

フィリピン共和国
エネルギー省

フィリピン共和国
北部ルソン地方電化計画
基本設計調査

基本設計調査報告書

平成 19 年 6 月
(2007 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社
株式会社ニュージェック

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の北部ルソン地方電化計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 18 年 11 月 2 日から 12 月 13 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 19 年 5 月 30 日から 6 月 8 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 6 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 黒木 雅文

伝 達 状

今般、フィリピン共和国における北部ルソン地方電化計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 18 年 10 月より平成 19 年 6 月までの 8 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、フィリピンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 19 年 6 月

日 本 工 営 株 式 会 社
株 式 会 社 ニ ュ ー ジ ョ ッ ク
フ ィ リ ピ ン 共 和 国
北 部 ル ソ ン 地 方 電 化 計 画
基 本 設 計 調 査 団
業 務 主 任 長 谷 川 理 雄

要約

要約

1. 国の概要

フィリピン共和国(以下「フィ」国)は、7,107の島々が南北1,850km、東西1,100kmに点在する群島国家で、その総面積は約300,000 km²に及んでいる。首都マニラが所在するルソン島が最も大きく104,683km²、次いでミンダナオ島が94,596km²、パラワン島が14,896km²と続く。人口は2004年時点で8,300万人(世界銀行データ)である。

「フィ」国のGNP総額は2005年で1,052億USドル、一人当たりのGNPで1,232USドルであり、その主要産業は、海外での就業(サービス産業)と農林水産業である。「フィ」国の産業構造は、GDP構成比率で見ると、第一次産業が15%、第二次産業が32%、第三次産業が53%となっている。その中で農林水産業分野は全就労人口の約37%を占めており、その主要農産品は米、とうもろこし等の国内需要向けの食用作物とココナッツや砂糖きび、バナナなどの輸出商品作物に分類される。第二次産業のうち最も大きな比率を占めるのは製造業である。製造業の内訳では、食品加工業が最大の比重を占めており、次いで石油・石炭製品となっている。第三次産業では、とくに情報通信・ビジネスのアウトソーシング、観光産業などが大きく成長しており、海外での就業所得がGNPの7%を占め、出稼ぎ労働者がもたらす所得は大きい。

2. 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「フィ」国は、地理的制約から同国の電化率は70%程度に留まっており、現在でも人口の約8,300万人の内約2,000万人が電気のない生活を余儀なくされている。これら未電化地域の多くは、山岳部や離島に散在しており、送電線の延長による電化は困難な状況にあることから、これまで小・マイクロ水力および太陽光発電等の再生可能エネルギーを活用した独立電源の導入が促進されてきた。

このような背景の下、地方電化計画はかねてから貧困撲滅に繋がるとして政府の重要政策の一つに挙げ推奨されており、さらに現政権は農村地域における生活向上や収入源創出による貧困撲滅を目的に「2008年に村落電化率100%」、「2017年に家屋電化率90%」を公約に掲げ、地方電化を最重要政策としている。

その結果、村落電化率は2005年末の時点で全41,945の内39,381村落と約94%となっており、2008年末時点での100%達成に向け着々と進められている。しかし家屋レベルの電化率においては2005年の末時点で70%程度と言われており、また多くの人々が電力の恩恵を受けておらず、今後も多くの技術面、資金面における投入が必要とされている。

今回要請のあった北部ルソン地域は急峻な山岳地帯であることから、これまで村落電化が遅れていた地域であり、現在も500以上の村落(約6万世帯)が電化されていないことから、エネルギー省はこれら村落の電化が村落電化率100%達成の鍵であるとして、1999年より河川が多く水力資源に富む同地域において、マイクロ水力を活用した電化に取り組んでいる。

しかしながら、設置台数が少ないことに加え、発電設備の品質に起因する故障の頻発や運営維持管理体制等の問題を抱えていることから、同地域のマイクロ水力による電化につき、我が国に協力を求めた。

これに対し、JICA フィリピン事務所は2003年に在外基礎調査を実施し、北部ルソン地域の無電化村落におけるマイクロ水力の適用可能性を調査し、対象サイトのインベントリーを作成した。「フィ」国政府はその結果も踏まえ、2005年11月に我が国に対し次に示す内容につき無償資金協力を要請してきた。

要請内容： 北部ルソン地域 14 サイトへのマイクロ水力発電設備および送電線の建設(発電機容量:490kW、送電線亘長:48.7km)

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「フィ」国からの要請に対して日本政府は、北部ルソン地域 14 サイトへのマイクロ水力発電設備および送電線の建設に係る基本設計調査を実施することを決定し、国際協力機構は 2006 年 11 月 2 日から 12 月 13 日まで基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は「フィ」国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施した。帰国後、国内解析を経て基本設計概要書を作成し、2007 年 5 月 30 日から 6 月 8 日まで基本設計概要説明のための調査団を現地へ派遣した。

「フィ」国政府より要請のあったマイクロ発電対象村落 14 サイトについて、地方電力会社に確認の結果、この内の 2 サイトは 2 年以内に送電線の延長により電化が確定されていたので、先方実施機関との協議の上でキャンセルすることを双方で合意し、基本設計調査対象を 12 サイトとした。同全サイトに対し現地調査を実施し、下記に示す基準に従い、無償資金協力のスキームに従った実施可能性を前提に、実施可能サイトを選定した。

同時に現地調査において我が国の草の根無償資金協力により既に電化されている村落を調査し、対象村落が電化された場合の必要電力需要について、在外基礎調査における結果をも勘案し、1 世帯当たり 200W とした。無償資金協力の対象とするサイトについては、下記項目毎に点数化し、無償資金協力での実施が可能なサイトを選定した。

| 選定条件 |
|----------------------------------|
| ・ 対象村落まで近い将来送電線延長計画があるかの確認 |
| ・ 村落住民のプロジェクト参加意識・意欲の確認 |
| ・ 需要に対し発電供給量が確保可能かの確認 |
| ・ 1 世帯あたりに要する建設コストの確認 |
| ・ 建設時における資機材の運搬の可能性の確認 |
| ・ 無償資金協力のスキームを踏まえたスケジュールでの実現性の検討 |

当該無償資金協力案件のスキームの下、実現性の高い 5 サイトおよび整備される主要な施設・機材は①マイクロ水力発電機および付帯設備の調達・据付、②13.2kV送電線用資機材の調達・据付、③低圧配電線用資機材(約 22km)の調達としている。

各サイトにおける整備される機材の定格容量および村落までの送電線亘長は下表のとおりである。

| サイト名 | 主要な発電施設機材(定格容量) | 13.2kV 送電線亘長 | (発電出力) |
|--------|---------------------|--------------|---------|
| マリン-1 | 水車 54kW、発電機 70kVA | 5.35km | (48kW) |
| マリン-2 | 水車 98kW、発電機 120kVA | 12.9km | (83kW) |
| マルクサッド | 水車 120kW、発電機 130kVA | 3.55km | (87kW) |
| カンプロ | 水車 92kW、発電機 120kVA | 3.40km | (78kW) |
| リオ-2 | 水車 42kW、発電機 60kVA | 5.55km | (38kW) |
| 合計 | | 30.75km | (334kW) |

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

本プロジェクトの実施工程は交換公文(E/N)の締結から、工事の完了までを 20 ヶ月と計画としており、概算総事業費は 7.93 億円(無償資金協力 6.97 億円、「フィ」国側負担 0.96 億円)と見込んでいる。

5. プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの実施部門は主管官庁である DOE 中のエネルギー利用局、再生エネルギー管理課(REMD)である。一方で、本プロジェクトによって整備されるマイクロ水力発電所及び送電線の維持管理は地域住民によって組織される村落電化組合(BAPA:Barangay Alternative Power Association)によって行われる。BAPA 設立は現在実施中の技術協力プロジェクト「地方電化プロジェクト」(2004 年～2009 年)と連携して実施する。

BAPA の設立は本プロジェクト完遂後の維持管理活動において必要不可欠であるため、実施機関である DOE に対し周到な準備を働きかけ、基本調査設計時点から同技術協力プロジェクトと協同にてモニタリングを開始している。

また、BAPA による維持管理運営は、BAPA が電力を使用する地域住民から徴収する電気料金によって賄われることとなる。マイクロ水力発電は、ディーゼル発電と比べランニングコストが安価であり、さらに、本プロジェクトでは耐久性のある堅牢な設備の導入を設計方針としているため、維持・修繕に係る費用は消耗品のみとなり、BAPA の運営では支出の大勢を固定費である人件費が占める。

発電所の運転開始に当たり、本プロジェクトの建設時に労働力提供により得た収入により、電化対象地域住民が電力引き込みの為に資金に適切に割り当てられれば、運営開始当初から接続世帯率は高くなり、BAPA の運営管理に十分な収入が期待できる。

上述した通りマイクロ発電所運開後の継続的な維持管理の運営について担保される。なお、本プロジェクトの実施により、以下の直接効果及び間接効果が期待できる。

- 1) 直接効果
5サイトに対し合計 334kW の水力発電設備が導入され、10 村落の、人口 8,000 人、1,600 世帯の電化が可能となる。1 世帯当たり 200W が年間を通して 24 時間供給されることになる。
- 2) 間接効果
 - ① 地域住民が電気を利用した、脱穀機の導入等生計向上活動を行なうことによって、住民の収入増加につながり、貧困の削減につながる。
 - ② 電灯使用による夜間における学習が可能となり、勉学環境の向上を図られる。
 - ③ テレビ、ラジオの導入によるリアルタイムでの情報の入手、また冷蔵庫、洗濯機の導入による生活環境の改善が期待できる。
 - ④ 「フィ」国における村落電化組合のモデルが形成される。

本プロジェクトのより効果的、効率的な実施の為に留意点は以下のとおりである。

- ① 村落電化組合の形成が本プロジェクトの進捗に合せ適切に設立・運営されること。
- ② マイクロ水力発電所の運開に合わせて、低圧配電線の据え付けが行われること。
- ③ 水力発電に係る土木構造物は恒久的に既存の用地を占有してしまうことから、事前に村落住民に対する十分な説明と同意の取得が不可欠である。

基本設計調査報告書

目次

| | |
|--------------------------|------|
| 序文 | |
| 伝達状 | |
| 要約 | |
| 目次 | |
| 位置図／写真 | |
| 図表リスト／略語集 | |
| 第1章 プロジェクトの背景・経緯 | |
| 1.1 当該セクターの現状と課題 | 1-1 |
| 1.1.1 現状と課題 | 1-1 |
| 1.1.2 開発計画 | 1-4 |
| 1.1.3 社会経済状況 | 1-4 |
| 1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要 | 1-4 |
| 1.3 我が国の援助動向 | 1-5 |
| 1.4 他ドナーの援助動向 | 1-7 |
| 第2章 プロジェクトを取り巻く状況 | |
| 2.1 プロジェクトの実施体制 | 2-1 |
| 2.1.1 組織・人員 | 2-1 |
| 2.1.2 財政・予算 | 2-2 |
| 2.1.3 技術水準 | 2-2 |
| 2.1.4 既存施設・機材 | 2-3 |
| 2.2 プロジェクト・サイト及び周辺状況 | 2-5 |
| 2.2.1 関連インフラの整備状況 | 2-5 |
| 2.2.2 自然条件 | 2-6 |
| 2.2.3 その他 | 2-11 |
| 第3章 プロジェクトの内容 | |
| 3.1 プロジェクトの概要 | 3-1 |
| 3.2 協力対象事業の基本設計 | 3-1 |
| 3.2.1 設計方針 | 3-1 |
| 3.2.2 基本計画 | 3-4 |
| 3.2.2.1 発電規模の計画 | 3-4 |

| | | |
|---------|--------------------------|------|
| 3.2.2.2 | 供給区分 | 3-6 |
| 3.2.2.3 | 施設計画(土木設備) | 3-7 |
| 3.2.2.4 | 水車・発電設備 | 3-11 |
| 3.2.2.5 | 送配電設備 | 3-14 |
| 3.2.3 | 基本設計図 | 3-18 |
| 3.2.4 | 施工計画／調達計画 | 3-19 |
| 3.2.4.1 | 施工方針／調達方針 | 3-19 |
| 3.2.4.2 | 施工上／調達上の留意事項 | 3-20 |
| 3.2.4.3 | 施工区分／調達・据付区分 | 3-22 |
| 3.2.4.4 | 施工監理計画／調達監理計画 | 3-23 |
| 3.2.4.5 | 品質管理計画 | 3-25 |
| 3.2.4.6 | 資機材等調達計画 | 3-27 |
| 3.2.4.7 | 初期指導・運用管理 | 3-27 |
| 3.2.4.8 | 実施工程 | 3-28 |
| 3.3 | 相手国側分担事業の概要 | 3-29 |
| 3.4 | プロジェクトの運営・維持管理計画 | 3-29 |
| 3.5 | プロジェクトの概算事業費 | 3-32 |
| 3.5.1 | 協力対象事業の概算事業費 | 3-32 |
| 3.5.2 | 運営・維持管理費 | 3-33 |
| 3.6 | 協力対象事業実施に当たっての留意事項 | 3-35 |

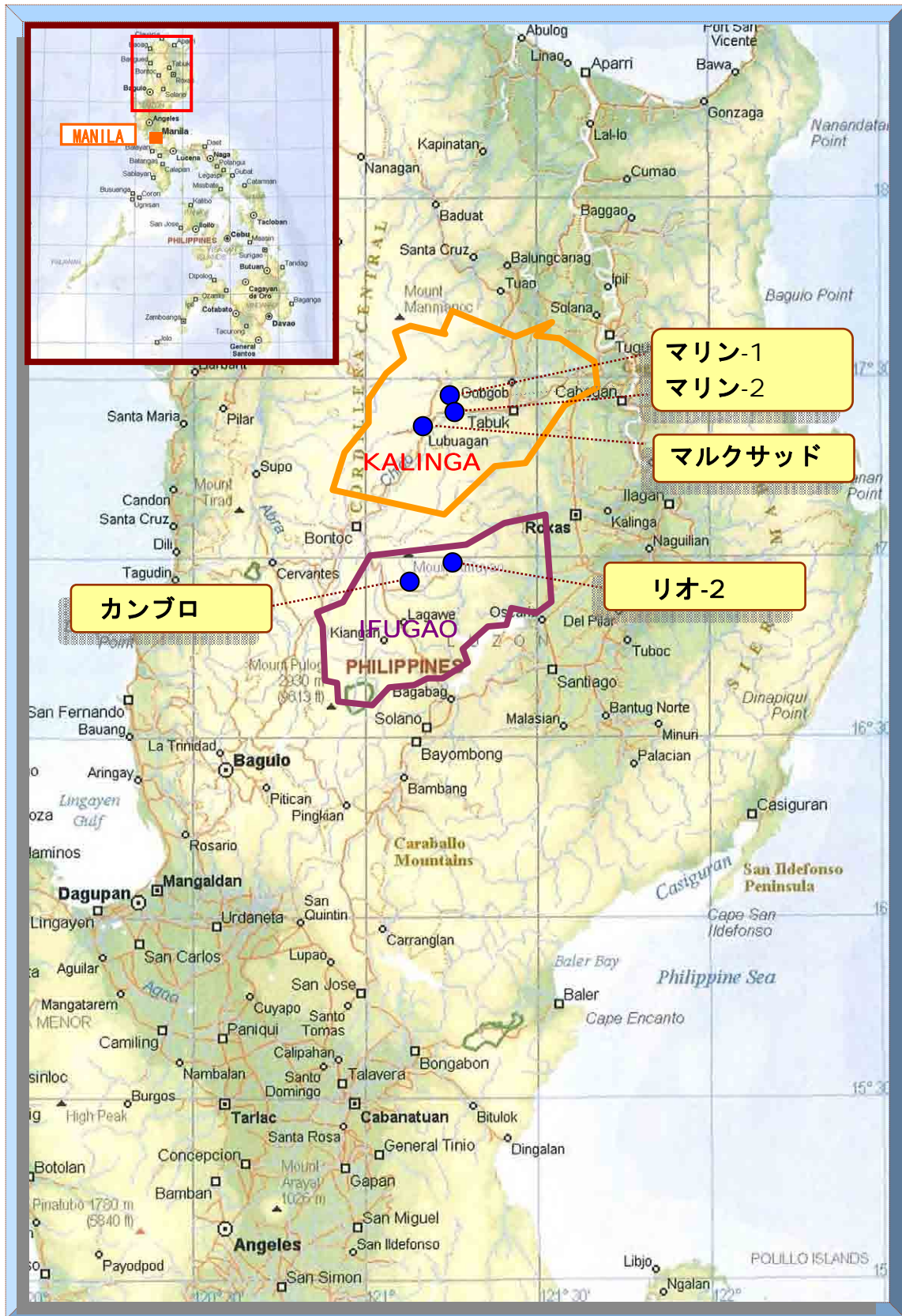
第4章 プロジェクトの妥当性の検証

| | | |
|-----|------------------|-----|
| 4.1 | プロジェクトの効果 | 4-1 |
| 4.2 | 課題・提言 | 4-1 |
| 4.3 | プロジェクトの妥当性 | 4-2 |
| 4.4 | 結論 | 4-3 |

[図 面] 別添図面リスト参照

[資 料]

| | |
|------|---------------------------------|
| 資料 1 | 調査団員名簿 |
| 資料 2 | 調査行程 |
| 資料 3 | 関係者(面会者)リスト |
| 資料 4 | 討議議事録(現地調査時) テクニカルノート(現地調査時) |
| 資料 5 | 討議議事録(基本設計概要説明時) |
| 資料 6 | 事業事前計画表(基本設計時) |
| 資料 7 | 収集資料リスト |
| 資料 8 | 総合評価表 |
| 資料 9 | 既電化村落調査結果 |



プロジェクト位置図

サイト: マリン-1

自治体: バルバラン

州: カリンガ



バランガイまでのアクセス道路

タブックからバランガイまでは50km程度の無舗装道路で、特にサイト近傍の約5km区間は整備が不十分であり道路状態は良くない。雨季になると4輪駆動車であってもアクセスは容易ではない。



サイトまでのアクセセル路

マリン村から堰堤、発電所サイトまでは1km以内で、勾配が比較的緩やかな山道や水田を通りアクセスする。



バルバラン全景

バルバランへの送電線延長が計画されている。



取水堰地点

水路ルート沿いに地形状況を確認しレイアウトを見直した結果、在外基礎調査の堰堤計画地点を約250m下流に変更する。



導水路ルート

導水路は草木の茂る急斜面沿いに設置され、水槽に到る。水圧管路ルートは水田を避けた低草の茂る斜面に埋設する。



発電所設置場所

Kabgao川とAyong川の合流地点より約100m上流に設置される。

サイト: マリン-2

自治体: バルバラン

州: カリंगा



道路に流れ落ちる滝(アブレグ村近郊)

バランガイまでのアクセス道路

マリン-1 と同様である。道路状態は良くなく雨季には 4 輪駆動車であってもアクセスは容易ではない。



サイトまでのアクセス路

サイトは既設道路沿いに位置しているため、4 輪駆動車にてアクセスは可能であるが、サイト近傍区間は道路整備が不十分であり斜面崩壊が発生している地点が多い。



バラントイ全景

送電線はバラントイおよびマリン村に供給する計画としている。



取水堰地点

在外基礎調査時の堰堤計画地点は Ayong 川と Saling 川合流点直下であったが、現地調査の結果、不安定な斜面を避け約 100m 上流に変更する。



水圧管路ルート

水圧管路は既設道路の斜面沿いに埋設される計画である。斜面には掘削土砂が残り、法面、保護排水も整備されておらず不安定となっている。



発電所設置場所

発電所は現地調査の結果を基に不安定な斜面を避け、在外基礎調査の計画地点より、約 400m 上流の右岸の斜面の安定した場所に変更する。

| | | |
|-------------|----------|---------|
| サイト: マルクサッド | 自治体: パシル | 州: カリンガ |
|-------------|----------|---------|



バランガイまでのアクセス道路

タブックからバルバランへの分岐路までは約34km、そこから道路終点のサイトまでは3.5kmである。分岐点よりサイトまでの道路状態は悪く、数箇所斜面崩壊が生じている。



サイトまでのアクセス路

道路終点から発電所地点までは平坦でアクセスが容易であるが、約400m上流の堰堤地点までは斜面沿いの既設の灌漑用水路沿いにアクセスする。水路沿いに崩壊、漏水が多く生じている。



供給予定村落全景

発電した電力は、マルクサッド、プゴン、ギナン、ガルダンに供給される。



取水堰地点

堰堤地点は在外基礎調査では吊橋直下に計画されていたが、河川敷きの導水路延長が相当長くなるため、吊橋から約90m下流に変更する。



導水路ルート

草木が生い茂った斜面沿いに設置される。ルート沿いに数箇所斜面崩壊が生じており、不安定な急斜面もみられる。



発電所設置場所

発電所位置は道路終点より約80mであり、簡易道路を建設すればバックホー等の重機にてアクセスが可能である。

サイト: **カンブロ**

自治体: **バナウエ**

州: **イフガオ**



バランガイまでのアクセス道路

キナキンから道路の終点地点までは、道路の整備状態がかなり悪く、10km ながら 4 輪駆動車で約 50 分を要する。道路は現在工事中であり、カンブロまでの道路延長の計画がある。



サイトまでのアクセス路

車両が通行可能な最終場所からバランガイまで徒歩で 1 時間程度である。バランガイよりサイトまでは棚田内を通る。発電所は河川を横断した左岸側であり、堰堤近くの吊橋は基礎のみが完成している。



カンブロの全景

写真左から右にブロック 3、ブロック 1、ブロック 2 である。カンブロにはブロックが 4 つある。



取水堰地点

堰堤地点は、建設中の吊橋直近に設置する。



導水路ルート

棚田と草木の茂る急斜面沿いに設置される。



水圧管路ルートおよび発電所設置場所

発電所地点は、流失した吊橋のアンカー基礎部分だけが残る巨岩近傍の平坦地に設置する。

サイト: リオ-2

自治体: マヨヤオ

州: イフガオ



バランガイまでのアクセス道路

リオまでマヨヤオから山岳未舗装道路を車で 30 分程度である。



サイトまでのアクセス路

過去に発生した崖の崩壊の痕跡が道路沿いに残っている。道路沿いのハロング部落から堰堤サイトまでは山道・畦道を約 1km 下る。



リオの全景

ハロング部落から見た、オクレット部落。リオには 7 つの部落がある。



取水堰地点

取水堰は上流の峡谷と下流の 2m 程度の落差の滝との間に設置される。



導水ルートおよび水槽の設置場所

草木が茂る斜面沿いおよび休耕中の棚田内を通過する。



発電所設置場所と放水口

左岸に設置する発電所地点には、背の高い草木が生い茂っている。

本文中の表リスト

| | | |
|----------|------------------------------------------|--------|
| 表 1.1-1 | 村落電化実績..... | 1 - 2 |
| 表 1.1-2 | 再生可能エネルギーによる村落電化実績..... | 1 - 2 |
| 表 1.3-1 | 我が国の電力セクターへの援助..... | 1 - 6 |
| 表 1.4-1 | 他ドナーの地方電化への援助..... | 1 - 7 |
| 表 2.1-1 | エネルギー省の予算..... | 2 - 2 |
| 表 2.2-1 | プロジェクト・サイトへのアクセス概況..... | 2 - 5 |
| 表 2.2-2 | フィリピンの気候区分..... | 2 - 7 |
| 表 2.2-3 | プロジェクト・サイトの設計流量・設計洪水流量の推定に利用する流量データ..... | 2 - 10 |
| 表 3.1-1 | 要請内容および変更点..... | 3 - 2 |
| 表 3.2-1 | 既電化村落の需要調査結果..... | 3 - 4 |
| 表 3.2-2 | 4段階世帯分布平均による一世帯あたりの負荷想定..... | 3 - 5 |
| 表 3.2-3 | 本プロジェクトにおいて計画する供給区分..... | 3 - 6 |
| 表 3.2-4 | 適用する導水路タイプ..... | 3 - 8 |
| 表 3.2-5 | 発電計画諸元..... | 3 - 10 |
| 表 3.2-6 | 水車および発電機の諸元..... | 3 - 13 |
| 表 3.2-7 | 送電・配電電気方式..... | 3 - 15 |
| 表 3.2-8 | 電圧降下率..... | 3 - 15 |
| 表 3.2-9 | 各サイトの送電線路延長..... | 3 - 16 |
| 表 3.2-10 | 各サイトの送電線延長..... | 3 - 16 |
| 表 3.2-11 | 各サイトの低圧配電線延長..... | 3 - 17 |
| 表 3.2-12 | 送電線ポール根入れ深さ..... | 3 - 17 |
| 表 3.2-13 | 柱上変圧仕様..... | 3 - 17 |
| 表 3.2-14 | 装柱タイプ..... | 3 - 17 |
| 表 3.2-15 | 基本設計図・図面リスト..... | 3 - 18 |
| 表 3.2-16 | 施工区分/調達・据付区分..... | 3 - 22 |
| 表 3.2-17 | 実施設計要員計画..... | 3 - 24 |
| 表 3.2-18 | 調達監理・施工監理..... | 3 - 25 |
| 表 3.2-19 | 品質管理計画..... | 3 - 26 |
| 表 3.2-20 | 資機材の調達計画..... | 3 - 27 |
| 表 3.2-21 | 業務実施工程表..... | 3 - 28 |
| 表 3.5-1 | 日本側負担経費..... | 3 - 32 |
| 表 3.5-2 | 主な運転管理経費項目..... | 3 - 33 |
| 表 3.5-3 | 運転維持管理要員..... | 3 - 33 |
| 表 3.5-4 | 運転維持管理に係る必要人員(日)..... | 3 - 34 |
| 表 3.5-5 | 必要想定人件費(月)..... | 3 - 34 |

本文中の図リスト

| | | |
|---------|----------------------------|-------|
| 図 2.1-1 | エネルギー省(DOE)組織図..... | 2 - 1 |
| 図 2.1-2 | 再生可能エネルギー管理課(REMD)組織図..... | 2 - 2 |
| 図 2.1-3 | 既設マイクロ水力設置地域分布..... | 2 - 4 |
| 図 2.1-4 | 既設マイクロ水力設置地域別分布..... | 2 - 4 |

| | | |
|---------|------------------------------------------|--------|
| 図 2.1-5 | 既設マイクロ水力発電出力 | 2 - 4 |
| 図 2.1-6 | 既設マイクロ水力発電負荷 | 2 - 4 |
| 図 2.2-1 | フィリピンの気候区分 | 2 - 7 |
| 図 2.2-2 | ツゲガラオ(気候区分第 3 型)の月別雨量(2001～2005 年) | 2 - 8 |
| 図 2.2-3 | 北ルソン地域の年間降雨等雨量線図 | 2 - 9 |
| 図 2.2-4 | Banaue 地点の単位流域面積あたりの月平均流量 | 2 - 10 |
| 図 2.2-5 | Banaue 地点の流況曲線 | 2 - 11 |
| 図 3.2-1 | 水車選定図 | 3 - 11 |

注：本文中の出典が明記されていない図表については全て調査団が作成したものである。

略語

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------|------------------|
| ABEP | Accented Barangay Electrification Program | 地方電化促進プログラム |
| ADB | Asian Development Bank | アジア開発銀行 |
| ANECs | Affiliated Non-Conventional Energy Center | |
| ARCs | Agrarian Reform Communities | 農地改革地区 |
| BAPA | Barangay Alternativerive Power Association | 村落電化組合 |
| BHN | Basic Human Needs | 基礎生活 |
| BOT | Build Operate Transfer | 一括事業請負後譲渡方式 |
| DOE | Department of Energy | エネルギー省 |
| EA | Electric Agency | 電力庁 |
| EC | Electric Cooperative | 電化組合 |
| EC | European Commission | 欧州委員会 |
| EPIRA | Electronic Power Industry Republic Act | 電力産業改革法 |
| ER Program | Expanded Rural Electrification Program | 拡大地方電化プログラム |
| EU | European Union | 欧州連合 |
| EUMB | Energy Utilization Management Bureau | エネルギー省エネルギー利用管理局 |
| FREED | Foundation For Rural Electrification for Economic Development | 地方電化経済開発基金 |
| GEF | Global Environment Facility | 地球環境基金 |
| GTZ | Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit | ドイツ技術協力公社 |
| IEC | International Electro-technical Commission | 国際電気標準会議 |
| IPP | Independent Power Producer | 独立発電事業者 |
| ISO | International Organization For Standardization | 国際標準化機構 |
| JBIC | Japan Bank for International Cooperation | 国際協力銀行 |
| JEC | Japanese Electromechanical Committee | 電気学会電気規格調査会標準規格 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| JEM | Japan Electrical Manufacturers | 日本電機工業会 |
| JIS | Japan Industry Standard | 日本工業規格 |
| LGU | Local Government Units | 地方自治体 |
| NEA | National Electrification Act | 国家電化法 |
| NEA | National Electric Administration | 国家電力庁 |
| NPC | National Power Corporation | 国家電力公社 |
| NPC-SPUG | NPC Small Power Utilities Group | 国家電力会社 |
| ODA | Official Development Assistance | 政府開発援助 |
| PEC | Philippine Electric Code | フィリピン国電気規程 |
| PNOC | Philippine National Oil Corporation | フィリピン国家石油公社 |

| | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| PNOC-EDC PMO | PNOC Energy Development Corporation Project Management Office | PNOC 開発公社 プロジェクトマネージメン トオフィス |
| PSALM | Power Sector Assets & Liabilities Management Corporation | 資産負債管理会社 |
| REMD | Renewable Energy Management Division | 再生可能エネルギー管 理課 |
| SHS SI | Solar Home System The International System of Units | ソーラーホームシステム 国際単位系 |
| TRANSCO | Transmission Corporation | 国家送電会社 |
| UNDP USAID | United Nations Development Program United States Agency for International Development | 国連開発計画 米国国際開発庁 |
| WB | World Bank | 世界銀行 |

單位

| | | | |
|----|-----------------|---|------------------------------------------|
| 距離 | mm | : | Millimeters |
| | cm | : | Centimeters (10.0 mm) |
| | m | : | Meters (100.0 cm) |
| | km | : | Kilometers (1,000.0 m) |
| 面積 | m ² | : | Square-meters (1.0 m x 1.0 m) |
| | km ² | : | Square-kilometers (1.0 km x 1.0 km) |
| 體積 | m ³ | : | Cubic-meters (1.0 m x 1.0 m x 1.0 m) |
| 時間 | sec. | : | Seconds |
| 通貨 | US\$ | : | United State Dollars |
| 電力 | kV | : | Kilo volts (1,000 V) |
| | kA | | Kilo-amperes |
| | W | : | Watts (active power) (J/s: Joule/second) |
| | VA | | Volt-amperes |
| | kW | : | Kilo watts (10 ³ W) |
| | kVA | | Kilo volt-amperes |
| | MW | | Mega watts (10 ⁶ W) |
| | MVA | : | Mega volt-amperes (10 ⁶ VA) |

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

(1) エネルギー省の地方電化への取り組み

フィリピン共和国(以下「フィ」国)における地方電化は、農村地域での住民の生活水準の向上や新規収入源の創出により貧困軽減に繋がるとして、かねてから政府の重要政策として取り上げられてきた。「フィ」国政府は 1960 年に国策として地方電化に取り組むことを宣言し、電力庁(EA)を設立した。さらに 1969 年国家電化法(National Electrification Act)により地方電化推進の政府機関として現在の国家電力庁 (NEA)と改組され、村落電化組合 (EC)による地域ベースの電化推進方法が導入された。その当時の家屋電化率はわずかの 22.9%であった。

1986 年マルコス政権崩壊に伴い旧エネルギー省(MOE)が廃止された際、国家電力庁は環境天然資源省の管轄下に置かれた。その後、1992 年 12 月にエネルギー省(DOE)法が成立し、DOE が新たに設立されたのに伴い、NEA が DOE の管轄下に置かれた。

1997年、国内の全市レベルの電化が達成されたが、その時点における村落電化率は72%に留まっていた。また同年以前の村落電化の進捗率は年間 500 村落程度と低かったことから、電化を加速するために 1999 年、エネルギー省は国家電力庁(NEA)、国家電力会社(NPC-SPUG)、国家石油公社(PNOC-EDC)の参加の下、地方電化促進プログラム(ABEP)を開始した。さらに、2000 年に同プログラムは O'ILAW と改名され、その促進活動は拡張された。

これにより、O'ILAW プログラムチームが設けられ、ER 1-94 資金によるプロジェクトも含めた村落電化全体の方針決定を行うとともに、民間セクターに地方電化への参画を促し、国家石油公社(PNOC-EDC)、米国の IPP(Mirant Philippines)及び韓国に IPP(KEPCO Ilijan Corporation)の3つの独立系発電会社の参加を得た。また、地方電化経済開発基金 (FREED)が設立され、民間資本活用メカニズム導入の試みが行われた。なお、現在その機能は停止されている。

さらに、2001 年にはプロジェクトマネジメントオフィス (PMO)がエネルギー省内部に設置され、O'ILAW Program の事務局あるいはネットワークのセンターとして活動を行った。この結果、2004 年 4 月の時点で村落電化率が 90.6%に達し、電化達成速度も年間平均 1,200 村落以上へと加速した。

2003年4月、O'ILAW Program は終了し、新たに拡大地方電化プログラム (ER Program)が開始された。これは電力産業改革法(EPIRA または RA9136)の条項に則り、公共と民間の連携を深めるためのものであり、O'ILAW Program の目標である2008年までの100%村落電化達成を引き継ぐと共に、新たに家屋レベルの電化にも注目し、2017年までの90%家屋電化達成も新たな目標に設定した。

表 1.1-1 に 1997 年より 2005 年のフィ国内の村落電化実績を示す。

表 1.1-1 村落電化実績

| 年 | 目標 | 年間電化村数 | 累計電化村数 | 電化率(%) |
|------|-------|--------|--------|-------------|
| 1997 | - | 854 | 30,254 | 72.0 |
| 1998 | - | 1,272 | 31,526 | 75.1 |
| 1999 | 900 | 755 | 32,281 | 76.9 |
| 2000 | 1,621 | 1,366 | 33,547 | 80.1 |
| 2001 | 1,353 | 1,253 | 34,900 | 83.1 |
| 2002 | 1,636 | 1,699 | 36,590 | 87.1 |
| 2003 | | 1,159 | 37,749 | 89.9 |
| 2004 | | 1,169 | 38,918 | 92.8 |
| 2005 | | 463 | 39,381 | 93.9 |

出典: O'ILAW Program Terminal Report および Philippine Energy Plan より調査団により作成

(2) エネルギー省の再生可能エネルギーによる村落電化

1999年以降の再生可能エネルギーによる村落電化のエネルギー省予算および実績を表 1.1-2 に示す。

表 1.1-2 再生可能エネルギーによる村落電化実績

| 年度 | 承認予算額 (1,000ペソ) | 承認予算額 (1,000ペソ) | 執行金額 (1,000ペソ) | 執行率 | 電化 村落数 | 備考 |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|-----------|---------|
| 1999 | 34,341 | 33,341 | 32,315 | 99.8% | 1 | |
| 2000 | 81,659 | 81,659 | 81,659 | 100.0% | 60 | |
| 2001 | 225,000 | 109,538 | 109,538 | 100.0% | 115 | |
| 2002 | 139,430 | 139,430 | 139,430 | 99.7% | 64 | |
| 2003 | 128,809 | 80,049 | 74,797 | 93.4% | 94 | |
| 2004 | 88,947 | 80,017 | 10,766 | 13.5% | 108 | |
| 2005 | 76,672 | 76,672 | 52,478 | 68.4% | 59 | |
| 2006 | 76,672 | | | | (174) | |
| 合計 | 774,858 | 610,706 | 500,992 | 82.3% | 502 | 2005 まで |

1 箇所当たりの平均金額 500,992/502=998,000ペソ

出典: DOE's Barangay Electrification Program(BEP) Frequently Asked Questions 17 February 2006

同表に示すとおり一村あたりの電化プロジェクト予算は1999年～2005年の6年間の平均で約百万ペソ(2.4百万円)であり、大半が太陽光発電による蓄電池充電所の建設、または個別世帯の太陽光発電の導入であり、これら電源の供給できる負荷は主に電灯、ラジオ程度のみで

ある。またこの全 502 プロジェクトの内マイクロ水力発電設備は約 20 箇所である。

(3) マイクロ水力発電の現状と課題

既設のマイクロ水力は全国に 121 サイト(ルソン地域に 75 箇所、ビサヤス地域に 36 箇所、ミンダナオ地域に 10 箇所)に建設されている。これら発電所の運転状況のモニタリングは十分に行なわれていないが、現在正常に運転しているのは約 30%程度であり、約 30%運転停止、40%が電圧低下、定格出力不足、乾季の水不足による停止等正常に運転されていないのが現状である。

この内、通称ピコ hidro と呼ばれる 1kW 以下の出力発電設備が 31 箇所ある。ピコ hidro の出力は 0.4kW~1.0kW であり、1 世帯に 20W 電灯 1 灯のみが 20 世帯~50 世帯に供給できる程度である。

一方最大出力は 75kW、121 箇所の合計出力は 868kW であり、1 サイトあたりの平均出力は約 7.2kW と比較的小規模である。

また、マイクロ水力発電は水車が「フィ」国製、無償労働提供の場合においても 1kW あたりの建設コストが 3,000US\$~6,000US\$とエネルギー省内部資料でも試算されており、100 世帯の村落に 20kW の設備を建設した場合、60,000US\$~120,000US\$ (7 百万円~14 百万円)を要し、前述太陽光発電による蓄電池充電所と比較し遥かに高コストと認識されており、北部ルソン地域に代表されるよう埋蔵水力は充分を十分に要するが高コストのため導入できないという課題がある。

1.1.2 開発計画

1.1.1 現状と課題で述べたとおり、「フィ」国内の地方電化について、1997年に市レベルの100%電化が達成された。一方、村落電化率に関してはその時点で72%に留まっており、年間の電化も500村落程度に留まっていた。村落電化の進捗率を加速させるためエネルギー省内に2000年にO'ILAWプログラムが発足し、電化達成も年間1,200村落以上への加速し、2005年末の時点で村落電化率が94%に達した。

2003年4月、O'ILAWプログラムは終了したが、新たに拡張地方電化プログラム(ER Program)が開始され、2008年までの100%村落電化達成、また2017年までの90%家屋電化達成を目標としている。

1.1.3 社会経済状況

1986年、ピープルズパワーによってマルコス体制に代わって発足したアキノ政権が機構改革、経済再建に取り組んだ結果、「フィ」国は着実に経済成長を遂げたものの、慢性的な電力不足により1990年代前半は電力危機の時代であった。これに対応するため政府は独立発電事業者(IPP)が発電部門に参入するなど発電事業における規制緩和をすすめた結果、1994年から電力不足は解消された。

電力危機を乗り切った「フィ」国の次の課題は電力料金の低減、政府負担の軽減を目的に電力セクターへの競争原理の導入と国家電力公社(NPC)の分割民営化が検討され、2001年の6月に電力産業改革法が成立し、発展途上国では初めての電力産業の全面自由化へ大きく踏み出した。しかしながら、国家電力公社の民営化や電力卸売りスポット市場の創設などが遅れており、自由化の実態は大幅に遅れている。

一方、地方電化は、かねてから貧困撲滅に繋がるとして政府の最重要政策の一つに挙げ推奨されてきた結果、2005年末の時点での村落電化率は全41,945の内39,381村落と約94%となっており、2008年末時点での100%達成に向け着々と進められている。しかし家屋レベルの電化率においては2005年の末時点で70%程度と言われており、また多くの人々が電力の恩恵を受けておらず、今後も多くの技術面、資金面における投入が必要とされる。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「フィ」国は総面積299,400m²(日本の約80%)、7,100以上の島々からなる島嶼国である。地理的制約から同国の電化率は70%程度に留まっており、現在でも人口の約8,300万人の内約2,000万人が電気のない生活を余儀なくされている。

このため「フィ」国は農村地域における生活水準の向上や、収入源創出による貧困撲滅を目的に「2008年に村落電化率100%」「2017年に家屋電化率90%」目標に掲げ地方電化を最重要政策に位置づけている。これら未電化地域の多くは、山岳部や離島に散在しており、送電線の延長による電化は困難な状況にあることから、これまで小・マイクロ水力および太陽光発電等の再生可能エネルギーを活用した独立電源の導入が促進されてきた。

今回要請のあった北部ルソン地域は山岳地帯の過疎地域にあり、現在も500以上の村落(約6万世帯)が電化されていないことから、エネルギー省(DOE)は1999年より河川が多く水力資源に富む同地域において、マイクロ水力を活用した電化に取り組んでいるものの、設置台数が少ないことに加え、発電設備の品質に起因する故障の頻発や運営維持管理体制等の問題を抱えている。

わが国は2001年から2004年までの長期専門家を派遣し、地点選定や運営技術等の技術移転を行い、2004年からは技術協力プロジェクト「地方電化プロジェクト」を実施し、料金制度構築等について継続的に協力中である(2009年終了予定)。さらに2003年に実施した「北部ルソン未電化地域マイクロ水力発電基礎調査」(在外基礎調査)においては、50箇所の地点調査を実施し、水力ポテンシャル、電力需要、運営維持管理体制、サイトアクセス条件等を考慮した上で、候補地点を20箇所に絞り込んだ。

「フィ」国政府は上記基礎調査の結果に基づき、マイクロ水力発電を整備する意向であるものの、慢性的な財政難から自助努力での整備が困難であるとして、候補地点をさらに14箇所へと絞り込んだ上で、わが国の無償資金協力による整備を要請してきた。

1.3 我が国の援助動向

我が国は、JBIC(旧 OECF および旧日本輸出入銀行)を通じて早い段階から「フィ」国のエネルギー、特に発電事業(含、IPP 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。JBIC の国際金融等業務(旧輸銀)を通じた資金供与の主なものとしては、パグビラオ石炭火力発電所建設(BOT 方式、220 百万ドル)、マシンロック石炭火力発電所建設(149 億円、ADB との協調融資)、サンロケ多目的ダムプロジェクト、イリハン天然ガス複合火力発電所建設(IPP、211 百万ドル)、レイターセブ海底送電ケーブルプロジェクト(40 億円)等が挙げられる。また、開発等業務(旧 OECF)では、カラカ石炭発電所建設関連(520 億円)、パリンピノン地熱発電所建設(100 億円)、ティウィ地熱発電所改修(70 億円)、マクバン地熱発電所改修(66 億円)、ラボ地熱発電所建設(107 億円)、北ネグロス地熱発電所建設(145 億円)等の発電所建設/改修、ルソン系統民活支援送電線整備(150 億円)等の送電分野において数多くの資金協力を行ってきている。

一方、我が国のエネルギー分野への支援は、上述の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。表 1.3-1 に本プロジェクトに関連する技術協力の案件をまとめた。

表 1.3-1 我が国の電力セクターへの援助

| 実施年度 | 案件名 | 案件の概要 |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001～2004 | 長期専門家派遣 | 「フィ」国エネルギー省のエネルギー利用管理局(EUMB)において、小水力／マイクロ水力開発の開発促進及び持続性向上を図るために DOE 職員の指導力・管理能力向上に係る技術指導、トレーニングを実施した。 |
| 2003 | 在外基礎調査「北部ルソン未電化地域マイクロ水力プロジェクト」 | 調査は Phase I: 地点調査と Phase II: 概略設計の二段階に分けて行われた。本調査は現地コンサルタント会社との委託契約により行われた。Phase I で選定された 40 地点のうち、有望な開発地点を 20 地点絞り込み発電計画・電化計画の立案し、概略設計を行った。これらの有望地点の内、14 地点について今回我が国の無償資金協力の要請が出された。 |
| 2004～2009 | 技術協力プロジェクト「地方電化プロジェクト」 | 再生可能エネルギーを利用した村落電化プロジェクトが適正に計画・実施され、維持管理が円滑に行える様に「フィ」国側 C/P のキャパシティ開発メントを行うことにより、プロジェクトの持続性を向上させることを目的としている。サプライサイドのみならずデマンドサイドアプローチの視点に立った活動を行うことで住民参加意識を高めて、運営、制度面を強化することに重点を置いている。フィ国全土を対象としており、太陽光とマイクロ水力の技術指導に加え、村落組織運営、制度面の支援も行なう。 |
| 2003～2006 | 社会開発福祉事業「マイクロ水力技術センター」 | 国内製の水車発電機器の品質向上を図るために、水車・発電機器の標準化、国内製造業者を対象としたトレーニング、マイクロ水力関係者間のネットワーク構築を目指して、デラサール大学内に 2003 年 1 月に設立された。JICA はセンターの持続的な活動を支援するものである。 |
| 2002～2003 | 草の根無償協力「パンティキアンマイクロ水力及びカガルアン水力」 | ルソン島中北部山岳地帯のカリंगा州において、マイクロ水力による二つの村落電化プロジェクトを実施した。地元 NGO の指揮の下、住民自らが工事資機材の運搬、建設工事に参加し、運営を住民が組織する電化組合が行なうものである。これらのプロジェクトは、DOE と JICA 専門家の指導の下に進められた。 |
| 2002～2004 | 開発調査「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」 | 新電力法は、エネルギー省 (DOE) のイニシアチブの下にフィ国電力セクターを発電、送電、配電、小売りの 4 分野に分離し、競争原理を導入することによって電力セクターの活性化を推進しようとするものである。新電力法の実施及び事業体制の変更に合わせ、DOE には新たな業務(「電力開発計画」の策定等)が加わることとなったが、その実施に関しては DOE の体制、データ及び経験不足等により実現が危ぶまれ、日本政府(JICA)に対する支援要請が 2002 年 4 月に出された。本プロジェクトはフィ国電力セクターの構造改革に際し、同国エネルギー省及び関連機関の人材育成を通じて、国家開発計画である「電力開発計画」の策定及び投資促進室の機能強化を行うことを目的とする。 |
| 2002～2004 | 開発調査「パラワン州電力マスタープラン」 | パラワン州におけるバランガイ電化率は他州に比して著しく低い水準(2001 年 11 月現在 54%)に留まっており、貧困削減及び社会経済開発を進める上で電力開発と電化の推進が喫緊の課題となっている。パラワン州における 2015 年までの同州全域にわたる農村電化計画を含めた電力供給計画とその実施計画を策定することを通じて同州における電力供給の改善を図ることを目的とする。 |

1.4 他ドナーの援助動向

2000年以前「フィ」国において再生可能エネルギーによる地方電化にかかる援助は多数実施されていたが、全国規模で実施されたプロジェクトは非常に少なく、ドイツのGTZによる太陽光発電地方電化プロジェクトのみである(同プロジェクトは既に終了)。2001年の電気事業改革法の制定に伴い、地方電化の法制度および体制にかかる改革が行なわれているが、新たな体制における全国規模の協力プロジェクトはUNDP、スペイン国経済省、世界銀行(WB)、アジア開発銀行(ADB)、USAIDにより実施されている、それらの概要について表1.4-1に示す。

表 1.4-1 他ドナーの地方電化への援助

(単位：千US\$)

| 実施年 | 援助機関 | 案件名 | 金額 | 支援形態 | 案件概要 |
|----------------|--------------|---------------------------|---------|-------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1992～ 2002年 | GTZ | 太陽光発電による農村電化プログラム | — | ローン | ソーラーホームシステム(SHS)地方電化組合を通じ全国普及 |
| 2002年 | UNDP/ GEF | 再生エネルギー開発に対するキャパシティビルディング | 5,440 | 無償 (T/A) | 再生可能エネルギーに係る政策、市場サービス組織化、導入促進および情報サービス等 |
| 2004年 | ADB | 電力セクター改革における統治力強化 | 1,150 | 無償 (T/A) | 未電化村落のデータベース化等 |
| 2004年 | USAID | オフグリッド地方電化における民間企業参加促進計画 | — | 無償 (T/A) | 政策立案、UNDP/GEF、世界銀行との連携、民間企業等との協力等同国再生可能エネルギー地方電化全般に対して継続的な援助を実施 |
| 2004～ 継続 | スペイン 経済省 | 農業改革共同体に対する電力技術協力 | 25,000 | ローン | ミンダナオのAgrarian Reform Communities(ARCs)を太陽光発電により電化するもの。 |
| 2004～ 2012年 | WB/GEF | 村落電化計画 | 284,000 | 無償 | パラワンとダバオにおいてパイロット事業として77村落のミニグリッド電化およびSHS電化 |

出所：地方電化プロジェクト実施協議報告書(平成16年6月) 国際協力機構経済開発部

凡例：

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------|
| GTZ: | Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (ドイツ技術協力公社) |
| UNDP: | United Nations Development Program (国連開発計画) |
| WB: | World Bank (世界銀行) |
| ADB | Asian Development Bank(アジア開発銀行) |
| USAID | United States Agency for International Development(米国国際開発庁) |
| GEF | Global Environment Facility(地球環境ファシリティ) |

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

(1) エネルギー省の組織

本プロジェクトの実施機関はエネルギー省(DOE)である。同省は 5 局、4 部、2 事務所より成る。組織図を図 2.1-1 に示す。なお、総職員数は 2006 年 12 月の時点で 734 名である。

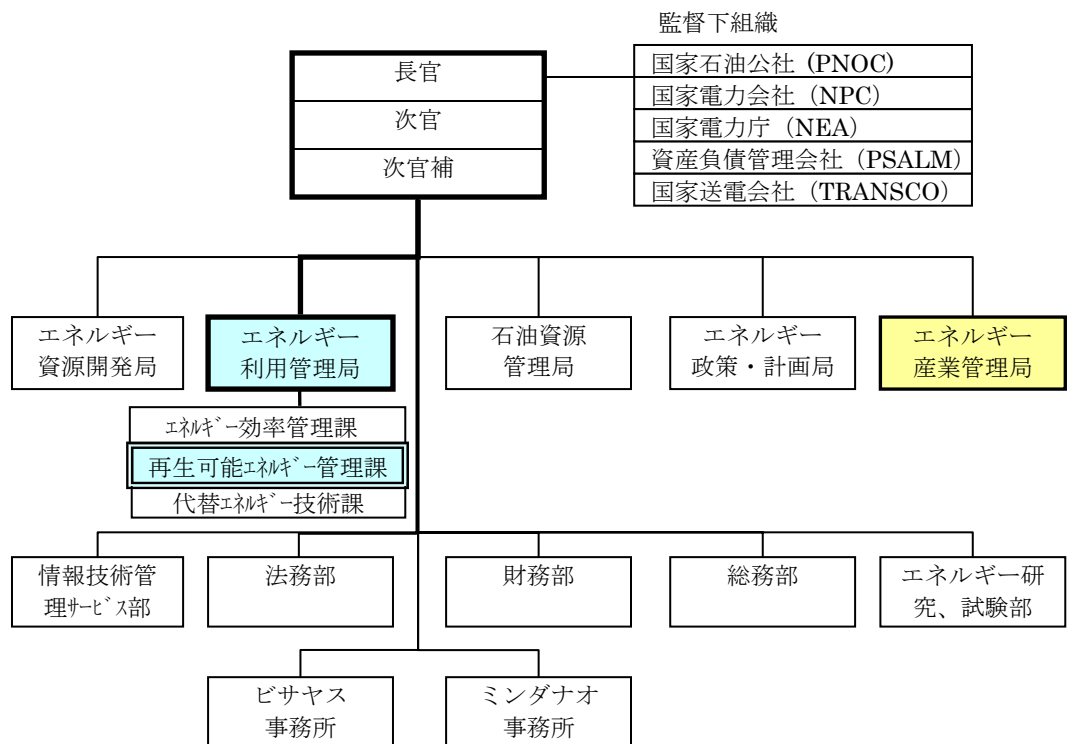


図 2.1-1 エネルギー省(DOE)組織図

(2) 再生可能エネルギー管理課(REMD)の現状

本プロジェクトの実施部門は主管官庁である DOE の 5 局の中のエネルギー利用管理局 (EUMB)、再生可能エネルギー管理課(REMD)である。

REMD はエネルギー利用管理局の中の 3 課の中の 1 課であり、地方電化計画の内、特にグリッドよりの配電系統が延長の可能性の無い村落の再生可能エネルギー(マイクロ水力発電、

風力発電、太陽光発電およびバイオマス発電)による電化計画を担務している。同課内の組織は図 2.1-2 に示すとおり 3 つのグループにより構成され総職員は 2006 年 12 月の時点で 23 名である。

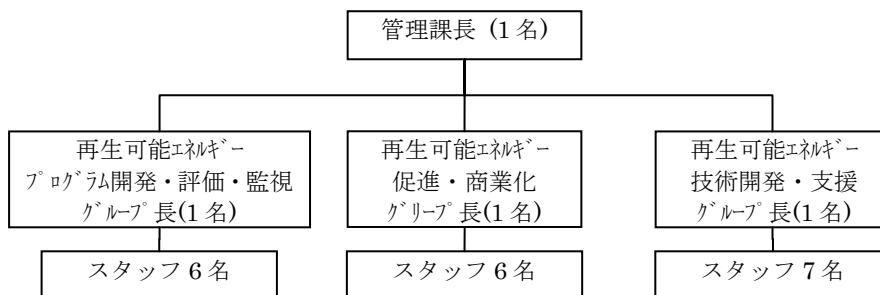


図 2.1-2 再生可能エネルギー管理課(REMD)組織図

2.1.2 財政・予算

表 2.1-1 に 2002 年から 2006 年までのエネルギー省および REMD の年間予算を示す。第 1 章表 1.2-2 にて REMD による村落電化実績件数を示しているが、年間約 100 村落の電化プロジェクトに配分されている予算は 46 百万ペソ約 110 百万円で、一村あたり 110 万円程度である。

表 2.1-1 エネルギー省の予算(単位:ペソ百万)

| | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------|-------|-------|-------|
| 1 エネルギー省年間予算 | 999.3 | 999.3 | 1,660 |
| 2 REMD 年間予算 | 47.5 | 47.5 | 47.5 |
| 2.1 人件費 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 2.2 プロジェクト予算 | 46 | 46 | 46 |
| 3 REMD 職員数 | 23 | 23 | 23 |

出所: エネルギー省 REMD

2.1.3 技術水準

再生可能エネルギー管理課(REMD)は、3 部署に分かれており、現在、定員 25 名のところ 23 名の職員が在籍している。そのうち技術者は 9 名である。REMD 本部と 2 箇所の地方事務所(ピサヤス事務所、ミンダナオ事務所)で「フィ」国全国の再生可能エネルギー(太陽光、小水力・マイクロ水力、風力、バイオマス発電など)関連業務を行っている。

他の省庁と異なり地方出先機関が少ないため、ANECs(Affiliated Non-Conventional Energy Center)として地方の大学機関を任命し一部業務を委託している。REMD の主要業務は全国のマイクロ水力および太陽光等の再生可能エネルギーを対象としたモニタリング、承認、検査、予算、精算、技術支援等である。

しかし、絶対的な人員・人材不足、予算不足のため中央機関である REMD と出先機関である ANECs の運営・維持管理体制は十分に機能していない。このような背景の下、「フィ」国政府より要請で、2001 年より再生可能エネルギーを利用した地方電化推進を支援するために、小水力/マイクロ水力に係る個別専門家を派遣し、技術指導が行なわれてきた。同専門家派遣後、2004 年よりは、カウンターパートに対して地方電化の持続性向上のための技術協力プロジェクトによるキャパシティディベロップメントが行われている。

REMD 職員の数名は、これまでにカウンターパートとして技術指導を受けたり、海外における技術研修等を経験しており、マイクロ水力技術に関して熟知している者も数名いるが、新規に REMD に配属されたり、技術のバックグラウンドがない者も多い。

マイクロ水力発電所の運営、維持・管理は、村落電化組合 (BAPA: Barangay Alternative Power Association) が行なうこととなるが、運転員、点検保守要員に対する技術指導、組織、運営に係るマネージメントに係る指導が必要であり、DOE 職員、LGUs 関係者による支援が不可欠である。DOE 職員及び LGUs 関係者のこのような指導能力向上に係るキャパシティディベロップメントは、地方電化プロジェクトにおいて実施中であり、同技術協力プロジェクトと連携をとり、村落電化組織が適切に形成され、運営されるようバックアップを行なうことが重要である。

2.1.4 既存施設・機材

DOE 資料によると「フィ」国国内には 121 箇所マイクロ水力発電所があり、故障等で停止している設備は全体の約 30%となっている。しかしながら、モニタリングが確実に実施されていないため、実際には稼動中と報告されていても、乾季の流量不足による停止、低品質の水車発電機器による出力不足、電圧低下、電圧・周波数変動、堆砂による取水口・鉄管の閉塞、地滑りによる設備破損等による不具合が発生している。これらを含めるとおよそ 70%が何らかの問題を抱えていると推定される。

今回対象地域となっている北ルソンには、マイクロ水力地点に適した急峻な河川が多く、降雨に恵まれ豊富な水力資源を有しており、121 箇所マイクロ水力発電所のうち、大よそ 55% (68 箇所) が集中している。このうち今回の対象地点があるカリंगा州には 22 箇所、イフガオ州には 20 箇所のマイクロ水力がこれまでに建設されている。同国では、出力規模が 100kW 以下の水力発電をマイクロ水力と定義しているが、実際には約 85% (102 箇所) が 10kW 以下の小規模な設備である。したがって、ほとんどの発電所は夜間の電灯用 (約 80%) であり、農作物の脱穀・製粉、アバカ加工 (アバカは紙、ロープ、繊維等の原料となる植物)、家具製造、金属加工等の住民の生計向上に寄与する生産活動に使われている例は非常に限られている。

「フィ」国では、海外製の水車発電機器が高価なことから、多くの場合現地製の水車機器が用いられている。小出力のマイクロ水力発電であれば簡易な設備で電気が起せることから、製

造業者は見よう見まねで水車を製作したり、簡易な制御装置の採用、誤ったシステム設計による設備を設置している場合が多い。この結果、多くの発電所において水車発電機器のトラブルが頻発している。

このために、国内製造業者の技術力の強化を図り、現地製の水車の品質向上を目指し、JICAの支援で2003年1月にマイクロ水力技術センターをデラサール大学内に設立した。現在、地方電化プロジェクトと協同して、製造業者の技術力向上を図っているところである。

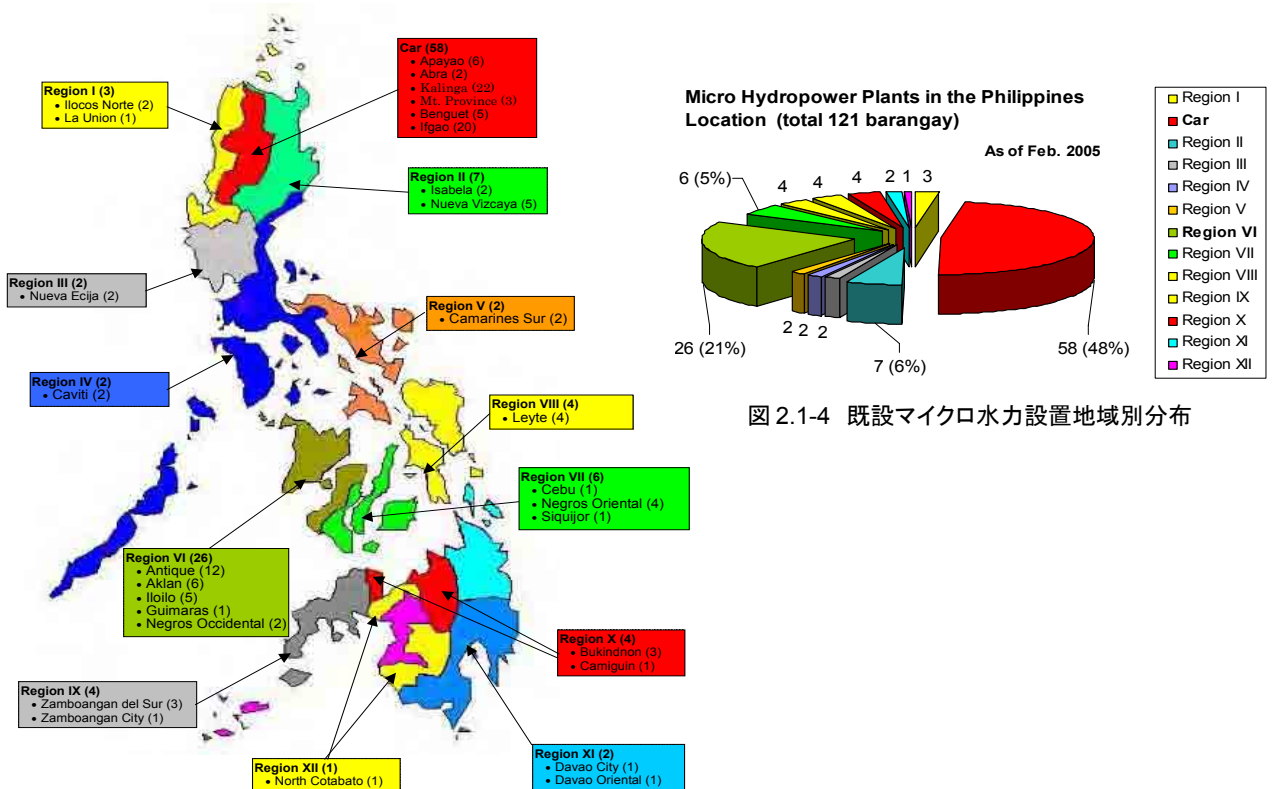


図 2.1-3 既設マイクロ水力設置地域分布

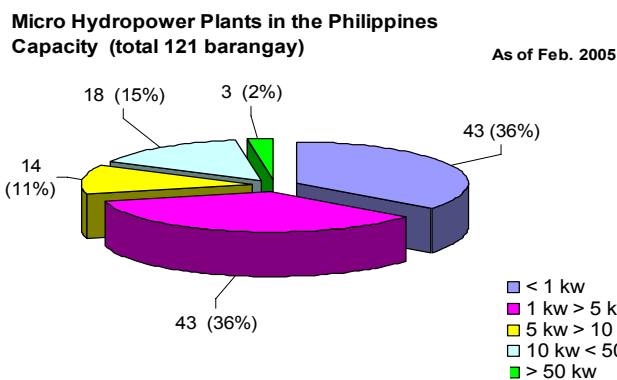


図 2.1-5 既設マイクロ水力発電出力

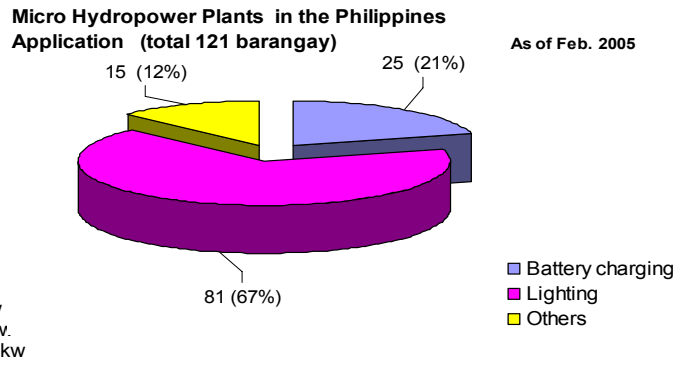


図 2.1-6 既設マイクロ水力発電負荷

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 港湾

本計画の船舶による資機材荷揚げは一般貨物の輸入が可能であるマニラ港が考えられる。マニラ港はマニラ首都圏の西に広がるマニラ湾内にあり、東南アジアでも有数の国際港であり、機材の荷揚げにおける問題はない。

(2) 交通・道路

マニラ首都圏からプロジェクト・サイトまでのアクセス概況は、表 2.2-1 の通りである。

表 2.2-1 プロジェクト・サイトへのアクセス概況

| サイト名/地域 | 1次輸送(マニラ～地方都市) | 2次輸送(地方都市～道路終点) | 3次輸送(道路終点～サイト) |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| マリン-1 /カリंगा州 バルバラン県 | マニラから国道・州道経由、 タブックまで511km | タブックからマリン村まで未舗装山 岳道路48km | マリン村道路終点から山道・畦道経 由、発電所サイトまで700m、取水堰 サイトまで800m |
| マリン-2 /カリंगा州 バルバラン県 | マニラから国道・州道経由、 タブックまで511km | タブックからマリン村まで未舗装山 岳道路48km マリン村から未舗装道路にて、取 水堰サイト最寄地点まで700m、発 電所サイト最寄地点まで1.1km | それぞれの最寄地点から発電所およ び取水堰サイトまで河岸斜面を降下 |
| マルクサッド /カリंगा州 パシル県 | マニラから国道・州道経由、 タブックまで511km | タブックからマルクサッド村の道路 終点(パシル川の橋梁工事中)ま で未舗装山岳道路42km | マルクサッド村道路終点から山道・畦 道経由発電所サイトまで80m、取水堰 サイトまで500m |
| カンプロ /イフガオ州 バナウエ県 | マニラから国道・州道経由バ ナウエまで347km | バナウエからキナキン村まで未舗 装山岳道路11km キナキン村から村道終点(終点から カンプロ村へ向かって工事中)まで 山岳道路11km | 村道終点からカンプロ村(ブロック1)ま で4kmの山道(高低差約300m)・急勾 配階段(高低差約100m) 川を横断し、取水堰サイトまで200m、 さらに畦道を歩いて発電所サイトまで 700m |
| リオ-2 /イフガオ州 マオヤオ県 | マニラから国道・州道経由マ オヤオまで389km | マオヤオからリオ村(ホラング集落) まで未舗装山岳道路10km | ホラング集落から山道・畦道経由、取 水堰サイトまで1km、さらに発電所サ イトまで500m(それぞれの山道・畦道 最寄地点からサイトまでは河岸斜面 を降下) |

なお、総じて、国道は舗装されて保守管理状態が良いが、州道(プロビシヤル道路)および県道(ミニシパル道路)は部分的に舗装済み箇所があるものの法面保護が十分でないため、しばしば土砂崩れにより不通もしくは片側車線のみ使用となる。また、村道(バラガイ道路)になると、道路幅は狭くなり、土砂崩れは日常茶飯事で、車高が高く駆動の強い車のみ通行可能な場合が多く、雨期は車の通行自体が不可能になる場合がある。

また、現地への公共交通機関としては、マニラ首都圏から地方都市へは、大型の定期バス(ハイウェイバス、ナイトバス)が走っている。また、地方都市間や州道・県道沿いの集落へは小

型の荷台に座席と屋根が付いたピックアップトラック(ジプニー)が走っており、地域の足となっている。

2.2.2 自然条件

(1) 地形および地質

フィリピン列島は火山活動によって形成された山岳性の地形となっており、山脈は海岸線に平行して南北に走っている。中でも、プロジェクト・サイトのあるカリंगा州およびイフガオ州を含む北ルソン地域は、特にその性質が強い地域である。

プロジェクト・サイトはいずれも村落にアクセスの不便な山岳地域の村落近傍に選定されている。集落や棚田がある開けた場所以外は急斜面の多い険しい地形となっているため、導水路が険しい急斜面を通らざるを得ない箇所もある。特にカリंगा州内のプロジェクト・サイトでは地すべりが複数みられる。また、フィリピン列島は地質的に流動地帯と安定地帯の2つで構成されているが、流動地帯が列島のほぼ大部分を占めており、火山が多くあるほか、断層により溪谷、盆地、海峡が形成されている。プロジェクト・サイトも地質的に例外なく上記地域に含まれており、岩盤の露出が多く見られるほか、河川内には転石が多く見られる。

以上のように、プロジェクト・サイトは地形的にも地質的にも、フィリピン列島の山岳地帯の特徴を強く呈している。

(2) 気候および降雨

「フィ」国では、南北に走る山脈および海洋からの台風による影響から、東西方向に降雨パターン、気候および自然環境が変化する。図 2-2-1 および表 2-2-2 に「フィ」国の気候区分を示す。



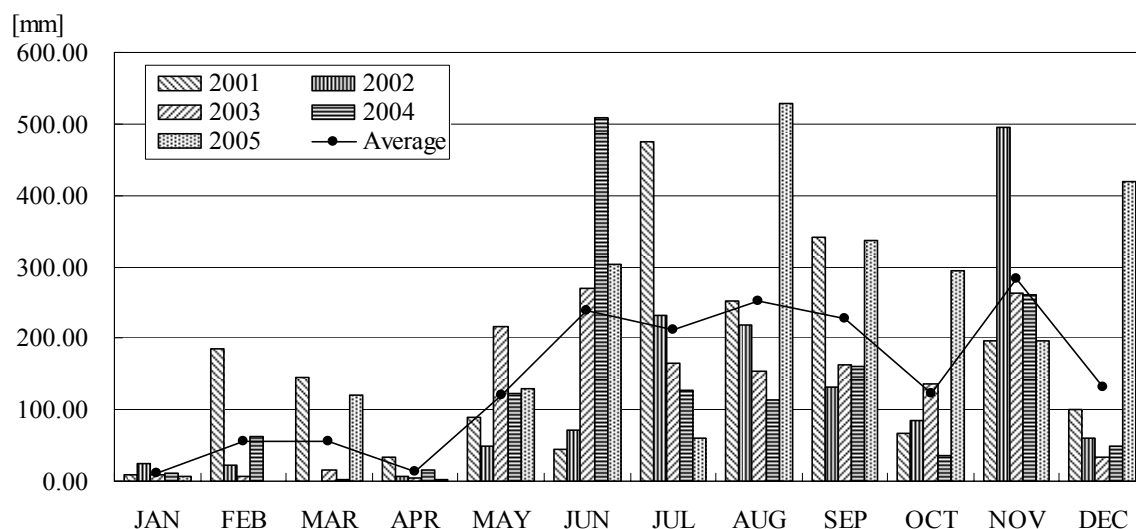
出典：フィリピン大気・地球・宇宙庁 (PAGASA) 資料

図 2.2-1 「フィ」国の気候区分

表 2.2-2 「フィ」国の気候区分

| 気候区分 | 特徴 |
|------|-------------------------------------------|
| 第1型 | 乾期と雨期の区分が明瞭である。 乾期: 11月～4月、雨期: それ以外 |
| 第2型 | 乾期がない。 11月～1月に著しく雨が降る。 |
| 第3型 | 乾期と雨期の区分が比較的明瞭でない。 乾期: 11月～4月、雨期: それ以外 |
| 第4型 | 年間を通じて降雨量はあまり変化しない。 |

「フィ」国の気候は降雨パターンを基本として区分されている。プロジェクト・サイトはいずれも気候区分第3型に属する。第3型に属する地域で雨量観測データが整備されている地点のうち、最もプロジェクト・サイトに近いカガヤン州の州都ツゲガラオの月別雨量を図 2.2-2 に示す。

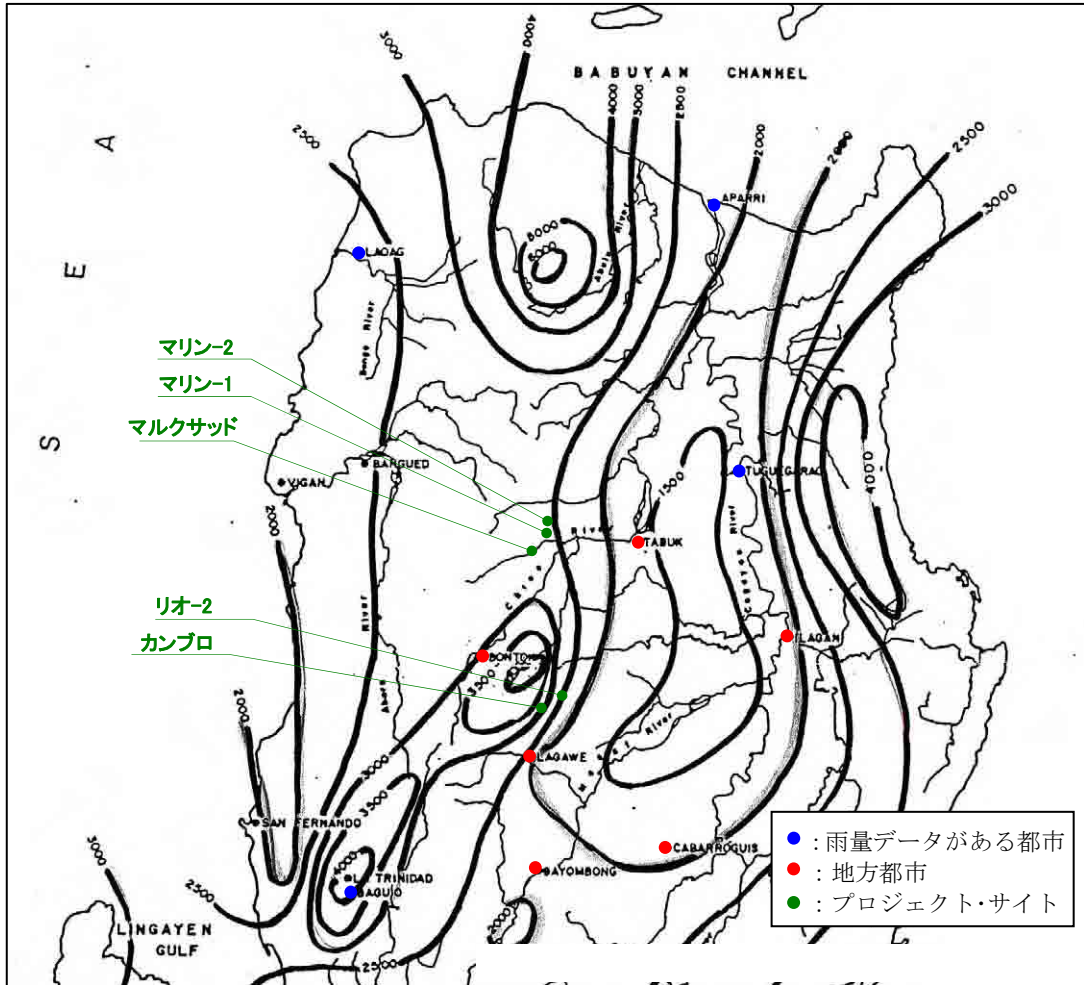


出典:データはフィリピン大気・地球・宇宙庁 (PAGASA)から入手

図 2.2-2 ツゲガラオ(気候区分第3型)の月別雨量(2001~2005年)

図 2.2-2 によるとツゲガラオの降雨パターンは年によって多少異なるが、概ね1月~4月の時期の雨が少ない傾向にある。なお、現地での聞き取り調査によると、カリंगा州内のプロジェクト・サイトでは1月~5月、イフガオ州内のプロジェクト・サイトでは12月~4月が乾期であるとの情報を地元の LGU より得た。しかし、図 2.2-2 に示すツゲガラオの降雨例でも分かるとおり、2001年~2005年の5年間のデータだけでも、雨期に雨が少ない年や乾期の雨が比較的多い年など様々である。これは、「雨期と乾期の区別が比較的明瞭でない」という気候区分第3型の特徴でもあるといえる。

また、同じ降雨パターンの気象区分内でも年間降雨量には差がある。例えば、ツゲガラオの2001年~2005年の年間平均降水量は約1700mmである。図 2.2-3 に北ルソン地域の年間降雨等雨量線図を示す。



出典：ルソン島包蔵水力調査主報告書 1987.8 JICA

図 2.2-3 北ルソン地域の年間降雨等雨量線図

図 2.2-3 によると、プロジェクト・サイトの年間降雨量は、概ね 2500mm～3000mm 程度であることが分かる。

(3) 河川流量

プロジェクト・サイトにおける設計流量および設計洪水流量を推定するため、できるだけ長期かつ連続した期間観測された日流量データが必要である。しかし、選定された地点を含むカリंगाおよびイフガオの両州は既存の観測地点が少なく、また観測データが存在しても、連続していなかったり、期間が短かったりと、使用できるデータの状態はあまり良くない。

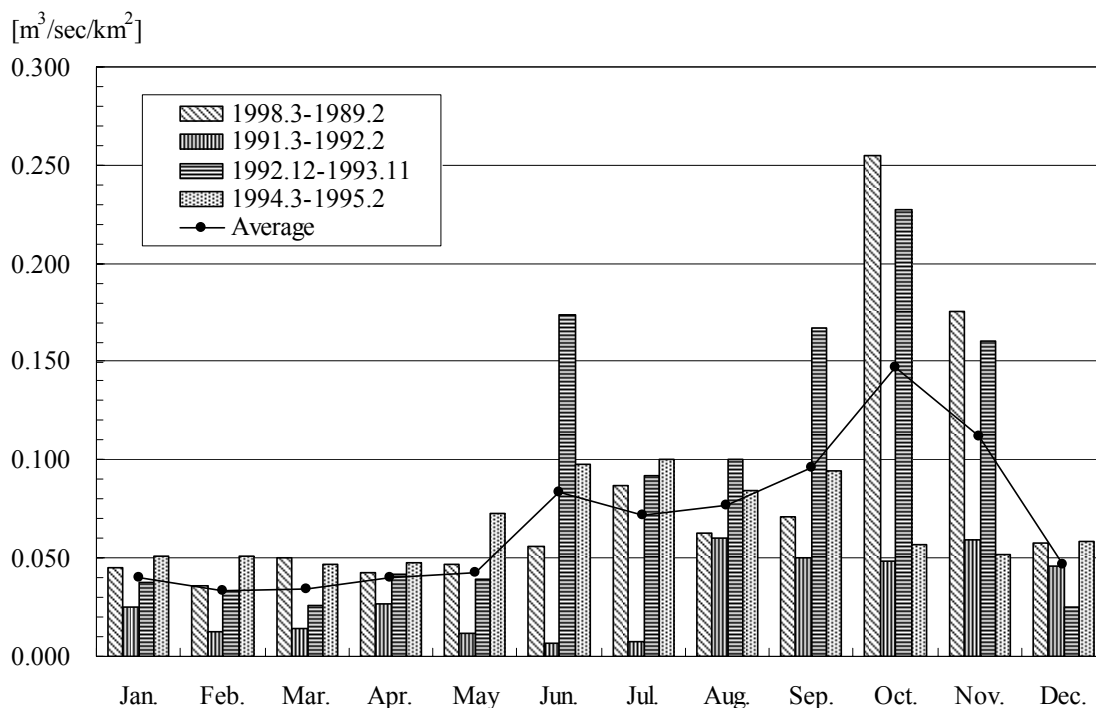
表 2.2-3 に、現地調査および過去の報告書等から得られた流量データを示す。なお、設計流量および設計洪水流量を推定する上で、1年(12ヶ月)以上連続していない流量データは、多雨季と少雨季の日数に偏りが生じるため利用できない。

表 2.2-3 プロジェクト・サイトの設計流量・設計洪水流量の推定に利用する流量データ

| 観測地点名 | 州 | 河川名 | 流域面積 | 観測期間/利用可能年数 | 入手データの状態 |
|-----------|-------|---------|----------------------|-----------------|----------|
| Escolta | カリंगा | Matalag | 655 km ² | 1964年～1970年/6年分 | 月平均流量 |
| Pinukupuk | カリंगा | Saltan | 846 km ² | 1965年～1972年/5年分 | 日流量 |
| Pasonglao | カリंगा | Chico | 1987 km ² | 1963年～1969年/5年分 | 月平均流量 |
| Hapid | イフガオ | Ifugao | 606 km ² | 1964年～1970年/3年分 | 月平均流量 |
| Banaue | イフガオ | Banaue | 15 km ² | 1987年～1995年/4年分 | 日流量 |
| Tupaya | イフガオ | Lagawe | 613 km ² | 1985年～2003年/5年分 | 日流量 |

出典: 1...Philippine Water Resources Summary Data Volume1 Stream flow and Lake or River Stage, National Water Resources Council
 2...Philippine Water Data, Department of Public Works and Highways

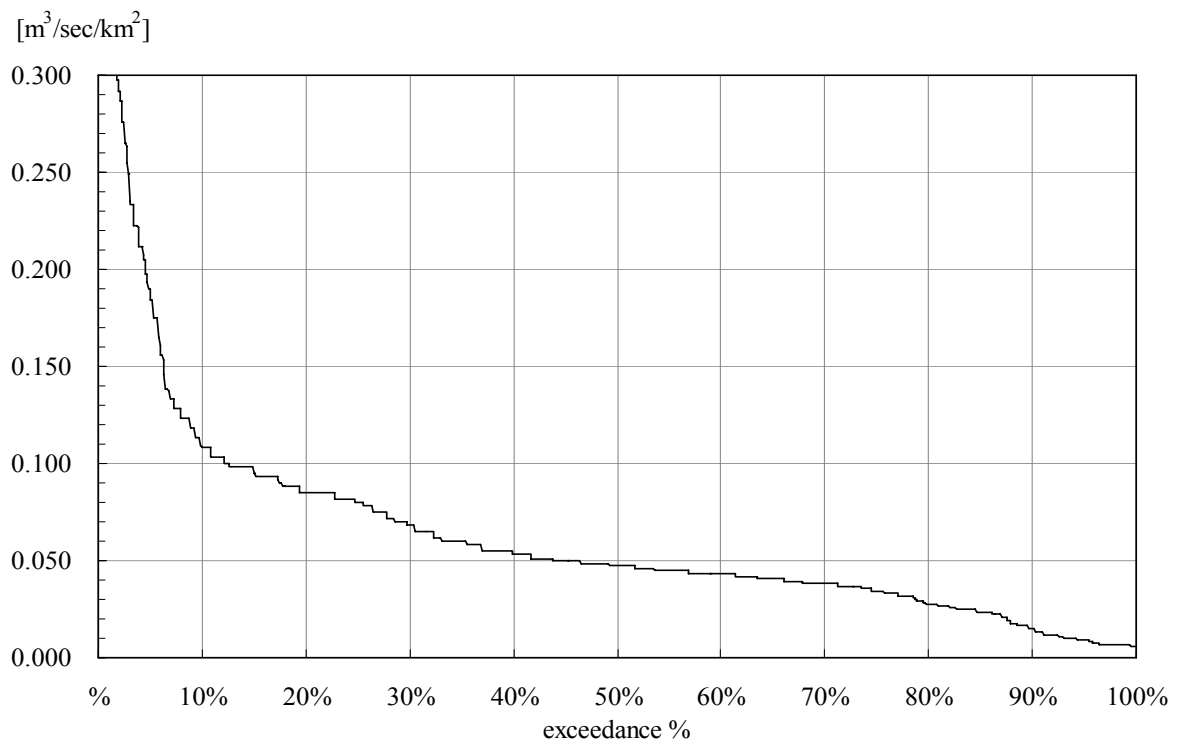
プロジェクト・サイトの設計に使用する流量データの例として、Banaue 地点の流量データについて以下に示す。なお、Banaue 地点では、観測期間 1987 年～1995 年の 9 年間のうち、1 年 (12 ヶ月) 以上連続して流量観測がなされているのは 4 年分のみである。図 2.2-4 に Banaue 地点の単位流域面積あたりの月平均流量を示す。



出典: 表 2-2-3 に示したデータから加工

図 2.2-4 Banaue 地点の単位流域面積あたりの月平均流量

図 2.2-4 によると、流量が少ない時期は概ね 12 月～5 月であるが、流量が最も多い時期は年によって様々である。次に、連続した 365 日 (もしくは 366 日) × 4 = 1461 日分の単位流域面積あたりの流量 [m³/sec/km²] を大きい順に並べた流況曲線を図 2.2-5 に示す。なお、通常は 1 年 (365 日) 分の流量を大きい順に並べるが、利用可能なデータの状態 (月平均流量または日流量) や期間が様々なので、横軸を百分率で表示した。



出典:表 2.2-3 に示したデータから加工

図 2.2-5 Banaue 地点の流況曲線

図 2.2-5 によると、95%流量で 0.010[m³/sec/km²]、90%流量で 0.015[m³/sec/km²]となっている。なお、各プロジェクト・サイトにおいて、ほぼ年間を通じて利用可能と考えられ、設計流量を設定する上で参考とする流量を、利用可能流量として、下記流量のうち小さい方設定することとした。

- a) プロジェクト・サイトと同じ州内に位置する数地点の流量観測地点における 90%流量(平年で約 330 日間確保できる流量)の平均値
- b) プロジェクト・サイトにて、乾期および雨期の早い時期に実測した流量

2.2.3 その他

(1) 周辺環境への影響

マイクロ水力発電所の建設にあたっては、流れ込み式で貯水池がなく、発電用水量も小さく構造部が小規模であるために環境に与える影響は非常に小さい。また発電用水は元の河川に戻り河川の減衰区間も短く自然への影響は少ない。従って、自然環境、水利権、住民移転等の問題の発生は生じない。

「フィ」国におけるマイクロ水力開発の社会環境面からの必要条件は次の 2 点である。

- ・ 水利権の認可(Water Rights Permit from NWRB¹)
- ・ 環境影響システムの対象外の認定(Certificate of Non-Coverage under the Environmental Impact System from DENR²)

今回建設するマイクロ水力発電所においては上記許認可の対象となるサイトは無い。

¹ National Water Resources Boards

² Department of Environmental and Natural Resources

第 3 章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

「フィ」国の現政権は農村地域における生活向上や収入源創出による貧困撲滅を目的に「2008年に村落電化率100%」、「2017年に家屋電化率90%」を公約に掲げ地方電化を最重要課題に位置づけている。近年は年間に一千村落以上を電化しており、2005年末時点における村落電化は全41,945中39,381村落と約94%の電化が達成されている。

本プロジェクトの目標は、対象村落全体の世帯および公共施設をマイクロ水力発電の導入により電化するものである。

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは前項目標達成の一貫として、配電線の延長による電化が非常に困難である北部ルソンの未電化村落において、再生可能エネルギーである水力資源を利用したマイクロ水力発電所の導入による地方電化を実施するものである。村落電化による住民の電灯、テレビ、ラジオ等の導入による生活レベルの向上、および農機具、電動機械等の導入により生計向上活動の創出に大きく寄与することを目的としている。

現在実施中の技術協力プロジェクト「地方電化プロジェクト」(2004年~2009年)と連携し、住民参加意識の高い村落の中からパイロットプロジェクトとして選定された5サイトにマイクロ発電所および送電線を建設し、配電線資材を調達し10村落を電化し電力設備を整備することのみならず、パイロットプロジェクトとして地方での電力供給事業のため設立される村落電化組合を中心とした電力供給運営方法等のモデル事業とすることも想定している。

3.2 協力事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 基本方針

「フィ」国政府より要請のあったマイクロ発電対象村落14サイトについて、先方との協議および地方電力会社に確認の結果、この内の2サイトは2年以内に配電線の延長により電化が確

定されていたのでキャンセルすることを双方で合意し基本設計調査対象を12サイトとした。同全サイトについて現地調査を実施し、下記に示す基準による実施効果評価より 8 サイトに絞り、さらに無償資金協力のスキームに従った実施可能性(施工工期)を前提として最終的に表 3.1-1 に示す5サイトを本プロジェクトの対象サイトとした。なお、同表の実施効果評価の基準は次の4項目とし各基準5点配点の20点に対する11点以上のサイトを有効と判断したが、その詳細説明は資料8「総合評価表」参照のこと。

- 1) 各サイトにおける電力配電網の近隣整備状況
- 2) 住民の参加意識
- 3) 必要電力量 200W/HH に対する発電出力の割合
- 4) 受益1世帯あたりの建設コスト比

表 3.1-1 要請内容および変更点

最終選定5サイト

| | サイト名称 | 県 | 州 | 発電容量 要請(kW) | 総合評価 | アクセス 施工工期 | 備考 |
|----|-----------------|------|---------|----------------|-------|--------------|----------|
| 1 | マリン-1 | | | 40 | 17 OK | OK | |
| 2 | マリン-2 | バルバラ | | 45 | 18 OK | OK | |
| 3 | ブアヤ | | カingang | 12 | 6 NO | | |
| 4 | マルクサッド | パシル | | 50 | 17 OK | OK | |
| 5 | ダカラ | タヌダン | | 45 | 17 OK | NO | |
| 6 | ルボ | | | no data | 10 NO | | |
| 7 | カンプロ | バナウエ | | 55 | 19 OK | OK | |
| 8 | プラ | | | 25 | 16 OK | NO | |
| 9 | イワロ | | イワガオ | 15 | | | 配電線延長計画有 |
| 10 | マガ | マオヤオ | | 20 | 12 OK | NO | |
| 11 | リオ-2 | | | 20 | 18 | OK | |
| 12 | ビナリアン | | | 20 | 10 NO | | |
| 13 | ババディ | カヤパ | ヌエハ | 25 | | | 配電線延長計画有 |
| 14 | タリカブカブ | | ピスカヤ | 8 | 10 NO | | |

(2) 自然環境条件に対する方針

本プロジェクトの基本設計に適用する自然条件は第 2.2.2 節に述べるとおりである。なお、同条件に対する方針は以下のとおりである。

- 1) 水力発電計画においては年間を通じて安定した電力発電を得るための設計流量、設計洪水量を推理するための過去の観測された河川流量データを十分に分析し発電容量を計画する。
- 2) 雨季における、取水堰堤等の河川内構造物の工事期間が限定されるので実施工程の中で十分勘案する。
- 3) 各サイトへの道路が十分に整備されておらず、車両によるアクセスが制限されている。資

材運搬計画においては各サイトの個別条件を十分に勘案し最適な輸送計画を立案する。

(3) 適用規格

本プロジェクトの設計においては、下記の規格・基準を適用する。

1) 土木構造物

マイクロ水力発電設備に関する基準は「フィ」国内、また日本国内においても存在しないことから、同様の構造である日本国内の一般水力発電設備の基準を適用する。

2) 水車・発電機設備

フィ国においては、水車・発電機に関する基準は無い。国際規格である IEC および日本の規格である JIS、JEC を適用する。

3) 送電・配電設備

本設備の調達は基本的にフィ国内調達が可能であるので、完成後の維持管理を考慮し、フィ国電気規格 PEC (Philippine Electric Code) および基準 NEA(National Electric Administration)を適用する。

また、使用単位は国際単位系(SI)とする。

(4) 現地業者の活用

対象 5 サイトすべてが僻地に位置すること、気象条件が雨季と乾季よりなっていることから工事を遅延なく完成させるためには、本邦の請負業者の技術員の管理のもと現地業者により確実に工事を進める必要がある。現地業者は首都マニラにおいては邦国の ODA による建設工事を下請けで請け負っている実績のある業者も多々あることから、これらを土木、電気の工事の下請け業者として本計画の建設工事に参加させることにより、事業費の低減を図るとともに技術移転も可能となる。ただし、諸施設の品質の確保、工程管理、安全管理においては日本業者による施工管理、技術管理が不可欠である。

(5) 実施機関の運営・維持管理能力

本事業の実施においては DOE 内に担当組織を設立し専任要員を最低2名配置し LGU および村落との種々調整を円滑にすることが必須である。

施設完成後の運営・維持管理は、村落電化組合(BAPA)によってなされる。現在各村落にはそのような組織は無く、今後 DOE の指導により 2008 年 3 月までに各対象サイト村落に BAPA が形成される。

運転員、点検保守要員に対する技術指導、組織、運営に係るマネジメントのための教育が

必要であり、DOE 職員、LGUs関係者による支援が不可欠である。現在、DOE 職員及び LGUs 関係者のこのような指導能力向上に係るキャパシティディベロップメントは、地方電化プロジェクトにおいて実施中であり、同技術協力プロジェクトと連携をとり、村落電化組織の育成・強化をプロジェクトの中で進めていく必要がある。

(6) 施設・機材のグレード

前述のとおり、施設完成後の運営・維持管理は村落自身で実施されるものである。特に水車・発電機設備において、耐久性のある堅牢なグレード、また制御装置についてはシンプルで部品点数を少ないものを選定する

(7) 工法／調達方法、工期に係る方針

大半のサイトにおける土木工事および機器据付工事はアクセス道路の未整備より、建設重機械が搬入できないので、主に人力作業となる。

雨季においては、取水堰堤等の河川内構造物の工事期間が限定される、また運搬車両のアクセス道路も制限されるので実施工程の中で十分勘案する。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 発電規模の計画

(1) 既電化村落の電力需要の調査結果

本計画の発電容量設定のため、日本草の根無償資金協力のマイクロ水力により2004年に電化されたカリンガ州、パンティキアン村における各世帯の需要を調査した。調査の結果、消費負荷別に需要家を大きく4つに分類し、それぞれの一般的な負荷リストを表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 既電化村落の需要調査結果

| | 負荷 | 容量 | 個数 | 大需要 世帯 (W) | 中大需要 世帯 (W) | 中小需要 世帯 (W) | 小需要 世帯 (W) |
|---|---------|-----|----|---------------|----------------|----------------|---------------|
| 1 | 蛍光灯 15W | 15 | 2 | | | 30 | 30 |
| 2 | 同上 | 15 | 3 | | 45 | | |
| 3 | 同上 | 15 | 10 | 150 | | | |
| 4 | 蛍光灯 20W | 20 | 1 | | | 20 | |
| 5 | 同上 | 20 | 3 | | 60 | | |
| 6 | 同上 | 20 | 5 | 100 | | | |
| 7 | テレビ | 105 | 1 | 105 | 105 | | |
| 8 | DVD | 65 | 1 | 65 | 65 | | |
| 9 | ステレオ | 50 | 1 | 50 | | 50 | |

| | | | | | | | |
|-----|-------------------|-----|---|-------|-----|-----|------|
| 10 | 衛星チューナー | 100 | 1 | 100 | | | |
| 11 | 洗濯機 | 360 | 1 | 360 | | | |
| 12 | 冷蔵庫 | 500 | 1 | 500 | | | |
| I | 設置負荷合計 | | | 1,430 | 275 | 100 | 30 |
| II | 需要率 | | | 50% | 70% | 80% | 100% |
| III | 需要率を考慮した負荷 I x II | | | 715 | 190 | 80 | 30 |

この表の各4段階の世帯分布平均による一世帯あたりのピーク時間帯の負荷を想定すると表 3.2-2 となる。パンティキアン村落の現在のピーク時における一世帯あたりの負荷は約 135W であり同表のパターン 2 の近辺の分布であることが想定される。

表 3.2-2 4段階世帯分布平均による一世帯あたりの負荷想定

| パターン | 大負荷世帯 | 中大負荷世帯 | 中小負荷世帯 | 小負荷世帯 | 一世帯あたりの平均負荷 (W) |
|----------|------------|------------|------------|-----------|-----------------|
| 1 | 5% | 20% | 50% | 25% | 121 |
| 2 | 5% | 25% | 50% | 20% | 129 |
| 3 | 10% | 30% | 45% | 15% | 169 |
| 4 | 10% | 35% | 45% | 10% | 177 |
| 5 | 10% | 40% | 40% | 10% | 183 |
| 6 | 10% | 45% | 40% | 5% | 191 |
| 7 | 10% | 45% | 45% | 0% | 193 |
| 8 | 10% | 50% | 40% | 0% | 199 |

一世帯あたりの需要電力は、その村落の経済状況により一概には想定できないが、北部ロン地域において 2004 年にマイクロ水力発電が運開した村落の調査結果より、200W で大負荷世帯 1 割、中大負荷 5 割、中小負荷 4 割の分布程度まで供給可能であることが推定される。

なお公共施設である学校、病院、教会などの電力需要は、一般世帯の需用が低い時間帯である昼間であり、ピーク時にかからないので本検討より除外した。

(2) 発電設備規模

マイクロ水力発電は、単独系統となることから雨季、乾季に係わらず年間を通して一定の電力を供給することが不可欠である。また、水力発電は、ディーゼル発電のように燃料費等の高価なランニングコストが不要なことから、適正な運営・維持管理を行なえば安価な電気を持続的に利用できる。

発電所の運開当初は、電灯やラジオ等の軽負荷の需要となると考えられる。1世帯当りの需要予測は、前項調査結果および以下の要因を勘案し、200W/世帯として必要電力規模を決定する。

- 長期の電気需要の伸び
- 生計向上活動による

- 人口の増加及び流入による
- 生活レベルの向上による電気製品購入による

なお、2003年に実施された在外基礎調査においても200W/世帯にて計画されている。

3.2.2.2 供給区分

本基本設計調査より、以下 No.1～No.5 にサイト列記した村落に所属している Sitio については、各世帯200W にて供給する計画とする。表3.2-3は本プロジェクトにて供給が計画されている村落である。

この内マリン-2 サイトにおいては本調査結果より、83kW の発電ポテンシャルを有していることが確認され、供給対象村落より Publacion を除く Balantoy および Maling の 2 村落の必要電力は 52kW であり、その差 31kW(83-52kW)の余裕がある。Publacion においては既に夕夜間は役所所有のディーゼル発電を使用して、同村落の約 60%程度電力供給が行われている。しかし設備が老朽化しており、かつその燃料費が高価であるので、電力料金は 15PhP/kWh と一般グリッド配電電力会社の電力料金 11PhP/kWh に比し受益者の負担は大きい。よって発電設備は Publacion の 150 戸程度に 31kW の供給容量を考慮して計画する。なお同地域については配電線がある程度整備されていることから、本プロジェクトによる送配電線の建設供給範囲は隣の村落の Balantoy までとし、この地点以降の送配電線の資材調達、建設は「フィ」国側の負担とする。

表 3.2-3 本プロジェクトにおいて計画する供給区分

| No | サイト名称 | 供給対象村落 | 供給世帯数 | 必要電力(kW) |
|----|--------|--------------------|------------|-------------|
| 1. | マリン-1 | 1) Maling | 54 | |
| | | 2) Balbalan Proper | 163 | |
| | | (Subtotal) | 217 | 43.4 |
| 2 | マリン-2 | 3) Balantoy | 244 | |
| | | 1) Maling | 16 | |
| | | 4) (Publacion) | (150) | |
| | | (Subtotal) | 410 | 82.0 |
| 3 | マルクサッド | 5) Malksad | 80 | |
| | | 6) Pugong | 120 | |
| | | 7) Guinaang | 156 | |
| | | 8) Galdang | 60 | |
| | | (Subtotal) | 416 | 83.2 |
| 4 | カンブロ | 9) (Purok 1) | 90 | |
| | | 9) (Purok 2) | 78 | |
| | | 9) (Purok 3) | 87 | |
| | | 9) (Purok 4) | 80 | |
| | | (Subtotal) | 335 | 67.0 |
| 5 | リオ-2 | 10) Liwo-2 | 152 | 30.4 |
| | Total | 10 村落 | 1,530 | 306.0 |

3.2.2.3 施設計画(土木設備)

マイクロ水力発電は(「フィ」国では出力規模が 100kW 以下の水力設備として定義される。)設備自体は小規模ではあるが、基本的に、一般水力とレイアウトならびに主要構造物はほとんど変わらない。一般に取水堰堤、導水路、水槽、水圧管路、発電所及び放水路より構成される。マイクロ水力の場合、発電方式は貯水池を持たない流れ込み式であり、高さ 2~3 m 程度の取水堰堤により取水し、施工が容易で安価である開水路により水槽まで導水し、ここで得られる水の落差を水圧鉄管により水車に伝え電気を起こす。

発電出力 P は、流量 Q と有効落差 He ($P = 9.8 \eta Q He$ 、ここで、 η : 水車発電機効率 0.6 程度)の積より求まる。単独系統のマイクロ水力は、年間を通じて一定の電力を供給するために設計水量は利用可能流量(ほぼ 90%流量)を参考に設定する。

(1) 取水堰堤

堰堤は、工事費の節減が期待できるよう現地での転石を有効利用した重力式転石中詰めコンクリート構造(マリン-2、マルクサッド、カンブロ)またはチロリアン型(マリン-1、リオ-2)を採用する。堰堤高さは、2~3m 程度とする。(高さが 15m を越えるものをダムとよんでいる。)洪水時における安定計算を行なって断面形状を決定する。堰堤には、取水口、土砂吐きを設け、運転、維持管理のために手動ゲートを設置する。土砂吐きは、洪水時に生じる大量の土砂を想定して 1.5~2m 程度としている。重力式堰堤は側方型取水口形式とする。

(2) 導水路

導水路は、基本的に施工が容易で安価な開水路を採用する。急傾斜面、岩盤斜面を通る箇所は、極力掘削量を少なくして、掘削法面の安定性を図るために管水路(無圧)を採用する。導水路ルート勾配は、基本的に 1/1000 とし、損失水頭を減らすとともに、流速を 1m/sec 程度に抑え水路の磨耗を減らす。水路形状は、現地の地形・地質を考慮して、摩擦が最小となるような経済形状とする。水路の高さは 7 割水深程度として決定する。

サイトの地形及び地質の状況により、表 3.2-4 に示す導水路タイプを適用する。

表 3.2-4 適用する導水路タイプ

| | 形式 | 構造 | 適用区間等 |
|---|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | カルバート形式 (矩形断面) | 鉄筋コンクリート | 取水口の近傍区間で、洪水壁を施工することが困難で、洪水時に水路が浸水する恐れのある箇所に採用する。既存の沢、水路の下を横切る区間に採用する。 |
| 2 | 導水管 (円形断面) | 露出または埋設 および 硬質塩化ビニール管ま たは鉄管 | 岩盤斜面を通る区間、急傾斜面や掘削によって斜面が不安定となる区間、開水路では不経済となるような区間に採用する。 |
| 3 | 開水路 (矩形断面) | 鉄筋コンクリート | 比較的平坦で安定している地形の区間に採用する。斜面崩落による土砂流入、落葉等の侵入が多いような区間では開水路に蓋をする。 |
| 4 | 開水路 (台形断面) | 練石コンクリート | 比較的平坦で安定している地形でかつ割りとスペースが確保できる区間に採用する。 |

(3) 沈砂池

水路が 500m 以上と長く、土砂流入が多くなることが予想されるカンブロ地点には、導水路の途中に沈砂池を設ける。沈砂池の幅は、沈砂池内での流速が 0.3m/sec 以下となるように設定する。また、排砂用ゲートと余水路を設置し、構造は鉄筋コンクリートとする。なお、カンブロ以外の地点は、沈砂池機能をあわせ持つ水槽が沈砂の役割を果たす。

(4) 水槽

導水路と水圧管路の境界部に水槽を設ける。水槽容量は、導水路からの供給がなくても水圧管路へ設計流量の 2 分間分以上を供給できる大きさとする。なお、沈砂池としての機能も付加するため、水槽内での流速が 0.3m/sec となるように、水槽幅を設定する。また、排砂用ゲートと余水路を設置し、構造は鉄筋コンクリートとする。なお、カンブロ地点についても最終沈砂池として設計する。

(5) 水圧管路

現場はアクセス状況が悪く、現地で溶接の品質確保が困難と予想されるため、鉄管の結合はフランジ継手を採用する。比較的アクセスの良いマリン-1、マリン-2 及びマルクサッドは単管長 6m、アクセスに幅員の狭い箇所や急斜面の箇所があるカンブロとリオ-2 については、単管長 3m の鉄管を採用する。

アンカーブロックとサドルは鉄筋コンクリート製とし、サドル間隔は基本的に 6m とする。露出管となる場合は鉄管の温度収縮を考慮し、伸縮継手を用いる。埋設管の場合、伸縮継手は不要となる。

(6) 発電所

一般的な地上式とし発電機器、制御盤等を収納する十分なスペースを確保する。発電所の幅および長さは5～6m、高さは3m程度とする。ピットの深さは床から最大で約3mとなる。基礎と柱は鉄筋コンクリートとし、側壁はコンクリートブロックの外側にモルタルを塗る。屋根の梁は木材としタン板を用いる。発電所には工具類、スペアパーツ等の保管スペースを設ける。放水路は、鉄筋コンクリート製の開水路とする。

(7) その他

掘削勾配が急になる斜面(岩掘削による急斜面を除く)、崩壊等の生じている斜面には、法面保護工として、ふとん籠または石積み擁壁を採用する。また、取水堰近傍の導水路で、河川流水の影響が考えられる箇所には、河岸侵食保護工として、ふとん籠またはもたれ式擁壁を採用する。なお、転石除去および岩掘削を実施する箇所では、発破工が必要となる場合もある。

カンブロ地点は導水路の一部および沈砂池、水槽が棚田を占有するため、既設の石積み擁壁の補強、排水路の確保等、棚田への影響を最小限に留めるよう配慮する。

発電所へのアクセスと土木構造物の点検路を確保するために、取水堰堤より導水路、鉄管路沿いに発電所までは幅員50cm程度の簡易な点検路を設ける。

表3-2-5に発電計画の諸元を示す。

表 3.2-5 発電計画諸元

| | | 単位 | マリン1 | マリン2 | マルクサッド | カンプロ | リオ2 |
|-------------------|----------|---------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 流域面積 | | km ² | 16.56 | 30.39 | 52.35 | 51.10 | 13.54 |
| 利用可能流量 | | m ³ /sec | 0.30 | 0.50 | 0.87 | 0.82 | 0.26 |
| 設計流量 [※] | | m ³ /sec | 0.31 | 0.52 | 0.68 | 0.65 | 0.29 |
| 総落差 | | m | 25.520 | 26.450 | 20.240 | 19.785 | 22.180 |
| 有効落差 | | m | 22.930 | 23.880 | 19.310 | 18.145 | 20.840 |
| 発電出力 | | kW | 47.8 | 83.3 | 86.8 | 77.9 | 38.1 |
| 水車発電機台数 | | 台 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 水車形式 | | | 逆転ポンプ/クロスフロー | 逆転ポンプ/クロスフロー | 逆転ポンプ/クロスフロー | 逆転ポンプ/クロスフロー | 逆転ポンプ/クロスフロー |
| 取水堰 | | | | | | | |
| | 形式 | | チロリアン式 | 重力式コンクリート | 重力式コンクリート | 重力式コンクリート | チロリアン式 |
| | 構造 | | コンクリート | 転石中詰めコンクリート | 転石中詰めコンクリート | 転石中詰めコンクリート | コンクリート |
| | 堤長 | m | 16.5 | 27.0 | 25.0 | 20.0 | 14.0 |
| | 堤高 | m | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.0 |
| 沈砂池 | | | | | | | |
| | 構造 | | | | | 鉄筋コンクリート | |
| | 内寸 | m | | | | B3.5×H1.8 (t=0.2) | |
| | 長さ | m | | | | 10.0 | |
| 導水路 | | | | | | | |
| カルバート | 構造 | | | | 鉄筋コンクリート | | |
| | 内寸 | m | | | B1.4 x H1.4 | | |
| | 水路長 | m | | | 40.0 | | |
| 矩形開水路 | 構造 | | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート |
| | 内寸 | m | B0.7×H0.8 (t=0.2) | B0.9×H0.9 (t=0.2) | B1.0×H1.0 (t=0.2) | B1.0×H1.0 (t=0.2) | B0.75× H0.75 (t=0.2) |
| | 水路長 | m | 103.0 | 11.0 | 277.0 | 142.0 | 388.0 |
| 台形開水路 | 構造 | | | | | 練り石積みコンクリート | |
| | 内寸 | m | | | | B2.0×H1.0 (t=0.3) | |
| | 水路長 | m | | | | 290.0 | |
| 導水管 | 構造 | | 鉄管 | | 鉄管 | 鉄管 | 鉄管 |
| | 内寸 | m | D=650mm (t=4mm) | | D=700mm (t=4mm) | D=700mm (t=4mm) | D=650mm (t=6mm) |
| | 水路長 | m | 32.0 | | 67.0 | 123.0 | 6.0 |
| 水槽 | | | | | | | |
| | 構造 | | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート |
| | 内寸 | m | B4.0×H2.5 (t=0.2) | B2.5×H2.7 (t=0.2) | B3.0×H3.0 (t=0.2) | B4.0×H3.4 (t=0.2) | B2.75×H2.9 (t=0.2) |
| | 長さ | m | 7.0 | 20.0 | 20.5 | 14.0 | 9.0 |
| 水圧管路 | | | | | | | |
| | 形式/構造 | | 埋設/鉄管 | 埋設/鉄管 | 明り及び埋設/鉄管 | 明り及び埋設/鉄管 | 明り及び埋設/鉄管 |
| | 鉄管径 | m | D=400mm (t=6mm) | D=600mm (t=6mm) | D=600mm (t=6mm) | D=500mm (t=6mm) | D=400mm (t=6mm) |
| | 延長 | m | 135.0 | 172.0 | 31.0 | 29.0 | 47.0 |
| | アンカーブロック | 個 | 5 | 7 | 2 | 2 | 3 |
| | サドル | 個 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 発電所 | | | | | | | |
| | 形式 | | 地上式 | 地上式 | 地上式 | 地上式 | 地上式 |
| | 構造 | | 基礎:コンクリート 壁:コンクリートブロック +モルタル 屋根:トタン板+木材 | 基礎:コンクリート 壁:コンクリートブロック +モルタル 屋根:トタン板+木材 | 基礎:コンクリート 壁:コンクリートブロック +モルタル 屋根:トタン板+木材 | 基礎:コンクリート 壁:コンクリートブロック +モルタル 屋根:トタン板+木材 | 基礎:コンクリート 壁:コンクリートブロック +モルタル 屋根:トタン板+木材 |
| | 基礎内寸 | m | B4.4×L4.4 (t=0.3) | B5.7×L4.7 (t=0.3) | B5.7×L5.7 (t=0.3) | B5.4×L5.4 (t=0.3) | B4.4×L4.4 (t=0.3) |
| | 建屋高さ | m | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | 放水ピット深さ | m | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 3.4 | 1.2 |
| 放水路 | | | | | | | |
| 矩形開水路 | 構造 | | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート | 鉄筋コンクリート |
| | 内寸 | m | B1.2×H0.5 | B1.4×H0.5 | B1.4×H0.5 | B1.5×H0.5 | B1.0 x H0.5 |
| | 水路長 | m | 6.0 | 7.0 | 10.0 | 15.0 | 6.0 |

※:逆転ポンプの効率は有効落差と設計流量の双方に大きく依存する。規格品の逆転ポンプを使用するという条件下での設計のため、マリン-1、マリン-2、リオ-2については、結果として設計流量が利用可能流量よりも若干大きな値となった。

3.2.2.4 水車・発電設備

計画発電出力は発電所建設地点の河川水量および地形より求められる落差より決まる。本計画においては各候補地における潜在河川水量を対象地域の気象水文データと流域面積から求める。流域面積は 50,000 分の一の地図より求め、その流域の水文を気象統計データより想定し、河川の流出量を計算する。これを年間の流況曲線に描き 90%～95%確率流量を可能発電量の使用水量と想定する。一方、発電所出力は電力供給対象地区の需要を最大限に満たすように計画する。落差は現地測量結果と可能使用流量より最適土木構造物の設計を行い、取水口と発電所放水庭の水位差から総落差を求め、この落差より水路損失を差し引いた値を有効落差をとす。これらの流量、有効落差の基本仕様を候補地ごとに作成、需要に合わせた最適発電設備を検討計画するものである。

(1) 水車機種の種類

本計画の落差は 18m から 24m であり、また流量は 0.29 m³/s から 0.68m³/s の範囲である。この流量、落差の適用水車の機種は水車選定図より、横軸フランシス、クロスフロー、横軸プロペラー、ポンプ逆転水車が挙げられる。

本計画の場合は発電所地点が僻地に位置するため水車発電機の選定に当たっては保守が容易で、維持管理が最小限となる必要がある。

そのためには構造が簡単で頑丈に出来ていること、予備品が容易に入手できることが条件である。

横軸プロペラーは構造がランナー羽根、流量調整のガイドベーン、またその操作機構があり、その調整も難しく保守が容易ではない。フランシス水車も同様に水量調整のガイドベーン操作機構の制御装置が必要となり保守、維持管理が他は水車に比べて費用がかかる。

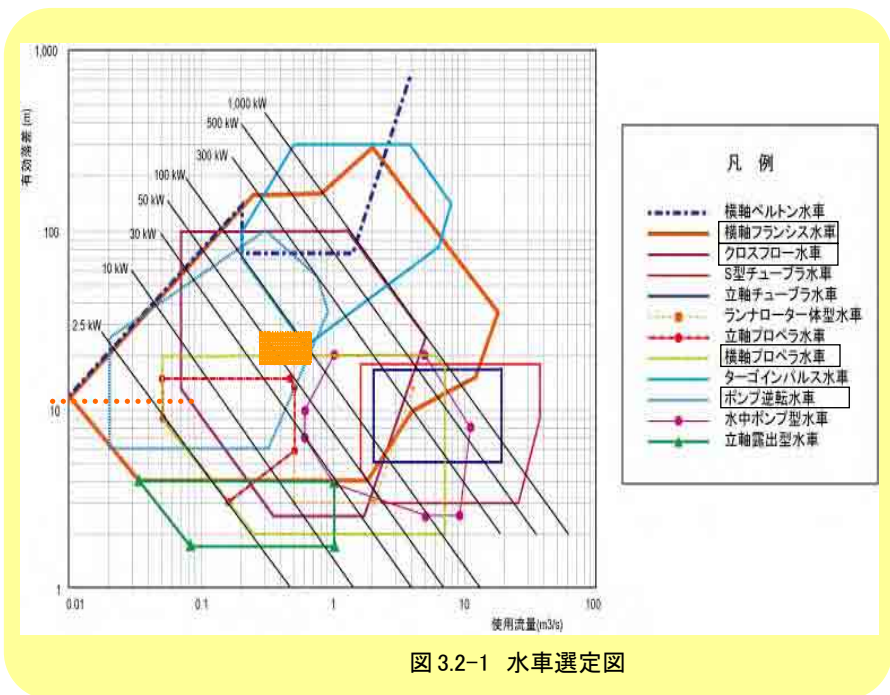


図 3.2-1 水車選定図

ポンプ逆転水車はケーシング、ランナーが鋳鉄で出来ているため、他の水車に比べて頑丈であり保守も容易である。部分負荷での効率が悪いのが欠点である。しかし、運転中負荷遮断が起きた場合でも無拘束が定格の150%程度が最大となり水車発電機の強度上緊急停止の必要がない。また、ポンプ逆転水車は汎用品の標準ポンプの適用が可能であり、新たな設計を必要としないのでこの分コストを下げる事が期待できる。またクロスフロー水車はランナーが溶接構造であるが構造自体はシンプルである。

以上の点を勘案し、本計画の適用可能水車の中よりポンプ逆転水車およびクロスフロー水車を選定する。

水車の制御は負荷変動によってゲート・ベーンで流量調整、速度調整するのが一般的であるが、今回はポンプ逆転水車またはクロスフロー水車の採用のため負荷増減に対応した流量に調整できないので、発電出力を一定に保つために擬似負荷を放水口に設ける。すなわち需要負荷と擬似負荷との和(発電機容量)の一定となる制御を行う。また発電機器の保守点検のため手動式の入口弁を水車に設ける。

(2) 発電機の選定

発電機の選定は、同期発電機または誘導発電機の選択肢がある。本計画の場合は、需要地が既存は配電系統から離れ単独系統となることから、誘導発電機の励磁供給が難しいことから、発電機制御が容易な同期発電機を採用した。

発電機電圧はその容量から経済的な値を標準電圧から選択する。本計画においては発電機容量が30kWから90kW前後となること、また「フィ」国の低圧の標準電圧を参考に3相415Vとする。

発電機の回転数は高いほど発電機寸法が小さく、重量が軽くなりより経済的となる。一般的に言えば、このクラスの発電機容量では60Hzで、1,800回転(4極)、1,200回(6極)が考えられるが、本計画では無拘束速度を考慮し回転数をより低い1,200回転を採用した。水車側の適正回転数は落差と流量から決まるが、この水車回転数が発電機より低い場合には増速装置を設置し、発電機回転数1,200回転まで上げて発電機軸と結合する。

(3) 発電設備の運転制御方式

発電設備の運転監視、起動停止作業は常駐運転員が行い、運転は常時継続運転を基本方式とする。

発電制御方式 : 監視制御は自動運転とする。発電機電圧は自動電圧調整器で行う。

負荷制御 : 水車発電機の負荷は需要家負荷の変動によって変化しないように擬

似負荷(ダミーロード)を設け一定となるように自動調整する。動作原理は、「発電機出力ー需要家負荷＝ダミーロード負荷」となるようダミーロードへの電流値を ELC(電子負荷制御装置)により周波数を条件に制御するものである。

(4) 各設備の設計

5 計画地点の水車発電機の設備出力は土木設備の基本仕様(落差、使用水量)および次の事項を考慮して 30kW ～90kW とする。

河川流量と地形測量調査結果による基本土木設計から各計画地点で 30kW ～90kW の設備出力が年間を通し連続で確保できる。河川流量は雨季と乾季では大きく変動するが、発電設備設計はその河川流況曲線よりその 90%確率の流量を水車の定格流量として行った。

発電機器設計概要は下記の通りである。

1) 機器設計

i) 水車

- 型式 : 横軸ポンプ逆転型水車(両吸込み)またはクロスフロー水車
- 调速機 : ダミーロードガバナー
- 入口弁 : 手動バタフライ弁
- 定格 : 表-3-2-6 に示すとおり。

ii) 発電機

- 型式 : 3 相交流ブラシ同期発電機
- 周波数 : 60Hz
- 結線 : 3 相 3 線式
- 絶縁 : 固定子、界磁巻線ともに F 種絶縁とする
- 定格 : 表-3-2-6 に示すとおり。

iii) 配電盤

- 型式 : 屋内自立閉鎖型直設置型
- 制御保護装置 : 状態表示器、計測表示計器、保護リレー、自動電圧調整器 (AVR)、補助リレー類、400V 開閉機器、計器用変圧器、変流器等

表-3-2-6 水車および発電機の諸元

| 機器 | 仕様 | 計画地点 | | | | |
|----|--------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | マリナー 1 | マリナー 2 | マルクサット | カンプロ | リオ 2 |
| 水車 | 有効落差 (m) | 22.93 | 23.88 | 19.31 | 18.145 | 20.84 |
| | 使用流量 (m ³ /s) | 0.31 | 0.52 | 0.68 | 0.65 | 0.26 |
| | 効率 | 0.78 | 0.82 | 0.79 | 0.79 | 0.78 |
| | 最大出力(kW) | 54 | 98 | 102 | 92 | 42 |
| | 回転数(rpm) | 1,200 | 700 | 800 | 800 | 1,200 |

| | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 増速装置 | 歯車型(比) | - | 7/12 | 3/4 | 3/4 | - |
| 発電機 | 定格容量(kVA) | 70 | 120 | 130 | 120 | 60 |
| | 定格電圧(V) | 415 | 415 | 415 | 415 | 415 |
| | 効率 | 88.0 | 87.0 | 88.0 | 88.0 | 87.0 |
| | 力率 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| | 回転速度(rpm) | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |

2) 運転制御方式

運転制御は、常駐運転員によって行う、通常の発電中は自動制御の運転方式で運転員は監視のみである。発電機の起動停止は入口弁の手動操作で行うものとする。

3) 保護方式

i) 非常停止

非常停止は保護装置により自動的に発電機主回路のしゃ断器を開き、発電機を配電系統より切り離す。同時に運転員が入口弁を手動で閉鎖し、水車発電機を安全に停止させる。

非常停止の重故障警報は配電盤に取り付けられたベルによって運転員に知らせ、直ちに入口弁を閉鎖するようにする。通常運転の状態表示、また故障表示は配電盤に取り付けられた集合表示器に故障の種別出すようにする。また、重故障の場合にはロックアウトリレーを動作させ、故障除去が確認できるまで復帰できないようにして、次期の起動条件に問題がないようにする。

ii) 警報

非常停止を伴わない軽故障警報の場合は配電盤に取り付けられたブザーによって運転員に知らせる。運転員は故障の種類、程度を判断し機器が損傷しないよう必要な措置をとる。

ベル、ブザーは運転員によって一定期間後に解除できるものとするが、重故障についてはロックアウトリレーがリセットしなければ故障表示器のランプ表示は継続するものとする。

3.2.2.5 送配電設備

(1) 設計方針

送配電線設備の設計は、NEA(National Electric Administration)にて標準化されている機材仕様があり、本計画における送・配電設計についても基本的に「フィ」国の NEA 規格に準拠して設計をする。対象地域については単独系統で将来的にも電力会社のグリッド配電線との連系は考慮していない。また、本計画が遂行されマイクロ発電設備が運用された場合は、村民を中心とした運営・維持管理となるため、信頼性および堅牢性を重視すると共に、保守にあたっての修理、消耗品等の交換も「フィ」国での資・機材の入手の容易性等も考慮した設計とする。

1) 適用基準・規格

本計画で採用する送・配電施設の仕様は NEA にて標準化されている機材仕様に準拠するが、その他設計・製作および建設、試験に係る設計基準、規格については下記によるものとする。

- (a) National Electric Administration (NEA)
- (b) Philippine Electric Code (PEC)
- (c) International Electro-technical Committee(IEC)

2) 供与区分

本計画では、対象 5 サイト周辺にて居住する住民に対し、水力発電容量を勘案し電力供給が可能な需要地 (Brangay,Sitio) に対して、発電電圧 400-440V を 13.2kV まで昇圧し、消費地に送電する計画である。送・配電線に関し我が国で資・機材の調達および建設を計画しているのは、単相変圧器 (7.62/0.24kV) までである。それ以降の低圧配電 (240V) はポールおよび電線および、それに係る付属品等は供与のみ行う計画としている。各世帯への引込み線 (ドロップワイヤー、積算単相電力量計) については、調達資・機材計画には含まれていない。

3) 使用周波数・電圧

「フィ」国における使用周波数は 60Hz であり、中電圧送電線の定格電圧は 13.2/7.62kV であり、低圧の定格電圧は 415/240 である。

4) 供給方式

一般的に、電線一本当たりの供給電力からすると、3 相 3 線式は単相 2 線式の 75% の総送電線重量で済む。しかし、三相負荷のない消費地では変圧器の二次側より、各消費地へ中性線を利用して単相 2 線で供給しているケースも「フィ」国では多い。過去における「フィ」国実績や我が国の援助による設計においても、R,S,T 各相の電力需要バランスを考慮し、発電機の昇圧用変圧器の二次側から 3 相 4 線式にて送電し、途中分岐し各消費地へは単相で送電している。これらを踏襲し、本プロジェクトでは表 3.2-7 に示す供給方式とする。

表 3.2-7 送電・配電電気方式

| 種別 | 送電定格電圧 | 供給方式 |
|--------|------------|------------------|
| 中電圧送電線 | 13.2/7.6kV | 3 相 4 線式 (中性線接地) |
| 低圧配電線 | 240V | 単相 2 線式 |

表 3.2-8 は、中電圧送電系統および低電圧配電系統における電圧降下率を示したものである。本計画において、水力発電サイトからの距離に比例する電線の抵抗を考慮し、下記の値内に電圧降下率が収まるように電線のサイズを決定した。

表 3.2-8 電圧降下率

| 種別 | 電圧降下率 | |
|---------|-------|-----------|
| 中電圧送電系統 | 一次側 | ± 1% ~ 2% |
| 低圧配電系統 | 二次側 | ± 3% ~ 5% |

5) 送電線ルート選定

水力発電5サイト内で供給対象となっている各村落への発電所からの送電線ルートは、環境社会配慮の観点からも、可能な限り伐採・伐木および村民の立ち退きの発生しないルートを選定する。また、送電柱を敷設する地盤の強度や周囲の状況を良く見極めて、崖崩れおよび台風による倒壊等のないルートを選定する。送電線完成後の維持・管理を考えると道路沿いに敷設するのが最適であるが、経済性も十分に検討し最終的に決定する。

6) 送・配電用機材仕様

i) 送電用電線

電線は一般的に周波数が増大すると電線の中心近くに電流が流れにくくなる。この性質から、電線のコアに導電率の高いアルミより、多少導電率が低い強度がある程度確保される鋼鉄を入れて、その周りに導電率の比較的良いアルミを抛った裸電線 ACSR 電線が多用されている。ACSR は従来の銅線より導電率は落ちるが、引張強度に強い為、比較的長径間にも採用されている。これにより本プロジェクトでは ACSR を採用することとし、採用に当たり電圧降下を考慮し電線サイズを決定した結果、1/0 ACSR(50mm²)以上を必要とする。また、中性線用の電線も他の電線との最大使用張力を同一にする為 1/0 ACSR(50mm²)を採用する。

本計画において、供給対象となっているサイトにおける発電所から、供給対象としている Barangay および Sitio までの中電圧送電線の延長は下記のとおりである。

表 3.2-9 各サイトの送電線路延長

| サイト名 供給方式 | 送電線延長(km) | | | | |
|--------------|-----------|-------|--------|------|------|
| | マリン-1 | マリン-2 | マルクサッド | カンプロ | リオ-2 |
| 3相4線式 | 2.40 | 3.00 | 1.2 | 0.75 | 0.45 |
| 2相3線式 | 2.30 | 1.15 | 0.9 | 0.40 | 1.45 |
| 単相2線式 | 0.65 | 8.75 | 1.45 | 2.25 | 3.65 |
| 合計 | 5.35 | 12.9 | 3.55 | 3.40 | 5.55 |
| 5サイト合計 | 30.75 | | | | |

表 3.2-10 各サイトの送電線延長

| サイト名 供給方式 | 送電線必要量(km) | | | | |
|--------------|------------|-------|--------|------|-------|
| | マリン-1 | マリン-2 | マルクサッド | カンプロ | リオ-2 |
| 1/0 ACSR | 18.69 | 34.6 | 10.92 | 9.14 | 14.10 |
| 合計 | 87.45 | | | | |

本計画においては、中電圧送電線のみならず下記に示す亘長の低電圧配電線の調達も計画され、その低電圧配電線の資・機材は 2 次運搬の最終地点まで運搬する。低電圧配電線の工事は、「フィ」国側にて行う。

表 3.2-11 各サイトの低圧配電線延長

| サイト名 供給方式 | 低圧配電線概算延長(km) | | | | |
|--------------|---------------|-------|--------|------|------|
| | マリン-1 | マリン-2 | マルクサッド | カンプロ | リオ-2 |
| 単相 2 線式 | 3.67 | 4.69 | 5.56 | 4.66 | 3.55 |
| 5 サイト合計 | 22.13 | | | | |

ii) 送電用支持物

送電線用支持物は、「フィ」国にて入手しやすいスチール製の中空ポールを採用する。

使用ポール長については、伐木・伐採の上での周囲構造物との最小離隔を考慮し決定するが、基本的には運搬時の負担等を考慮し 30(ft)ポールを使用する。縦断面において最小離隔の確保が困難な場合のみ 40(ft) または 50(ft)ポールを適用する。また、根入れの深さについては NEA で規定されている最低値を厳守する。ポール同士の径間距離は一般的には 40m~50m 程度である。その他の規定事項については NEA の NEW ENGINEERING BULLETIN DX1320 を遵守する。

表 3.2-12 送電線ポール根入れ深さ

| ポール長(ft) | 根入れ深さ(ft) |
|----------|-----------|
| 30 | 5.5 |
| 40 | 6.0 |
| 50 | 7.0 |

iii) 柱上変圧器

柱上変圧器は、各サイト内の Barangay ないしは Sitio の負荷の中心付近に設置して、低圧に降圧する計画とする。設置する変圧器の仕様は次のとおりとする。容量については NEA で標準化されている容量を、対象地域の需要および設備利用率を加味して決定する。各対象サイト内における適用変圧器容量については添付図面に示す。

表 3.2-13 柱上変圧仕様

| | |
|------|------------------------------------|
| 型式 | 単相、屋外型油入変圧器(±5%、5 ステップ) |
| 容量 | 5kVA,10kVA,15kVA,20kVA,25kVA,35kVA |
| 定格電圧 | 一次側:7.62kV、二次側 240V 単相 2 線式 |
| 冷却方式 | 自冷式 |

iv) 装柱・腕金

装柱タイプは、水平・縦方向の角度および相数を考慮して決定する。本計画では NEA にて標準化されている以下の中から選定する。

表 3.2-14 装柱タイプ

| 種別 | 装柱タイプ |
|-----|-------------------------------------------------------|
| 単相用 | A1, A1A A2 A5-1 A7 A7-1 |
| 2相用 | B1 B1A B1-1 B1-1A B2 B3 B4-1 B4-1A B7 B7-1 B8 B14 B15 |
| 3相用 | C1-1 C1-1A C1-2 C1-4 C2-2 C3-1 C7 C14 C15 |

v) 碍子

13.2kV 中電圧送電線には、単相、2 相、3 相に係りなく、直線径間にはピン碍子、角度のあるルートにはポール引き留め用に径 6 インチの碍子が 2 個連で使用される。

vi) ヒューズカットアウト・スイッチ

柱上変圧器の保護用に、変圧器の 1 次側に 15kV 以上定格 100A とし、取り付けるヒューズは変圧器容量にて決定される。

vii) 避雷器

避雷器はバルブタイプで定格は 9kV 以上とする。架空送電線の末端、架空線路開閉器の負荷側に設置する。

viii) 接地装置

電柱上に設置される配電用変圧器、避雷器、機器ケース、及びその他保安上必要な箇所は接地する。接地極は基本的に NEA の標準化された仕様を使用する。

3.2.3 基本設計図

本プロジェクトの対象サイトの位置は巻頭の「プロジェクト位置図」に示すとおりである。また、本プロジェクトの基本設計図を表 3.2-15 の通り巻末に添付する。

表 3-2-15 基本設計図・図面リスト

| Draw. No. | Title |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| | (Maling-1) |
| MMS-001 | Maling-1, Malign-2, Malkusad Micro Hydro Power Station Access Plan |
| M1-C-001 | Maling-1 Micro Hydro Power Station General Plan |
| M1-C-002 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Waterway Profile and Sections |
| M1-C-003 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Intake Weir (Plan & Sections) |
| M1-C-004 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Head Tank (Plan & Sections) |
| M1-C-005 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Power House (Plan & Sections) |
| M1-E-001 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Plan |
| M1-E-002 | Maling-1 Transmission Line Plan |
| M1-E-003 | Maling-1 Transmission Single Line Diagram |
| | (Maling-2) |
| M2-C-001 | Maling-2 Micro Hydro Power Station General Plan |
| M2-C-002 | Maling-2 Micro Hydro Power Station Waterway Profile and Sections |
| M2-C-003 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Intake Weir (Plan & Sections) |
| M2-C-004 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Head Tank (Plan & Sections) |
| M2-C-005 | Maling-1 Micro Hydro Power Station Power House (Plan & Sections) |
| M2-E-001 | Maling-2 Micro Hydro Power Station Plan |
| M2-E-002 | Maling-2 Transmission Line Plan |
| M2-E-003 | Maling-2 Transmission Single Line Diagram |
| | (Maluksad) |
| MS-C-001 | Maluksad Micro Hydro Power Station General Plan |
| MS-C-002 | Maluksad Micro Hydro Power Station Waterway Profile and Sections (1/2) |
| MS-C-003 | Maluksad Micro Hydro Power Station Waterway Profile and Sections (2/2) |

| | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| MS-C-004 | Maluksad Micro Hydro Power Station Intake Weir (Plan & Sections) |
| MS-C-005 | Maluksad Micro Hydro Power Station Head Tank (Plan & Sections) |
| MS-C-006 | Maluksad Micro Hydro Power Station Penstock & Powerhouse (Plan & Sections) |
| MS-E-001 | Maluksad Micro Hydro Power Station Plan |
| MS-E-002 | Maluksad Transmission Line Plan |
| MS-E-003 | Maluksad Transmission Single Line Diagram (Cambulo) |
| CB-G-001 | Cambulo Micro Hydro Power Station Access Plan |
| CB-C-001 | Cambulo Micro Hydro Power Station General Plan(1/2) |
| CB-C-002 | Cambulo Micro Hydro Power Station General Plan(2/2) |
| CB-C-003 | Cambulo Micro Hydro Power Station Waterway and Headrace Sections (1/2) |
| CB-C-004 | Cambulo Micro Hydro Power Station Waterway and Headrace Sections (2/2) |
| CB-C-005 | Cambulo Micro Hydro Power Station Intake Weir (Plan & Sections) |
| CB-C-006 | Cambulo Micro Hydro Power Station Settling Basin (Plan & Sections) |
| CB-C-007 | Cambulo Micro Hydro Power Station Head Tank (Plan & Sections) |
| CB-C-008 | Cambulo Micro Hydro Power Station Penstock & Powerhouse (Plan & Sections) |
| CB-E-001 | Cambulo Micro Hydro Power Station Plan |
| CB-E-002 | Cambulo Transmission Line Plan |
| CB-E-003 | Cambulo Transmission Single Line Diagram (Liwo-2) |
| LW-G-001 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Access Plan |
| LW-C-001 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station General Plan |
| LW-C-002 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Waterway Profile and Headrace Sections (1/2) |
| LW-C-003 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Waterway Profile and Headrace Sections (2/2) |
| LW-C-004 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Intake Weir (Plan & Sections) |
| LW-C-005 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Head Tank (Plan & Sections) |
| LW-C-006 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Penstock & Powerhouse (Plan & Sections) |
| LW-E-001 | Liwo-2 Micro Hydro Power Station Plan |
| LW-E-002 | Liwo-2 Transmission Line Plan |
| LW-E-003 | Liwo-2 Transmission Single Line Diagram |
| FP-E-001 | Support Fitting Types for Single Phase |
| FP-E-002 | Support Fitting Types for Two Phase |
| FP-E-003 | Support Fitting Types for Three Phase |

3.2.4 施工計画／調達計画

3.2.4.1 施工方針／調達方針

本プロジェクトを我が国の無償資金協力制度の枠組みに基づいて実施される。従って、本計画はわが国政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)がとりかわされた後に実施が開始されることとなる。以下に本計画を実施するにあたり、基本事項および特に配慮を要する点を述べる。

(1) 「フィ」国側の実施体制

「フィ」国側の本プロジェクトの完成までの責任機関はエネルギー省(DOE)エネルギー利用管理局(EUMB)であり、その中の組織である再生可能エネルギー管理課(REMD)が実施にあたる。

本プロジェクトを円滑に実施するにあたり、REMD は本プロジェクトを担当する専任要員を最

低2名配置し、本邦のコンサルタントおよび請負業者と綿密な連絡・協議をおこなうことが必須である。選任された専任要員は「フィ」国側政府関係者はもとより、対象村落の LGU および住民に対しても十分な説明を行い計画内容の理解を得るとともに建設工事中の安全確保についても注意を促し、本計画の進行および維持管理に対し協力するよう理解を求める必要がある。

(2) コンサルタントおよび現地コンサルタント

本計画の施設建設および機材調達・据付工事を実施するため、我が国のコンサルタントが「フィ」国政府と設計監理契約を締結し、本計画にかかる実施設計と施工監理業務を実施する。また、コンサルタントが入札書類を作成するとともに、事業実施主体であるエネルギー省が実施する入札資格審査と入札実施を補助する。

また、本件はプロジェクトサイトが5箇所であることから、邦国コンサルタントの下請けとして現地コンサルタントを活用し現場の常駐監理をおこない、各サイトの品質管理、安全管理、工程管理をおこなう。

(3) 請負業者と現地業者の活用

我が国の無償資金協力の枠組みに従い、入札で「フィ」国側によって選定された日本国法人の請負業者により、本計画の施設の建設と資機材調達および据付工事を実施される。

また、現地業者については、日本人技術者の管理のもとで、発電所建設に伴う各種土木構造物の工事、送電線の建設等の作業については類似業務の経験が豊富な現地工事会社を下請けとして活用することが重要である。

(4) 技術者派遣の必要性

本計画は5箇所の水力発電所と送電線設備の建設ならびに設置工事等技術分野が多種多様に渡っている。このため工期、品質、安全管理を確実に実施するため業者においては、工事全体を一貫して管理・指導できる技術者である資機材調達管理要員を日本から派遣することが不可欠である。

3.2.4.2 施工上／調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

北部ルソンは台風通過ルートにあたり、毎年台風襲来に伴う集中豪雨や洪水により、大規模な地滑りにより道路が通行不能となったり、河川の増水により橋梁が被害を受ける。幹線道路より外れた地方道路は十分な維持管理が行われておらず、大規模な地滑りが生じると復旧にかなりの時間を要する。対象サイトはいずれも幹線道路より遠く離れており、山岳道路によるアク

セスの距離が長い。したがって、資機材の搬入は、7月～10月の台風シーズンを避けて乾季に行うよう計画する必要がある。

道路終端より発電所サイトまでは、資機材は人力による運搬が必要である。アクセスは住民が利用している山道を利用するが、雨季には地滑りで危険な箇所や急斜面で滑りやすい箇所も多くなり危険な状況となる。このため、現地への資機材の搬入はできる限り乾季に計画するとともに雨季には十分な安全対策を講じる必要がある。

水車、発電機、変圧器等の重量物や鉄管、電柱等の長尺物も人力で輸送することになるので、アクセスの状況、天候を配慮して安全な輸送計画を立てる必要がある。

対象サイトのうち、マルクサッド、カンプロおよびマリン-2 サイトは流域面積も大きく、雨季にはかなりの河川流量がある。したがって、堰堤、取水口等の河川工事は、安全が確保されて水替工事の規模が小さくできるよう、乾季終盤の河川水位が最も低くなる期間に集中して行うよう計画する必要がある。

乾季に効率的に工事を進めるために、サイトには十分な資機材を確保して、複数の工事を同時に進める必要があり、適切な工事計画、工程管理が重要となると共に、サイト周辺には作業工程を考慮した適度な広さの資材置き場が必要である。また、気象、地質等による工事への影響も考慮して工程を見直していく必要がある。このようなきめ細かい施工管理には我が国からの技術者を派遣して行なう必要がある。

堰堤、取水口では、岩盤、巨礫掘削等で発破工事が必要となる。また、導水路ルート沿いには急斜面掘削工事も必要となる。このような危険な工事に対しては、作業員だけでなく地域住民の安全についても十分配慮した対策を立てる必要がある。

(2) 調達上の留意事項

1) 機器の設計

現場作業が決められた工程に従って円滑に実施されるためには、資機材を計画に合わせて発送することが不可欠である。今回実施する各現場への資機材搬入は非常に困難であること、さらに現地製造業者の納期意識の希薄性等を考慮して資機材の手配、調達、製造、納期が適時に行われるよう一貫した調達監理(管理)が必要である。

現地調査の結果、発電所の運転・保守は地元の住人が参画する村落電化組合がおこなうことより運転・保守が簡便で且つ故障発生が少ない機材・構成を優先することを調達方針とする。

水車・発電機については過去の実績より、「フィ」国内製品は故障が多発していることから、本プロジェクトにおいては適さないと判断する。また第三国製品も考えられるが、新エネルギー財団によりレイテ島に納入されたパイロットプラント設備においても、建設後2年程

度で故障があり、日本製に交換したこともあり、長期的な信頼性も勘案して本プロジェクトにおいては本邦製を使用することを推奨する。

一方、送電・配電線資材、つまりアルミ電線、ケーブル、電柱、変圧器、また鉄管、ゲート等については、「フィ」国内電力会社で十分納入実績があるので、マニラで調達できる比国製を使用する。なお、アルミ電線、電力ケーブル、制御ケーブルについては調査期間中に工場を視察し、参考価格を入手したが、品質面と受注製作に見合う発注数量も解決出来る見込みであることから現地調達は可能と判断した。

2) 調達管理

現場作業が決められた工程に従って円滑に実施されるためには、本プロジェクトで調達する資機材を計画に合わせて遅滞なく現場へ輸送することが不可欠である。本邦からサイトまでの輸送は、海上及び陸路を合わせて 20 日程度と予想されることから、比較的輸送工程は管理しやすい。本プロジェクトの請負業者は、資機材の手配・調達、製造などが適時に行われるよう留意し、各経由地での通関手続きなどに時間がかかり本プロジェクトの進捗に影響を及ぼさないよう、きめ細やかな調達管理を実施する必要がある。

3) アフターサービス体制

本プロジェクトの完了後も、請負業者は故障時の対応、スペアパーツの供給などのアフターサービスの提供が必要であるため、当該資機材及び設備の引き渡し後の連絡体制についても十分に配慮する必要がある。

3.2.4.3 施工区分／調達・据付区分

日本側と「フィ」国側の施工区分／調達・据付区分を表 3.2-16 に示す。

表 3.2-16 施工区分／調達・据付区分

| No. | 項目 | 日本側負 | 「フィ」国 |
|-----|---------------------------------|------|-------|
| 1) | 恒久設備のための用地確保 | | ○ |
| 2) | 工事中に必要な用地の無償提供および障害物の除去 | | ○ |
| 3) | 対象サイト村落へのアクセス道路の保守・整備 | | ○ |
| 4) | 5 水力発電所サイトの取水設備の建設 | ○ | |
| 5) | 5 水力サイトの導水路設備の建設 | ○ | |
| 6) | 5 水力サイトの発電建屋の設置および発電機器の建設 | ○ | |
| 7) | 発電所～各村落への送電線の建設 | ○ | |
| 8) | 各村落の送電線端変圧器 2 次側～需要家近辺の配電線資材の調達 | ○ | |
| 9) | 前項 8) にて供与された配電線資材の設置工事 | | ○ |
| 10) | 需要家引込み線の設置 | | ○ |
| 11) | 需要家積算電力計の設置 | | ○ |
| 12) | 村落電化組合(BAPA)の形成、運営 | | ○ |

特に、送配電線の工事区分においては、発電所より村落、または集落中心までの送電線は

設置工事まで日本側で実施するが、そこより各需要家付近までの配電線資材は調達のみ日本側の範囲とし、同資材の設置工事は「フィ」国側とする。

3.2.4.4 施工監理計画／調達監理計画

(1) 基本方針

コンサルタントは我が国の無償資金協力制度に基づき、基本設計の趣旨を十分に踏まえた上で、日本政府によって計画の妥当性を確認した後、両国間で交換公文(E/N)の取り交わしが行われプロジェクトが開始される。実施設計・施工管理業務を遂行するに当たっては、プロジェクト管理チームを編成し、本プロジェクトの円滑な実施が重要事項となるが、下記事項に留意して体制を確立する。

- (a) 本プロジェクトの実施に至る背景を理解する
- (b) 基本設計調査報告の内容を理解する
- (c) 我が国の無償資金協力の仕組みを理解する
- (d) 二国間で締結された交換公文 (E/N) の内容を把握する
- (e) 現地の施工条件を十分考慮する
- (f) 村落電化組合の設立に当り技術プロジェクトチームと十分に協力する
- (g) 将来も含めた本プロジェクトに関係するステークホルダーを把握する
- (h) ソフトコンポーネントを実施する意義を十分に理解し、実施する

上記項目を踏まえコンサルタントは契約書に示された資機材の性能・品質・納期を確保し、本プロジェクトの工事が所定の工期内に完了するよう工事の進捗を監理するとともに、現場での工事が安全に実施されるように、①工程管理、②安全管理、③品質管理に関し重点的に監理し、請負業者に対し指導することを基本方針とする。

(2) コンサルタントの業務内容

「フィ」国側の実施機関である DOE と日本法人コンサルと間でコンサルタント業務契約を結ぶ。コンサルタント業務契約に含まれる主な業務内容は次のとおりである。

- 1) 実施設計・入札書類の作成
 - i) 実施設計

基本設計調査の結果をふまえ、現地調査および「フィ」国側との協議を通じて工事費の確認と共に先方の負担工事も明確にする。入札図書作成に先立ち、設計内容の確認、工事費の積算、施工計画の策定を行う。

- ii) 入札図書の作成

詳細設計、施工計画および無償資金協力の制度に従い入札図書を作成する。

- 2) 調達監理
 - i) 入札業務

入札公示、質問・回答、入札の立ち会い、入札結果の評価、契約交渉の補助及び業者契約の立ち会いを実施する。

ii) 監督業務

着手前関係者協議、設計図の承認業務、出荷前製品検査、現地据付工事監理、工事期間中の業務報告書の作成、中間出来高証明書発行、竣工検査と手続きを実施する。

iii) 建設・据付工事完了後業務

竣工証明書の発行、竣工引渡手続き業務、最終業務報告書作成及び1年後に実施される竣工後検査(瑕疵検査)業務が含まれる。

(3) コンサルタントの実施体制

上述したコンサルタント業務を円滑に遂行する為には類似業務経験が豊富であり、本プロジェクトの内容を十分に理解しているものをプロジェクト総括業務の長にして、詳細設計業務、入札業務、承認図面審査および製品検査、工事監理業務を担当する各スタッフによる実施体制を整える必要がある。

1) 詳細設計の実施体制

コンサルタントによる実施設計と入札図書の作成には、表 3.2-17に示す要員が必要である。

表 3.2-17 実施設計要員計画

| 名称 | 担当業務 |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 業務主任 | 本計画の背景・目的を十分理解して業務全般の監理業務を行う。特に全体的な工程と業務期間中の進捗状況を把握し、必要に応じて各担当者に対して適切なアドバイスを行う。入札公示、入札立会い、入札書類評価、契約交渉および契約立会い業務を行う。 |
| 土木施設設計 A 土木施設設計 B | 策定された基本計画に基づき、5 マイクロ水力発電所の土木構造物の詳細設計、図面作成を行う。 なお、土木施設設計 A は、業務主任と協働して、入札公示、入札立会い、入札書類評価、契約交渉および契約立会い業務を行う。 |
| 水門鉄管技師 | 策定された基本計画に基づき、5 マイクロ水力発電所の水門、鉄管の鋼構造物の機器や資材の仕様書作成、詳細設計、図面作成等を行う。 |
| 機材設計1 (水車発電設備) | 策定された基本計画に基づき、5 マイクロ水力発電所の水車発電機の仕様書作成、機器配置設計、詳細設計、図面作成等を行う。 |
| 機材設計 2 & 3 (送配電設備 A) (送配電設備 B) | 策定された基本計画に基づき、5 マイクロ水力発電所の変電設備、送配電設備の機器や資材の仕様書作成、詳細設計、図面作成等を行う。また配電設備については現地調査を実施し調達数量を確定する。 |
| 施工計画・積算 /土木 | 策定された基本計画に基づき、5 マイクロ水力発電所の土木工事施工計画および積算を行なう。 |
| 入札図書作成 | 本計画の為の入札書類の作成と取りまとめを行う。 |

2) 調達監理の要員計画

コンサルタントの調達監理体制として下記の邦人要員が必要である。

表 3.2-18 調達監理・施工監理

| 名称 | 担当業務 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 施工監理技師 | 全体的な工程監理と業務期間中の進捗状況を把握し、必要に応じて各担当者に対して適切なアドバイスを行う。村落電化組合の形成、運営、維持管理に係る指導、支援体制の確立等を技術協力プロジェクトと密接に協力して行い、電化組合の育成、強化を図る。 |
| 常駐施工監理技術者(土木施設) | 工事着工より竣工まで 5 マイクロ水力発電所における土木構造物および発電所建屋の施工監理を行うとともに、現地業務全体を監理するものとする。なお、工事量の少なくなる雨季においては、土木設備担当が対応する。土木設備担当現地雇員よりの現場進捗状況報告を把握し、適切な指示を与える。 |
| 施工監理技師(土木施設) | 雨季において、5 マイクロ水力発電所における土木構造物および発電所建屋の施工監理を行う。土木設備担当現地雇員よりの現場進捗状況報告を把握し、適切な指示を与える。 |
| 水門鉄管担当 | 5 マイクロ水力発電所の水門および水圧鉄管の加工図面承認、工場製作検査結果の照査、据付時における施工監理等を行う。水門鉄管担当現地雇員よりの現場進捗状況報告を把握し、適切な指示を与える。 |
| 検査技術者 1 (水車発電) | 水車発電設備の承認申請図面の精査および製品の工場立会い検査を行う。 |
| 検査技術者 2 (送配電) | 送配電設備の承認申請図面の精査をおこなう。 |
| 調達監理技術者 | 竣工引渡しの支援を行う。 |
| 調達監理技術者 (水車発電) | 5 マイクロ水力発電所の水車発電機に関して業者が行なう工場検査結果の照査、輸送・梱包・保管方法等の精査、図面承認および据付時における施工監理等を行う。水車発電設備担当現地雇員よりの現場進捗状況報告を把握し、適切な指示を与える。 |
| 調達監理技術者 (送配電) | 5 マイクロ水力発電所の昇圧用変圧器 2 次側から各サイト内消費地までの高圧配電線設備の資機材検査結果の照査、施工監理等を行う。送配電設備担当現地雇員よりの現場進捗状況報告を把握し、適切な指示を与える。 |
| 完成検査 | 試運転の際に機器検査、完成試験の立会い・承認を行なう。 |

本プロジェクトは、発電サイト数が多く配電線もかなりの延長距離になる上、現地へのアクセスが困難という事実がある。また一旦現地に入ると衛星電話でしか外部とは連絡が出来なく、英語での意志の疎通も困難なことも想定されるため、邦人コンサルタントに加え、現地のローカルコンサルタントを最大限活用する。

3.2.4.5 品質管理計画

本事業において品質を確保する対象としては、発電土木工事(取水堰堤、導水路、沈砂池、発電所建屋)、水圧鉄管・水門工事、水車発電機、送配電設備である。各工事および調達品の品質管理項目は表 3.2-19 に示すとおりである。

表 3.2-19 品質管理計画

| 管理項目 | 内容 | 方法 |
|-----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 土木(コンクリート)工事 | スランブ試験 圧縮強度試験 | 各構造物 2 回 28 日強度試験を各サイトにおいて取水堰堤、導水路、発電所の構造物にて実施する。 |
| 2. 水圧鉄管・水門工事 | 通水試験 止水試験 | 鉄管:現場における通水試験 水門:現場にて止水検査試験 |
| 3. 水車・発電機 | 水車 発電機 制御装置 | 工場検査要領書の精査 工場立会い検査、工場検査結果報告書の照査 梱包、輸送、現場保管方法の精査 据付要領書、現場検査要領書の精査 試運転・調整・検査の立会い |
| 4. 送・配電線工事 | | 数量検査、性能確認 |

3.2.4.6 資機材等調達計画

(1) 資機材の調達国を表 3.2-20 に示す。

表 3.2-20 資機材の調達計画

| No. | 項目 | 現地調達 | 日本 | 第三国 |
|-----------------|--------------|------|----|-----|
| 建設工事用資機材 | | | | |
| 1) | 砂・砂利・雑石 | ○ | | |
| 2) | セメント | ○ | | |
| 3) | 鉄筋・鋼材 | ○ | | |
| 4) | 発電所建屋資材 | ○ | | |
| 5) | 水圧鉄管 | ○ | | |
| 6) | 水門 | ○ | | |
| 水力発電設備 | | | | |
| 7) | 水車・発電機 | | ○ | |
| 8) | 同上制御盤 | | ○ | |
| 送電・配電線路 | | | | |
| 9) | 支持物(スチールポール) | ○ | | |
| 10) | 電線・ケーブル類 | ○ | | |
| 11) | 変圧器・開閉器 | ○ | | |

3.2.4.7 初期指導・運用管理

マイクロ水力発電設備の運用、維持管理は利用者である BAPA が主体となっていくが、LGU からの支援、DOE によるモニタリングも不可欠である。

プロジェクトの承認が得られた時点で現在進行している技術協力プロジェクトチームと協働して運営可能な適切な BAPA の組織形成、規約整備等について指導するとともに建設中においても継続して指導を行う必要がある。

技術面に関する初期指導、未電化村落には単独で水力発電設備を扱える電気技術者が皆無と考えられるため。電気系統や水車発電機関係の事故を想定して、地域配電会社等の支援体制を整えておくことが重要である。

組織が良好に機能している共通点は、電気料金を確実に徴収し、透明性のある会計、経理が行われている点である。しかしながら、貧富の差が大きかったり、全体的に村民の収入が少ない村もあるので村落毎にその事情に適した組合を考案する必要がある。

3.2.4.8 実施工程

本プロジェクトの実施工程は交換公文(E/N)の締結から、工事の完了までを 20.0 ヶ月と計画する。実施工程表を表 3.2-21 に示す。

表 3.2-21 業務実施工程表

| 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-------------------------------------------|---|---|--------|---|----------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 実 施 設 計 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (現地調査) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | (詳細設計) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | (入札図書作成) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | (入札) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 機 材 調 達 据 付 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 土 木 工 事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>凡例</p> <p>□ (国内作業)</p> <p>■ (現地作業)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.3 相手国側分担事業の概要

本事業の実施において、次の作業は「フィ」国側の分担事業とする。

(1) VAT の予算の措置

(2) 各村落の送電線端変圧器2次側～需要家近辺の配電線据付工事

同範囲の低圧配電線の電柱、電線は本事業において調達されるが、据付工事は「フィ」国側にて実施。

(3) 村落へのアクセス道路の補修

村落へのアクセス道路は法面保護が十分でないために、特に雨季においてはしばしば土砂崩れにより交通遮断される。同道路は資材運搬に不可欠であり、速やかな補修を「フィ」国側 LGUs にて実施

(4) 発電施設・送電線建設用地の無償提供

水力発電所建設における、取水堰堤、導水路、沈砂池、水槽、水圧鉄管、発電所敷地および送電線ポールの設置用地、および送電線上空占有の無償提供

(5) 発電機、送電線工事に必要な用地の無償提供および障害物の除去

恒久設備以外の工事中に必要な仮設設備、資材置場、アクセス仮道路用地の無償提供および支障木の伐採

(6) プロジェクトの実施に必要な人員および経費の確保

(7) その他の手続きなど

- 銀行取極・支払授權書の発給等
- 輸入に関する通関手数料の負担と所要手続き
- 本プロジェクトに係わる日本人を含む外国人に対する各種免税措置
- 本プロジェクトの実施に際し、我が国の無償資金協力で負担されない事項の全ての負担
- 各種関連機関との調整・申請・承認

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

プロジェクト完遂後、将来に亘り運転・保守を問題なく実施するには以下に述べる(1)～(4)のような対策が必要である。

(1) 村落住人のプロジェクト実施への協力

運営維持管理は対象村落住人が主体になって行うため、住民の参加意識が重要である。基本設計現地調査においていずれのサイトでも積極的な住民の参加意識を確認している。プロジェクトを円滑に進めるためには、工事期間中の労働力の提供や、資機材設置の為に村民の理解が重要である。

(2) 運転・保守体制の構築

(a) 技術協力プロジェクトチームとの協働

プロジェクトの持続的な運営を行なうためには、村落電化組合の形成、運営、維持管理に係る指導およびトレーニング、LGUs による支援体制の確立、DOE によるモニタリングの確立等が重要であり、本プロジェクトチームは、技術協力チームと密接に協力していく必要がある。

(b) 適正な収入および電気料金

将来に亘り発電所の運営を持続させる為には、確実に所定の電気料金収入を徴収して健全な運営をしていかなければならない。必要な支出とのバランスを考慮して電気料金を対象サイト毎に設定する必要がある。村落電化組合は公正かつ透明な会計報告を行う等、利用者への説明責任の義務を課す。

(c) 村落電化組合の設立と運営規則の作成

村落電化組合には、文書化したルールが必要である。組合員の義務、罰則規定等を明記した運営規則を地域住民の合意のもと作成する必要がある。

(3) DOE および地方政府の協力

(a) 初期における技術習得・移転の際の DOE からの人員の派遣

基本的に日常定期点検、簡易な保守等は村落電化組合の運転員、点検保守要員が行なうが、電気、機械等の専門知識がない、このため地方の配電会社、NGOs の技術者のネットワークを構築することが必要である。これらの支援体制の確立はDOE およびLGUs の支援が必要であり、運開初期においては、小さなトラブルでも放置されれば問題が拡大することも予想されるため、初期段階では DOE および地方政府の監督、支援が重要である。

(b) 地方政府や DOE からの資金面の援助

受益者から徴収する電気料金の中には日常の消耗品、短期の交換部品のほかに高価な交換部品、機器の更新、緊急の事故に対してもある一定の、修繕費用の積み立てを考える必要

がある。後者の高価な費用を要する修繕、予期し得ない事故による故障に対しては、村落電化組合の積立金では不足することから貸付制度を検討する必要がある。

(4) 運転・保守技術の習得

(a) 建設時からの村民参加によるオンザジョブトレーニングの実施

建設工事中において、対象サイトの住民が建設工事に参加、協力することにより、村民の参加意欲を高めると共に、運開後の修繕工事等が設備の所有者である住民自ら行なうことが出来るようにする。

(b) 機器供給メーカーとガイダンス契約ガイダンス

初期のオーバーホールなど、村民独自で実施するのは困難であるため、機器供給メーカーとガイダンス契約を結ぶことも計画する。この際、費用負担を考慮して、「フィ」国国内の業者での対応を優先的に考える。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本プロジェクトを無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、7.93 億円となり、先に述べた日本と「フィ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件の下、次の項目(1)、(2)のとおりと見積られる。ただし、下記の概算総事業費は暫定値であり、必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

日本側負担経費は表 3.5-1 に示すとおりである。

表 3.5-1 日本側負担経費

カリंगा州3サイト、イフガオ州2サイト 計5サイト総出力 334kW の水力発電設備

| | 費目 | 概算事業費(百万円) | |
|-------------------|------------------------------------|------------|-----|
| 施設 | 5サイトの発電設備の、土木工事、発電所建屋工事、ゲート・水圧鉄管工事 | 311 | 613 |
| 機材 | 5サイトの水車・発電機、同制御保護装置、送電線、配電線 | 302 | |
| 実施設計・施工/調達監理・技術指導 | | 84 | |

概算事業費(小計)

約 697 百万円

(2) 「フィ」国側負担経費

| | | |
|------------------------------|-------------|--------------|
| 1) VAT | 3,433 万 PhP | (約 83.8 百万円) |
| 2) 低圧配電線の据付工事 | 220 万 PhP | (約 5.4 百万円) |
| 3) サイトまでのアクセス道路の補修 | 130 万 PhP | (約 3.2 百万円) |
| 4) 用地の取得 | 40 万 PhP | (約 1.0 百万円) |
| 5) 不要な既設設備の撤去 | 20 万 PhP | (約 0.5 百万円) |
| 6) 職員の交通費 | 50 万 PhP | (約 1.2 百万円) |
| 7) B/A および A/P (支払い金額の 0.1%) | 29 万 PhP | (約 0.7 百万円) |
| 合計 | 3,922 万 PhP | (約 95.8 百万円) |

(3) 積算条件

- 1) 積算時点: 平成 18 年 12 月
- 2) 為替交換レート 1 US\$ = 117.55 円、1Php=2.44 円
- 3) 施工・調達期間 詳細設計、工事・機材調達の期間は3.2.4.8節で述べた業務実施工程に示した通りである。
- 4) その他 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえておこなうこととする。

3.5.2 運営・維持管理費

対象となっているサイトは未電化地区である為、発電事業に関する運営・維持管理の実績はない。

本プロジェクトは無償資金事業の枠内で行われる為、初期設備費用については無償である。しかし、事業を安定的に継続させる為には、運転維持管理に係る費用や設備の更新に係る費用を確保できるような体制を組んでおく必要がある。これについては、技術協力プロジェクトチームと協働で計画する必要がある。

表 3.5-2 主な運転管理経費項目

| 主な支出項目 | |
|--------|-----------------------|
| 1) | BAPA 役員手当て |
| 2) | 人件費(運転員、料金集金人、送電線巡回員) |
| 3) | スペアパーツ購入費用およびその工事費 |
| 4) | 設備更新のための積み立て |
| 5) | その他直接経費(事務所経費) |
| 6) | その他(積立金、バッテリー購入費等) |

上記に示す支出が収入とバランスするように電気料金を決定することとなるが、当然各サイトにおける供給世帯数やそれに対する配電線設備が違う為、収入に基づく料金設定も違ったものになる。

(1) 運転保守要員配置計画

運転維持管理要員は、各サイト下記のとおりと仮定される。

表 3.5-3 運転維持管理要員

| | 名称 | 名(1サイトにつき) | 給与 | 備考 |
|----|---------|--------------|-------------|---------------|
| 1) | BAPA 役員 | バランガイで 3 名以上 | 1000p/month | |
| 2) | 運転員 | 3 名 | 200p/day | 3 シフト |
| 3) | 料金徴収員 | 2~5 名 | 500p/100H/H | サイトによる |
| 4) | 送電線巡回員 | 1~3 名 | 300p/day | 1 名当り 4km 週1回 |

各サイトにおける運転維持管理に係る要員は表 3.5-4 に示すとおりとなる。

表 3.5-4 運転維持管理に係る必要人員(日)

| 必要人員 | マリン-1 | マリン-2 | マルクサッド | カンプロ | リオ-2 |
|------------|-------|-------|--------|------|------|
| 1) BAPA 役員 | 3 名 | 3 名 | 4 名 | 4 名 | 3 名 |
| 2) 運転員 | 3 名 | 3 名 | 3 名 | 3 名 | 3 名 |
| 3) 料金徴収員 | 3 名 | 4 名 | 5 名 | 4 名 | 2 名 |
| 4) 送電線巡回員 | 2 名 | 3 名 | 1 名 | 1 名 | 2 名 |
| 計 | 11 名 | 13 名 | 13 名 | 12 名 | 10 名 |

(2) 運転維持管理費

1) 想定人件費

運転維持管理費といっても、表 3.5-2 に示すように様々な支出が考えられる想定される人件費は表 3.5-5 に示すとおりとなる。

表 3.5-5 必要想定人件費(月)

| 必要想定人件費 (Php) | マリン-1 | マリン-2 | マルクサッド | カンプロ | リオ-2 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1) BAPA 役員 | 3,000 | 3,000 | 4,000 | 4,000 | 3,000 |
| 2) 運転員 | 18,000 | 18,000 | 18,000 | 18,000 | 18,000 |
| 3) 料金徴収員 | 1,500 | 2,000 | 2,500 | 2,000 | 1,000 |
| 4) 送電線巡回員 | 2,400 | 3,600 | 1,200 | 1,200 | 2,400 |
| 計 | 24,900 | 26,600 | 25,700 | 25,200 | 24,400 |

2) スペアパーツ購入費

本プロジェクトでは堅牢性・信頼性を重視した設備を計画している為、計画されるスペアパーツは消耗品が中心となるが、本計画では供与年数は 7 年である。それ以降については、村民が支払う電気料金に上乗せされることになるが、どのパーツをどれぐらいの年数にて更新しておくか、消耗品について交換年数を決めておく必要がある。

また、瑕疵担保期間外での故障における部品の交換の諸費用については、電気料金に上乗せするには、受益者の負担が大きいので、DOE ないしは地方政府からの貸付を考慮する必要がある。

3) 水力発電施設更新費用

将来、電力会社よりの送配電線の延長がある場合には、現在の設備更新の為の費用は考慮する必要はない。同一の施設更新の為の費用を電気料金に上乗せするのは現実的ではない。水力発電設備は適切な維持補修管理を行えば 30 年以上使用可能である。

4) その他の経費

事務所に係る経費が考えられるが、会議の際には既存の小学校公共施設等を使用すれば良く、パソコンやプリンターなどは学校に設置し共用するようにする。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本プロジェクトの円滑な実施に直接影響を与えられとされる留意事項は、3.3 節に述べた「フィ」国側負担分事業の全てを、プロジェクトの進行に合わせてタイムリーに実施させることである。その中でも特に重要な点を以下に述べる。

- 1) 「フィ」国側負担である送電線端変圧器 2 次側~各世帯付近までの配電線の据付工事（資機材は本計画にて調達）については、フィ側にて予算を確保し、本事業の完成に合わせたスケジュールにて施工されること。
- 2) 発電設備のうち土木構造物が、サイトによっては既存の農作地を恒久的に占有する。また建設時にもその周辺の作業用地、資材運搬路として一次的に占有するため農作物の収穫ができない。これらの事項は事前に DOE より LGU を通じ村落住民に十分な説明を行い、理解を得ることが肝要である。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

(1) 直接効果

5 サイトに対し合計 334kW の水力発電設備が導入され、10 村落の、人口 8,000 人、1,600 世帯の電化が可能となる。1 世帯当り 200W が年間を通して 24 時間供給されることになる。

(2) 間接効果

- 1) 地域住民が電気を利用した、脱穀機の導入等生計向上活動を行なうことによって、住民の収入増加につながり、貧困の削減につながる。
- 2) 電灯使用による夜間における学習が可能となり、勉学環境の向上を図られる。
- 3) テレビ、ラジオの導入によるリアルタイムでの情報の入手、また冷蔵庫、洗濯機の導入による生活環境の改善が期待できる。
- 4) 「フィ」国における村落電化組合のモデルが形成される。

4.2 課題・提言

4.2.1 相手国の取り組むべき課題・提言

本計画の効果が発現・持続するために、「フィ」国側が取り組むべき課題は以下の通りである。

- 1) 電気料金は、地域住民の収入レベルを考慮して設定することも必要であるが、適正な運転・維持管理、補修、持続性のある運営に必要な費用を、電気料金として住民より、遅滞なく、確実に徴収することが不可欠である。
- 2) 運転員、点検・保守要員ならびに経理、会計担当者は、必ずトレーニングに参加し、必要な能力の取得を図る。これらのキーパーソンは運開後も継続して任務に当たることが重要である。
- 3) DOE 職員、LGUs関係者は村落電化組合の技術支援および資金支援にあたる。
- 4) 運転員、点検・保守要員ならびに経理、会計担当者は、定期的にトレーニングを受けて、

技術の維持向上に努める。

- 5) 村落電化組合は、運営状況を LGUs に対して報告する義務があり、LGUs はモニタリングを行なって適切な指導、助言を行なうとともに、必要な技術支援、資金支援を行なう必要がある。
- 6) 地域住民が生計向上活動を行なう際には、「フィ」国関係機関は適切な技術指導および資金支援を行なうべきである。

4.2.2 技術協力・他ドナーとの連携

マイクロ水力発電所の運営、維持・管理は、村落電化組合 (BAPA: Barangay Alternative Power Association) が行なうこととなるが、運転員、点検保守要員に対する技術指導、組織、運営に係るマネジメントに係る指導が必要であり、DOE 職員、LGUs 関係者による支援が不可欠である。DOE 職員及び LGUs 関係者のこのような指導能力向上に係るキャパシティディベロップメントは、「地方電化プロジェクト」(2004 年~2009 年)において実施中であり、同技術協力プロジェクトと連携をとり、村落電化組織が適切に形成され、運営されるようバックアップを行なうことが重要である。

4.3 プロジェクトの妥当性

以下の点から、無償資金による協力実施事業の実施は妥当であると判断される。

- 1) 裨益人口
本計画の実施により、北ルソン地域の 10 村落、8,000 人 1,600 世帯の住民に対し、年間を通じて安定した電力を供給することが可能となる。
- 2) 教育・民生の安定への貢献
各世帯に安定した電気が年間を通じて供給されることにより、労働時間と教育時間の増加が見込まれる。これにより生活レベルおよび教育レベルの改善が期待される。
また、学校、集会所、保健所等の公共機関に電気が供給されることにより、地域住民の社会福祉レベルの改善が図られる。
- 3) 維持管理能力
4.2.2 節にて記載のとおり村落電化組合が形成され、効率的に運営される。
- 4) 中長期開発計画への寄与
「フィ」国政府は、農村地域における生活水準向上や、収入源の創出による貧困撲滅を目的に「2008 年に村落電化率 100%」「2017 年に家屋電化率 90%」を目標に掲げ、地方電化

を最重要政策に位置づけている。本計画は、配電線の延長が困難である北部ルソン山岳地帯の無電化の過疎地域において再生可能エネルギーを利用した電化を行なう事業として、この目的に沿ったものである。

5) プロジェクトの収益性

地域住民より徴収する電気料金収入より、発電所の適正な運転・維持管理、補修および持続的な運営に必要な費用の支出をまかなう必要がある。このために、住民の収入を考慮した適正な電気料金の設定、確実な電気料金の徴収を確実に行なう必要がある。

6) 環境影響

マイクロ水力発電所の建設にあたっては、流れ込み式で貯水池がなく、発電用水量も小さく、構造物が小規模であるため環境に与える影響は非常に小さい。また、導水路が短く、発電用水はもとの河川に戻るため、灌漑等の水利用がある場合は取水地点の配慮を行なうことが必要である。発電取水による河川の減衰区間も短く、乾季には顕著な減少は見られるが、自然への影響はほとんど生じない。したがって、自然環境、水利権、住民移転等の問題の発生は生じないと考えてよい。

4.4 結論

本プロジェクトは、配電延長による電化が困難な10村落に対し、BHNの1つであり社会生活に重要なインフラである電力を、周辺環境に優しく、燃料代を必要としない水力発電により供給する計画としているが、これにより現在まで未電化であった村落住民の基礎的生活条件の向上に多大な貢献を与えられることから、我が国の無償資金協力を実施する事の意義は大きい。

また、DOE および本計画にて選定した5サイトについては、住民参加意識が高く、プロジェクトの実現性が高い。しかし、プロジェクト効果の長期的な発現・維持を図るため、実施機関の協力、運転・運営・維持管理を担う村落電化組合の設立を前提に、運転保守員の教育・訓練を十分に実施する必要がある。