して、既に水車製造を行っている者もあり、数は少ないまでも着実に技術移転が行えたものと考えられる。

また、これらの技術的内容はすべて、CeMTRE に集約し、水車設計ソフトウェアや水車製造マニュアル作成することにより、CeMTRE が水車製造に関する基地的役割を果たすようになった。

### 4) 工夫及び得られた教訓

ワークショップやトレーニングを実施するに当たっては、フィリピンと同様の途上国であるインドネシアからの協力を得て実施したことにより、指導内容が参加者に受け入れられやすく、より効率的な活動ができた。

また、第1回目の研修員が第3回目のトレーニングではトレーナーとして参加し、より効率的なトレーニングができるよう創意工夫して取り組んだことにより、着実に水車製造技術がフィリピンに定着できたと判断される。したがって、教わるだけでなく、さらに教える機会を与えることにより、技術移転が確実に行うことができると考えられる。

## (5) 負荷制御装置製作トレーニング

### 1) 目的、ねらい

Electronic Load Controller (ELC)により制御されるダミーロードガバナは、周波数を一定に維持することで電力品質を高める機能を持ち、比較的安価であることからしばしばマイクロ水力発電プロジェクトに適用されており、フィリピン国内においても輸入品や自作品を設置した事例がいくつか見られる。しかしながら、ELC の設計、製作及び保守に関する確立された技術については、マイクロ水力発電による地方電化プロジェクトに関わる技術者の間でさえいまだ広く普及していない現状であった。このため、ELC の設

計、製作に豊富な経験を有するインドネシアの NGO である IBEKA からの技術移転を受け、実際に機器を設計、製作するトレーニングを通して、国内技術者の技術力向上を図ることにした。

## 2) 実施内容

ELC 製造トレーニングの開催実績を下表に示す。

	内 容	期 間	場 所	参加人数
第 1 回	制御基板 (PCB) 製作	2006.12.11~12.15	デラサル大学	12
第 2 回	10kW 単相同期発電機用 ELC 盤の製作	2007.8.22~9.5	デラサル大学	12
第 3 回	30kW 単相同期発電機用 ELC 盤の製作	2008.7.28~8.5	デラサル大学	6
	ELC 盤の現地据付	2008.8.6~8.8	Badiangan MHP Agbobolo MHP	6

### a) 参加者

DOE、ANECs、NGOs、CeMTRE 及び水力発電機器の供給業者／製造業者から選定されたメンバーが受講者として参加した。なお、第 2 回及び第 3 回の受講者は、過去のトレーニングを通して習得した技術・技能を更に確立したものにすることを目的として、受講経験者から人選された。このため、第 3 回トレーニングの 6 名の受講者は 3 回すべてのトレーニングに参加している。受講者の所属の内訳を下表に示す。

所 属		第 1 回	第 2 回	第 3 回
DOE	DOE-REMD	1	1	1
	DOE-MFO	1	1	
	DOE-VFO		1	
ANEC	CPU	1	1	1
	KASC	1	1	1
	BSU		1	
	USEP	1	1	
NGO	SIBAT	1	1	1
	YAMOG	1	1	1
	REDCREST	1	1	1
Supplier/ Manufacturer	San Roque Power Co.	1		
	PAMATEC	1		
	PETCO	1	1	
	CeMTRE	1	1	

### b) トレーニング内容

第 1 回トレーニングでは、ELC の動作原理および回路構成を理解することを目的として、装置の心臓部となる制御基板 (Printed Circuit Board : PCB) の製作を行うとともに、電球を模擬負荷とする試験回路により基板の動作確認を行った。また、続く第 2 回トレーニングでは、プリント基板の設計・製作から制御基板製作、パネルボックスへの実装・配線、試験用水車発電機による機能確認までを含む、ELC 製作の手順を一通り経験することにより、より実務的な技術の習

得を目指した。最後の第3回トレーニングでは、第2回と同様な手順で ELC 盤を製作したが、より汎用性のある 30kW 単相同期発電機に適用可能なものとした。なお、第3回トレーニングでは、発電所での ELC 盤の据付・調整および使用開始後の運転保守に関する現地トレーニングを既設発電所において行った。



ELC 設計に関する講義



ELC 基板の製作



完成した ELC



現地据付トレーニング

### 3) 活動の成果

#### a) ELC 盤

第2回及び第3回製造トレーニングの成果物として、10kW 単相用の ELC 盤が6個、30kW 単相用の ELC 盤が3個製作された。これらの ELC 盤はパイロット及びリハビリプロジェクトにおいてダミーロードガバナの制御部として使用された他、受講者が持ち帰り自身のプロジェクトへ適用や新たに ELC 盤を製作するための見本として活用されている。製作された9個の ELC 盤の用途を下表に示す。

種類	使用先	用途
10kW 単相用	CPU-ANEC	リハビリテーションプロジェクト
	CPU-ANEC	リハビリテーションプロジェクト
	SIBAT	自身のプロジェクトへの適用
	KASC-ANEC	自身のプロジェクトへの適用を検討中
	KASC-ANEC	新盤を製作する再の見本として活用
	CeMTRE	新盤を製作する再の見本として活用
30kW 単相用	CPU-ANEC	パイロットプロジェクト
	KASC-ANEC	リハビリテーションプロジェクト
	KASC-ANEC	リハビリテーションプロジェクト

#### b) 関係者への技術移転

3回のトレーニングを通じて受講者は、ELC盤を実際に製作し現地で据付状態を確認することにより下記の知識や技術を習得することができた。今後、この経験が、ELC盤の新たな製作や既存ELC盤の運転・保守に活かされることが期待できる。

- ELCの動作原理及び回路構成
- プリント基板設計
- プリント基板製作
- オシロスコープによる動作確認
- ELC盤組立（機器の据付とケーブル配線）
- 現地でのELC盤設置と調整
- ELC盤の保護機能
- 不具合箇所の同定手順と修理方法

#### 4) 工夫及び得られた教訓

##### a) 実態に即したトレーニング内容の選定

トレーニングの主題については、誘導発電機制御装置（IGC）、自動電圧調整装置（AVR）、三相発電機用ELCなどいくつかの選択肢があった。一方、フィリピン国内において、地方電化のために建設されたマイクロ水力発電所の現状を鑑みると、その多くは単独系統（誘導発電機は適用できない）で単相同期発電機を使用している。また、適用可能な容量についても、10kW以上の容量をもつ発電所が数多くあることから、汎用性を求めて10kWから30kWまで拡大した。このように、トレーニングで製作されるであろう機器と既存設備の現状を考慮して、最も効果があると思われる主題を選択するよう努めた。

b) 資機材の現地調達

トレーニングで使用する資機材は、本プロジェクト後も受講者が自立的に ELC を製作できるよう、日本から持ち込まずにフィリピン国内での調達を基本方針として準備した。結果として、電子部品、パネルボックス、計器および開閉器を含む、ほとんどの部品は Quiapo 地区の電気街で購入することができた。ポリエチレンコンデンサ、ヒートシンク、サイリスタなど電気街で購入できなかった部品についても、インターネットによる通信販売で入手可能であることを確認した。なお、参加者が自身で ELC を製作する際に参考になるよう、部品の購入場所と価格をまとめた一覧表を参加者に配布した。

c) 現地据付トレーニングの実施

当初、ELC 製造に集中したトレーニングを計画していたが、IBEKA の講師や受講者からの意見も踏まえ、第 3 回トレーニングでは、リハビリプロジェクトで実際に製造した ELC 盤を設置した Badiangan 及び Agbobolo 発電所において ELC 盤の据付に関するトレーニングを実施した。受講者は機器の製作と据付の両方を経験することにより、現地での制御ゲインや保護機能動作値の調整方法や不具合発生時のトラブルシューティングについて理解を深めることができた。

## (6) マイクロ水力地点モニタリングによる OJT

### 1) 目的、ねらい

モニタリングは、機器の状態を定期的かつ継続的に監視することで異常兆候を早期に発見して適切な処置を施すために行われるもので、発電設備を持続的に運用するために欠かすことのできない活動である。本プロジェクトでは、パイロット及びリハビリプロジェクトに関わる地点選定調査、竣工検査及び追跡調査などのモニタリング調査の OJT を通して、カウンターパートの「問題発見」及び「問題解決」能力の強化を図った。

### 2) 実施内容

マイクロ水力発電地点モニタリングによる OJT の実績を次頁の表に要約する。

a) 地点選定調査

リハビリプロジェクトの地点選定調査では、目視検査及び計器を使用した各種性能試験を行い、既存設備の運転状態を把握すると共に、改修案を立案するために必要となる落差、流量など必要な地点条件を収集した。収集したデータの分析結果を基に、各地点の問題点を洗い出し、改修方法について代替案を含めた比較検討を行い最終決定した。

	期 間	地点名	位 置	目 的
1	2007.1.15～1.19	Calapadan MHP	Antique 州 Barbaza	3 年次リハビリプロジェクト地点選定調査
		Lanas MHP		
		Pitac MHP	Antique 州 Tibiao	
2	2007.6.25～6.30	Pitac MHP	Antique 州 Tibiao	4 年次リハビリプロジェクト地点選定調査
		Badiangan MHP	Antique 州 Pandan	
		Badiangan MHP	Iloilo 州 Ajuy	
		Agbobolo MHP		
3	2008.2.17～2.22	Badiangan MHP	Iloilo 州 Ajuy	4 年次リハビリプロジェクト竣工検査
		Agbobolo MHP		
4	2008.5.27～5.30	Badiangan MHP	Iloilo 州 Ajuy	4 年次リハビリプロジェクトモニタリング調査
		Agbobolo MHP		
5	2008.8.6～8.8	Badiangan MHP	Iloilo 州 Ajuy	4 年次リハビリプロジェクトモニタリング調査
		Agbobolo MHP		
6	2008.6.3～6.7	Dao-angan MHP	Kalinga 州 Balbalan	5 年次リハビリプロジェクト地点選定調査
		Gawa-an MHP		
		Balbalasang MHP		
7	2009.1.21～1.24	Dao-angan MHP	Kalinga 州 Balbalan	5 年次リハビリプロジェクト竣工検査
		Gawa-an MHP		
8	2009.5.13～5.16	Dao-angan MHP	Kalinga 州 Balbalan	5 年次リハビリプロジェクトモニタリング調査
		Gawa-an MHP		
9	2009.1.26～1.30	Igpatuyao MHP	Antique 州 Sebaste	パイロットプロジェクト竣工検査
10	2009.5.19～5.21	Igpatuyao MHP	Antique 州 Sebaste	パイロットプロジェクトモニタリング調査

#### b) 竣工検査

機器の据付工事が完了した後、目視検査により据付状態を確認するとともに、各種性能試験を行い新しく設置された機器がシステム全体の中で正常に機能することを確認した。検査のなかで不具合が確認された場合には、現地で補修あるいは調整できるものはすぐに対策を施し、資材手配が必要ですぐに対策できないものについては対策方針を据付工事を行った ANEC へ指示し、モニタリング調査で経過を確認することにした。

#### c) モニタリング調査

竣工検査後、目視検査及び各種性能試験により、プロジェクトで設置した機器が正常に運転を継続していること、並びにもし問題が発生していれば適切な対応がとられていることを確認した。合わせて、竣工検査時に ANEC へ指示した追加処置が確実に行われていることを確認した。また、竣工後の運転や保守に問題が認められれば、オペレータに対して留意点を再度指導した。



発電出力等の測定



モニタリングシートへのデータ記入



竣工検査



竣工検査

### 3) 活動の成果

#### a) 関係者への技術移転

マイクロ水力発電地点モニタリングによる OJT を通じて、REMD 及び ANEC の技術者は、それぞれ下記の実務を経験することにより、マイクロ水力発電設備の現状把握及び対策立案などのモニタリングに関わる技能の習熟度を高めることができた。今後、この経験が、既設発電所の予防保全活動に活かされることが期待できる。

REMD 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地点条件、運転データの計測（計器の使用方法）</li> <li>・ 収集データの分析と費用対効果を考慮した改修範囲の検討</li> <li>・ 諸条件を考慮したプロジェクト候補地点の優先順位付け</li> <li>・ 改修内容に応じた機能確認試験項目の選定</li> <li>・ 機能確認試験により収集されたデータの分析</li> <li>・ 改修結果の評価</li> <li>・ 運転保守に関する留意事項の指導</li> </ul>
ANEC 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地点条件、運転データの計測（計器の使用方法）</li> <li>・ 運転保守に関する留意事項の指導</li> </ul>

#### 4) 工夫及び得られた教訓

##### a) 調査計画書の作成

モニタリング調査を行う際は、調査の内容、工程、試験項目及び使用計器をまとめた調査計画書を作成し、事前にカウンターパートと協議を行った。これにより、カウンターパートは各試験項目の必要性と実施手順を理解することができ、現地での作業を円滑に進めることができた。また、実施手順を事前に確認することにより、必要な計器や資機材が明らかになるため、準備不足により予定していた試験ができないという事態を減らすことができた。

##### b) 安全への配慮

発電所建屋内での作業は、感電や回転部への接触など危険と隣り合わせである。このため、ヘルメットを準備して発電所内で作業するカウンターパートへは着用を推奨した。また、試験中、露出充電部は可能な範囲でビニールテープを用いて養生した。その他、充電部や回転部への接近については常に注意を払い、危険な状態を発見した場合すぐに声をかけるよう意思疎通を図った。結果として10回にわたるモニタリング調査を無災害で終えることができた。

## 6.3 太陽光発電技術に関する活動

### (1) 太陽光発電技術者トレーニング

#### 1) 目的、ねらい

太陽光発電技術を用いた地方電化プロジェクトには、プロジェクト管理者である DOE のみならず、現地でプロジェクトを支援する AREC や LGU、更には、製品の供給・設置を行う民間業者が関わっており、それらの技術者が適正な技能を有することが要求される。そこで、太陽光発電プロジェクトに係わる技術者に対しトレーニングを提供し、個々の能力向上を図るとともに、継続的に実施可能なトレーニングプログラムの開発を行う。

#### 2) 実施内容

太陽光発電技術者トレーニングは、基礎技術トレーニング、技術者認定トレーニング、技術者トレーニングの3種類実施した。

##### a) 基礎技術トレーニング

2006年1月25～26日の2日間の日程で、DOE内にて太陽光発電基礎技術トレーニングを実施した。トレーニングの参加者は41名であり、講義及び実習にて太陽光発電に関する基礎知識を提供し、最後に理解力の確認試験を実施した。

##### b) 技術者認定トレーニング

技術者認定トレーニングは、2005年から2007年にかけて計6回実施した。対象はDOE技術者を中心とし、AREC、LGU、更には民間業者の参加も認め、合計107名が参加した。

回	年	期間	場所	参加者
1	2005	Sep. 26 – Oct. 6	Cebu, Palawan	18
2	2006	Feb. 12 – Feb. 21	Cebu	21
3	2006	Dec. 4 – Dec. 9	Cebu	16
4	2007	Feb. 4 – Feb. 9	Cebu	16
5	2007	Jun. 18 – Jun. 22	Baguio	18
6	2007	Oct. 15 – Oct. 20	Davao	18



講義風景



モニタリング

トレーニングは、講義、実習、認定試験で構成され、第1回及び第2回トレーニングは、サイトでの実習に時間を掛け、全体のトレーニング期間に10日程度を要したが、3回目以降はトレーニングプログラムを統一化し、6日間のトレーニングとした。また、トレーニングの計画はカウンターパートと共同で実施し、第2回トレーニングからは認定トレーナーをトレーナーとして参加させ、講義・実習に当たらせた。トレーニングの最終日には認定試験を行い、その採点結果と講義や実習を通じた取り組み姿勢の評価点を、所定の評価基準に照らして認定者の選定を行った。

### c) 技術者トレーニング

技術者トレーニングは、2008年の1年間に計3回実施した。対象はAREC及びLGU等の地方技術者であり、全地域のARECからの参加を促すため、ルソン、ビサヤス、ミンダナオの3地域でそれぞれ実施し、合計46名が参加した。

トレーニングは、講義、実習、確認試験で構成され、トレーニング内容は地方技術者用に見直し統一化し、6日間のトレーニングとした。

トレーニングの計画・運営はカウンターパートを中心に実施し、また、トレーナーとして経験のない認定トレーナーを積極的に参加させ、経験豊富な認定トレーナーと組み合わせて講義・実習に当たらせた。

第1日目及び第4日目に確認試験を実施し、参加者の理解度を確認し、理解度が不十分な科目に対しトレーナーが個別に指導するなど、効率的かつ効果的なトレーニングの提供を試みた。

回	年	期間	場所	参加者
1	2008	Sep. 8 – Sep. 13	Tagaytay, Luzon	13
2	2008	Oct. 20 – Oct. 25	Talibon, Bohol	20
3	2008	Nov. 17 – Nov. 22	Davao, Mindanao	13



チャージコントローラ特性確認



太陽電池モジュール特性確認

### 3) 活動の成果

#### a) 技術者の能力向上

技術者認定トレーニングにはのべ 107 人が参加し、その内 DOE18 名、ANEC5 名、LGU2 名の合計 25 名がトレーナーとして、また、民間業者 5 名が太陽光技術者として認定された。一方、技術者トレーニングには、AREC 及び LGU 技術者を中心に 46 名が参加した。基礎技術トレーニングに参加した 41 名を合わせると、のべ 194 名にトレーニングの場を提供し、技術者の能力向上に貢献してきた。

これらのトレーニングは、太陽光発電の理論を中心とした他のトレーニングとは異なり、技術者の日常の業務に直結した内容を中心に、講義、実習で構成されており、参加した技術者からも直ぐに業務に反映できると好評を得た。また、小グループ活動や演習問題などの受講者が係わる場を増やし、更に、トレーナーが受講者の理解度を確認しながら個別に指導することで、全体的な技術者の能力向上を図った。この成果は、技術者トレーニングの中で実施した 2 回の確認試験の結果からも確認できている。

#### b) トレーナーの育成

技術者認定は、本来、既存の認定システムに準じて実施する必要があるが、太陽光発電のマーケットが小さいことから、本プロジェクトの開始当初は既存の認定システムとして組み込むことは難しい状況にあった。一方、太陽光発電技術者を継続的に育成していくためには、フィリピン国内にトレーナーを育成する必要があり、本プロジェクトにおいて独自の基準を設け、トレーナーの認定を開始した。第 1 回のトレーニングでは 6 名がトレーナーとして認定され、最終的には 25 名に達している。

トレーナーに認定された技術者は、その後のトレーニングにトレーナーとして参加し、自己の技能向上に努めると共に、受講者の技能向上にも貢献した。また、

REMD 職員を中心に、トレーナーに認定されることを目指し、自主的に努力する姿勢も見られた。更に、認定トレーナーは太陽光発電技術に関する講演や他のトレーニングに講師として迎えられる場もでてきている。

### Solar PV Trainers' Training

Organization		DOE						ANEC	LGU	Private Co.	Total
		REMD	VFO	MFO	SPOT	Other	Total				
1 <sup>st</sup>	Participant	7	2	3	3	1	16		2		18
	Qualified person	2	1	1	1		5		1		6
2 <sup>nd</sup>	Participant	5			2		7		6	8	21
	Qualified person	2					2			3	5
3 <sup>rd</sup>	Participant	3	1	1	2		7		3	6	16
	Qualified person				1		1		1		2
4 <sup>th</sup>	Participant	(3)					(3)	7		9	16
	Qualified person	3					3	2		1	6
5 <sup>th</sup>	Participant					2	2	11		5	18
	Qualified person					1	1	1			2
6 <sup>th</sup>	Participant	3		4			7	7	1	3	18
	Qualified person	3		3			6	2		1	9
Total	Participant	18	3	8	7	3	39	25	12	31	107
	Qualified person	10	1	4	2	1	18	5	2	5	30

( ) only examination

### Solar PV Engineers' Training

Organization		DOE						ANEC	LGU	Private Co.	Total
		REMD	VFO	MFO	SPOT	Other	Total				
1 <sup>st</sup>	Luzon Region							10	3		13
2 <sup>nd</sup>	Visayas Region		2				2	8	10		20
3 <sup>rd</sup>	Mindanao Region							9	4		13
Total		0	2	0	0	0	2	27	17	0	46

#### c) 専門家としての自信の向上

カウンターパートは技術者トレーニングに参加し、太陽光発電技術に関する正しい知識を身につけることにより、日常の業務である、事前調査、プロジェクトの計画、設備の発注・調達、完了検査、モニタリング、関係者への技術指導等において自信を持って業務に取り組めるようになってきている。また、各所からの太陽光発電技術に関する問い合わせにも適正に対応できており、来訪者に対しトレーニング教材を利用して説明する姿もよく見られるようになった。

d) 自主的な技術トレーニングの実施

MFO や BU-AREC から、DOE-JICA トレーニングの教材を利用した地方技術者へのトレーニングを独自に実施したことが報告されている。また、他の AREC でもトレーニング受講者が未受講者にトレーニング教材を利用してトレーニングするなどの活動も出てきている。

e) 太陽光発電技術トレーニング教材の整備

本プロジェクトで実施してきた技術者トレーニングをもとに、「太陽光発電技術トレーニング教材」を整備し、DOE 地方事務所及び AREC に配布した。この教材は、上記の自主的な技術トレーニングにも活用できるが、地方技術者やユーザーへの組織的なトレーニングに使用されることが望まれる。AREC ワークショップの中で、トレーニング教材の使用方法やトレーニングの実施方法などについて AREC スタッフに説明した。

#### 4) 工夫および得られた教訓

a) 受講者の技能レベルに応じたトレーニング計画

技術者認定トレーニングでは、当初、DOE 技術者や民間業者など直接プロジェクトに係わっている技術者が大半を占めていたが、対象範囲を拡大するにつれ、経験の少ない技術者も混じるようになり、受講者間のレベル差が拡大し、全体に合わせたトレーニングの実施が難しくなった。技術者トレーニングでは、事前に、質問票を配布して経歴を調べ、太陽光発電プロジェクト経験者又は電気技術者であることを条件として参加者を募った。この結果、トレーニング内容を参加者のレベルに合わせて設定することができ、効率的なトレーニングにつながった。

#### (2) 太陽光地点モニタリングによるOJT

##### 1) 目的、ねらい

過去の BEP においては、モニタリングが実施されず、問題が発生したまま放置されているケースが多く見られた。モニタリングは、問題の早期発見・改善のみならず、モニタリング結果を他のプロジェクトやユーザーに並行展開することで、予防保全にもつながる。既設地点のモニタリングを通してカウンターパートや関係者に OJT を行い、「問題解決」「問題予防」能力の強化を図る。

##### 2) 実施内容

太陽地点モニタリングによる OJT は、プロジェクト開始後の 2004 年 8 月から始め、2009 年 6 月まで計 28 回、のべ 99 名に対し実施した。

a) 2004/6～2006/6

REMD 職員の基礎技術力の向上、既設サイトで発生している問題の把握と対応のため、太陽光地点のモニタリングを積極的に実施した。この期間のモニタリングには、REMD 職員全員に参加機会を与え、1回のモニタリングに数名ずつ参加させた。また、モニタリングサイトも、SHS、BCS のみならず集中型も含み、システムに応じたモニタリング方法の指導を行った。

OJT は、測定器具の使用方法から始め、太陽光発電システムの点検方法、収集データの整理、問題箇所抽出、問題への対策の検討まで一連の流れで実施した。また、太陽光地点のモニタリングに当たり、統一したモニタリングシートを作成した。



太陽電池アレイ出力確認



バッテリー比重測定

b) 2006/8～2009/6

BEP サイトの現状の把握、地方技術者へのモニタリング方法及びユーザートレーニング方法の OJT のため太陽光地点のモニタリングを実施した。モニタリングには既にモニタリング方法の OJT を受けたカウンターパートと共にサイトを訪問し、AREC 技術者への技術指導やユーザートレーニングを行った。

また、VFO、VSU-AREC、USC-AREC の技術者に対しては、リハビリテーションプロジェクトを通じてモニタリング方法の OJT を繰り返し実施した。このモニタリングには、地方技術者が行う定期的なモニタリングのためのモニタリングシートを作成し、活用した。



BCS モニタリング



ユーザートレーニング

### 3) 活動の成果

#### a) REMD 職員の技能向上

最初の2年間に13名のREMD職員がモニタリングに参加し、OJTを受けた。この内9名が認定トレーナーとして登録され、また、技術者以外の職員も、太陽光発電技術に触れる機会が得られ、全体的なREMD職員の技能向上が図られた。

また、その後のモニタリングにおいてカウンターパートは下記の実務を繰り返し経験し、更に、地方技術者へ指導することにより、太陽光設備のモニタリングの習熟度を高めることができた。

- 関係者への聞き取り調査
- 設備の点検（目視点検、測定検査）
- 設備状態の分析・評価、問題点の抽出
- 問題への対策の検討・実施

#### b) モニタリング方法の定着

モニタリングシートを統一し、そのシートを利用してOJTを繰り返すことでモニタリング方法が定着してきた。また、カウンターパートは経験を積む毎に、測定装置の取り扱いや問題が発生しやすい場所の理解も深まり、モニタリングに要する時間が短くなった。モニタリングの結果は、測定データの整理のみならず、問題点やその対策も検討され、報告書としてまとめられるようになった。

#### c) カウンターパートの実業務への反映

これまでモニタリングが行われず、問題を抱えたまま放置されていたシステムに対し、モニタリングが実施され、必要な対策が検討されるようになってきた。Pangan-an島の集中型システムにおいても、カウンターパートのモニタリングの結果、バッテリーのリプレースや太陽電池モジュールの配置換えなどが提案され、一部実施されている。また、他の省庁やLGUからも既設システムのモニタ

リング依頼が寄せられるようになり、カウンターパートは自信を持ってその業務に当たっている。

d) カウンターパートの技術指導能力の向上

モニタリング OJT により、カウンターパートは既設設備のモニタリング方法はもとより、発生しうる問題、並びにその対策についても理解を深めた。その経験により、カウンターパートは AREC 技術者や BAPA 技術者に対し、定期的なモニタリング方法のみならず、トラブルシューティングや起こりやすい問題への対応などについて適正な技術指導ができるようになった。

#### 4) 工夫および得られた教訓

a) モニタリングシートの定型化

モニタリングシート統一に当たり、モニタリング結果を携帯電話のテキストメッセージで送信も可能とするため、コード番号で選択できるよう工夫した。モニタリングシートを定型化することによりこれまで課題であった迅速なモニタリング結果の報告とデータベースへの反映が実施できるようになることが期待できる。

b) モニタリング機材配備の必要性

モニタリング OJT 実施時に頻繁に要望されたのが、AREC ならびに地方技術者へのモニタリング機材の配備である。適切なモニタリングを実施するには信頼性の高い測定機材を使用することが不可欠であるが、残念なことに DOE 以外はトレーニング等で利用している測定機材を持ち合わせておらず、また十分な予算もないため購入もできないのが現状である。今後必要最低限の測定機材の配備ならびに新規プロジェクト実施時には BAPA 技術者用の計測器の提供を考慮する必要がある。

### (3) 太陽光リハビリテーションプロジェクト

#### 1) 目的、ねらい

これまで実施してきた既設太陽光発電地点のモニタリングにおいて、バッテリーの寿命、設備の故障、運営組織の消滅等によりユーザーが減少、または、使用されないまま放置されている太陽光発電設備があることが確認された。DOE ではバランガイ電化率が 100%に到達した後は Sitio レベルあるいは Household レベルの電化率向上を目指しており、その一環としてこれら問題のある太陽光発電設備に対しリハビリを行うことを計画しており、2007 年度から予算請求を行った。この流れを受け、実際のプロジェクトを通じ、カウンターパートを始め関係者に対し事前調査、計画、調達、施工、検査、モニタリングなどの一連業務の OJT を行うため、太陽光リハビリプロジェクトを実施する。

## 2) 実施内容

太陽光リハビリテーションプロジェクトは、レイテ島の **Balugo** 村及びボホール島の **Alumar** 村の2箇所で実施した。プロジェクトサイトの選定は、カウンターパートとの協議のもと作成したプロジェクト実施サイト選定基準に基づき実施した。

### a) Balugo 村

**Balugo** 村はレイテ島の西北部の丘陵地に位置する村で、村の中心部から配電線までは **6.5km** 離れており、**Capoocan** 市の中で配電線が届いていない2村の内の1つである。**2002**年に **BEP** のもと **BCS** が設置され電化村落として登録された。

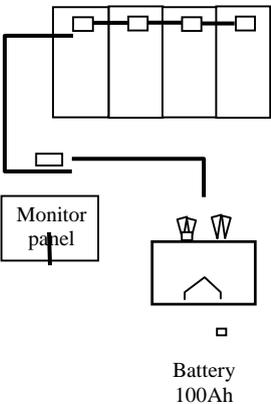
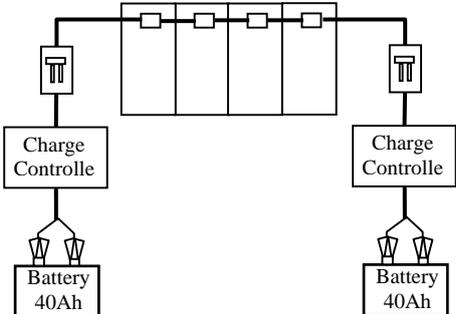
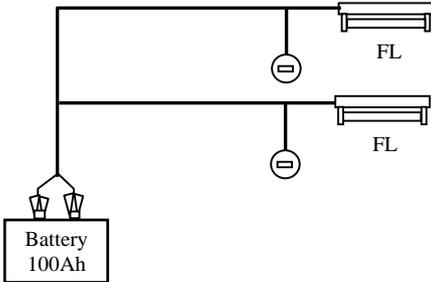
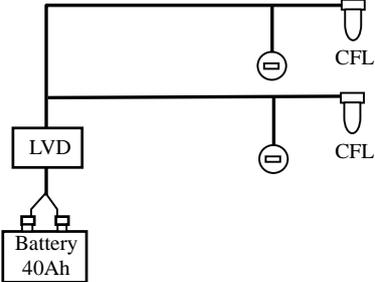
リハビリプロジェクトは、**2007**年**11**月に事前調査を開始してから**4**カ月後の**2008**年**2**月**28**日完了した。その後、フォローアップとして**2009**年**5**月までに**3**回のモニタリングを実施した。プロジェクトの全体の流れを以下に示す。

#### <プロジェクトの流れ>

	年	期間	実施事項
プロジェクト	2007	Nov. 5 – Nov. 9	プロジェクトサイト選定調査
		Nov. 12 – Dec. 17	プロジェクト計画・提案
	2008	Dec. 20 – Jan. 18	覚え書き調印
		Jan. 21	工事契約締結
		Jan. 22 – Jan. 24	工事仕様確認及び技術者トレーニング
		Jan. 25 – Feb. 18	機材の発注・調達
		Feb. 12 – Feb. 23	設置工事
		Feb. 20 – Feb.21	事前検査
	Feb. 24	完了検査	
モニタリング	2008	May 27 – May 30	第1回モニタリング
	2009	Jan. 28 – Jan. 30	第2回モニタリング
		May 12 – May 14	第3回モニタリング

**Balugo** 村の既設太陽光発電システムの問題点は、バッテリーの過充・放電による早期の劣化と大型(**100Ah**)バッテリーの運搬にあった。カウンターパートと協議し、バッテリーの充・放電保護装置の追加と小型(**40Ah**)バッテリーの採用をベースにリハビリテーション計画を作成した。

<リハビリ前後の太陽光発電システム比較>

Item		Former system	Rehabilitation system
BCS	Capacity	900Wp (300 Wp/ch * 3 ch)	900Wp (150 Wp/ch * 6 ch)
	Location	Only one site	3 sites
	MP, C/C	Monitor panel	Charge controller
User System	Battery	12VDC - 100Ah	12VDC - 40Ah for solar
	LVD	No	1
	Load	2 - 10W FL with SW	2 - 11W CFL with SW
No. of user		30 (10 users / ch)	30 (5 users / ch)
BCS			
User System			

この計画に基づき、システムの調達・設置は **VSU-AREC** に委託し、プロジェクトの全体管理及び検査はカウンターパートと共同で実施した。また、このプロジェクトの中で、**BCS** 用の **BAPA** 技術者及びユーザーマニュアルを作成し、トレーニングに有効活用した。**BAPA** 技術者並びにユーザーへのトレーニングは設置工事の前後に2回実施するとともに、**BAPA** 技術者は設置工事に参加させて **OJT** を実施した。

更に、プロジェクト終了後に3回現地モニタリングを行い、カウンターパート、VSU-AREC、LGU-Capoocan の技術者と共同でモニタリングを実施し、問題点の抽出、問題への対応、並びに BAPA 技術者の再トレーニングなどを実施した。また、これらのモニタリング結果をカウンターパートと分析し、プロジェクトの評価及び将来のリハビリテーションプロジェクトへの提言としてまとめた。



ユーザートレーニング



リハビリシステムと BAPA 技術者トレーニング

b) Alumar 村

Alumar 村はボホール島の北部に位置する小島で、Getafe 市に属する。2001 年に BEP のもと BCS が設置され電化村落として登録された。

リハビリプロジェクトは、2008 年 6 月に事前調査を開始してから5カ月後の 2008 年 10 月 29 日に完了した。その後、フォローアップとして 2009 年 6 月までに2回モニタリングを実施した。プロジェクトの全体の流れを以下に示す。

<プロジェクトの流れ>

	年	期間	実施事項
プロジェクト	2008	Jun. 6 – Jun. 7	プロジェクトサイト選定調査
		Jun. 23 – Jun. 27	プロジェクト事前調整
		Jun. 30 – Aug. 22	プロジェクト計画・提案
		Aug. 26	工事契約締結
		Aug. 27 – Oct. 8	覚え書き調印
		Aug. 27 – Aug. 30	工事仕様確認及び技術者トレーニング
		Aug. 27 – Oct. 14	機材の発注・調達
		Oct. 16 – Oct. 28	設置工事
		Oct. 18 – Oct. 19	事前検査
		Oct. 27 – Oct. 29	完了検査
モニタリング	2009	Jan. 26 – Jan. 28	第1回モニタリング
		Jun. 18 – Jun. 20	第2回モニタリング

Alumar 村の既設太陽光システムの問題点は、バッテリーの過充・放電による早期の劣化と機器の故障（太陽電池モジュール：3枚、モニターパネル：全数）であった。カウンターパートと協議し、バッテリーの充・放電管理及び BAPA 運営の容易さから BCS を SHS に転換することをベースにリハビリテーション計画の作成を行った。

この計画に基づき、システムの調達・設置は USC-AREC に委託し、プロジェクトの全体管理及び検査はカウンターパートと共同で実施した。また、このプロジェクトの中で、SHS 用の BAPA 技術者及びユーザマニュアルを作成し、トレーニングに有効活用した。BAPA 技術者並びにユーザーへのトレーニングは設置工事の前後に2回実施するとともに、BAPA 技術者は設置工事に参加させて OJT を実施した。



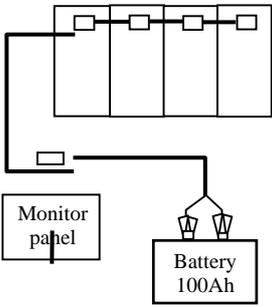
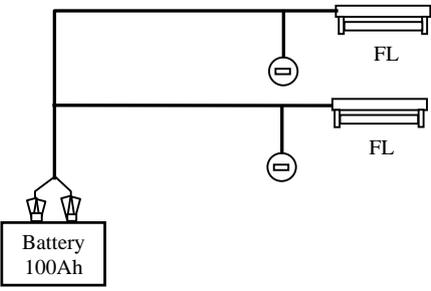
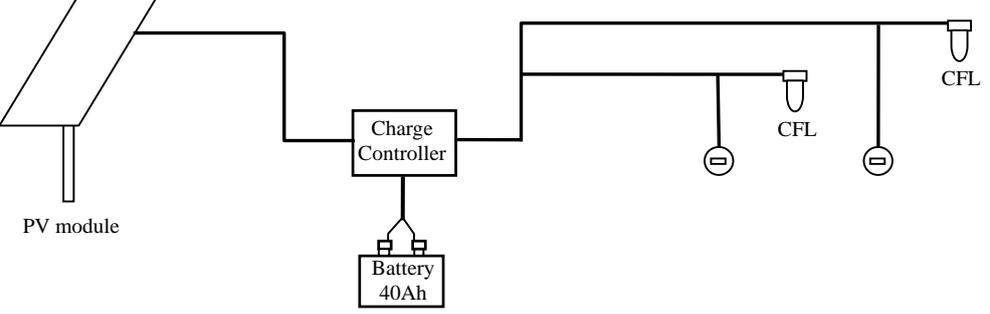
BAPA 技術者トレーニング



BAPA 技術者と共同設置工事

更に、プロジェクト終了後に2回現地を訪問し、カウンターパート、USC-AREC、LGU-Getafe の技術者と共同でモニタリングを実施し、問題点の抽出、問題への対応、並びに BAPA 技術者の再トレーニングなどを実施した。また、これらのモニタリング結果をカウンターパートと分析し、プロジェクトの評価及び将来のリハビリテーションプロジェクトへの提言としてまとめた。

<リハビリ前後の太陽光発電システム比較>

Item	Former system	Rehabilitation system
Type	Battery charging Station (BCS)	Solar Home System (SHS)
PV system	<p>[BCS] * Capacity: 1500Wp (300Wp/ch * 5 ch) * Monitor Panel</p> <p>[User system] * Battery: 12VDC - 100Ah * LVD: No * Load: 2- 10W FL</p>	<p>[PV module] * 55 Wp: 35 pcs * 75Wp: 15 pcs</p> <p>[Each user] * Battery: 12VDC - 40Ah * Charge controller: 12VDC – 10A * Load: 2 – 11W CFL</p>
No. of User	50 (10 users / ch)	50
BCS		
SHS		

### 3) 活動の成果

#### a) 関係者への技術移転

PVリハビリプロジェクトを通じて、カウンターパート、AREC技術者及びLGU

技術者は、それぞれ下記の実務を経験することにより、太陽光発電設備のリハビリに関わる技能の習熟度を高めることができた。

カウンターパート	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リハビリ候補地点の調査、調査結果の分析とリハビリサイトの決定</li> <li>・リハビリ計画の作成（システム設計、工程、運用制度、ユーザートレーニング）</li> <li>・プロジェクト提案書及び工事契約書の作成</li> <li>・工事管理及び竣工検査</li> <li>・BAPA 技術者及びユーザートレーニング</li> <li>・モニタリング及びプロジェクト評価</li> </ul>
AREC 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リハビリ候補地点の調査</li> <li>・機材の仕様検討、調達</li> <li>・設置工事及び施工管理</li> <li>・BAPA 技術者及びユーザートレーニング</li> <li>・モニタリング</li> </ul>
LGU 技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リハビリ候補地点の調査</li> <li>・BAPA 技術者及びユーザートレーニング</li> <li>・モニタリング</li> </ul>

また、プロジェクト当初はカウンターパートが AREC、LGU 及び BAPA 技術者に技術指導を図る場面が多かったが、プロジェクト終盤では AREC 技術者が BAPA 技術者及びユーザーに対しトレーニングや使用方法の指導を実施できるようになっていた。

#### b) ユーザーマニュアルの整備

BEP においては LGU や AREC 技術者又は設置業者が BAPA 技術者及びユーザーのトレーニングを実施しているが、固定したマニュアルはなく、設置業者が用意するシステムの操作マニュアル等を配布してトレーニングを行うケースが多い。そこで、カウンターパートと協議し、今後の BEP プロジェクトでの利用も考慮して BAPA 技術者及びユーザー用のマニュアルを作成することとした。両プロジェクトの中で、BCS 及び SHS 用のマニュアルをそれぞれ作成し、現地の言葉に翻訳して関係者に配布するとともに、トレーニングに有効活用した。このマニュアルは、技術者トレーニングでも活用し、また、トレーニング教材に組み入れ、全ての AREC に配布している。

#### c) リハビリプロジェクトの課題と効果の把握

プロジェクトのフォローアップとして実施したモニタリング結果をカウンターパートと共同で分析し、技術面からのプロジェクト評価を実施した。その結果は以下の通りである。

Balugo	改善された点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーを 100Ah から 40Ah に変更し、また、BCS を 3 地点に分割設置したことで、ユーザーの運搬負荷を軽減できた</li> <li>・チャージコントローラ及び LVD の設置によりバッテリーの過充・放電を防止することができ、バッテリーのトラブル数を減少できた</li> </ul>
	改善が必要な点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリークリップの錆により電圧降下が増加し、チャージコントローラが適正にバッテリーの充電状態を管理できないことがある</li> <li>・今回設置したチャージコントローラの過充電保護電圧設定値は 13.7V であり、低い電圧から PWM 制御が開始され、満充電までに時間を要する</li> </ul>
Alumar	改善された点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BCS から SHS に変更することでバッテリーの運搬・充電管理などが不要となり、BAPA 技術者及びユーザー両者の負担を軽減できた</li> <li>・バッテリーの故障リスクを軽減できた</li> </ul>
	改善が必要な点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CFL の故障率が高く、システムの組み合わせの検証、メーカーの製造品質管理の確認が必要である</li> <li>・再三のユーザートレーニングにも関わらずユーザーが負荷をバッテリーに直接接続するケースが後を絶たない</li> </ul>

両システムともリハビリテーションにより技術的には大きな改善が図られたものの、いくつか課題も確認された。これらの課題も含め、カウンターパートと協議し将来のリハビリテーションプロジェクトへの提言をまとめた。

BCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーとチャージコントローラ間の電圧降下を最小に保つための対策が必要</li> <li>・チャージコントローラの過充電保護設定値は、液式バッテリーの場合 14.2～14.4V 程度が適当</li> <li>・毎月の BCS 及びユーザーシステムのモニタリングは BAPA 技術者が行うこととし、BAPA 技術者用のモニタリング項目を統一する</li> <li>・今回のシステムを標準システムとして採用する</li> <li>・ユーザーが広域に分散している場合は SHS への変更を検討する</li> </ul>
SHS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パネル遊休品がある場合は BCS から SHS への変更を含めてリハビリ検討する</li> <li>・システム機器の組み合わせの検証を実施する</li> <li>・納入品の品質管理状況を確認し、信頼度の高い製品を選定する</li> <li>・既存の電化製品は最低限使えるように設計面で配慮する</li> <li>・ユーザーが負荷をバッテリーに直接接続しないよう鍵付きのバッテリーボックスの採用もしくは BAPA 技術者等による定期的な見廻りが必要</li> </ul>

#### 4) 工夫および得られた教訓

##### a) 現場の状況に応じたりハビリテーションプランの提案

実施したリハビリテーションプロジェクトは、両サイトとも既存設備の修復を図るのみならず、運用面での利用者の負担軽減も考慮してリハビリ計画を作成した。Balugo 村では BCS の分割・バッテリーの小型化によるバッテリー運搬負荷の軽減、Alumar 村では BCS から SHS への転換によるバッテリーの充電管理の軽減など、将来のリハビリテーションプロジェクトや SITIO レベルの電化プロジェクトにも利用可能な内容であり、今回の成果が反映できる。

##### b) システムとしての動作検証

Alumar 村に導入したシステムにおいて蛍光灯が早期に故障する現象が確認された。システムを構成する機器は、それぞれ他のプロジェクトでも使用され、特に大きな問題が生じた報告はない。この原因について調査したところ、製品不良もしくはシステムの組み合わせにより、蛍光灯に過電流が生じて故障につながっている可能性が高いことが確認された。

BEP の調達には標準仕様書を用いているが、機器自体が仕様を満たしていても、製品品質管理が不十分であったり、システムの組み合わせに因っては想定外の問題が生じる可能性もあり、新規に導入するシステムでは、システムとしての動作を検証しておく方が望ましい。

#### (4) 認定トレーナーへの追加トレーニング

##### 1) 目的、ねらい

技術者認定トレーニングにより、DOE から 18 名が認定トレーナーとなり、その内 10 名は REMD スタッフである。REMD スタッフを中心に認定トレーナーの更なる技能向上並びに太陽光発電技術普及活動への積極的な参加を促すため、追加トレーニングや活動の場を提供する。

##### 2) 実施内容

##### a) PV 機器性能確認試験トレーニング

REMD 職員は、政府プロジェクトの実施部隊として、太陽光発電プロジェクトにおいても、システム設計、機材調達、竣工検査などを担当しており、また、別の組織で検討が進められている PV 関連の製品認証や技能者認定に関する検討会等にも派遣されている。現状、フィリピン国では独自の PV 関連の製品認証制度は確立されていないものの、REMD スタッフは政府プロジェクト等に品質の悪い製品が使用されないよう管理する立場にあり、PV 関連機器の性能確認試験方法についても知識を有しておくことが望ましい。そこで、PV 関連機器 (PV

モジュール、チャージコントローラ、インバータ) の性能確認を正しく実施できる技術者を増やすため、性能確認試験トレーニングを実施することとし、講義と実習で構成したトレーニングプログラムを作成した。

PV equipment	Training Contents
PV module	<ul style="list-style-type: none"> <li>* How to product PV cell and PV module and role of main component</li> <li>* Introduction of international standard IEC 61215</li> <li>* Hands-on training on performance test of PV module</li> </ul>
Charge Controller	<ul style="list-style-type: none"> <li>* How to use DC power supply</li> <li>* Introduction of charge controller test method developed by the World Bank</li> <li>* Hands-on training on performance test of charge controller</li> </ul>
Inverter	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Introduction of PV inverter test method developed by the World Bank</li> <li>* Hands-on training on performance test of inverter</li> </ul>

トレーニングは、REMD 事務所 2 階の実験室を利用し、2009 年 8 月～2009 年 2 月にかけて参加者と時間を調整しながら実施した。トレーニングの内容は実習が中心であり、1 回のトレーニングは 1～3 名の小人数で実施した。



チャージコントローラ性能確認試験



インバータ性能確認試験

#### b) DOE 内の PV リハビリテーション

DOE 内には多数のデモンストレーション用 PV システムがバッテリーの故障等により利用されずに放置されていた。REMD 内の認定トレーナーは PV システムの設置に関し十分な基礎知識を有しているが、経験が少ないトレーナーもあり、これら放置されている PV システムのリハビリにあたらせ、実際の活動を通して不足している部分を指導していくこととした。

活動は、認定トレーナーを 4 グループに分け、3 グループは SHS 等の小規模

システム、残りの 1 グループは DOE 本館南側に設置されている大型システムをそれぞれ担当させて実施した。

Group	A	B	C	D
System	Small	Large	Small	Small
Existing PV system	Demonstration system of BCS	Power supply system to office machine	SHS at the Lobby Guard (AC)	Demonstration system of SHS
	300Wp	2.65kWp, 3.64kWp	450Wp	25Wp
Rehabilitation Plan	Street light system in front of REMD office	Grid connection system	SHS at the Lobby Guard (DC)	Cell phone charging system
	150Wp	6.29kWp	375Wp	25Wp

大型システムは、リハビリテーション計画までとし、後の 3 システムについては、既設設備の調査、モニタリング案の検討、設計、調達、設置、検査の順で実際にリハビリテーションを行った。

活動は、2009 年 6 月に開始し、2009 年 2 月に全てのグループの活動が終了した。



街路灯システム設置 (Group A)



守衛所 PV システム検査 (Group C)

#### c) 技術者トレーニング計画・準備

本プロジェクトでは 2007 年度まで技術者認定トレーニングを実施してきたが、プロジェクト終了後に DOE が認定トレーニングを引き継ぐことが難しいことわかった。そのため、DOE を中心に継続可能なトレーニング形態についてカウンターパートと協議した結果、AREC や LGU 技術者のような地方技術者トレーニングに力を入れていくことが示された。そこで、REMD 内の 10 名の認定トレーナーと協議し、2008 年に地方技術者用トレーニングモジュールを開発していく

ことで合意した。

トレーニングモジュールは、これまで実施してきた技術者認定トレーニングの教材をベースとして内容の見直し・追加等を行うこととし、また、認定トレーナーの積極的な係わりを促すために、役割分担を定めた。

開発したトレーニングモジュールは、2008 年度に実施した 3 回の技術者トレーニングに改良を加えながら使用され、最終的に 2009 年 2 月に太陽光発電技術者トレーニングモジュールとして完成した。

Group	Items
1	* Prepare questionnaire * Create confirmation test and evaluation sheet
2	* Review main text of PV trainer's training * Create training text on troubleshooting
3	* Review user training material for BCS and SHS * Review monitoring sheet for BCS and SHS

### 3) 活動の成果

#### a) PV 機器性能確認技能の向上

PV 機器性能確認試験トレーニングには合計 11 名がトレーニングに参加し、期間中に 10 名が全科目のトレーニングを修了した。

PV モジュールに関しては、ほぼ全ての参加者が OJT やトレーニングを通して性能確認の経験を有しており、適切に性能確認を実施できるレベルにあった。一方、チャージコントローラやインバータに関しては、直流電源など現地のモニタリングでは使用しない機材を使用することから、最初は機材の操作に不慣れな面もあったが、実習を積み重ねることにより取り扱いにも慣れ、テキストを見ながらではあるが、性能確認試験が実施出来るようになった。ただし、正確な性能確認試験には経験が必要であり、継続的にトレーニングを繰り返すことが望まれる。

#### b) DOE 内 PV リハビリ実施による太陽光発電技術の再確認

活動に参加した認定トレーナーは、DOE 内の PV システムの調査から工事検収まで一連の活動を通じて、下記の実務を経験することにより、太陽光発電に関する自己の技能を再確認できたようである。日常業務で太陽光発電技術に携わっていない技術者は、システム設計の仕方など忘れていた部分もあり、技術指導を加えながら進めたが、太陽光発電技術に携わっている技術者は、問題なく進めることができた。

- ▶ リハビリ候補設備の調査
- ▶ リハビリ計画の作成（システム設計、機器仕様確定）
- ▶ 設置工事及び竣工確認

c) 技術者トレーニング教材の改善と完成

技術者トレーニング教材の開発に当たり、認定トレーナーに役割を与えたことで、トレーニングに対し意見が活発に出されるようになった。特に、受講者のレベルを合わせるため事前に経歴等を確認する方法や、トレーニングの前後に確認試験を実施し、受講者の理解度を確認する方法などは、トレーニングにおいて非常に役立った。また、トラブルシューティングやユーザートレーニングの内容も新たに追加され、より地方技術者の業務に近い内容となった。

開発したトレーニングモジュールは実際の技術者トレーニングに使用し、トレーニング後に参加したトレーナーと評価を行い、改善点は改良して次のトレーニングに利用した。改良しながら3回のトレーニングに使用し、最終的に2009年2月に太陽光発電技術者トレーニング教材として完成させた。

4) 工夫および得られた教訓

a) 実務を通じての更なる知識・技能の向上

認定トレーナーへの追加トレーニングを実施する中で、日常業務で太陽光発電技術に携わっていない技術者の知識・技能が薄れてしまっていることが明らかとなった。自主的な学習により知識・技能を維持することはなかなか難しいことであるので、例えば太陽光の直接の担当者でなくとも機会を捉えてモニタリングへの同行や、トレーニング講師としての協力など活躍の場を与えることで再度知識・技能を深めることにつながるものと期待される。

また、各技術分野の課題や検討手法について所内で勉強会を開催することも相互学習の場として効果的である。

(5) その他の活動

1) 目的、ねらい

本プロジェクト終了後もカウンターパート及び関係者が、太陽光発電技術の定着・普及活動を継続して行えるようマニュアル／ガイドライン及び標準仕様書を作成する。また、フィリピン国内における太陽光発電技術認定システム構築に向け他機関と調整して検討を進める。

2) 実施内容

a) マニュアル／ガイドラインの整備

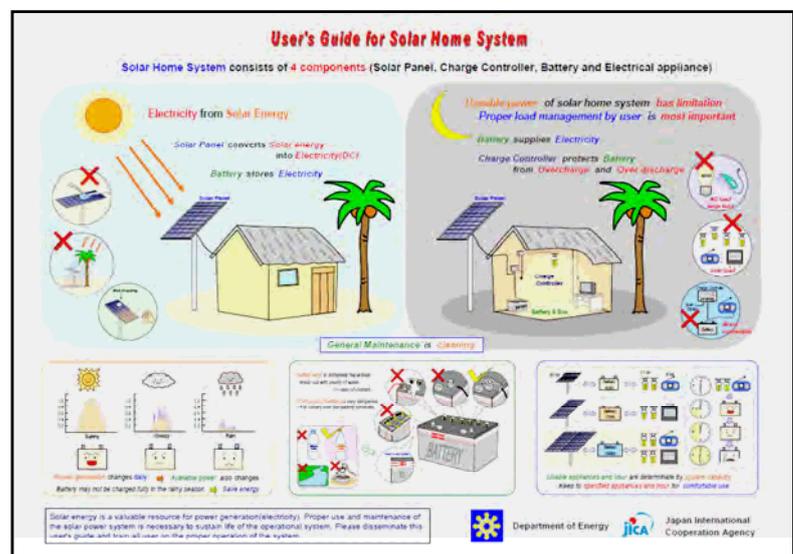
マニュアル／ガイドラインは本プロジェクトの活動と並行して整備し、改良を加えながら2009年6月に完成した。作成したマニュアル／ガイドラインは以下の通りである。

	タイトル
1	太陽光発電技術トレーニングマニュアル
2	太陽光発電システムユーザーマニュアル
3	太陽光発電システム設計・実施及び管理ガイドライン
4	太陽光発電プロジェクト評価ガイドライン
5	太陽光発電システムユーザーガイド

また、過去の BEP に活用されていた技術標準仕様書の内容をカウンターパートとともに見直し、実際の BEP の調達に反映した。



マニュアル／ガイドライン



ユーザーガイド (SHS 用)

#### b) 太陽光発電技術認定システム確立のための検討

フィリピン国では、過去のプロジェクトの経験を基に、プロジェクトの品質欠陥を改善するため、2000 年に入ってから太陽光発電技術認証／認定制度の検討が開始された。フィリピン国内で検討されてきた制度としては、2002 年に開始された CBRED プロジェクトにおける、「製品認証／業者認定制度」、国家資格制度の運営管理を行っている TESDA と AMORE による「太陽光発電技能者認定制度」があり、本プロジェクトでは開始当初から関係機関への技術支援を中心に実施してきた。

また、2008 年には、BEP の入札への事前業者認定制度の適用を目指し、関係機関と協議し、TOR の中に事前業者選定基準を盛り込むことで合意し、実際の入札に反映した。

### 3) 活動の成果

#### a) 技術レベルの確保

カウンターパートが地方電化プロジェクトを進めていくにあたり、実施マニュアルは発行されているが、その過程でユーザーや関係者に太陽光発電技術を説明する資料は統一化されておらず、また、技術設計やユーザートレーニングなども個人の能力に任されていた部分が多く、プロジェクトによりレベル差が生じていた。これに対し、太陽光発電技術に関するマニュアル／ガイドラインを整備していくことで同レベルの技術提供が確保された。

#### b) プロジェクト品質に係わる認識の向上

カウンターパートは太陽光地点のモニタリング OJT や技術トレーニングを通じて、太陽光発電プロジェクトで発生するトラブルについて理解すると共に、太陽光発電技術認証システムの確立や技術標準仕様書の見直しなどの活動を通じて、プロジェクト品質を向上させるための施策についても理解を深めた。この結果、カウンターパートは、BEP プロジェクトにおける品質確保の重要性を認識し、業者選定基準の適正化や工事検査の厳格化を行い、品質の悪い製品、工事の排除に取り組むようになった。

### 4) 工夫および得られた教訓

#### a) マニュアルの活用と制度整備

マニュアル等の整備にはまずそれぞれの内容を完全に理解することと、新任者へも分かりやすい内容とするため相当の労力と時間を要する。また同様に、太陽光発電技術認証／認定制度の構築にも、利害関係者の意見を考慮する必要があるため、相当の労力と時間を要する。技術移転により各個人の能力は向上してもその技術を組織的なものとして定着させるためには、標準化、制度化は不可欠である。新しく組織される REMB には新任者も採用される予定であり、社内教育でのマニュアルの活用を期待したい。