

## 第4章 協力アプローチの整理

### 4.1 各分野・セクター間の連携の必要性

再生可能エネルギーは、地方電化を通じて人間の安全保障、貧困対策、コミュニティ開発など途上国における上位目標達成の手段として利用されている。また、電化以外でも地域熱供給の手段として地熱やバイオマスが、あるいは直接的な動力としての水力（水車）や風力（風車）が利用されており、地域経済社会を支えている。再生可能エネルギー利用にあたっては、地域の社会的経済的要請や技術的な可能性を勘案し、さらに経済的かつ持続可能となるセクター横断的なアプローチが必要となる。

地方電化を例にとると、社会インフラ整備事業や自立支援事業（村落開発事業や保健医療・教育支援などの支援事業）において、未電化地域であれば、プロジェクトの一部として再生可能エネルギーを組み込むことができる。具体的には、地方電化に際して、潜在需要家として第一に想定される対象が住民の家庭と学校や診療所などの公共設備である。しかし、これらの電力需要は規模が限定的であり、電化事業としてみた場合、これだけで収支を確保することはかなり難しい。

ある程度の規模で安定的な電力需要を確保するためには、地場の産業用需要を誘発する必要がある。加えて住民の所得水準を向上させるためには、電化をテコとした産業興しによる所得の向上が必要である。この点からも、農業や漁業の生産性の向上、農産品の加工や漁業加工品の製造による付加価値の向上を通して地域経済の活性化を電化と結びつけることは、地方電化事業の安定化にとって重要な要件となる。

このため、プロジェクト形成段階から公共施設の所有者である関連省庁との連携、あるいは社会開発や産業育成面からの民間セクターとの連携を十分に行い方向性を定め、それに基づく適正な需要想定およびプロジェクトサイズの決定を行う必要がある。

### 4.2 支援プログラムのあり方

再生可能エネルギー、地方電化そして CDM の三つは、それぞれを関連づけることで事業として組成するポテンシャルはあるものの、短絡的に三つが結合できるというものではない。とりわけ、CDM については投資家の視点を外すことができない。出資者の立場からは、当然のことながら、投資に対する地球温暖化ガス（GHG）の削減で得られるクレジットを含めたリターンとのバランスが要求される。この点で、いかなる形であれ事業としての規律は必要条件である<sup>16</sup>。

次に、再生可能エネルギー利用地方電化に CDM を組み込むためには、投資家にとって事業安定性の拡大と事業コストの削減は不可欠であろう。ここでいう事業安定性の拡大とは、例えばマーケット規模の拡大、事業に見合う料金の設定、未収リスクの削減などを出来る限り担保する仕組みを作ることであり、他方、事業コストの削減とは、設備と維持管理コストの削減は言うまでもなく、電気事業として規制されることに起因する付加的なコスト、事業の立ち上げに要するサンクコストの削減などがより大きな課題である。

---

<sup>16</sup> CDM 事業の認定作業の中では、CDM の仕組みを導入することで事業性が向上するか否かが問題とされるだけであり、事業として利益が出るか否かを問うわけではない。しかし、投資家は、必ずリターンを期待しており、現実問題として市場の GHG のクレジット評価を越える損失を受け入れることはあり得ない。

このような視点を持った上で、既存の援助スキームに照らし合わせて再生可能エネルギー利用  
地方電化の協力アプローチについて検討を行う。

#### 4. 2. 1 技術協力

##### (1) 能力開発（キャパシティディベロップメント）

途上国では、再生可能エネルギー利用技術（発電技術だけでなく、事業経営も含めて）を担う  
人材は不足しており、普及・促進のためには、この人材育成は必要不可欠である。過去のパイロ  
ットプロジェクトでは、人材育成も併せて行われてきたが、残念ながら十分な成果を上げてきた  
とは言えない。

また、JICAの技術協力事業に研修員の受け入れにも弱さがあった。再生可能エネルギー関連の  
実績では、「小水力及びクリーンエネルギー発電技術<sup>17</sup>」がある程度にとどまっており、この分野  
での支援のさらなる強化が必要であろう。

##### (2) 地方電化分野での技術協力プロジェクトの展開

効率的、効果的な地方電化支援の協力プログラムとして、専門家の派遣、研修員の招聘、そし  
て機材供与を複合的に組み合わせた技術協力プロジェクトがある。対象国の技術水準、組織・体  
制の整備状況に合わせた具体的な協カスキームには、次のような組み合わせがある。

##### スキーム1：個別専門家派遣から個別派遣型の技術協力プロジェクト

長期専門家の技術指導の過程において明確化された課題の解決に向けて、技術協力プ  
ロジェクトとして複数の専門家を配置する手法である。現場の技術移転を中心とした協  
カ方式に向いている反面、専門家間の情報共有や普遍的な問題点の取り纏めに留意する  
必要がある。フィリピンで行われている取組み事例を以下に示す。

	2001	2004
	長期専門家	技術協力プロジェクト
スキーム	小水力/マイクロ水力地方電化	(2名の長期専門家) 小水力/マイクロ水力 太陽光
活動	・小水力、マイクロ水力に関する技術移転 ・地点調査・評価、運転維持管理、組織経営 などの技術移転を通じた持続可能性 ・C/Pのキャパシティディベロップメント	・フィリピンの電化目標達成の効果的な推進のため、 太陽光の専門家を新たに派遣 ・現場の技術レベル向上や組織運営に重点を置 いた技術移転
特徴	・長期にわたるきめ細やかな技術指導が可能 ・技術移転を通じた組織制度上の問題点把握お よび、他の分野への提言	・現場を重視したきめ細やかな技術指導が可能 ・普遍的な問題点に関する情報共有の必要性

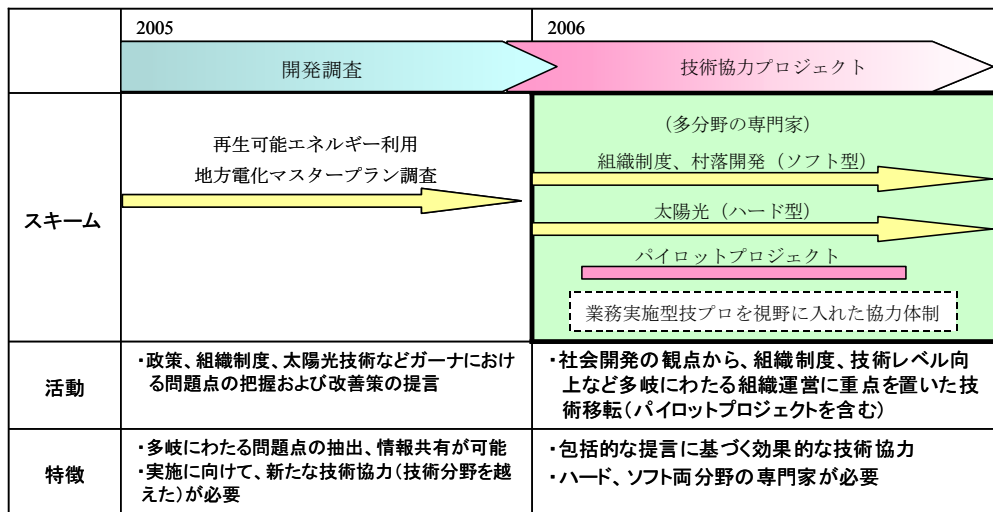
(出所：調査団作成)

図4. 1 個別専門家派遣から個別派遣型の技術協力プロジェクト

<sup>17</sup> JICA 中部センター：中部電力実施

### スキーム2：開発調査から技術協力プロジェクト

開発調査を先行させ、政策、組織制度、技術面に関する問題点の抽出や解決のための提言をおこなう。この提言に基づきパイロットプロジェクトを含む技プロを実施して、地方電化推進体制の構築を目指す。以下は、ガーナにおける再生可能エネルギー利用地方電化支援のスキームである。制度・技術面、事業実施面、そして貧困削減に向けた社会開発面など多岐にわたる技術支援を必要とするプログラムとなり、上記フィリピンの場合と比べて、専門家間の情報や問題点の共有がより必要となるため、業務実施型による技プロを視野に入れる必要がある。

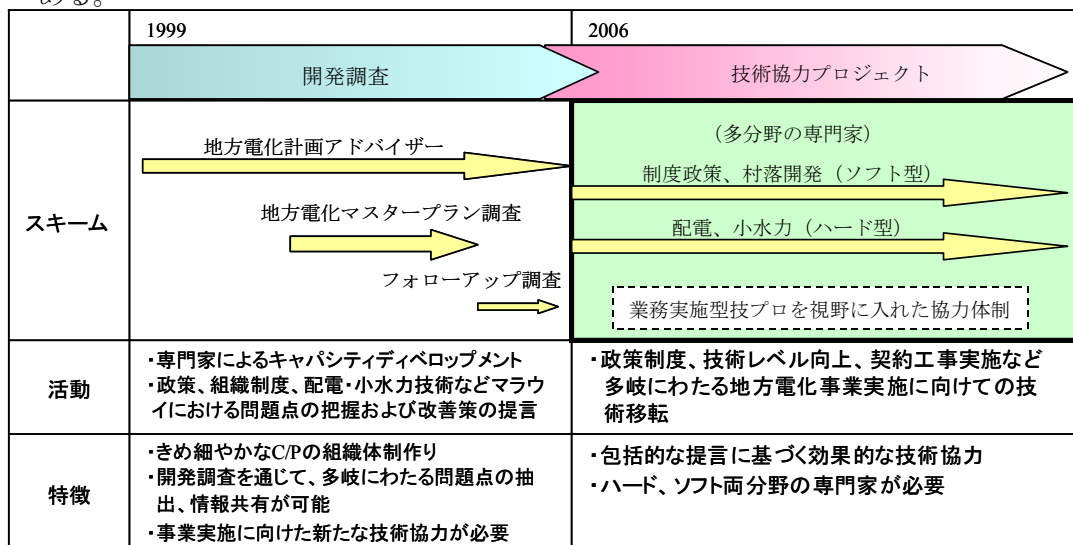


(出所：調査団作成)

図4. 2 開発調査から技術協力プロジェクト

### スキーム3：個別専門家および開発調査から技術協力プロジェクト

個別専門家（地方電化計画アドバイザー）による組織・体制整備支援に引き続き、開発調査により、事業推進のためのマスタープランの策定、政策提言を行うもの。今後の地方電化では、組織・制度の整備、定着、個別技術（発電および配電）の技術移転を目的とした技術協力プロジェクトが必要となる。カウンターパートの技術水準が低く、組織・体制の整備されていない場合に有効なスキームである。以下は、マラウイの事例である。



(出所：調査団作成)

図4. 3 個別専門家派遣および開発調査から技術協力プロジェクト

#### スキーム4：専門家派遣による技術支援

個別専門家が、地方電化推進支援のため組織・制度から技術まで幅広く指導を行う。インドネシアの事例では、1993年より個別専門家（電気事業経営：地方電化計画）を派遣して、小水力発電を中心とした技術協力により、成功例となるプロジェクト実績は積みあがってきた。しかし、制度的、資金的な仕組み作りの整備が遅れており、この分野の技術協力が必要となっている。また、運営体制、運転技術の協力も求められている。長期専門家の継続派遣や技術協力プロジェクトの実施も選択肢となるが、費用対効果からは勧められない。短期専門家の派遣（シャトル派遣）による電化事業の指導やフォローアップ、新電力法の動向を見ながら組織・制度整備の協力を行う。

	1993	2006
	長期専門家	短期専門家
スキーム	電気事業経営（地方電化）	組織・制度支援など
活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・草の根無償資金協力（小水力プロジェクト）を通じたC/Pへのキャパシティディベロップメント</li> <li>・地点調査・評価、運転維持管理、組織経営などの技術移転を通じた持続可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電化事業の指導</li> <li>・プロジェクト評価</li> <li>・組織・制度の提案</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期にわたるきめ細やかな技術指導が可能</li> <li>・技術移転を通じた組織制度上の問題点把握および、他の分野への提言</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・費用対効果が高い</li> <li>・組織、体制の整備状況に合わせた派遣が可能</li> </ul>

（出所：調査団作成）

図4.4 専門家派遣による技術協力

#### 4.2.2 無償資金協力

無償資金協力は、ベーシックヒューマンニーズ（BHN）を満たすために、地域の社会経済活動を支援するために提供される資金である。個別の小規模プロジェクトについては、草の根無償資金協力もあるが、一般無償資金協力の場合数億円規模のプロジェクトが想定される。供与される施設や機材は受益者側にとって、「与えられた」ものであるため、オーナーシップの欠如によるプロジェクトの持続性に問題を残している。

この点で、無償資金協力に基づく地方電化事業の支援を行う場合、そこに技術協力を組み込むことで事業運営面の強化を図り、事業の持続性を担保することが必要である（4.2.3節参照）。

#### 4.2.3 資金協力と技術協力を組み合わせた地方電化事業の支援

地方電化事業の推進には様々なビジネスモデルがある。地方電化の推進は、通常、独占的な地位を与えられた国の電力公社が国の責務として事業を進めることが基本となっているが、そのような公社の活動を補完する形で当該地域に限定した独立した電化推進体制を取ることもある。

その代表的なものが地域の電化組合であり、電化組合は地域の受益者、すなわち住民が主体となって事業を運営している。

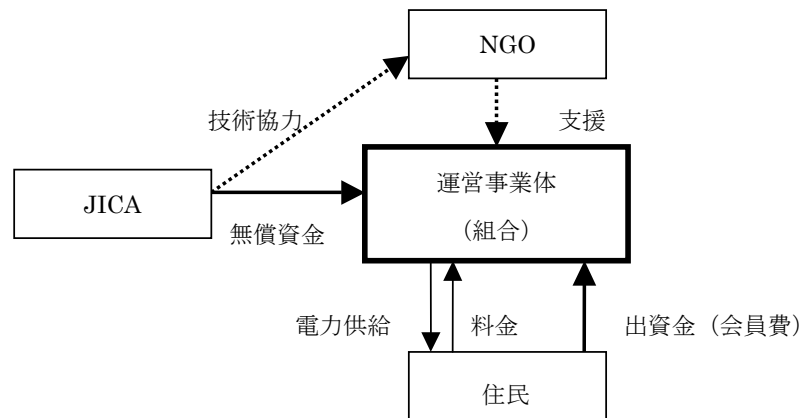
これに対して、最近では、電力公社の民営化あるいは構造改革の流れの中で、地方電化事業についても事業権契約に基づく民間事業者による運営によりこれを実施することが試みられるようになってきている。

住民あるいは民間事業者による事業運営形態を概念的なモデルに置き換えて、それぞれについて支援の組み方の可能性を示したものが以下である。

### モデル1：住民組織型の事業運営

最も単純な住民組織型事業運営である。援助機関の無償資金をベースとして電化事業を組成し、受益者である住民は事業体（組合）に出資金を支払い、会員資格を取得する。電力供給を受ける資格を得た会員は供給の対価として料金を支払う。

なお、通常、事業運営には、経営や技術の両面で支援が必要となるため、NGOや地元の大学と言った支援組織が事業を側面から援助する。JICAの立場は、事業に必要な初期投資や事業立ち上げに際して技術協力を提供するものである。



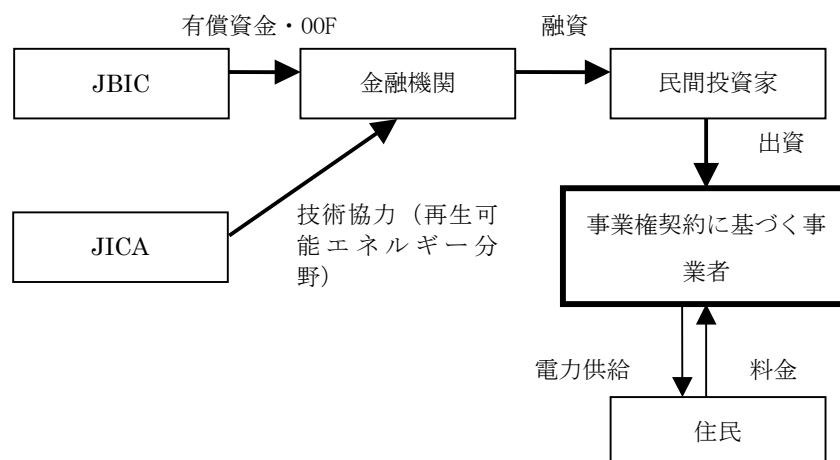
(出所：調査団作成)

図4.5 住民組織型の事業運営

### モデル2：民間事業者による運営

事業権契約に基づく民間事業として電化事業を営むモデルである。国内の投資家やNGOが事業権契約を取得し、その事業権区域内で住民に対して電力供給を行う。必要な資金の一部をドナーが国内の金融機関を介在させて、投資家に低金利で貸付ける。

住民組織型に比べ事業経営に対する規律を守ることが出来るが、半面、料金水準と需要規模の両方から見て、営利事業として成立するだけの規模を確保する必要がある。

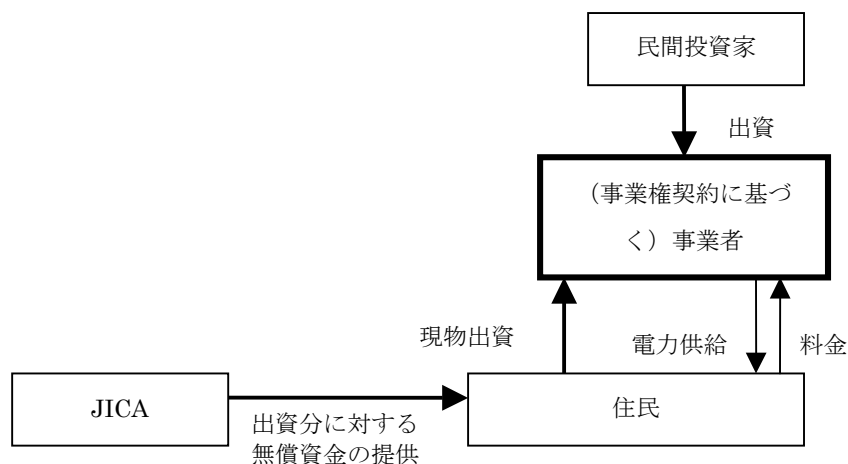


(出所：調査団作成)

図4.6 民間事業者による運営

### モデル3：民間事業者と住民による混合型事業

住民と民間投資家との合弁事業であり、事業の出資比率に応じて料金収入を分け合う。住民の出資は無償資金に基づく現物出資の形を取る。事業運営は民間投資家に任せることで、運営を確かなものとする。



(出所：調査団作成)

図4. 7 民間事業者と住民による混合型事業

いずれの事業モデルにかかわらず考えておかねばならないことは、事業が開始した数年後、近隣まで一般電気事業者のグリッドが届いた場合、一般電気事業者と当該地方電化事業者との役割をどのように取り扱うのか、すなわち「事業の出口」についての対応策が必要である。

考えられる対応策の一つとして、グリッドが届いた段階で電化事業権を電力公社（電力会社）に移転するが、電化事業者は発電設備をそのまま動かしてグリッドに売電する発電事業者になるというものである。もう一つは、事業権契約を明確にし、例えグリッドが近くに届いたとしても、契約期間中は事業者に独占的な事業運営を認め、契約終了時に事業を精算するという考え方である。

#### 4. 2. 4 有償資金協力

有償資金協力はJICAの支援の枠組みを超えるが、電化事業に必要な資金調達の支援策として、JBICの有償資金協力が考えられる。有償資金協力の可否を判断する上で、地方電化事業はその収益性ととも、借款の規模が問題となる。一般的には、地方電化の事業規模は数億円程度にとどまり、借款の規模である数十億円というオーダーに届かない。農業分野などの社会開発事業に地方電化事業を組み込む、あるいは、類似のプロジェクトを一括する方法を検討する必要がある。

### 4. 3 わが国側での協力体制整備の必要性

地方電化事業支援事業の能力・資質があり、かつ、意欲があってもあっても電化事業支援スキームや情報にアクセスすることは容易でないのが実態である。わが国の技術支援が技術中心から、組織・制度を含む事業の持続性に移ってきている現在、電力会社が保有する電気事業運営に関するノウハウは、途上国における電化事業推進に貢献する機会は多いが協力体制の整備は不十分であるといえる。

一方、太陽光発電技術や制度・政策支援など強い専門性を要求する分野もあり、電力会社だけで対応できないのも事実である。適切な人材の発掘につながる能力開発と協力体制の整備が必要である。このような点を解決するためには、例えば以下のような方策を講ずることが求められる。

#### 能力開発：研究会やセミナーによる情報の提供

JICA の開発調査やプロジェクト研究の成果を研究会やセミナーの場で情報公開<sup>18</sup>するとともに関係者と意見交換、合意形成を図る。情報提供の対象は、技術協力を専門とするコンサルタントだけでなく、電力会社、メーカーや NGO などにも協力事業への参加を促し、また、広く JICA の行う地方電化協力事業の理解を深める。

#### 協力体制 1：JICA のスキームに合致した実施体制の構築

例えば、技術協力プロジェクトでは、さまざまな業種から専門家を募り、プロジェクトのニーズにあった実施体制（プロジェクトチーム）の構築が望まれる。プロジェクトチームと法人契約を締結し、責任を持って実施できる体制が望ましい（業務実施型プロジェクト技術協力）。NGO や青年海外協力隊の参加を求めることも検討要素にあげられる。

表 4. 1 業種別電力支援分野の特徴

業 種		電力支援分野における特徴
国際コンサルタント	ハード系	電力設備の調査設計、施工監理など技術面における技術支援、技術移転分野などハード系を中心に貢献をしている。
	ソフト系	政策や経済財務分析、社会開発・環境配慮などソフト分野における技術移転に貢献している。
地方自治体		小水力や風力・バイオマス発電など再生可能エネルギー開発や運転維持管理に関する経験や知識、さらには助成制度活用などの分野において貢献が期待できる。
メーカー		電力設備機器の設計や納入の機械などを通じて、操作方法や維持管理方法に関する技術移転に貢献している。
NGO		村落（草の根）レベルで、協同組合などの小規模事業運営主体に対する技術移転で貢献している。
電力会社		電力設備の調査設計、施工監理、運転維持管理および電気事業全般に関するノウハウを有するが、まだ貢献の場は大きくない。

（出所：調査団作成）

#### 協力体制 2：電力業界のコンセンサスを得た支援体制の整備

たとえば、わが国の電力会社は、（社）海外電力調査会（JEPIC）を設立し、内部機関である電力国際センターでは、途上国に電力分野の技術協力を行っている。技術協力プロジェクトにおいて、電力会社が単独で体制を構築することが難しい場合、JEPIC を受け皿として複数の電力会社による協力・支援体制を構築して技術協力事業に参画することも可能となっている<sup>19</sup>。

<sup>18</sup>本研究に関連するセミナーの例としては、「JICA：アフリカ等における電力案件に関する意見交換会」、2005. 11. 1, 海外コンサルティング企業協会主催、「太陽光発電を利用した地方電化に関する公開セミナー」、2002. 8. 25, JICA 主催、など。

<sup>19</sup>この手法については、既存の国際コンサルタントの排除を目的としたものではなく、どこからも応募がなかった案件について、JEPIC との連携を検討するなど一定のルールを定める必要がある。

## 4. 4 地域別に見た再生可能エネルギー利用の可能性

### 4. 4. 1 各地域の概観

各地域における社会経済状況、エネルギー部門が抱える課題、そして再生可能エネルギーのポテンシャル動向について表4. 2に整理した。

表4. 2 全世界各地域における社会経済状況、エネルギー部門の課題および再生可能エネルギーポテンシャル

	社会・経済	エネルギー部門における課題	再生可能エネルギーのポテンシャル
東南アジア	1980年代から1990年代初頭にかけての急速な経済発展 再生可能エネルギー促進のための施策の実施	急速な経済発展によるエネルギー使用の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 豊富なバイオマス資源</li> <li>● フィリピン、インドネシアについては地熱のポテンシャルあり</li> <li>● マレーシアでは政策的にバイオマス利用を促進</li> <li>● 盛んな民間、NGO活動</li> <li>● 過去におけるJICA地方電化援助の実績</li> </ul>
インドシナ	過去20年にわたる内戦後の急速な復興	森林資源の急速な減少・劣化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 豊富なバイオマス資源</li> <li>● 盛んな民間、NGO活動</li> <li>● 過去におけるJICA地方電化援助の実績</li> </ul>
東アジア	経済の対外開放、農村経済改革推進 森林資源の減少・枯渇 再生可能エネルギー法の公布(中国)	中国等急激に経済発展した国によるエネルギー使用の増加。 旧式な設備による非効率なエネルギー利用。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 豊富なバイオマス資源</li> <li>● 中国については、地熱、小水力、風力のポテンシャルあり</li> </ul>
中央アジア コーカサス	計画経済から市場経済体制への移行 旧ソ連によって整備されたインフラ	経済優先主義によるエネルギーの乱消費及び老朽化した施設による非効率なエネルギー使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 家畜の糞によるバイオガス製造</li> <li>● 中国国境周辺地域の風力のポテンシャル</li> </ul>
南西アジア	絶対的な貧困と人口増加 森林資源の減少・枯渇	人口圧力による貧困問題の拡大。 石炭燃料や生産設備の老朽化による非効率なエネルギー使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 普及しつつあるバイオマス発電</li> <li>● 世界5位の風力発電(インド)</li> <li>● インドでは地熱のポテンシャルあり</li> </ul>
大洋州	少ない人口、一次産品と観光以外に資源が乏しい	ライフスタイルの変化によるエネルギー需要の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 限られたバイオマス資源と水資源。</li> <li>● 豊富な太陽光</li> </ul>
中米・カリブ	革命運動と武装紛争による経済社会の疲弊	都市への人口増加に伴うエネルギー需要の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 起伏に富んだ地形</li> <li>● 豊富な水資源と地熱資源</li> </ul>
南米	特化した一次産品輸出に依存する脆弱な経済構造 森林資源の減少・枯渇	自然資源の乱伐、都市への人口増加に伴うエネルギー需要の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 豊富なバイオマス資源。起伏に富んだ地形</li> </ul>
アフリカ	オイルショックと一次産品の価格下落による累積債務の増加、経済的破綻 進行しつつ砂漠化、森林資源の減少・枯渇 深刻化する水問題	森林資源の乱伐、都市への人口増加に伴うエネルギー需要の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 豊富な太陽光</li> <li>● 国によってはバイオマス利用(家畜糞など)のポテンシャルあり。小水力についても若干の可能性はある。</li> </ul>
中近東	石油・天然ガスに恵まれる産油国と非産油国の経済格差 深刻化する水問題	産油国におけるエネルギー乱消費	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 豊富な太陽光</li> </ul>
東欧	冷戦終焉以降のEUへの加盟	生産設備の老朽化、非効率建物の非効率的な熱利用	

(出所：各種資料より調査団作成)



#### 4. 4. 2 地域特性の違い

##### ■東南アジア地域

当地域における一般的な特徴としては、水力ポテンシャルに比較的恵まれ、小水力発電が有力な再生可能エネルギーとして期待できる。

家畜・農産品によるバイオマス発電を始めとして風力や地熱などについても、農村人口が多いことによる労働集約型発電が期待される。また、未電化地域の集落が比較的集中しており、効率的に配電が可能となることも考えられる。

電力の恩恵を受けるコミュニティの積極的な参加がなければ持続可能な開発とならないため、協力の計画段階からコミュニティとの対話、プロジェクト自体がコミュニティの財産であるという意識を地域住民に高めさせることが有効と思われる。当地域では未電化地域内の住民同士の信頼関係が深いということから、プロジェクトへの地域住民が積極的に参加できることが期待される。

例えば、バイクのバッテリー、バッテリー補充液など未電化地域で購入できる地域が比較的多い。このことは太陽光発電プロジェクトにおいて、なるべく地域住民自身が所有するバイクのバッテリーなどの財産を有効に利用することによって、住民が自己の財産を大切にするとともにプロジェクトの持続発展性が高まるものと考えられる。

当地域においては、本邦研究機関、民間企業、NGO 他による協力が活発なこともあり、特に JICA が実施する事業は相手国政府、円借款、無償資金協力など多様なスキームを活用することにより、他ドナー、NGO、CDM を活用した民間事業者への呼び水となる可能性が高い。このような事業を実施する関係者との積極的な連携を早い段階から実施することにより、事業の実現性が高くなる。

##### ■アフリカ地域

当地域の特徴として、概して起伏に富んでいる地域が少なく、また年間を通して雨量が期待できないため小水力発電がそれほど期待できず、またバイオマスについても燃料安定供給のためのインフラ整備や関係機関の協力など、周辺条件が必要となる。

医療や教育施設における照明や冷蔵庫、あるいはポンプによる水のくみ上げといった、貧困削減に資する社会サービスの提供に対して、太陽光は一定の役割を果たすが、熱源や動力として期待できないため、産業活性化への起爆剤とはなりにくい点に留意する必要がある。

女性労働としての薪拾い、室内における調理による疾患などジェンダーの視点から当地域における再生可能エネルギーの利用は重要であるが、村の構造は散らばっているため労働集約的な計画を立案しにくい。このためコミュニティ参加による協力を形成する場合には、十分これらのことを念頭に置く必要がある。

なお、当地域への本邦民間企業、研究機関の協力の可能性は高くはないと想定されるため、なるべく ODA 事業のみ、または貧困削減イニシアティブを通じた世界銀行や UNDP、GEF 等他援助ドナーとの連携による協力を模索することが一案と考えられる。

## 第5章 再生可能エネルギーとCDMの活用可能性

### 5.1 ベースラインモニタリング方法

地方電化に CDM を活用する場合ベースラインを設定しなければならない。この設定について、特に配慮する必要があるのが、代替／増分エネルギー問題であり、その概要は次の通りである。

#### ■代替エネルギー

開発した再生可能エネルギーが、既存のエネルギーを代替しており、確実に排出削減になっていることが明らかな場合。既電化地域では、グリッド接続—ミニグリッド接続の場合、エネルギー振替対象となる火力発電所の燃料削減分に相当する。また、未電化地域では、例えば照明用ランプの燃料等が対象となると思われる。このケースでは、ベースラインの設定は容易である。

#### ■増分エネルギー

開発した再生可能エネルギーが増分エネルギーとなる場合。未電化地域のエネルギーのほとんどがこれに該当する。このケースでは、実態として排出量削減にならないことから、ベースラインの設定は困難であり、適切な代替エネルギーモデルを提案しなければ CDM にはなり得ない。

#### ブータン国 チェンデブジ小水力発電の事例

CDM 案件として再生可能エネルギープロジェクトを進めるためには、増分エネルギー問題について適切な代替エネルギーモデル設定し、ベースラインを設定しなければならない。2006年1月31日現在気候変動に関する国際連合枠組み条約（UNFCCC）に登録されているオフグリッド地方電化プロジェクトは、ブータン国チェンデブジ小水力発電のみであり、ディーゼル発電が代替エネルギーモデルとなっている。

表5.1 チェンデブジ小水力発電の事業概要

事業概要	70kWのオフグリッド小水力発電の設置により、400戸を電化するとともに、年間582MWhを発電、524tのクレジットを見込む。
実施主体	E7 (NGO)
適用された方法論	AMS-I.A. (Electricity Generation by the User) : (小規模オフグリッド)
適用されたベースライン計算方法	Energy Baseline (b) Option 2 計算式： $E_b = \sum_i Q_i / (1-l)$ ここで、 $E_b$ =年間ベースライン in kWh $\sum_i$ =プロジェクトで導入された再生可能エネルギー $Q_i$ =再生可能エネルギーによる年間供給量 in kWh (想定) $l$ =ディーゼル発電による小規模配電網で観測される配電ロス
代替エネルギー	もし、このプロジェクトが無ければ、ディーゼル発電で電化されたと考えられることから、ディーゼル発電が代替エネルギーとなる。 概略排出量係数=0.9kg-CO <sub>2</sub> /kWh
モニタリング方法	発電機に積算電力量計を設置し、直接計量する。

(出所：UNFCCC ホームページより、調査団作成)

## 5. 2 CDMプロジェクト化推進の課題と対策

### 5. 2. 1 CDM価値（CER）

#### （1）COP11/MOP1（気候変動枠組条約締約国会議）の動向

COP11/MOP1は2005年11月28日から12月9日までカナダのモントリオールで開催された。この主要議題と決議については次の通りである。

##### ■マラケシュ合意の採択

京都議定書の詳細要件を規定したマラケシュ合意は、無事採択された。

##### ■第2約束期間及び気候変動枠組条約に基づく将来方針の検討

第2約束期間及び気候変動枠組条約に基づく将来方針の検討については、ともに①速やかに検討を開始すること、②第1約束期間と第2約束期間との間に間隔を設けないようにすること、③締約国は本件に関する見解を2006年3月15日までに提出することで合意した。

##### ■遵守メカニズムの検討（第18条）

遵守メカニズムについては法的拘束力を付与することで他のマラケシュ合意同様に採択され、その結果必要となる京都議定書の改正に関してはCOP/MOP3を目処として議論することとなった。

##### ■CDM及び共同実施の詳細に関する検討

CDMについては遂行体制が強化され、その一環として締結国は約800万ドルの資金支援（日本はその内100万ドル）が行われることとなった。なお、規模によらないプロジェクトの統合提案が認められたほか、地域格差への対策ならびにキャパシティービルディングについても検討がなされるところとなった。また、共同実施についてはCDMインフラの暫定運用が認められた。

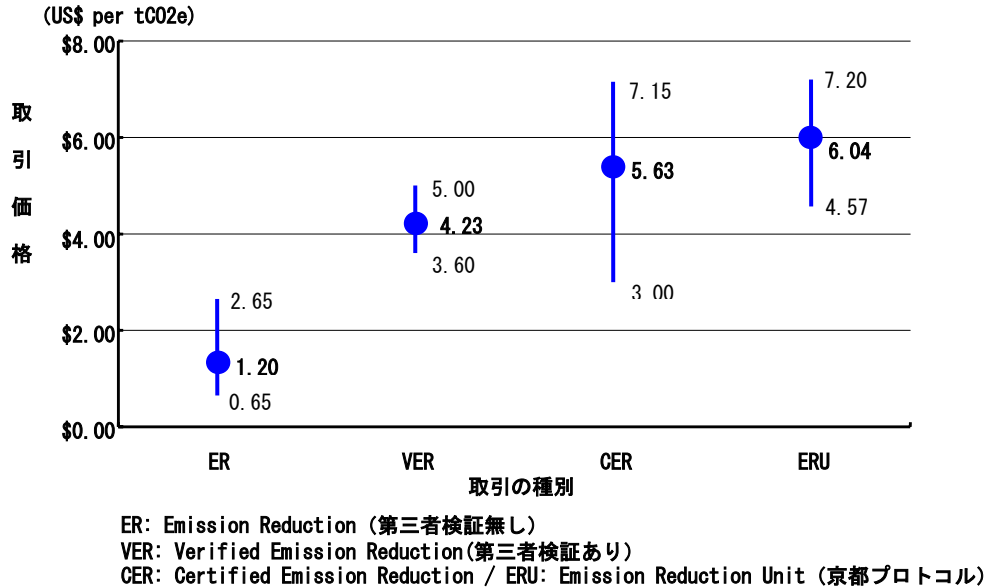
#### （2）自主協定モデルの調査

1990年に硫黄酸化物を対象にした自主取引制度がアメリカ国内で開始された他、温室効果ガスに関する国内排出量取引制度が各国で開始されている<sup>20</sup>。このような、自主協定モデルは、①費用効率性ならびに、②削減の確実性という特徴を有し、当該国の中で地方電化へ適用することも可能であると考えられる。

<sup>20</sup> 2001年：デンマーク/2002年：イギリス/2005年：EUおよびノルウェー等

### (3) CO<sub>2</sub>クレジット取引価格（排出権取引の動向）

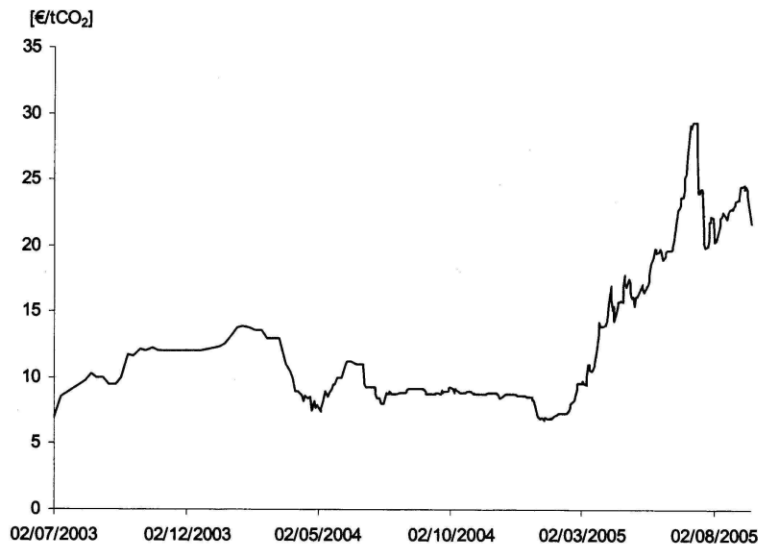
京都メカニズムやその他温室効果ガス等の削減による環境価値を、投資家の視点で考えた場合、CO<sub>2</sub>クレジットの取引価格をプロフィットの一部として考えざるを得ない。2004年末時点におけるCO<sub>2</sub>クレジットの取引価格は、CER（京都プロトコルに基づく取引）で\$5.63程度とされていた。（図5.1参照）。



(出所：State and Trends of the Carbon Market 2005 (International Emissions Trading Association))

図5.1 種別によるクレジットの取引価格（2004年末）

一方、ユーロ圏におけるCO<sub>2</sub>の市場価格は2005年1月の排出権取引の公式スタートに伴い、上昇を続け2005年7月には30ユーロ/tまで達した（図5.2参照）。現在もCO<sub>2</sub>ユーロ価格は高値で安定しており、2006年1月30日時点のCO<sub>2</sub>ユーロ市場価格は26.75ユーロ/tであった。



(出所：State and Trends of the Carbon Market 2005 (International Emissions Trading Association))

図5.2 ユーロ市場におけるCO<sub>2</sub>価格の推移

## 5. 2. 2 公的資金とCDM

マラケッシュ合意において、” CDM事業に公的資金を活用する場合、その資金はODAの流用であってはならない。” と表5. 2の通り明文化された。

表5. 2 マラケッシュ合意” ODAの流用禁止

C DM事業に公的資金を活用する場合、その資金はODAの流用であってはならない。  
"Emphasizing that **public funding for clean development mechanism projects from Parties in Annex I is not to result in the diversion of official development assistance** and is to be separate from and not counted towards the financial obligations of Parties included in Annex I ,"  
--- Decision 17/CP.7 Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol

このマラケッシュ合意については、一般的に” ODAの全面流用禁止” と解釈されてきたが、その後の、日本政府の交渉により、” 結果的として流用にならない範囲で CDM 案件の本体事業費に ODA 資金が使用できる” とする合意が、OECD-DACハイレベル会合（2004年4月）においてなされている。

表5. 3 OECD-DAC ハイレベル会合（2004年4月）合意事項

ODA 予算を用いて CDM 事業を行った場合に、DAC メンバーは先進国（投資国）が受け取った温室効果ガス排出削減クレジット分を控除した上で ODA として計上できる  
" **The DAC should agree that the value of any CERs received in connection with an ODA-financed CDM project should lead to a deduction of the equivalent value from ODA.** The DAC should also rule out the possibility of counting as ODA funds used to purchase CERs."

したがって、現在、日本は国際的なルールに従いつつ、被援助国の同意を前提として、ODAを用いた CDM 事業を実施している。具体的には、国際協力銀行（JBIC）では、表5. 4の通り、他国機関との間で業務協力協定を締結し、将来的な公的資金への CDM 適用準備を始めている。

表5. 4 京都メカニズムに関する業務協力協定（JBIC）

地球温暖化ガス削減・吸収プロジェクトのためのメキシコ国家委員会（メキシコ）、アンデス開発公社（中南米地域）、コロンビア開発公社（コロンビア）、中東欧環境センター（中東欧諸国）、国家環境基金（ペルー）、パラグアイ環境庁（パラグアイ）、中米経済統合銀行（グアテマラ、エルサルバドル、ホンジュラス、ニカラグア、コスタリカ）、ブルガリア共和国政府（ブルガリア）、国土整備・水利・環境省（モロッコ）、天然資源環境省国際協力室（ベトナム）、環境・水利省（ルーマニア）、世界銀行（計12協定）

表5. 5は、具体的にCDMの適用を目指している円借款プロジェクトを示す。

表5. 5 CDMの適用が期待される円借款プロジェクト

・ ザファラーナ風力発電事業（エジプト・アラブ共和国）：約135億円
・ コライマツ太陽熱・ガス統合発電事業（エジプト・アラブ共和国）：約107億円
* 地球環境ファシリティとの協調支援
・ イグアス水力発電所建設事業（パラグアイ）：約214億円

インドネシアにおいても、ウルブル地熱発電所ならびにアサハン第三水力発電所建設事業等新規ODA事業については、そのローンアグリーメント（L/A）にCDMの適用の可能性が残されている。

このように、CDMを取り巻く環境は変化しており、ODAの枠組みの中でCDM事業を実施できる環境は整いつつある。したがって、JICAが新規に実施する再生可能エネルギー分野の技術協力の内、設備譲渡の伴うプロジェクト（ODA資金によるもの）についても、CDMを前提に先方政府と交渉することが可能と考える。

### 5. 2. 3 UNFCCC登録案件の状況

#### (1) 登録案件の概要

表5. 6にUNFCCC登録案件の状況をまとめた。2006年1月31日現在で、UNFCCCに登録されているプロジェクト数は計79件であり、その内42件が、小規模CDMのための簡素化方法論として適用されている。

表5. 6 UNFCCC登録案件の内訳

Project Scale	Reference	Methodologies Title	Num. of Projects Registered
Small-scales	AMS-I.A	Electricity generation by the user	1
Small-scales	AMS-I.C	Thermal energy for the user	8
Small-scales	AMS-I.D	Renewable electricity generation for a grid	31
Small-scales	AMS-II.E	Energy efficiency and fuel switching measures for buildings	1
Small-scales	AMS-III.D	Methane recovery	1
Sub-Total			42
Large-Scales	AM0001	Incineration of HFC 23 waste streams	3
Large-Scales	AM0003	Simplified financial analysis for landfill gas captual project	3
Large-Scales	AM0004	(No-Reference/ supposed as Biomas)	2
Large-Scales	AM0005	Small grid connected zero emissions renewable electricity generation	2
Large-Scales	AM006	GHG emission reductions from manure management system	4
Large-Scales	AM0008	Industrial fuel switching from coal and petroleum fuels to natural gas without extension of capacity and lifetime of the facility	1
Large-Scales	AM0011	Landfill gas recovery with electricity generation and no capture or destruction of methane in the baseline scenario	3
Large-Scales	AM0013	Forced methane extraction from organic waste-water treatment plants for grid-connected electricity supply	1
Large-Scales	AM0015	Bagas-baed cogeneration connected to an electricity grid	1
Large-Scales	AM0016	Greenhouse gas mitigation from improved animal waste management system in confined animal feeding operations	4
Large-Scales	AM0018	Tool for the demonstration and assessment of additionality	1
Large-Scales	AM0021	Baseline Methodology for decomposition of N2O from existing adipic acid production plants	2
Sub-Total			27
Consolidated	ACM0001	Consolidated methodology for landfill gas project activities	5
Consolidated	ACM0002	Consolidated methodology for grid-connected electricity generation from renewable source	5
Sub-Total			10
Total			79

(出所：UNFCCCホームページより、調査団作成)

表5. 7に再生可能エネルギー別の登録案件数を示す。現状では、簡易方法論の小水力案件でグリッド接続のものが21件とほとんどを占める。一方で、オフグリッド水力は1件のみである。

表5. 7 再生可能エネルギー別案件の状況

種別	方法論	件数：平均出力
水力	AMS-I. D. (小規模グリッド接続)	21件 (8.1MW)
	AMS-I. A. (小規模オフグリッド)	1件 (0.07MW)
	AM0005 (グリッド接続)	1件 (4.5MW)
	ACM0002 (グリッド接続統合手法)	2件 (17.6MW)
バイオマス	AMS-I. D. (小規模グリッド接続)	7件 (8.3MW)
	AM0004 (グリッド接続バイオマス)	2件 (29.8MW)
	AM0015 (グリッド接続バガス)	1件 (22.0MW)
風力	AMS-I. D. (小規模グリッド接続)	2件 (10.4MW)
	AM0005 (グリッド接続)	1件 (25.8MW)
	ACM0002 (グリッド接続統合手法)	2件 (130MW)
地熱	対象無し	
参考	過去の JICA 無償資金案件 (小水力基本設計調査)	5件 (平均0.44MW)

(出所：UNFCCC ホームページより、調査団作成)

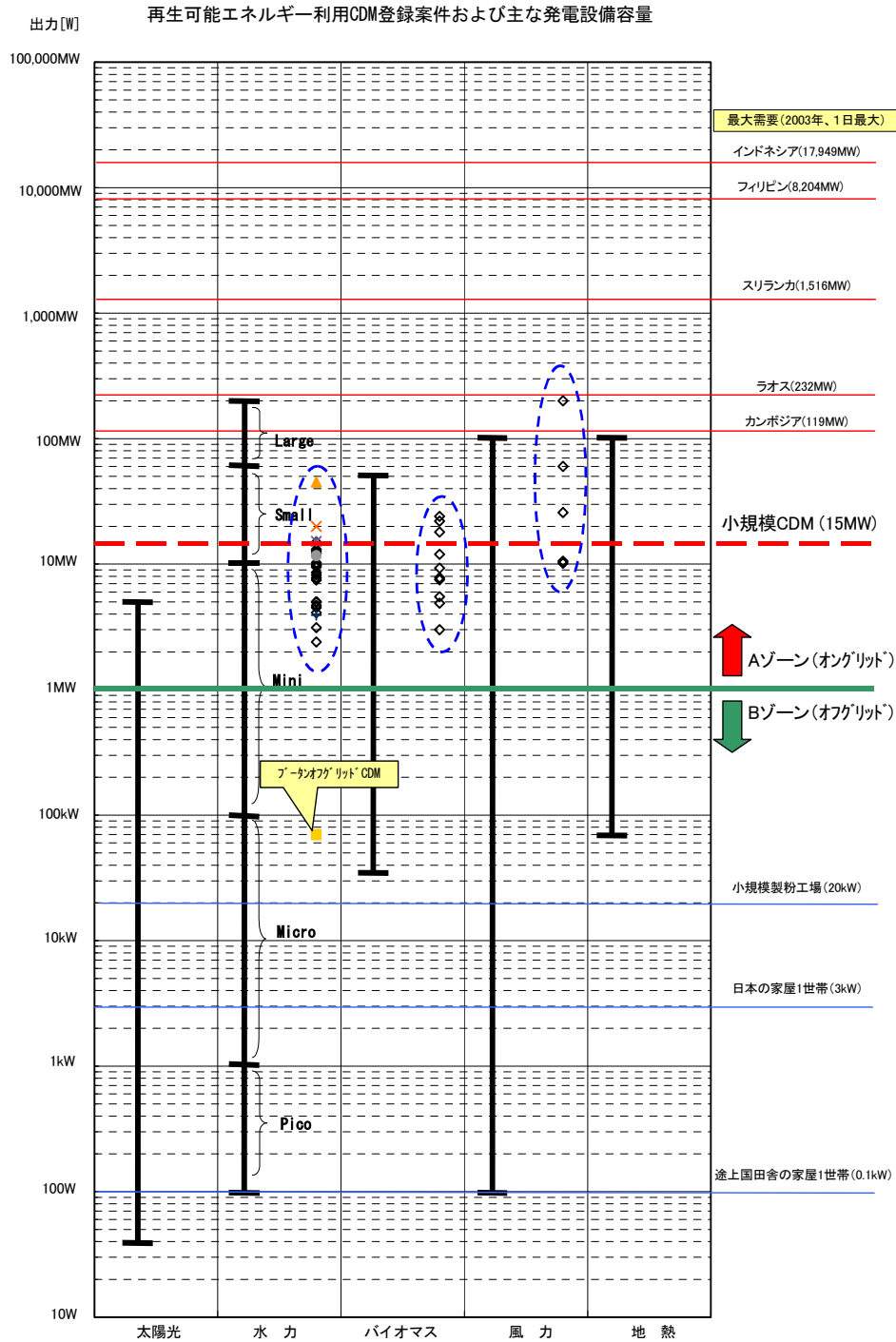
また、CDM 登録案件について地域別に整理したものを表5. 8に示す。小水力は、ポテンシャルのある中南米の国々が多く登録されている。また、インドは小水力やバイオマスのプロジェクトを積極的に登録している。国として開発可能ポテンシャルを積極的に発掘し、かつ CDM への制度整備を行っている国が現状登録されていると言える。

表5. 8 地域別 CDM 登録案件

	アジア	中南米	大洋州
小水力	9 (インド 4, スリランカ 3, ブータン 1, 中国 1)	15 (コロンビア 1, グアテマラ 3, ペルー 1, パナマ 3, ホンジュラス 6, チリ 1)	1 (フィジー)
バイオマス	9 (インド 9)	1 (ブラジル)	—
風力	3 (モンゴル 3)	2 (アルゼンチン 1, メキシコ 1)	—

(出所：UNFCCC ホームページより、調査団作成)

図5. 3に UNFCCC で登録を受けている CDM 案件の状況をまとめた。これによると、ブータンのオフグリッド小水力 (70kW) を除く全ての電源において、その申請規模が最低でも 2MW のオングリッドとなっていることが分かる。



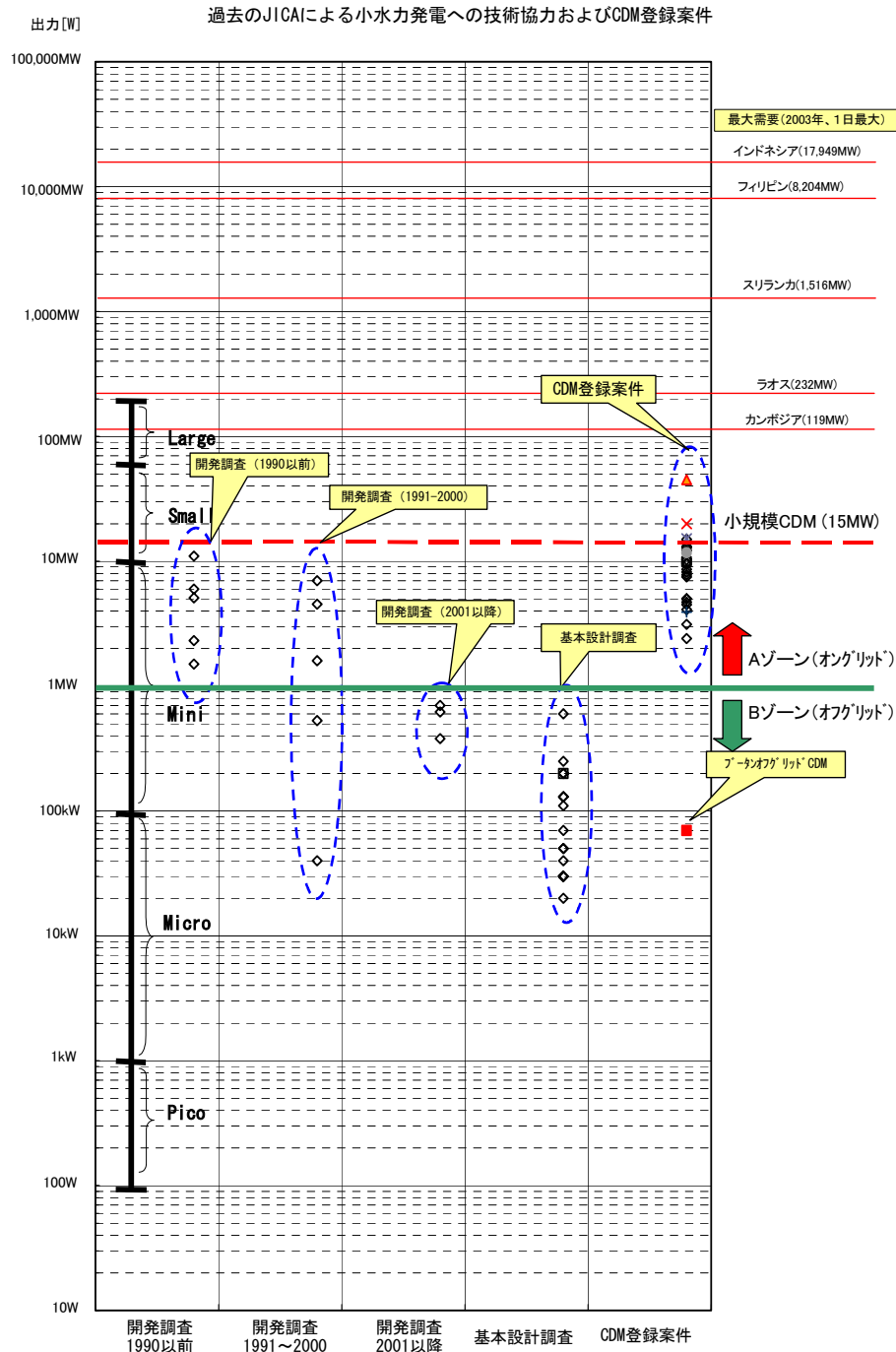
[出展]  
 ・ <http://cdm.unfccc.int>  
 ・ 海外電力調査会「アジア諸国の電力統計2003年度版」  
 ・ <http://www.worldbank.org/html/fpd/energy/geothermal>  
 ・ <http://www2.mim.dk/reconference/dias/Romeo%2520Pacudan.ppt>

図5. 3 UNFCCC 登録案件 (2006年1月31日まで)



## (2) 小水力の CDM 登録案件に関する分析

図5.4に、過去のJICAによる小水力への技術協力およびCDM登録案件を示す。開発調査では、技術協力対象をオフグリッドのミニ水力に移行していることが分かる（特に2000年以降）。また、無償資金協力の対象も1MW以下のミニ水力に限定されている。一方で、既述のようにCDM登録案件はブータンの1件を除いて、2MW以上のグリッド接続のみとなっている。



[出展]  
・海外電力調査会「アジア諸国の電力統計2003年度版」

図5.4 過去のJICAによる小水力への技術協力およびCDM登録案件

## 5. 2. 4 JICAの支援の方向性

JICAはこれまで途上国の再生可能エネルギー分野の技術協力を実施してきた。水力発電分野では、数十 MW から数十 kW までの幅広い範囲を対象としてきたが、CDM 登録されている水力発電は手続きが簡素化される小規模 CDM プロジェクトがほとんどであり、数 MW から 15MW (小規模 CDM の上限) に集中しており、今後もこのような申請傾向は同様と考えられる。バイオマス発電、風力発電についても登録案件数はまだ少ないが、傾向は水力発電と同様である。これらはいずれも系統接続であり、直接地方電化の電源ではない。一方で、分散型の電源で地方電化の電源となっているのは、ブータン国チェンデブジ水力 1 件である。

表 5. 9 電源によるポテンシャルと CDM 可能性

電源	規模	B ゾーン	A ゾーン	
		極めて小規模	小規模	大規模 (中規模)
		1MW まで	1MW~15MW	15MW 以上
水力	ポテンシャル	○	○	○
	CDM 可能性	△	○	○
バイオマス	ポテンシャル	△	○	○
	CDM 可能性	△	○	○
地熱	ポテンシャル	△	○	○
	CDM 可能性	△	△	△
風力	ポテンシャル	○	○	○
	CDM 可能性	△	○	○
太陽光	ポテンシャル	○	—	—
	CDM 可能性	△	—	—
電力供給システム		オフグリッド (分散型)	オングリッド (系統接続)	
電力供給目的		地方電化	経済的電力供給	

凡例：○ポテンシャルが高い、CDM 登録 (申請) が多い

△ポテンシャルが低い、CDM 登録 (申請) は少ない

(出所：調査団作成)

ここでは、CDM 登録をしている多くの案件が集中している、系統接続を前提とした図 5-3 の A ゾーン (1MW から数十 MW) と、分散型の地方電化を目的とした極めて小規模な B ゾーン (数 MW 以下) に分けて JICA 支援の方向性を探る。

### ■ A ゾーン (オングリッド案件) における課題

この領域では、既に民間事業者が CDM 案件としては申請、事業化の動きを見せている。しかし、国によっては、申請手続きの煩雑さや整備の遅れなど様々な問題を抱えており、また、窓口情報も不親切であることが多い。このため、CDM に関する組織・制度の整備、関連するデータの整備、人材の育成などを一括したテーマとしてまとめ、CDM 案件の活性化を側面から支援する必要がある。たとえば、潜在的な事業実施者を対象に、CDM プロジェクトの実施のためのワンストップサービスを提供するための制度作り (ヘルプデスク等) は最も望まれるところである。

## ■Bゾーン（オフグリッド案件）における課題

この領域では、JICA では貧困削減、地域開発を目的とした小規模水力発電の技術協力を実施してきた。これらの案件を活性化するために、バンドリングによる規模拡大、ならびに CDM の有効活用を目指した、キャパシティービルディングが必要である。この受け皿として、例えばインドネシアの場合は協同組合省、フィリピンの場合はエネルギー省（エネルギー利用局）が、村落の情報やプロジェクトの実施状況を有していることから、これら監督官庁の関係部局に対して、CDM の申請手続きについての技術移転を行うとともに、バンドリングの検討を支援することは有効な支援分野であると考ええる。

同時に、再生可能エネルギー電化のための適正な経済性評価手法、さらには助成制度の適用方法など技術分野以外の支援も必要であり、CDM プロジェクトに関する包括的なキャパシティーデベロップメントが重要である。

また、この支援分野で、設備譲渡を伴うプロジェクト（ODA 資金によるもの）については、CDM を前提に実施することが可能であるとおもわれ、先方政府との交渉を実施することは肝要であろう。

### 5. 2. 5 事業規模拡大のためのアプローチ

複数の事業の統合により事業規模を拡大することで、事業運営を効率化することは投資家にとって魅力的である。特にバンドリングの視点から支援策を考えることが必要である。

#### ケース 1：地方電化プロジェクト同士のバンドリング

地方電化に関するファンドを、複数の投資家の出資により設立することも可能である。ODA の立場からは、そのようなファンド作りに直接参加することはできないので、5. 2. 3 に示すように民間部門への側面支援という立場から、あらかじめプロジェクトをバンドリングできる機能を持った機関に対するキャパシティービルディングを検討すべきであろう。

#### ケース 2：RPS プロジェクトとのバンドリング

2002 年、我が国における新たな自然エネルギー導入促進制度である「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」、いわゆる RPS 法が成立した。これを踏まえ、バイオマスフューエル等事業による CDM 地方電化プロジェクトと、余剰バイオマスフューエルの輸入による、RPS 事業市場の拡大プロジェクトをバンドリングすることも有効な手だてとなる。

これについては、海上輸送の問題や国内で燃料として使用する場合の品質規格（JIS）の問題などが依然として残るが、地方経済の活性化につながる案件であり、モデルケースとして更に検討する価値があると考ええる。

## 第6章 提言

### 6. 1 技術協力分野

#### (1) 再生可能エネルギーの資源ポテンシャル調査

再生可能エネルギーの活用するにあたって、そのポテンシャルを正確に把握することが重要であるが、途上国では、風力及び地熱エネルギーは、他の再生可能エネルギーの比べて把握されていない。

風力、地熱エネルギーのポテンシャルの把握には、一定の期間と資金、技術は必要である。わが国は政府が主導して水力や風力のポテンシャル調査を実施し、開示してきたノウハウと実績を有する。日本の技術協力でこれらのポテンシャル調査を支援することは有意義であると考えられる。

なお、ポテンシャル調査の一環として、当該国の CDM 国家指定機関 (DNA) を対象に、OECD-DAC の合意内容の確認等を実施し、将来的に、ODA 資金による再生可能エネルギープロジェクトを CDM 化するための基本的合意をはかることは極めて有効と考える。

#### (2) 技術移転

##### ■技術の体系化・総合化

再生可能エネルギーを活用した地方電化事業を持続可能とするには、ローカル技術の採用が鍵を握る。初期投資を押さえるとともに、運転開始後の故障、トラブルの対応が容易である。これらの技術支援は、NGO や大学が主導的な役割を果たしているが、人的資源に限られている。

わが国は、再生可能エネルギーの利用に関し、ローテク（昔からの技術）から最新の技術まで幅広い技術を保有する。途上国に適用するにあたっては、現在、大学や NGO が中心となって技術指導を行っているケースが見られるが、これらの組織と連携して日本の技術移転することは極めて有効である。とくに、計画、調査、設計、施工監理、維持管理について適切な技術支援が必要と考えられる。

##### ■電化事業の維持・管理 (O&M) を重視した技術移転

分散型の地方電化は、オングリッドで電化事業を行う一般電気事業者（電力会社）とは独立した事業形態を取らざるを得ない。一般的には、地元住民や協同組合が事業運営を行うことになるが、今回の現地調査では、将来の設備更新のための積立金がほとんどない、などの問題点が明らかになった。

事業運営では、現地の運転・維持管理体制の指導が重要となる。当面は大規模な設備改修の必要性がなくてもその時期は必ず来る。確実な運転維持管理のための長期計画の立案やあるべき事業経営のあり方についての指導、監督の技術移転を繰り返し実施し、確実に定着させる必要がある。技術移転の方法は、途上国の技術レベルや体制の整備状況に合わせて異なるが、費用対効果を念頭において検討する必要がある。

### (3) 能力開発

#### ■パイロットプロジェクトへの専門家の派遣

パイロットプロジェクトにおける人材育成面での弱さを強化するために、専門家の派遣（必ずしも長期でなくても良い）、あるいはより現場に近い青年海外協力隊（または、シニアボランティア）の派遣、教育用機材の供与などを投入し、途上国側で自立的、継続的な事業が実施できるような中核的な人材の育成を図る。また、このような支援の一環として、政府関係者だけでなく、NGO、民間事業者やコンサルタントの育成も併せて行う。

#### ■集団研修の充実

これまで弱かった再生可能エネルギー分野での研修受け入れ体制を強化するために、「小水力及びクリーンエネルギー発電技術」の見直し、新規研修の新設、南南研修の検討などを行う。

### (4) 大学・NGO・自治体・企業との連携

これまで、大学・NGO・自治体・企業といった民間分野の参加は、パイロットプロジェクトのように設備形成に象徴されるよう、ややもすれば官の仕事为民が請け負う形態が中心であった。しかし、最近では民間の海外進出がめざましく、様々な形態で官と民の協働の形態を考えていかねばならない。この点で JICA の技術協力の分野においても、民間の参加を積極的に受け入れるための選択肢を増やす必要がある。

協力のアプローチを広げることで、JICA がより多面的な戦略を取り、援助の成果をより確実なものにすることを是非とも進めていかねばならない。この点で、技術、ビジネスモデル、事業規制のあり方、事業補助のあり方、財源の確保など様々な切り口で、当該分野における協力のあり方を検討すべきである。

例えば、UNDP が実施したフィネスプログラムでは、融資を行う銀行での専門家の育成、融資制度作りといった電化資金を民間部門に流すための環境作りに力を注いだ。これはそれまで常識と考えられていた「再生可能エネルギー利用や地方電化は収益事業として成立しにくい」という発想を転換し、この分野にも民間の活力と市場の機能を導入しようとするものであった。事実このプロジェクトは、それまでのドナーによる無償の地方電化プログラムよりも良好な結果を上げている<sup>21</sup>。

JICA の技術協力の枠組みを広げ、JBIC が提供する有償資金協力の機会も含めて、電化事業実施プロジェクトの実施に際して、銀行や事業への出資者などの民間企業、NGO、受益者に対する支援を拡大することが必要である。

### (5) CDMプロジェクトの組成のためのソフト面からの支援

#### ■再生可能エネルギー導入促進のための政策支援

再生可能エネルギー導入促進のための優遇施策（インドネシアでは、PLN は小水力 IPP から電力の購入義務、フィリピンでは、民間の小水力開発で事業税の免除など）を与えているが、活用事例は限られている。

---

<sup>21</sup> フィリピンやスリランカでの実績

優遇施策が活用されない理由には、手続きの煩雑さや制度内容が周知されていないことがある。制限の撤廃、制度を受け入れやすい体制作りの支援が必要である。また、わが国では、水力、太陽光、風力などの再生可能エネルギー導入では政府主導による一貫した支援政策により所定の成果を上げた実績を持つ。啓蒙活動と合わせた技術支援が効果的と考える。また、欧米諸国の普及支援政策も参考にする。

## ■ CDM事業促進のための制度設計支援

CDM は地方電化事業の経済性を改善する効果がある。しかし、現在のところオフグリッドの地方電化事業で CDM 案件として登録されたのは、ブータンのチェンデブジ小水力発電所案件だけであり、今後その活用が期待されている。途上国全般について CDM プロジェクトの申請手続きの煩雑さや整備の遅れになどの課題を抱えており、CDM の活用の障害となっている。

このような問題点を解決するために、インドネシア国協同組合省、フィリピン国エネルギー省（エネルギー利用局）など、オフグリッド小水力による地方電化事業等を一括して担当する政府機関を対象に、CDM メカニズム、申請手続きについての技術移転に加えて、プロジェクト経済性評価手法や助成制度の適用方法など CDM プロジェクトに関する包括的なキャパシティビルディングを行う。

さらに、CDM に関するワンストップサービスを提供する制度構築を支援し、同時に、CDM プロジェクトの潜在的な事業実施者への支援を行うことも有効である（ヘルプデスクの設置）。

### （6）技術開発支援

地方電化へ適用できる再生可能エネルギー技術の中で将来的に有望と思われるものについては、技術開発について技術面、資金面から支援を行うことで、再生可能エネルギーを利用した地方電化に関する知見を蓄積する。設備を供与する場合については、前述の通り、国家指定機関等と CDM の適用について協議を行うことで、当該国における ODA を利用した CDM について理解を深める。

具体的には、付属資料 2. 3 バイオマス発電のグッドプラクティス（4）で紹介した、“インドネシア国牛糞からのメタン回収発電” は、①サイトで適応技術開発が必要なプロジェクトであること、②協同組合省の支援体制が確立されていること、③インドネシアの国家指定機関が発足したばかりであることを考慮すると、このようなスキームの技術支援は非常に有効であると考えられる。

### （7）バイオマス燃料の普及のための技術支援

近年、多くの種類のバイオマス燃料が検討されている。可搬性に富むバイオマス燃料は、現地での利用に加えて、環境エネルギー関連商品として販売することで、生産地の経済の活性化に資する。一方、バイオマス燃料の生産のためのプランテーション地域を確保するため、熱帯雨林が伐採されるという危険性もある。したがって、バイオマス燃料の種類毎に技術レベル、将来性、生産地における経済インパクト、CO2 削減効果等を公平かつ適正に評価し、バイオマス燃料を利用したビジネスモデルの実現性を詳細検討することが必要である。また、特に有望と思われるプロジェクトについては、研究開発支援をモデルプロジェクトとして実施することも検討に値する。

なお、バイオマス燃料を輸入し日本国内で使用することは、RPS 法を遵守する手段として有望である。流通経路およびそれに伴う規制（海上輸入規制）、日本国内で燃料として使用する場合の

品質規格（JIS）の整備も含めた、バイオマス燃料の普及体制整備を行うことも必要であろう。

## 6. 2 無償資金協力分野

### （1）設備譲渡を伴うプロジェクト（ODA資金によるもの）へのCDM適用可能性の検討

ODA資金により設備譲渡を実施するプロジェクト、または、それに先立つ基本設計調査等の実施にあたっては、当該国のDNAと、OECD-DACの合意内容の確認等を実施し、CDMの適用について基本的合意を形成できるよう努める。特に、日本とのCDMプロジェクト実績の無い国で、このような活動を展開することにより、ODA資金によるCDMについて先方政府の理解を深め、潜在的な合意を図ることは極めて有効であろう。

例えば、今回現地調査した、フィリピンのマニロー地熱発電所など、熱需要により地域経済の活性化に直接インパクトがあり、かつ現状で発電設備に不具合がある地熱発電所などを対象にODA予算でリハビリを実施し、CDM化することは検討に値すると思われる。

### （2）無償資金協力を適用するためのプロジェクトのバンドリング

地方電化事業の資金調達に対する支援は重要な役割を担う。しかし、地方電化事業の規模は一般に小さいことが多く、一般無償資金協力事業の適用に際して、事業規模が小さすぎるために適用されないおそれがある。このような規模の制約を避けるため、農業分野などの社会開発事業に地方電化事業を組み込む、あるいは類似のプロジェクトを一括することが必要となる。

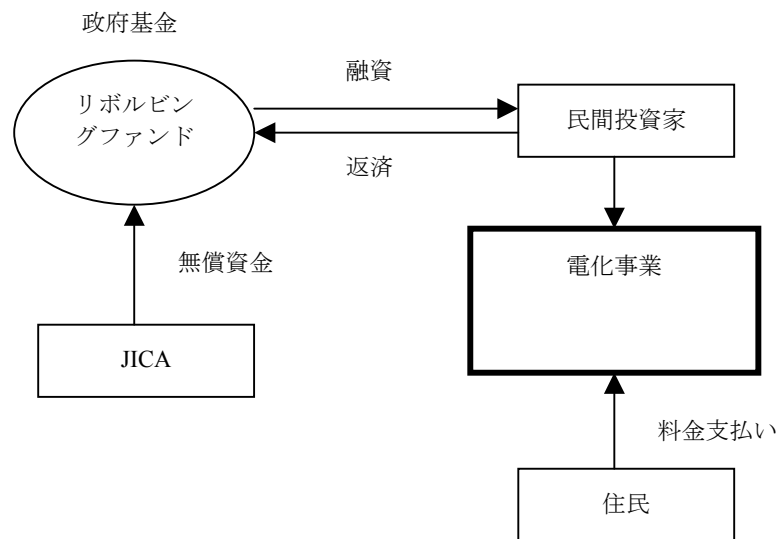
分野を横断した一括プロジェクトを形成する一方で、分野間の政策連携を促進することが望まれる。

### （3）無償資金の回転基金（リボルビングファンド）への適用

太陽光のように独立型の機器を需要家ごとに設置するプロジェクトでは、無償資金協力によるソーラーホームシステム（SHS）を各家庭に設置したものの、コスト負担が個人の需要や支払い能力を上回る例が多く、バッテリーなど数年で寿命を迎える機材の交換時期に、資金回収ができないまま事業が行き詰まる例が多く見られる。

このため、無償資金を一旦政府のファンドに納め、個人に比べてモラルの高い事業者をターゲットとして、事業を実施させてコストを数年でファンドに回収させる手法が考えられる。

ここでは無償資金（ノンプロジェクト無償や見返り資金無償を含む）がシーズ資金となるが、必ずしもキャッシュではなく現物供与でも構わない。それを政府の基金から現物で融資した形を取り、償却費相当分を返済させる。この返済で戻った現金は次の事業への融資に回される（図6.1参照）。



(出所：調査団作成)

図6. 1 リボルビングファンドの概念

#### (4) 民間資金を動員するための保証ファンド設立

採算性の低い地方電化プロジェクトには、外国からの資金提供や国内の補助金が充てられていたが、量的な制限からその開発量は限られている。

公的資金によるプロジェクトへの資金提供については限度があることから、持続可能な開発には民間資金の活用など幅広い資金調達が必要である。たとえば、保証ファンドを無償資金で設立し、地方電化プロジェクトが当該国の金融機関から借入れを行う場合の障害を軽減し、民間投資を活性化する。

### 6. 3 民間部門とのパートナーシップ

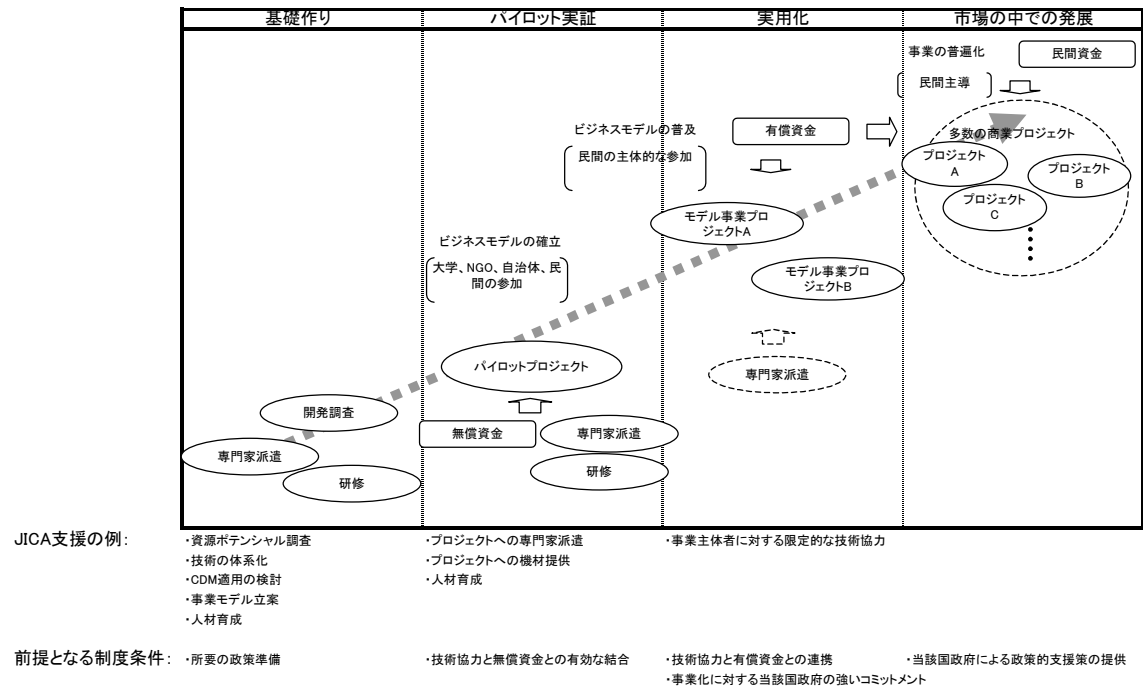
再生可能エネルギーの事業化を支援する過程では、プロジェクトの中に民間を加えた技術協力や資金協力の道は不可欠である。本報告書で提案したように、JICAの無償資金協力で政府機関の中にファンドを設置し、それをテコにして民間の事業を資金面で下支えするといった仕組みも考えなければならない。また、有償資金と無償資金協力の連携の一つとして、JBICの有償資金の枠組みを側面から支援するために、融資先に対してJICAが別途技術協力を提供するという仕組みも望まれる。そこでは、もはや技術協力の相手は必ずしも公共部門だけとは限らない。

このような考え方は、おそらく従来型の技術協力や無償資金提供の概念を越えるものであろう。しかし、今や途上国の経済発展が公共と民間の役割を峻別していた時代から、市場経済を前提として官民がパートナーシップを組みながら経済発展を進めるという時代が変わってきていることは紛れもない事実である。JICAとしてもそのような社会的、経済的な変化を先取りする新しい支援のメニューを作り出すことは是非とも期待される場所である。

以上のような戦略的なアプローチに基づくならば、JICAは自らが持てる支援ツールをそれぞれ



の場に適用し、再生可能エネルギー利用を促進し、その実現化に向けた発展の道筋を実現することが可能となる。もしこの道筋をビジョンと呼ぶならば、その中で JICA が担う主な役割は、基礎作りから実証、そして実用化の初期段階までの支援であろう（図 6. 2 参照）。



(出所) 調査団作成

図 6. 2 再生可能エネルギー分野での JICA の支援ビジョン

JICA の役割が発展の各段階で変化するように、そこに係わってくる関係者（人、組織、機関）の顔ぶれも順次変化していく。そして、再生可能エネルギーが技術として事業として成熟するにつれて、逆に JICA の手から離れ、市場に普及していく。

付属資料

## 付属資料 1 : 技術協力実績

### 付属 1. 1 小水力に関する技術協力

#### (1) 国際協力機構 (JICA) その 1 : 開発調査

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	概要および地方電化との関連
1	マレーシア国 サラワク小水力発電開発計画調査	1987	×	マレーシアサラワク近郊の4需要地に電力を供給する2箇所の小水力発電所(2.32MW+5.1MW, 合計7.42MW)のF/S調査。地方電化との関連性は薄い。
2	ケニア国 キリマンジャロ小水力発電開発計画調査	1989	×	キリマンジャロ近郊の需要地に電力を供給する2箇所の小水力発電所(1.5MW+11MW, 合計12.5MW)のF/S調査。地方電化との関連性は薄い。
3	ラオス国 セ・カタム小水力発電開発計画調査	1990	×	セ・カタム近郊の需要地に電力を供給する小水力発電所(6.0MW)のF/S調査。地方電化との関連性は薄い。
4	マレーシア国 リワグ小水力発電開発計画調査	1992	×	マレーシア東部に電力を供給する小水力発電所(1.6MW)のF/S調査。地方電化との関連性は薄い。
5	ネパール国 イラム小水力発電開発計画調査	1994	×	ネパール最東部に電力を供給する小水力発電所(7MW)のF/S調査。地方電化との関連性は薄い。
6	インドネシア国 北スマトラ小水力発電地方電化計画調査	1994	×	グリッドの届かない地域の電化として4つの小水力発電計画を策定。このうち1つが一般無償で実現した。
7	カメルーン国 小水力発電による農村電化計画調査	1999	○	カメルーンの小水力発電(530kW, 4,530kW, 40kW)のPre-FS調査。農村電化とあるが、技術的要素が強い。
8	ラオス国 再生可能エネルギー利用地方電化計画調査	2001	×	参加型による村落電化パイロットプロジェクトの実施。PVメイン。
9	ボリビア国 再生可能エネルギー利用地方電化計画	2001	○	再生可能エネルギーを利用した地方電化実施計画の策定。小水力(700kW, 62kW)のPre-FS実施を通じて技術移転を実施。風力発電含む。
10	ベトナム国 北部再生エネルギー利用による地方電化計画調査	2002	○	ベトナム北部のオフグリッド地方電化のための、組織運営を考慮に入れた小水力発電の可能性検討。フォローアップ調査でパイロットプロジェクトを実施。
11	ミャンマー国 農村地域における再生可能エネルギー導入調査	2003	○	組織・制度や他の電源(PV)なども視野に入れた、地方電化ガイドラインおよび小水力運転保守マニュアルの策定。
12	インドネシア国 再生可能エネルギー利用地方エネルギー供給計画調査ファイナルレポート 要約	2003	○	再生可能エネルギー利用地方電化ガイドラインの策定および、マイクロ水力(38W)のパイロットプロジェクトの実施。
13	マラウイ国 地方電化マスタープラン調査	2003	○	地方電化政策や組織制度を含む地方電化計画の策定。小水力のポテンシャル調査・技術移転の実施。
14	フィリピン国 地方電化プロジェクト実施協議報告書	2004	○	フィリピンの地方電化推進技術協力プロジェクト(小水力・太陽光)実施のための協議報告書。
15	カンボジア国 再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査	(実施中)		再生可能エネルギー利用マスタープランの策定を通じた、農村部における電化事業推進方策の明確化。小水力候補地点におけるPre-FSの実施。

(2) 国際協力機構 (JICA) その2 : 基本設計調査 (無償資金協力)

No.	対象国/件名	実施年	WEB公開の有無	概要および地方電化との関連
1	ブータン王国 小規模水力発電施設整備計画基本設計調査	1985	×	ブータン国内で 10 地点の地方電化小水力発電所 (20kW*1, 30kW*5, 40kW*1, 50kW*2, 7kW*1 合計 380kW) の基本設計調査。
2	ブータン王国 小規模水力発電機敷設計画 (フェーズII) 基本設計調査	1989	×	ブータン国内の3つの地方行政中心都市の地方電化を行う小規模水力発電所 (3 箇所×200kW, 合計 600kW) の基本設計調査
3	ネパール国 サント島サラカタ水力発電所建設設計画基本設計調査	1991	×	エスピリツサント島ルガンビル市近郊のサラカタ川において、同市の電化率向上に寄与する小水力発電所 (出力 600kW) の基本設計調査
4	インドネシア国 アチェ州における小水力による地方電化計画基本設計調査	1997	×	スマトラ島アチェ州において、約 1,070 世帯 5,350 人の電化を達成する小水力発電所 (出力 250kW) の基本設計調査。
5	カンボジア国 モンドルキリ州小水力電化計画基本設計調査	2005	○	モンドルキリ州センモノロム市に対し電力安定供給する 3 箇所の小水力発電所 (110kW, 130kWx2, 合計 370kW) の基本設計調査

(3) 新エネルギー財団 (NEF) による小水力発電への技術協力 (実証試験)

No.	対象国/件名	実施年	WEB公開の有無	プロジェクトの概要
1	インドネシア国 コタワイ小水力	1999	×	93kW447 戸の電化を小水力発電によって実施
2	ラオス国 ナムモン小水力	2000	×	70kW367 戸の電化を小水力発電によって実施
3	ベトナム国 ナチャ小水力	2001	×	120kW624 戸の電化を小水力発電によって実施
4	フィリピン国 マハグナオ小水力	2002	×	65kW147 戸の電化を小水力発電によって実施

(4) 日本貿易振興会 (JETRO)

No.	対象国/件名	実施年	WEB公開の有無	プロジェクトの概要
1	ウズベキスタン国 中小水力発電計画調査	1999	×	
2	マレーシア国 サラワク水力発電所 F/S 調査	2000	×	
3	フィリピン国 アンブクラオ水力発電所のリハビリテーション計画	2001	×	
4	スリランカ国 再生可能エネルギー利用小規模村落電化事業化調査	2002	○	スリランカ小規模村落における、マイクロ水力発電所導入による CO <sub>2</sub> 排出削減効果に関する可能性調査
5	フィリピン国 カツイラン水力発電計画 F/S 調査	2003	○	フィリピンミンドロ島における、出力 17.8MW の水力発電計画調査。代替ディーゼルとの比較により、CO <sub>2</sub> 削減量を比較。
6	フィリピン国 ティンババン水路式水力発電計画 F/S 調査	2004	○	フィリピンバナイ島における、出力 23.5MW の水力発電計画調査。代替ディーゼルとの比較により、CO <sub>2</sub> 削減量を比較。
7	フィリピン国 シコポン水路式水力発電計画 F/S 調査	2005	×	

(5) ベースライン及びモニタリング方法論について登録された CDM 案件

No.	対象国/件名	実施年	WEB公開の有無	プロジェクトの概要
1	インド国 Chunchi Doddi 小水力	—	○	10.25MW の水力発電によって、年間 30.93Gwh を発電し、2.5 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
2	インド国 Kabin 水力	2003	○	20MW の水力発電によって、年間 540.3GWh を発電し、44.9 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の統合再生可能エネルギータイプ (方法論 ACM0002)。
3	インド国 Dehar 小水力	2005	○	5MW の小水力発電によって、年間 25GWh を発電し、1.6 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
4	インド国 Maujhi 小水力	2004	○	4.5MW の水力発電によって、年間 20GWh を発電し、1.3 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
5	スリランカ国 Alupola and Badulu Oya 水力	2004 2007	○	2.4MW と 5.8MW の 2 つの小水力発電により年間 37GWh を発電し、3.2 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
6	スリランカ国 Hapugastenne and Hulu Ganga 小水力	2001 - 2006	○	4 つの小水力発電によって出力 13MW、年間 57GWh を発電し、4.5 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
7	スリランカ国 Mangal Ganga 小水力	—	○	9.9MW の水力発電によって、年間 40GWh を発電し、3.4 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
8	ブータン国 チェンデブジ小水力	2005	○	わが国で承認された初の小水力発電による CDM プロジェクト 70kW400 戸の電化を実施し、年間 500MWh を発電し、500 トンのクレジット獲得を見込む。小規模オフグリッドタイプ (方法論 AMS-I.A.)
9	中国 Yuzaikou 小水力	2007	○	15MW の水力発電によって、年間 57.4GWh を発電し、4.0 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
10	フィジー国 Vaturu and Wainikasou	2005 2004	○	3MW と 6.5MW の水力発電によって、年間 38GWh を発電し、2.5 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
11	コロンビア国 Agua Fresca 小水力	2007	○	7.49MW の水力発電によって、年間 63.3GWh を発電し、2.8 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)
12	グアテマラ国 Las Vagas 小水力	2002 2003	○	45MW の水力発電によって、年間 120GWh を発電し、9.0 万トンのクレジット獲得を見込む。小規模グリッドの再生可能エネルギータイプ (方法論 ACM005)
13	グアテマラ国 Matanzas 小水力		○	11.70MW の水力発電によって、年間 46GWh を発電し、3.8 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
14	グアテマラ国 San Isidro 小水力		○	3.92MW の水力発電によって、年間 16GWh を発電し、1.3 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
15	ペルー国 Poechos 小水力	—	○	既設の灌漑ダムを利用した 15.2MW の水力発電によって、年間 57.7GWh を発電し、3.1 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の統合再生可能エネルギータイプ (方法論 ACM0002)
16	パナマ国 Macho de Monte 小水力改造および増設	2001	○	1937 年から運転している 0.7MW の既設小水力の改造および増設により、出力を 2.4MW に増強するとともに、年間 14.4GWh を発電し、1.1 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)

No.	対象国/件名	実施年	WEB公開の有無	プロジェクトの概要
17	パナマ国 Dolega 小水力改造および増設	2001	○	1937年から運転している2.8MWの既設小水力の改造および増設により、出力を3.12MWに増強するとともに、年間19.0GWhを発電し、1.5万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
18	パナマ国 Los Algarrobos 水力	2008	○	9.7MWの水力発電によって、年間48.25GWhを発電し、3.7万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
19	ホンジュラス国 La Esperanza 水力	2003 2004 2006	○	485kW, 785kW と 11.5MW の水力発電によって46GWhを発電し、3.7万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
20	ホンジュラス国 Cortecito and San Carlos 水力	2006	○	5.3MW と 3.3MW の2つの水力発電によって年間50GWhを発電し、3.7万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
21	ホンジュラス国 Cuyamel 小水力	2006	○	7.8MW の水力発電によって、年間33.7GWhを発電し、2.5万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
22	ホンジュラス国 Cuyamapa 水力	2006	○	12.2MW の水力発電によって、年間48GWhを発電し、3.9万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
23	ホンジュラス国 Rio Blanco 小水力	2004	○	5MW の水力発電によって、年間22GWhを発電し、1.8万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
24	ホンジュラス国 La Grolia 小水力	—	○	4.7MWの水力発電によって、年間24.2GWhを発電し、2.0万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）
25	刊国 Santa Rosa 水力	2005	○	1.1MW,1.5MW と 1.5MW の3つの水力発電によって、年間30GWhを発電し、1.7万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ（方法論 AMS-I.D.）

(6) 世界銀行 (WB)

	東アジア 東南アジア	南アジア	中南米	アフリカ	ヨーロッパ
国数	3	3	10	8	2
プロジェクト数	4	12	15	10	4

注：1990年以降のもの

## 付属 1. 2 地熱に関する技術協力

### (1) JICA による地熱発電の技術協力

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	アルゼンチン国 ネウケン州北部地熱 開発計画調査	1984	×	ネウケン州北部の地熱発電計画地点について、ボーリングを削孔し、30MW の地熱発電計画を策定した。
2	刊国 プチュルデイサ地区地熱 開発計画調査	1981	×	プチュルデイサ地区の地熱発電計画地点について、電気探査やボーリング調査を通じて、地熱発電ポテンシャル調査を実施した。
3	グアテマラ国 アマティトラン地熱 開発計画調査	2001	○	グアテマラ国アマティトラン地熱発電計画地点について、1,700m のボーリングを削孔し、40MW の地熱発電計画を策定した。
4	インドネシア国 地熱発電開発マスタ ープラン	不明	×	
5	中国 チベット羊八井地熱資源 開発計画調査	2000	×	

### (2) その他地熱発電開発プロジェクト

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	インドネシア国 Lahendong 地熱発電 所	2007	○	インドネシア国北スラウェシ州 ラヘンドン地区において行う、20MW の地熱発電プロジェクト
2	インドネシア国 Sarulla 地熱発電プ ロジェクト	—	×	インドネシア国スマトラ島にて 200MW の発電により、年間 69.2 万トンのクレジット獲得を見込む
3	フィリピン国 ミンドロ島新規地熱 帯におけるコンバインド・バイナ リー発電方式の適用	2002	○	フィリピン国のマニト・ローランド地熱地帯及びモンテラゴ 地熱地帯について、地熱貯留層特性の評価、発電方式による経済性比較等検討が行われた。
4	インドネシア国 インドネシアにおけ る中小地熱発電開発可能性調査	1988	○	インドネシア共和国における中小地熱発電開発の可能性を調査。特にニュージーランド政府によるフローレス島ウルンブ地熱地域 FS の再調査を行った。
5	インドネシア国 遠隔離島小規模地熱 の探査に関する研究協力	1997- 2001	×	政府が推進する地方電化計画への寄与を目的として、東部の遠隔離島地域に分布する地熱資源の賦存状況を解明し、効率的に探査するシステムの構築を行った。フローレス島バジャワ群マタロコで、1,800kwe の蒸気の噴出に成功
6	インドネシア国 バリ島ブドゥグル地 区地熱発電事業による電源自給 及び多様化計画	2003	○	60%程度しかないバリ島の電力供給率を地熱発電により改善するための調査。150MW 程度の賦存量が確実であるとの評価結果。
7	インドネシア国 フローレス島地熱発 電及び送配電拡充整備による地 方電化事業	2005	×	
8	インドネシア国 ラヘンドン地熱発電 所拡張事業	2003	×	北スラウェシ州ラヘンドンの既設地熱発電所の北北東 3km に 20MW の地熱発電所と送電線等の付帯設備の建設に 58.66 億円の円借款。
9	中小地熱バイナリー発電システ ム実証試験	1991- 1997	○	地熱資源を賦存する離島等の電源として中小規模地熱バイナリー発電システム(100kw 級、500kw 級)の開発とその普及と実用化の調査が行われた。
10	未利用中温地熱資源量調査	2000	○	国内の中温地熱資源や既存の地熱発電所の未利用地熱資源の調査を行うと共に、これらを熱源とする最適技術とその経済性に関する調査が行われた。

## 付属 1. 3 バイオマスに関する技術協力

### (1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) によるバイオマス発電の事業化調査

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	空果房等パームオイル廃棄物焚き高効率発電プラントモデル事業のCDM事業化等に係る調査	2005.3	○	マレーシア国 Kota Tinggi において、14MW の発電により、年間 67GWh を発電し、3.4 万トンのクレジット獲得を見込む。
2	インドネシアでのパーム油工場の廃棄物及び廃液利用代エネ事業 F S 調査	2005.3	○	インドネシア国カリマンタン島西カリマンタン州にある国営農園が運営するパーム油工場でのパームオイル空房 (EFB) を燃料として発電を行い、商用電力系統に売電する事業についての FS 調査
3	インドネシア・スマトラ島での製糖工場のバガス利用代エネ事業 F S 調査	2004.3	○	インドネシア国スマトラ島ランブン州にある (PT.Gunung Madu) 製糖工場の余剰バガスを燃料として商用電力系統に余剰電力を売電する事業の FS 調査

### (2) 地球環境センター (GEC) によるバイオマス発電の事業化調査

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	カンボジアの精米工場における籾殻コージェネレーション発電事業の実施可能性調査	2004	○	カンボジアにあるアンコール精米工場に隣接して同工場から排出される籾殻を燃料としたコージェネレーション発電プラントを建設し、年間 4.0 万トンのクレジット獲得を見込む。
2	タイ国におけるバガスとライスハスクを用いた熱電併給の事業化可能性調査	2004	○	製糖期にバガスを非製糖期にライスハスクを燃料として、9.6MW を発電し、年間 54GWh と 3.5 万トンのクレジット獲得を見込む。

### (3) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) によるバイオマス発電の国内技術調査

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業・同事業調査	2004	○	国内の未活用エネルギー (雪氷熱、木質バイオマス、食品系廃棄物、畜産系廃棄物) からコージェネレーション、高温ガス化、メタン発酵、燃料電池などのシステムを組み入れた実証試験の事業調査 (全 55 件)
2	バイオマス直噴燃焼式高効率小型発電システムの研究開発	2004	○	高効率なスターリングエンジンの燃料に微粉化したバイオマスを直接投入し小型発電システムの実用化に向けた研究開発。
3	バイオマスガス化プロセスにおけるガス精製技術の開発	2004	○	バイオマスガス化プロセスにおける生成ガス浄化技術として、タール除去及びダスト除去の二つの乾式ガス精製要素技術の研究開発を行う。
4	高含水バイオマスの高効率改質脱水技術を用いたガス化システムの開発 改質脱水燃料を用いた高効率ガス化システムの開発	2004	○	バイオマスは、一般に不要な水分と酸素分を多く含むため、化石燃料に比べ発熱量が約 1/3-1/5 と低く、その利活用にあたっては、前処理やガス化技術に工夫が必要である。本研究開発は、主に脱水・脱酸素を目的とした蒸発潜熱回収型の高効率油中改質技術に、冷ガス効率の向上を狙った低温ガス化技術を組み合わせ、両技術からなる高効率エネルギー転換システムの実現を目的とした実証試験を実施する。(全 3 件)
5	バイオマスの高速ガス化方式によるメタノール等気体・液体燃料への高効率エネルギー転換技術開発	2004	○	木質バイオマスを対象にバイオマスの高速ガス化方式による高効率エネルギー転換技術開発を、①バイオマスガス化基礎特性、②エネルギー転換適用性に着目して技術開発を実施した。(全 2 件)
6	木質系バイオマスによる小規模分散型高効率ガス化発電システムの開発 低温加圧流動層ガス化発電システムの普及・波及効果の研究	2005.3	○	製材工場の木屑や林地に放置されている間伐材の有効利用を図るため、加圧流動層ガス化炉で木質系バイオマスを 650℃程度の比較的低い温度でガス化し、タール分を含むガスをそのままの温度・圧力で燃焼器において燃焼させ、燃焼ガスを小型ガスタービンに導き発電を行い、ガスタービン排ガスを一部ガス化炉へ循環しガス化剤として使用すること等により熱化学再生を行い、小規模でも高効率の発電を可能とするシステムを開発する技術開発。



(4) ベースライン及びモニタリング方法論について登録された CDM 案件

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	インド国 RAJASTHAN バイオマス発電プロジェクト	2003	○	インド Rajasthan 州において、香辛料農作物の残滓を利用した 7.8MW の発電により、年間 3.4 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
2	インド国 SRS バガスコージェネレーション事業	2003	○	インド カルタナカ州において、バガス、籾殻を燃料として出力 9.3MW により、年間 23GWh を発電し、2 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
3	インド国 パガラにおける DSL バイオマス発電事業	2004	○	インド Madhya Pradesh 州において、籾殻を燃料として出力 3.0MW により、年間 22GWh を発電し、1.7 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
4	インド国 GACL バイオマス発電事業	2005	○	インド Punjab 州において、籾殻を燃料として出力 24MW により、年間 130GWh を発電し、2.6 万トンのクレジット獲得を見込む。(方法論 AM0004)
5	インド国 JCT Phagwara バイオマス発電	2006	○	インド Punjab 州において、籾殻を燃料として出力 5.5MW により、年間 32GWh を発電し、2.8 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
6	インド国 18MW バイオマス発電	2004	○	インド Tamil Nadu 州において、籾殻を燃料として出力 24MW により、年間 97GWh を発電し、7 万トンのクレジット獲得を見込む。(方法論 AM0004)
7	インド国 APCL バイオマス発電	2005	○	インド Rajasthan 州において、辛子の出し殻を燃料として出力 7.5MW により、年間 44GWh を発電し、4.0 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
8	インド国 Clarion バイオマス発電プロジェクト	2004	○	インド Andhra Pradesh 州において、籾殻を燃料として出力 12MW により、年間 71GWh を発電し、2.5 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
9	インド国 RSCL コージェネレーション発電プロジェクト	—	○	インド Tamil Nadu 州において、バガスを燃料として出力 22MW により、年間 8 万トンのクレジット獲得を目指す。グリッド接続のバガスを利用したコージェネレーションタイプ (方法論 AM0015)。
10	ブラジル国 UTE Barreiro 再生可能発電プロジェクト	—	○	ブラジルの製鉄所において、溶鉱炉のガスや木屑のタールによる燃料で出力 12.9MW、年間 92.5GWh を発電し、4.9 万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。

## 付属 1. 4 風力発電の技術協力

### (1) JICAによる風力発電の技術協力

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	モンゴル国 再生可能エネルギー利用 地方電力供給計画調査	2000	×	系統連携されていない全国の村落を対象とし、風力や太陽光を中心とした再生可能エネルギー利用のマスタープラン調査。3箇所の太陽光・風力パイロットプロジェクトを含む。

### (2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による風力発電の事業化調査

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
2	アルゼンチン国パタゴニア地方 における風力発電事業	2004	○	既設風力発電設備を CDM 事業化するための調査報告書。
3	共同実施事業（ハンガリー風力発電） の実現に向けた日本からの資金 導入手法検討を含む F S	2003	○	ハンガリーの北西部モンションバジョロガール において 24MW の風力発電により年間 34GWh を発電し、3 万トンのクレジット獲得を見込む。
4	ベトナムにおける小型風力、 ディーゼルハイブリッド発電の 実証研究	1999	○	30kW 小型風力発電システムと 10kW ディーゼル発電機とのハイブリッド 発電システムを開発しベトナム北部の農村部 で運転を行い、その実用性を評価し、今後 開発すべき技術課題を取り纏めた実証研究。

### (3) 円借款による風力発電の事業化支援

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	エジプト「ザファラーナ風力発電 計画」の実施のための円借款の 供与	2003	○	電力需要の急増に伴い、電力供給量がピーク 時の需要を満たせない状況にある。この 案件は、カイロ東南 220km に位置する 紅海沿岸ザファラーナ地区に風力発電所を 新設することにより、120MW の電力供給 を可能とするもの。

### (4) 日本貿易振興機構（JETRO）による風力発電の事業化調査

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	カザフスタン共和国アルマータ 州風力発電所建設計画	1998	×	

### (5) 経済産業省による開発途上国民生活事業環境整備支援事業

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
9	ベトナムにおける風力発電事業 CDM 事業調査	2005	○	ベトナムの離島において 1,000~2,000kW 級の風力発電設備を設置し電力供給を行な うことで、地方電化率向上と化石燃料から のエネルギー代替を促進するもので、 クリーン開発メカニズム(CDM)事業による CO <sub>2</sub> 排出削減クレジットの獲得や発電事業 による収益が期待できる。

(6) 国連開発計画 (UNDP) の開発計画

No.	件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	カザフスタンにおける風力発電分野の開発プログラム	2004 ～ 2007	○	

(7) ベースライン及びモニタリング方法論について登録された CDM 案件

No.	対象国/件名	実施年	WEB 公開 の有無	プロジェクトの概要
1	アルゼンチン国 Antonio Moran 風力	2001	○	アルゼンチン国において、出力10.56MWの風力発電により、年間38GWhを発電し、年間2.7万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
2	マダガスカル国 Bii Nee Stipa 風力	2006 2007 2008	○	マダガスカル国において、合計出力200MWの風力発電により、年間730GWhを発電し、年間約36万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の統合再生可能エネルギータイプ (方法論 ACM0002)。
3	モロッコ国 Essaouira 風力	—	○	モロッコ国 Cap Sim において出力60MWの風力発電設備を設置し、年間210GWhを発電し、15.6万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の統合再生可能エネルギータイプ (方法論 ACM0002)。
4	モロッコ国 Tetouan ウインドファーム事業	2005	○	モロッコ国 Tetouan において出力10.2MWの風力発電設備を設置し、年間71GWhを発電し、2.7万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の再生可能エネルギータイプ (方法論 AMS-I.D.)。
5	モロッコ国 Huiteng ウインドファーム事業	2005 2006	○	モロッコ国西部において出力25.8MWの風力発電設備を設置し、年間59GWhを発電し、5.4万トンのクレジット獲得を見込む。グリッド接続の統合再生可能エネルギータイプ (方法論 ACM0002)。

## 付属資料2：グッドプラクティス事例

### 付属2. 1 小水力のグッドプラクティス

#### (1) インドネシア小水力発電を利用した地方電化事業その1 (スマトラ島：シマナウ村)

##### (ア) 電化事業の概要

インドネシアで最初にわが国の草の根無償資金協力で行った小水力発電地方電化事業。1996年の建設以降、地元の住民（協同組合）により運転・維持管理が行われ電化事業を継続している。

付表2. 1. 1 シマナウ村地方電化事業概要

計画概要	位置	西スマトラ州ソロ県
	運転開始	1996年6月
	発電出力、使用水力、落差	25kW, 0.25m <sup>3</sup> /s, 20m
	電化戸数（建設当時）	135戸
	建設費	900万円

##### ■ローカル技術の採用とコスト削減：

将来の設備取替えや修繕工事に対応できるように、水車、発電機等の機器は現地で調達し、コンサルタントも地元業者とした。このような配慮により総建設コストを900万円程度に抑えた。

##### ■地元住民による運転維持管理：

建設後の運転・維持管理は地元の協同組合が責任を持つとした。住民からは電気料金を徴収し、運転費（人件費）と維持管理の費用に充てる。また、余剰金は将来の機器の取替え費用として積み立てる。



付図2. 1. 1 発電所全景

##### ■設備の簡略化と容易な維持管理：

取水設備は灌漑設備を流用した簡素な設備とした。また、料金メーターを設置せず、契約電力に応じた定額料金制を採用し、料金徴収を簡素化した。



取水設備



水車と発電機

付図2. 1. 2 発電所設備

(イ) 地方電化事業の現状と課題（建設から9年後の2006年1月）電気の利用状況

電化から9年が経過し、住民の生活は大きく変わった。まず、照明が灯油ランプと薪から電気に替わった。次に建設直後は10軒しかなかったテレビが100軒とほとんどの家庭にテレビが入り、カラーとなった。テレビの要求は高く最優先のようで、新聞も雑誌も届かない地域では貴重な情報源となっている。電化戸数も増え、契約電力は大きくなった。

一方で、問題点も明らかになってきた。まず、電力需要は増加するが設備の増強ができないことが挙げられる。慢性的な電力不足であり、特に乾季は深刻な状態になっている。このため、地域を3つに分け、輪番停電を実施している。1戸あたりの電力需要を100Wと想定して計画したが実際はもう少し大きかったようだ。

付表2. 1. 2 シマナウ村：小水力発電地方電化事業（建設直後と9年経過後の状況）

	1996.6（建設時）	2006.1（今回訪問時）
供給戸数	135 (民家 127, 公共施設 8)	153 (民家 145, 公共施設 8)
契約戸数と月額電気料金		
0.5A (100W)	122戸 Rp.5,000 (250円)	99戸 Rp.5,000 (60円)
1.0A (200W)	10戸 Rp.7,500 (400円)	46戸 Rp.10,000 (130円)
1.5A (300W)	2戸 (公共施設のため無料)	2戸 Rp.15,000 (200円)
テレビの普及台数	10 (白黒)	100 (カラー)
月額事業収入	Rp.640,000	Rp.985,000
事業支出 (2005.11)		Rp.839,000
(内訳：人件費)		(Rp.440,000)
(      ：その他経費)		(Rp.399,000)
繰越金 (2005.11)		Rp.696,000
現金収入 (聞き取り)	Rp.100,000~150,000	Rp.500,000~700,000
換算レート	1,000Rp=50円	1,000Rp=13円

■電気の昼間利用と所得の向上：

小水力発電地方電化事業では、昼間の余剰電力（田舎では夜間の点灯需要）をいかにして生産的に利用し、住民の所得増加や地域経済の活性化を図ることが重要である。ここでは、電動鋸、カンナ（木工所）、電動ミシン、ココナツ絞りに僅かに利用されている。昼間の電力需要がないため発電所は、金曜日と日曜日を除けば夜間のみ（17:00～翌朝7:00）の運転となっている。木工所が作業をする日は昼間も発電する。周辺で切り出した木材を加工してベッド、ドア、テーブルなどを作っている。手作業に比べ作業時間が1/5に短縮され、製品の品質も向上したために値段が2倍になり所得の向上に貢献している。

■電気料金と事業経営：

電気料金の値上げをしているが(1.5倍)、インフレが大きく実質的には値下げとなっている。この間で現金収入は5倍、住民がよく吸っているウダンガラムというタバコは1箱Rp.1,300からRp.8,000と6倍になっている（現在の電気料金はタバコ1箱より安い）。電気事業収入も増えたが、将来の補修、機器の取替えのための費用となる積立て金はほとんどない。一方で電気料金が安いために電気は普及した。供給地域の中で電気を受けていない家庭は数件になった。

電化により懸念される地域間格差（「都市部と地方」ではなくて「地域の中の格差」）は拡大していないことが確認された。また、料金支払いが滞ることも頻繁に起きている。翌月以降に支払うこともあるが多くは未収金となっている。定期的な現金収入(月給)でないことが理由であり、徴収システムの検討が必要である。電気料金は、2006年1月から2倍強の値上げを決めた。値上げ後は、月額事業収入はRp.3,730,000となり、月額Rp.1,500,000のO&Mコストを差し引いた約Rp.2,000,000を積み立てる計画である。

### ■運転・維持管理体制：

発電所の運転、維持管理は地元の協同組合が行う。灌漑用の水路を利用しており、水路の維持管理・補修費用が嵩むが、この工事も地元住民の手で行っている。電気事業収入のほとんどが地元還元されている。これがディーゼル発電と違うところであり、地元経済に貢献している。

### ■政府のサポート：

運転・維持管理を担当する現地の協同組合を管理する協同組合省では毎年教育プログラムを組んでおり、運転方法の他に発電機器の分解、点検の教育を行っている。この発電所の運転員も受講し、簡単な修理はできるようになった。故障が起きた時には、電話でコンサルタントに指示を仰いだり、修理部品を送ってもらったこともあった。

## (2) インドネシア小水力発電を利用した地方電化事業その2 (スマトラ島：バトバジャン村)

### (ア) 電化事業の概要

わが国の草の根無償資金協力で行った小水力発電地方電化事業。1997年の建設以降、地元の住民（協同組合）により運転・維持管理が行われ電化事業を継続している。

付表2. 1. 3 バトバジャン村地方電化事業概要

計画概要	位置	西スマトラ州ソロ県
	運転開始	1997年10月
	発電出力、使用水力、落差	40kW, 0.35m <sup>3</sup> /s, 20m
	電化戸数（建設当時）	236戸
	建設費	950万円

### ■技術の採用とコスト削減：

この電化事業は前出のシマノウ村電化事業に引く続き実施された。ローカル技術の採用によるコスト削減、地元住民による運転維持管理、設備を簡素化することにより維持管理を容易にする、などの設計思想はシマノウ村と同様である。



取水ダム（じゃ籠の上に石を並べて取水している）



発電所全景

付図2. 1. 3 発電所関連設備

(イ) 地方電化事業の現状と課題（建設から 8 年後の 2006 年 1 月）電気の利用状況

この村でもシマナウ村と同様にテレビの普及に目を見張るものがある。、村が電化した当初はわずかに白黒テレビが 10 軒であったのが、8 年経過してカラーテレビが 68 軒となった。村民はラジオ、テープレコーダー、ご飯の保温器などの電化製品を購入し、消費電力量は大きくなった。設備の増強はできないので、新規の契約、契約電力の増加はできない状況にある。昼間帯の電力需要はなく、電気を利用した産業もない。発電は夜間だけ(17:00 から翌朝 8:00 まで)であるが、金曜日と日曜日は 14:00 までとしている。

付表 2. 1. 4 バトバジャンジャン村：小水力発電地方電化事業（建設直後と 8 年経過後の状況）

	1997.10（建設時）	2006.1（今回訪問時）
供給戸数	223 (民家 210, 公共施設 13)	227 (民家 216, 公共施設 11)
契約戸数と月額電気料金		
0.5A (100W)	203 戸 Rp5,000 (250 円)	159 戸 Rp.7,500 (100 円)
1.0A (200W)	10 戸 Rp.7,500 (400 円)	64 戸 Rp.15,000 (200 円)
1.5A (300W)		4 戸 Rp.30,000 (400 円)
テレビの普及台数	10 (白黒)	68 (カラー)
月額事業収入	Rp.1,560,000	Rp. 1,905,000
事業支出 (2005.10)		Rp. 1,371,000
(内訳：人件費)		(Rp.1,100,000)
(      ：その他経費)		(Rp. 271,000)
繰越金 (2005.10)		Rp.-464,000(赤字)
現金収入 (聞き取り)	Rp.100,000 程度	Rp500,000 程度
換算レート	1,000Rp=50 円	1,000Rp=13 円

■電気料金と事業経営：

建設以来、電気料金は 1 回値上げをしている(1.5 倍)が十分ではない。シマナウ村に比べ、電化規模が大きく事業収入も多い。しかし、積立金はマイナスとなっている。発電所の修繕費、水路の補修費で借入金があり、月々の余剰金でこれを返済しているという。組合が運転・維持を行っているが、3 人は家族（親子）であり、個人経営に近い。組合長の選挙の行われていない。シマナウ村に比べ人件費が高く事業収入から必要な経費を除いて給料として支払っているようだ。



付図 2. 1. 4 ベアリングの取替え作業の状況

■運転・維持管理体制：

発電所の運転、維持管理は地元で行える体制となっている。調査当時も水車のベアリング取替えを行っていた。部品はメダンから取り寄せたが、取替え作業は彼らの手で行われていた。

### (3) フィリピン マイクロ水力発電地方電化事業 (パナイ島：バディアンガン村、アボボロ村)

フィリピンでは、2002 年末現在でマイクロ水力発電所が 106 箇所存在しているとされているが、半数以上が何らかの問題により十分な運転が行われていないと言われている。パナイ島イロイロ市近郊にあるバディアンガン村 (バランガイ) では、中央フィリピン大学 (CPU) にプロジェクトチーム (CPU-ANEC) を組織し、BAPA により良好な運営維持管理が行われている。調査団はこのうち、パナイ島北東部に位置するバディアンガン村 (家屋数 194) および、アボボロ村 (家屋数 64) のマイクロ水力地点の現地調査を実施した。

付表 2. 1. 5 バディアンガンおよびアボボロマイクロ水力地点事業概要

バディアンガン地点			
運転開始年月	2002.4	位置	パナイ島バディアンガン村
電気供給戸数	54 <sup>1</sup>	出力、落差	6kW、13m
運営体制	オペレータ 1 名、ラインマン 1 名、料金徴収 1 名 BAPA 組合長宅でバッテリーチャージングステーション (BCS) を運営中。		
アボボロ地点			
運転開始年月	2002.4	位置	パナイ島アボボロ村
電気供給戸数	29	出力、落差	6kW、42m
運営体制	オペレータ 1 名、ラインマン 1 名、料金徴収 1 名		



アボボロ発電所



バディアンガン発電所

付図 2. 1. 5 視察した発電所 (アボボロ、バディアンガン発電所)

#### ■中央政府、地方政府および NGO による協力体制：

CPU-ANEC では、DOE (地方基金を充当)、地方政府および NGO からの技術・資金協力を受けて 800W から 25kW までの大きさのマイクロ水力プロジェクト 29 を、そして 45 の太陽光プロジェクトを実施している。DOE はプロジェクト完了後もモニタリングを通じて技術支援を継続している。

#### ■国内大学による技術指導、ローカル技術の採用：

CPU-ANEC はマイクロ水力地点の調査や設計を行うとともに、CPU 内にあるワークショップで製作した水圧鉄管や水車を用いた。また、土木設備は簡易な設計とするとともに、BAPA のメンバーが土木工事に参加するなど、徹底したコストダウンを図った。また、発電機は中国製で安価なものを利用している。

<sup>1</sup> BAPA に参加しているのは 58 家屋だが、4 家屋が 3 ヶ月間の料金不払いのため、現在供給を止められている。



## ■料金制度および運営状況：

プロジェクトサイトでは、小額の基本料金を設定するとともに家電製品の容量に応じて電気料金を設定している。また、両村とも収入の60%を機器の交換などのために銀行貯金を行っており、40%を運転員の給料や維持管理費に充てている。特にバディアンガン村については、昼間の余剰電力で遠隔未電化地域のためのバッテリーチャージングステーション（BCS）を運営して収入の拡大を図っている。表2. 1. 6に両村の電気料金および収入・支出を示す。

付表2. 1. 6 バディアンガンおよびアボボロマイクロ地点の電気料金および収入・支出  
(単位：ペソ)

	バディアンガン地点	アボボロ地点
基本料金	30 (当初20)	50 (当初20)
電気料金	1×機器のW/月、冷蔵庫のみ1×W/月 (テレビはこれに+5、冷蔵庫は+10)	1×機器のW/月
BCS	100A：40/回、70A：30/回、12A：10/回	—
収入	水力：3,500/月、BCS：1,000/月	2,637 (2006.1)
支出 (水力)	収入の60%を銀行に預金 600を運転員、残りを維持管理	収入の60%を銀行に預金 500を運転員、残りを維持管理
支出 (BCS)	75%を銀行に預金、25%を運転員	—
預金残高	14,000 (発電機を18,000で新規購入後)	10,000 (発電機を10,300で新規購入後)

## ■商業施設・公共施設などへの電化効果：

ともに6kWと規模が非常に小さい発電所であるため、製粉所（バディアンガン村に存在）などの産業に電気を使うことはできない。冷蔵庫による冷たいジュースの提供など、北摂的な経済効果は小さい。一方、電化製品の購入意欲が増したため、電化後の農業が活発になり灌漑への水利用量が増えているとの声が聞かれた。

公共施設（バディアンガン村：クリニック・小学校、アボボロ村：小学校）については、教会を除きBAPAが無償で電気を供給しており、保健衛生や夜間教育の面で協力している。また、以前照明用に使っていた灯油（月に4リットル）の量を減らすことができた。小売価格が1リットルあたり50ペソであるため、月に200ペソを以前は灯油に使っていたことになる。

## ■運転状況：

両村とも、乾季の3～4月には灌漑用水のために昼間発電を停止することもあるが、それ以外は24時間電力が供給されている。また、発電所には積算計（電力量計）が設置されモニタリングが行われている。中国製の発電機の寿命が短く、例えばアボボロ村では設置後2、3年で発電機を交換する必要性が生じているが、預金の中で賄える。このように小規模の発電所の場合、品質が劣っても安い機器を頻繁に取り替えることも、効率的な事業運営のため検討に値する。

## ■今後の課題：

発電所は当初予算の制限もあり、村の中心部に電力を供給する規模で設計されたが、水圧鉄管には余裕があり、今後水車や発電機の効率化などにより10～15kWの出力までは拡大が可能である。むしろ問題なのは遠隔地の家屋への配電線の拡充であり、これには多額の費用がかかる。これら未電化地域における不公平感や、今後のBAPAの事業運営を引き続きモニタリングする必要がある。

#### (4) 低価格水力発電機

フィリピン、インドネシアの小水力発電所では、コストダウンのため、現地で製作した水車に安価な中国製の発電機を組み合わせて使用される例が増えてきているようである。図2. 1. 5に現地調査で実際に調査をした、前述の組み合わせによる発電所の例を示す。



フィリピンの事例：バディアンガン発電所：フィリピン製の水車と中国製の発電機



参考：インドネシアの個人用小水力発電（ソロ県）：現地で製作した木製水車と中国製の発電機  
工事費(機材含む)はRp.5,000,000(6万円)程度という

付図2. 1. 6 低価格水力発電所