

ベトナム国
北部再生可能エネルギーによる
地方電化計画フォローアップ調査

最終報告書

要 約

2004 年 10 月

独立行政法人 国際協力機構
経済開発部

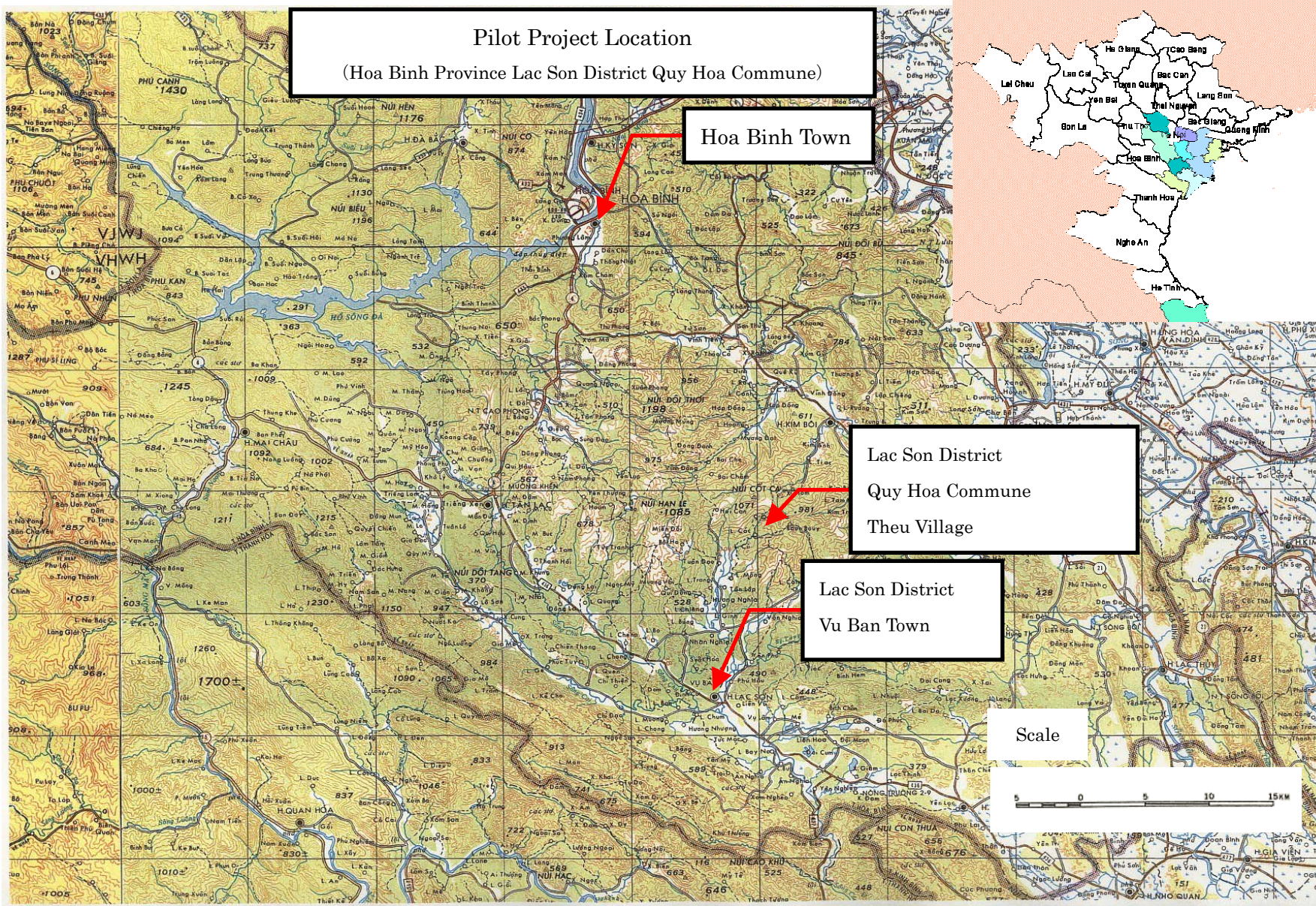
経済

JR

04-020

目 次

第 1 章	パイロットプロジェクトの目的と対象村落	1
1-1	背景・目的	1
1-2	パイロット村落の概要	3
第 2 章	パイロット設備の設計と施工	6
2-1	発電計画諸元	6
2-2	土木設備の設計	7
2-3	電気機械設備の設計	7
2-4	配電設備の設計	8
2-5	DOI への技術移転	9
2-6	施工等の実施体制	10
2-7	工事費内訳	12
第 3 章	パイロット設備の運営管理	13
3-1	村落維持管理組織（CEU）とその支援体制	13
3-2	運転・保守と予備品管理	14
3-3	電気供給契約	15
3-4	電気料金と徴収金管理の考え方	15
3-5	トレーニング計画	17
第 4 章	モニタリング結果とその評価	18
4-1	季節的な運用（発電用調整池と系統分割）	18
4-2	運転実績	18
4-3	需要分析と将来予測	19
4-4	電気料金徴収と管理	20
4-5	住民の満足度－ヒアリング結果と分析	22
4-6	経済性評価	22
4-7	開発資金	24
第 5 章	パイロットプロジェクトの総合評価と政策的支援	25
5-1	パイロットプロジェクトの総合評価	25
5-2	本格的事業展開への道のり	27



Pilot Project Location
(Hoa Binh Province Lac Son District Quy Hoa Commune)

Hoa Binh Town

Lac Son District
Quy Hoa Commune
Theu Village

Lac Son District
Vu Ban Town



パイロットシステム設備



取水堰（住民施工）



導水路（新設部分）



ヘッドタンク



発電所建屋



水車・発電機



配電線

第1章 パイロットプロジェクトの目的と対象村落

1-1 背景・目的

ベトナム北部地域は山岳地域をかかえているため国内の他地域に比べて電化率が低く、多数のコミューン、村落がまだ電力供給を受けていない。電力供給は貧困削減や地方部の格差是正などにつながる重要な政策課題であるため、こういった未電化村落についてベトナム政府では世銀等の資金援助を活用してグリッド電化事業を積極的に進めている。ベトナム電力公社 (Electricity of Vietnam; EVN) の計画では 2010 年までに全国の約 90% の村落についてグリッド電化を達成するとしている。しかし、地形が険しい場所にある村落やコミューン中心から遠い村落についてはグリッド延長が困難な場合があり、こういった場合には独立型電源によるオフグリッド電化を実施する必要がある。オフグリッドの場合には EVN の電力系統とは別であるため、計画・実施の中核となるのは各省の人民委員会であると規定されている。(首相決定第 22 号：1999)

このように全国で約 10% の村落についてはオフグリッド電化が必要と考えられ、ベトナムの場合にはその気象条件から小水力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーが有力と考えられているが、これまでのところオフグリッド電化の実施例は極めてわずかである。オフグリッド電化が活発でない理由としてはさまざまな原因が考えられるが、地方農村部において開発するのに適した資金的あるいは技術的なモデルプランが確立されていないことが第一に指摘できる。どのような方式 (設計) で開発したらよいのか、またどの程度の資金が必要であり、それをどのように調達するのか、どのように運転を継続させていったらよいのか、という先例が必要なのである。

このような背景から、本調査では以下のような目的を持ってベトナム北部の山岳地帯の典型的な未電化村落を選んでマイクロ水力 (=Village Hydro) のパイロットプロジェクトを実施し、その建設と運転の過程において持続可能性、普及可能性を確認するとともに、このパイロットプロジェクトの経験をもとにベトナム国内関係者の啓蒙育成も目指すこととなった。ここで実証されたハード、ソフトの両面にわたるモデルプランがベトナム国内に根付き、それをベトナム側が主体的に各地に広めていくことが理想である。

- ①Village Hydro による地方電化モデルについて、経済、技術、マネジメントといった面からの持続可能性、普及可能性を実証
- ②オフグリッド地方電化推進の中核となるべき各省人民委員会 (Provincial People's Committee; PPC) 工業局 (Department of Industry; DOI) のスタッフのキャパシティビルディング
- ③パイロットプロジェクトの成果に基づくマニュアル作成など、将来の開発に活用できる知識基盤の整備

次にこのパイロットプロジェクトの関係機関と工程表を示す。

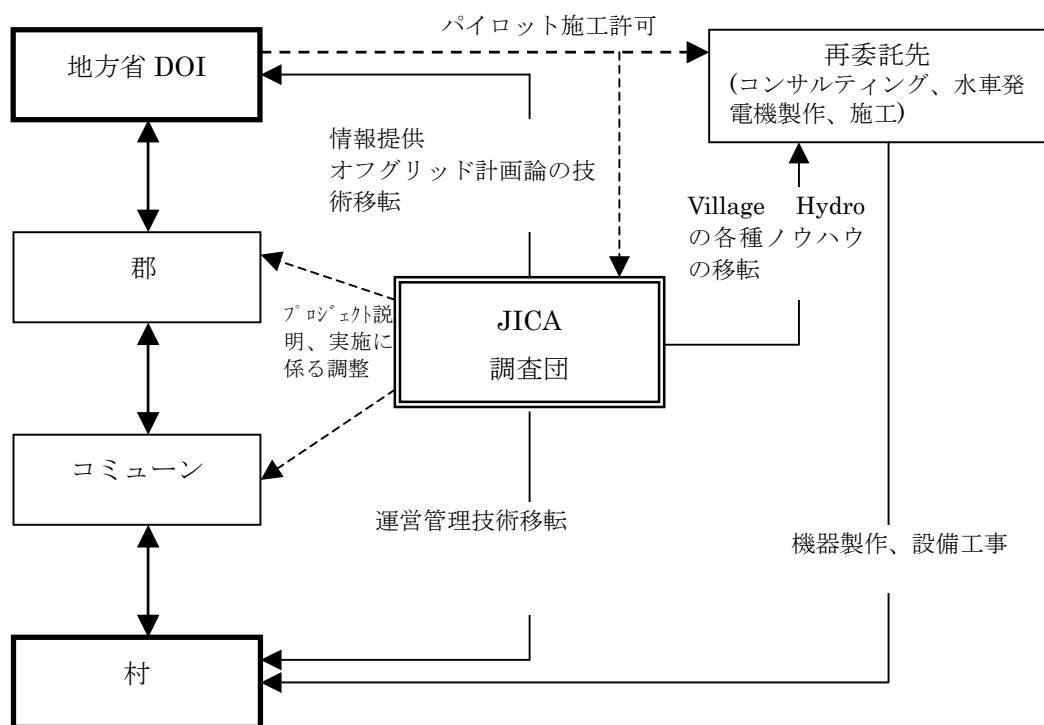


図 1-1 パイロットプロジェクト関係機関

実施項目	2003										2004									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
地点選定		Lao Cai				Hoa Binh														
現地調査																				
詳細設計																				
施工																				
維持管理																				

▼候補選定
▼地点決定
▼住民集会(計画説明)
▼電化計画申請/許可
▼着工
▼竣工
建設会社による施工
引込作業1st
引込作業2nd
1st
2nd
3rd
4th
O&M指導/モニタリング
▼点灯式
マニュアル作成/協議

図 1-2 全体工程（実績）

1-2 パイロット村落の概要

1-2-1 村落の選定条件

パイロット村落の選定条件は以下の通りである。

- ① マイクロ水力に適した資源ポテンシャルを有している。(山地斜面にある、灌漑水路と棚田が整備されている、乾季にも一定の水量が確保できる、容易に落差を得ることが出来る)
- ② 当面(最低5年以上)グリッド電化計画がなく、モニタリング期間を十分確保できる。
- ③ 引込み料金、電気料金の支払や電気機器購入など、住民による費用負担が可能である。
- ④ 村落住民の電化への意欲が強く、また村としてのまとまりがある。
- ⑤ アクセスが比較的容易であり、設備見学等による波及効果も期待できる

Village Hydroは100戸程度を対象とした電化方式であり、実証地点については必ずしもコミューンセンターに限定する必要はないため、コミューンセンターから離れた”Village”対象のパイロットプロジェクト実施を念頭に、サイト選定を行うこととした。マイクロ水力ポテンシャルを有する未電化村落データ情報が整備されているHoaBinh省で同省工業局の推薦地点を調査し、最終的にHoaBinh省Lac Son郡Quy HoaコミューンTheu村をパイロット村落として選定した。

1-2-2 Quy Hoa コミューン

Theu 村の属する Quy Hoa コミューン(中心地は Kha 村)は、ホアビン省中心地より車で約2時間、LacSon 郡中心地より約30分の距離に位置する、米作主体の農村である。このコミューンは17村落(1028世帯 約5400人)で構成され、人民委員会事務所のある中心地 Kha 村を含め、2002年以降、グリッドによる電化が進み、現在大部分の村落に電力が供給されているが、電化世帯は全体の50%程度である。

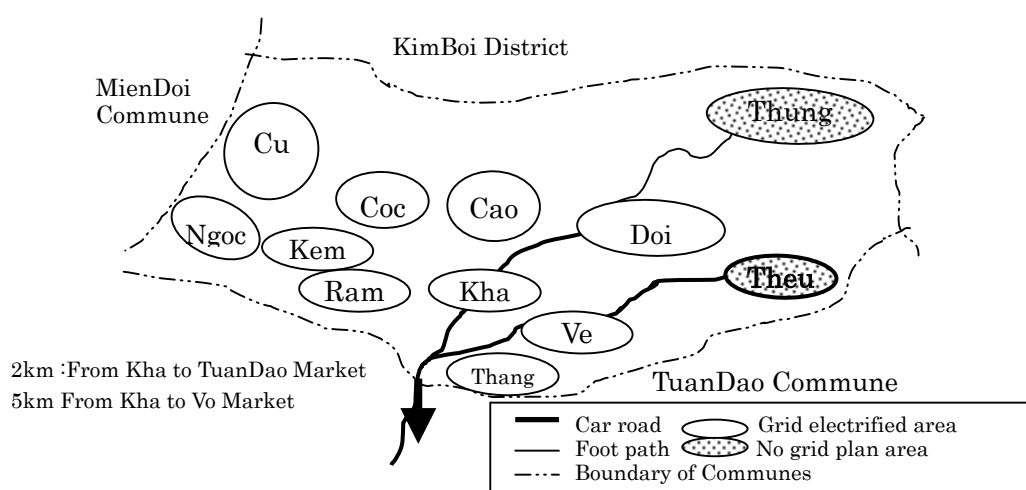


図 1-3 QuyHoa Commune 内の村落位置図

1-2-3 Theu 村

Theu 村はコミュン中心地より約 4 km の距離に位置する Muong 族の村である。悪路ではあるが車輛で村の中心部までアクセス可能であり、外部との接触も比較的頻繁に行われている。

表 1-1 Theu 村の世帯と人口数

地区	世帯数	人口
1	31	164
2	25	120
3	22	102
	78	386

* 2003 年 10 月時点



図 1-4 Theu 村の一般家屋

家屋は、Muong 族に一般的な高床式の大型家屋であり主に道路に沿って建てられている。この村では丈夫な木柱を支柱として使い、また屋根はタイル張り、かなり頑丈な造りとなっている。人々は棚田利用による米作農業を中心に、基本的に自給自足的な生活を営んでいるが（米は 2 期作）、必要に応じて近隣のマーケットで農産物や家畜を売却して現金を得ている。村長への聞き取りによれば、2002 年の平均収入は 1.2 百万 VND/世帯であった。

2003 年 10 月時点では 2~3 世帯で共有しているケースも含め、村落の約 70%にあたる 54 世帯がピコ水力発電機（Pico-hydro）による電気を利用していたが、車輛バッテリーによる電気利用はなかった。主な利用電化製品は電灯（25W 白熱灯、40W 蛍光灯の組み合わせが主体）、白黒テレビ、扇風機である。ラジオは半数の世帯が所有しているとのことだが、乾電池による利用が主体である。ピコ水力発電機を持たない完全な未電化世帯では灯油ランプを利用している。

表 1-2 Theu 村の電化製品普及状況

Electric Appliance	Electric Light		TV		Fan	Radio	Cassette-Recorder
	Bulb	Fluorescent	B/W	Color			
Households having appliance	53	35	26	4	25	33	15
Ratio %	68%	45%	33%	5%	32%	42%	19%

* 2003 年 10 月時点

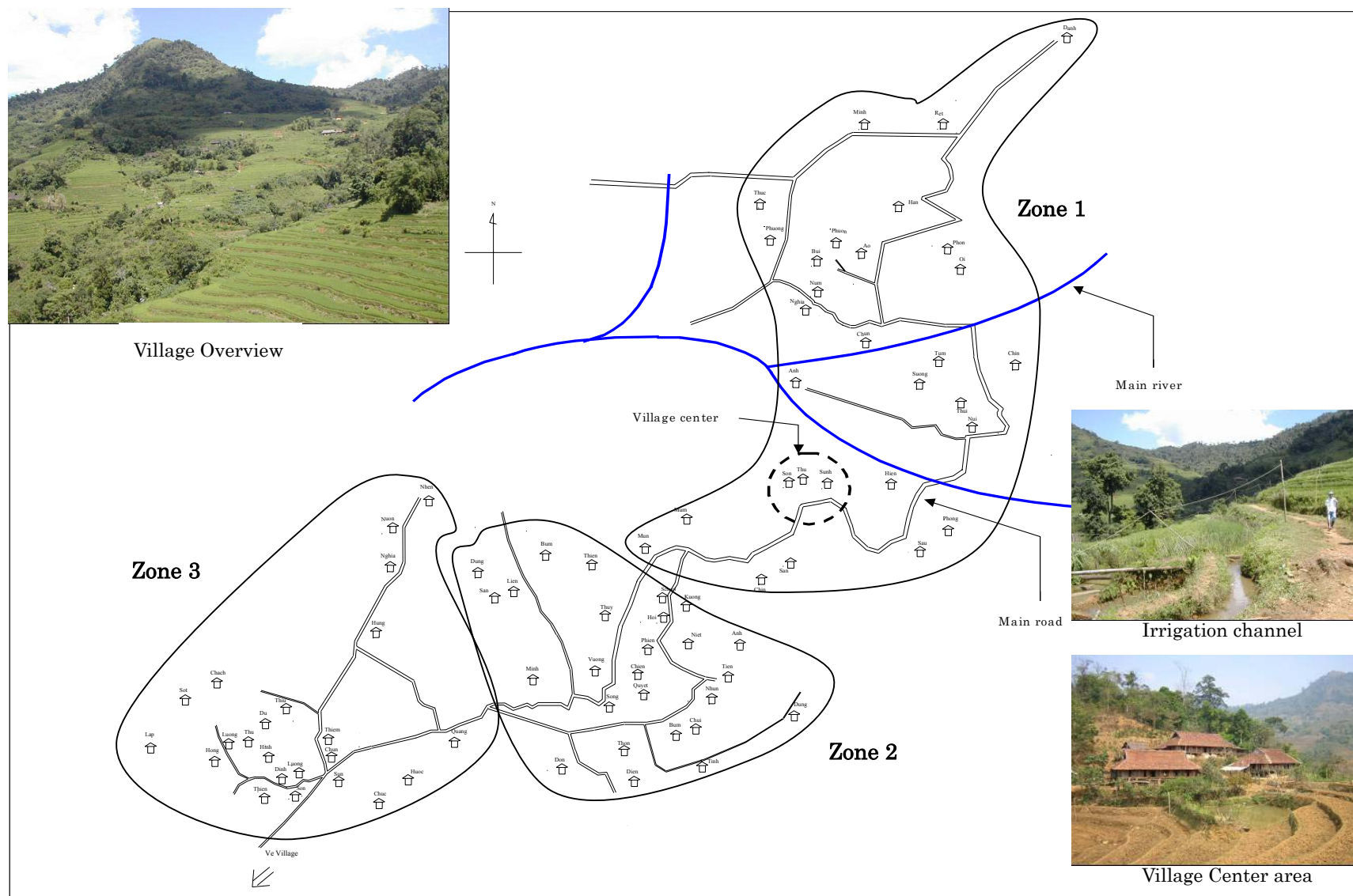
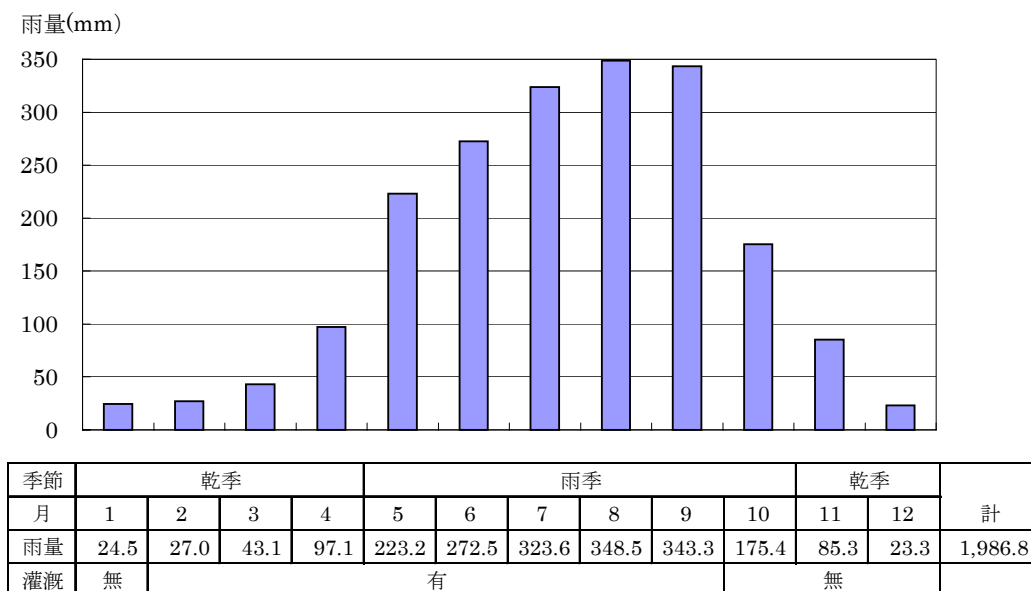


図 1-5 Theu 村の住宅配置図

第2章 パイロット設備の設計と施工

2-1 発電計画諸元

HoaBinh 省 LacSon 郡における月毎の雨量は、下図に示すとおり 11 月から 4 月にかけての乾季に大きく減少する。この乾季における河川流量が発電計画の基本となる。



出典：IE 提供気象データを基に、調査団が作成

図 2-1 HoaBinh 省 LacSon 郡における月毎の平均降水量

乾季に利用できる水量について現地にて聞き取り調査し、約 1km^2 のサイト集水面積に対する乾季流量を $0.01\text{m}^3/\text{s}$ と推定した。発電サイトは乾季流量に対応するベース出力をできるだけ確保するため、村落内で最大の落差をとれるサイトとし、灌漑用水路末端の高度差 60m 程度の斜面を発電に利用することとした。この条件により得られる乾季出力は約 3kW となり、全世帯を供給範囲とすると一戸当たり需要が照明需要を中心とする 40W 程度であればバランスする。一方、雨季には十分な流量により更に出力を向上させることができる。Theu 村での電力需要原単位を将来的に 100W/世帯程度まで想定すると必要な最大設備出力は約 8kW となる。これを満足するため、雨季には最大使用水量を $0.03\text{m}^3/\text{s}$ に設定し、落差 60m により最大出力を 9kW 程度とする発電計画とした。

表 2-1 発電計画諸元表

項 目	諸 元	備 考
(1) 供給世帯数	79世帯	一般家庭78世帯および小学校
(2) 集水面積	1 km^2	
(3) 発電出力	9 kW	
	< 3 kW (2~3月)	乾季出力は乾季使用流量による
(4) 落差	60 m	
(5) 使用水量	$0.03\text{m}^3/\text{s}$	
	< $0.01\text{m}^3/\text{s}$ (2~3月)	乾季使用流量は聞き取りにより想定

2-2 土木設備の設計

パイロットシステムの土木設備は住民による維持管理を前提とし、既存の灌漑設備を最大限兼用する設計とした。これにより以下に示すようなメリットが生まれる。

- ① 新設水路の延長短縮により、建設工期が短縮され、事業費用が低減される。
- ② 生活に密着した設備となり、コンディションの維持に対する住民の関心が高まる。
- ③ 住民が補修可能な設備とすることにより、以後の維持管理が容易となる。

2-2-1 既存灌漑設備の改修と新設水路

取水堰、取水口は、発電に伴う取水量の増に対応するため、住民による石積みでの改修を行い、出水に備えて雨季前には石積みモルタルにて補強した。既存の灌漑用水路は素掘であり、流量の増に対する改修は素掘での拡幅、掘下げを主体とした。

パイロットシステムには新設水路として導水路、水槽余水路、放水路がある。これらの新設水路は、特に深く掘削する箇所は無く、作用する荷重が小さいためレンガ積みの構造とし、表面をモルタル仕上げすることにより粗度係数を向上させた。なお、パイロットシステムでは水槽へ流入する土砂を低減させるため、新設導水路の途中へ沈砂池を設置した。

2-2-2 水槽、水圧管路、発電所

水槽では深さ 1 m 以上の掘削が発生するため、空虚時の土圧および充水時の水圧を検討のうえ鉄筋コンクリート構造とした。また、水圧管路への塵芥流入を防止するため、鋼製スクリーンとメッシュネットを設置し、スクリーン後の水面部には鋼製カバーを設置した。

Village Hydro の対象地域は一般にアクセス条件が悪く、鋼管溶接に用いる電源の搬入が難しい。また、管路布設は人力での施工となる。これらの条件を踏まえ、水圧管路にはベトナム国内で流通している耐圧型の PVC（塩ビ）管を採用した。PVC 管は安価で軽量かつ現場での接続も容易である。

発電所基礎は、水車発電機の自重および水車振動に耐えるため、鉄筋コンクリート構造とし、水車発電機基礎の下部には放水庭を設け、水冷式ダミーロードを設置した。

2-3 電気機械設備の設計

2-3-1 水車・発電機

高落差、小流量の水力発電計画では衝動水車が望ましく、パイロットシステムでは落差の条件からその一つであるターゴインパルス水車（ベトナム製）を採用した。発電機はベトナム製の比較的安価な小型単相同期発電機を使用した。

2-3-2 調速機（ガバナ）

ガバナは電力需要の変動に対応して水車回転速度を一定の範囲に調整する装置で、供給電圧、周波数を一定に保つためには不可欠な装置である。パイロットシステムには小水力発電で一般的な電子制御式ダミーロードガバナを採用した。これはベトナムで最近国産化された製品である。

2-3-3 運転制御・保護継電器装置

パイロットシステムでは過電圧、過電流、周波数変動に対応した保護装置を設置した。

2-4 配電設備の設計

Theu 村は北東－南西方向に伸びる主要道路に沿って 2km 以上の広がりがあり、今回の発電所はそのほぼ中心に位置する。Theu 村の住宅配置は配電系統図(図 2-2)に示すとおりで、東側と西側の 2 大グループに分割できる。家屋は広く散在しているが、その多くは主要道路の周辺に存在する。したがって、配電設備は、下表に示す配電区間ごとの世帯数を考慮し、末端での電圧が 200V を確保できるよう、主要道路沿いに最短距離で配置する計画とした。配電方式は Village Hydro の標準である単相 2 線式 220V である。費用対効果を考え、住宅がある程度まとまっている地区を主体に配電線を建設し、各戸への引き込み線が原則として 100m 以内でおさまるよう計画した。また、配電系統には、最初の分岐地点（配電柱 No. 4）に区分開閉器をとりつけ、供給区間を 2 分割できるシステムを採用した。この結果、乾季の負荷制限対応や事故時の停電範囲縮小が可能となる。このような機能は Village Hydro においては常に考慮すべきものである。

表 2-2 にパイロットシステム設備の主要諸元を示す。

表 2-2 パイロットシステム設備一覧

1.Civil works		
(1) Weir/Intake	Existing irrigation system	Stone masonry (renovated)
(2) Headrace	Total length: 897 m	
	Existing: 812 m	No-lining irrigation channel (renovated)
	New: l=85 m, w=0.4 m, d=0.3 m	Brick masonry and mortar
(3) Head tank	l=3.45 m, w=0.8 m, d=0.35-0.8 m	Reinforced concrete Water depth=0.2-0.65 m
(4) Penstock	l=165 m, dia.=20 cm	PVC-pipe thickness 9.6 mm and 5.9 mm
(5) Anchor block	l=1.15 m, w=1.5 m, h=0.9 m	Reinforced concrete, 3units
(6) Spillway	l=80 m, w=0.6 m, d=0.4 m	Brick masonry and mortar
(7) Powerhouse Foundation	l=3.5 m, w=3.5 m, h=2.8 m l=3.5 m, w=3.5 m, t=0.2-0.3m	Brick masonry, Fiber-cement board roofing Reinforced concrete
(8) Tailrace	l=65 m, w=0.4 m, d=0.3 m	Brick masonry and mortar
2.Electro-Mechanical system		
(1) Turbine	Turgo-impulse	1 nozzle, 1500 rpm, Direct drive
(2) Generator	Synchronous	Single phase 12 kVA, 230 V, 1500 rpm
(3) Control system	Electronic load control	Dummy load capacity =12 kW
3. Grid system		
(1) Transmission	Total length: 2.8 km	Insulated Aluminum cable (2×70mm ² , 2×50mm ² , 2×35 mm ²)
(2) Electric pole	Number of poles 71	Concrete pole h=7.5 m

Theu Village distribution line layout

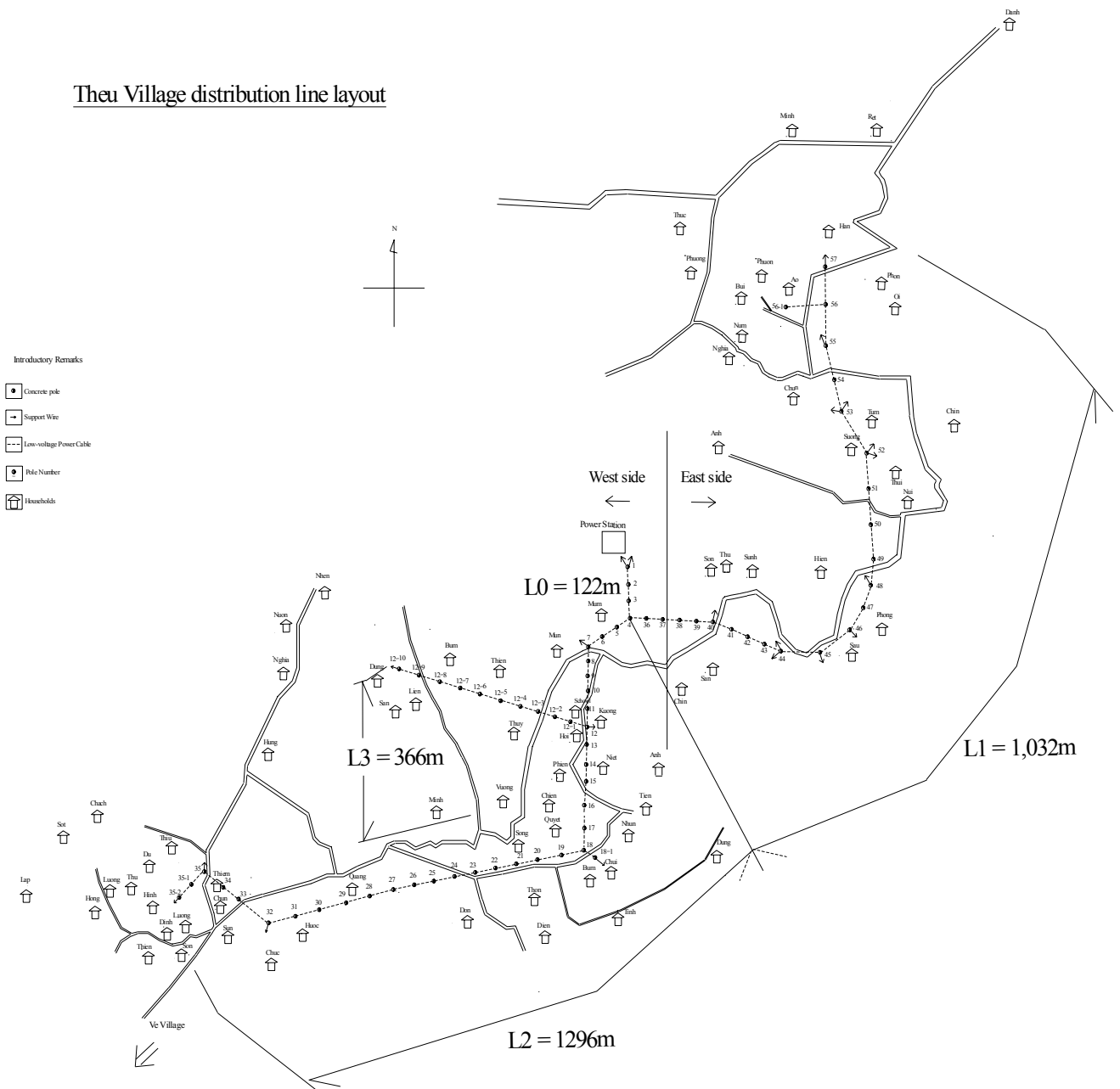


図 2-2 配電系統図

2-5 DOI への技術移転

将来のオフグリッド電化を担う立場にある DOI のキャパシティビルディングは重要なテーマである。今回のパイロットプロジェクトにおいては、調査、設計、施工などの各段階においてできる限り DOI への技術移転に努めた。今後は DOI が独自にサイト調査や水力発電計画を作成することが期待される。そのために参考となるよう「設計・施工マニュアル」をとりまとめた。

DOI としても候補地点調査など今後取り組むべき課題は十分認識している。ただし、Village Hydro の計画は自然条件に基づきしかも住民との対話を行いながら進めるべきもので、非常に幅広い知識を必要とし、経験の積み重ねが重要となる。このため、当面はベトナム全体として貴重な事例、データ、ノウハウを蓄積し情報を共有することが望ましい。したがって、各省 DOI がバラバラに動くのではなく、ベトナム北部の各省を包含した総合的なキャパシティビルディング、トレーニングが必要であろう。

表 2-3 DOI への技術移転内容

作業段階	実施内容
予備調査段階	小水力によるオフグリッド電化計画の全体像および基本事項について説明
現地調査段階	住民集会のためサイトへ同行する機会を通じて、水力発電計画の実例として、パイロット基本計画を説明
工事計画申請段階	設備の機能および諸元の検討手順を説明
設備完成段階	サイトにおいて開催したワークショップの機会を通じて設備見学を実施し、設計、施工の内容を詳細説明

2-6 施工等の実施体制

今後のオフグリッド地方電化は、地方人民委員会工業局（DOI）が主体となり、地元の要請に基づく地方主導型の実施体制により進められる。DOI は電化計画を立案するとともに、計画が実施される時には工事内容を判断して許可を与える立場であり、設備の詳細設計は省内あるいはハノイ等に存在する設計会社・コンサルタントが実施することが現実的である。

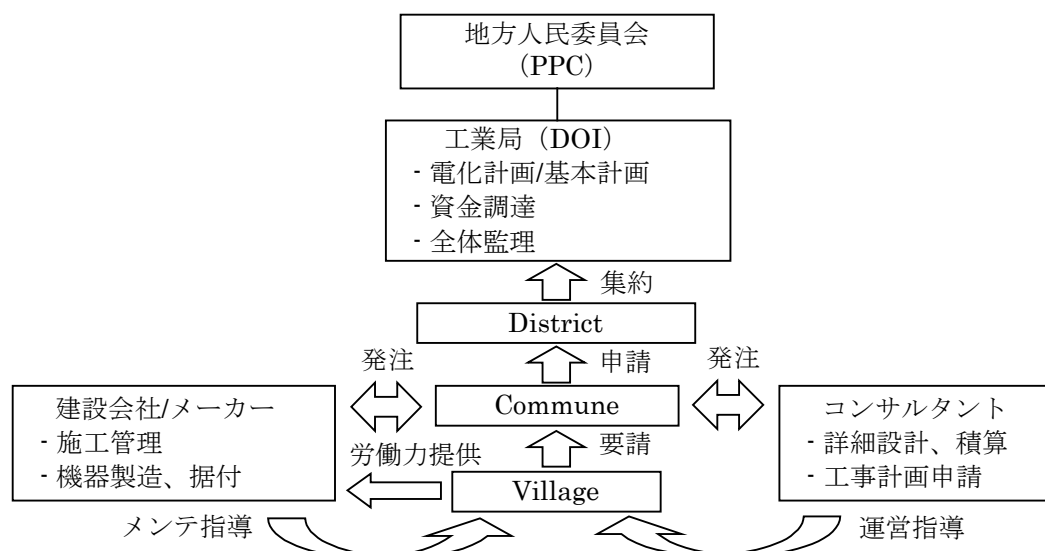
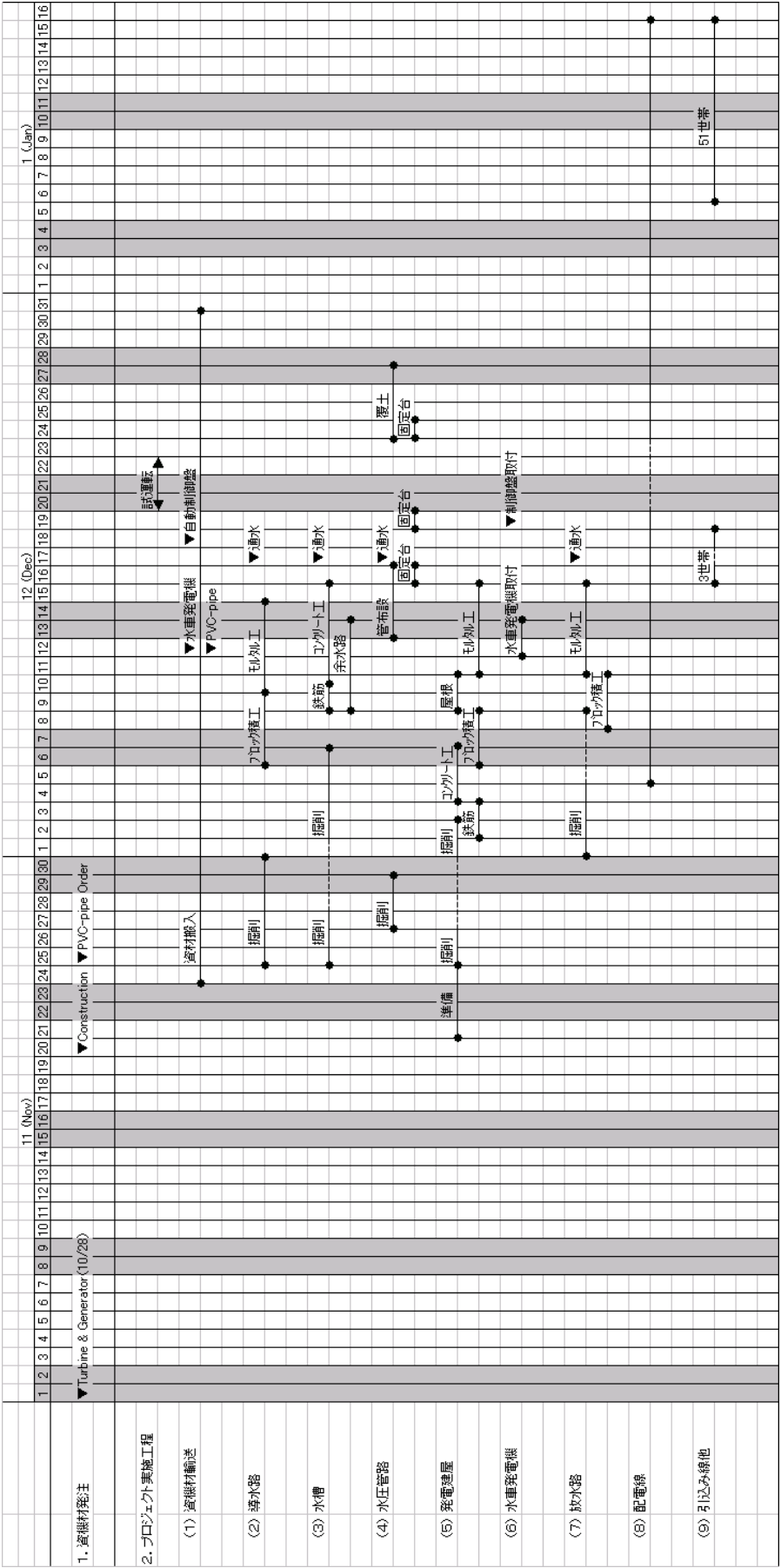


図 2-3 オフグリッド地方電化の実施体制予想図

上記を踏まえ、パイロットプロジェクトでは Hoa Binh 省 DOI がプロジェクト推進主体となり、Theu 村を運営主体とし、設計・コンサルタントとして EDME、建設会社としてホアビン建設会社、メーカーとして HPC からなる実施体制を構築した。

表 2-4 パイロットプロジェクト工事工程 (実績)



2-7 工事費内訳

契約時点でのパイロットシステム工事費を以下に示す。費用の構成比は、発電設備 44%（うち土木設備 26%、電気機械設備 18%）、配電設備 56%となっている。

表 2-5 パイロットシステム工事費内訳表

1. Item	Pilot system		Notes
2. General Information			
(1) Output Capacity	9kW		
(2) Gross Head	60m		
(3) Design Flow	0.03m ³ /s		
(4) Length of Distribution Line	2.8km		
3. Demand Scale			
(1) Number of Households	78 Households		
(2) Design Demand	100W/HH		
4. Electrification Cost	Specifications	Cost	
		(US\$)	
(1) Generation Cost		8,909	
a. Civil Works		5,339	26%
- Weir	村民による既設設備の改修	(0)	
- Intake	村民による既設設備の改修	(0)	
- Headrace	既設部：素掘水路を村民が改良 新設部：レンガ積/モルタル工	(441)	
- Head Tank	鉄筋コンクリート製	(1,042)	
- Penstock	耐圧型PVC埋設管：φ200mm L=180m 固定台 3箇所	(2,860)	
- Power House	鉄筋コンクリート基礎 レンガ積/モルタル工 ファイバーセメント屋根	(657)	
- Tailrace	レンガ積/モルタル工	(339)	
b. Electric Mechanical		3,570	18%
	ターゴインパルス水車＋同期発電機	(3,430)	
	ダミーロード自動制御装置		
	CVケーブル	(140)	
(2) Electric Grid Cost	単相 2 線220V、L=2.8km	11,433	56%
- Cables	AL-PVC 35,50,70mm ²	(2,570)	
- Poles and construction	71柱、H-7.5m	(8,340)	
- Others		(523)	
Total Cost		20,342	100%
Profit Margin		1,118	
VAT		1,073	
Project Cost		22,533	

第3章 パイロット設備の運営管理

パイロットシステムの運営管理とは技術と財務の二面に大別され、短期的なものから長期的なものまで多岐にわたっている。これらは村人にとって経験のない作業であり即座に対応することは難しいため、十分なトレーニングを実施しなければならない。この部分が Village Hydro を成功に導く最も重要なカギである。運営管理プランの考え方を以下に示す。

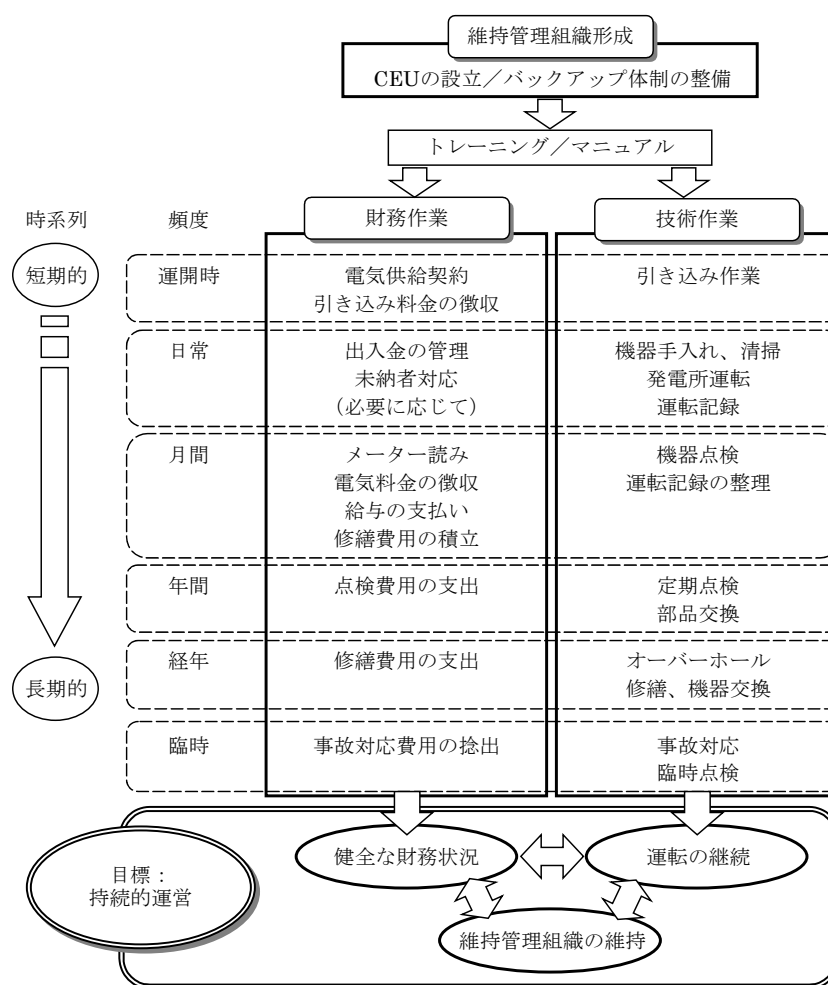


図 3-1 運営管理プランの考え方

3-1 村落維持管理組織（CEU）とその支援体制

Theu 村での Village Hydro パイロットシステムの維持管理（運転管理、料金回収と資金管理）の方法について計画説明段階での住民集会で討議した結果、業務の性質や内容から村落維持管理組織—Community Electricity Unit(CEU)の設立が合意された。その組織は次に示す通りである。

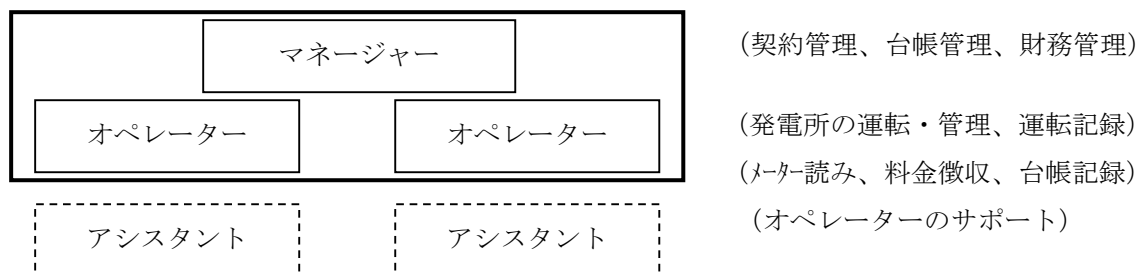


図 3-2 Theu 村 CEU の構成と役割

日常のプラント運転・保守業務や料金徴収・管理業務などは基本的業務の全てを CEU が実施するが、運転開始後技術的に深刻なトラブルや故障が生じた場合には外部技術者に頼らざるを得ない。以下に外部関係者から受ける支援について示す。

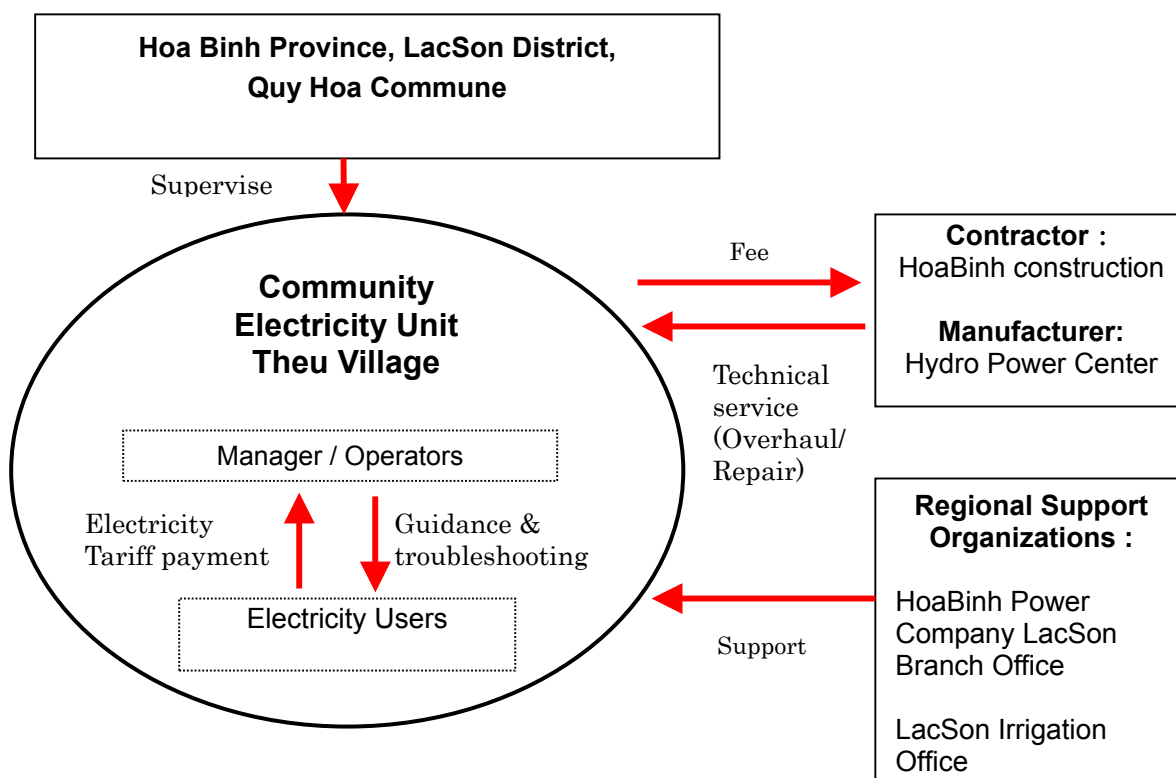


図 3-3 Theu 村 CEU に対する外部支援体制

3-2 運転・保守と予備品管理

起動・停止操作など、日常的に行う基本的な水車発電機の運転の中にも、ひとつ間違えると機器・設備の故障・損壊につながることもある。また、現在のオペレーターへは調査団からの技術移転が行われたが、今後、後継者への技術伝承を確実に行う必要がある。このため、これらの基本操作や注意事項を記載したマニュアルを作成し、活用することで、運転能力の維持向上を図り、また、オペレーター交替時の技術継承へも活用できるようにした。

設備の異常や不具合を早期に発見し処置することは長期的な安定運転を継続するために不可欠である。このため、調査団は日常巡視や定期点検について種類・内容・頻度などのルールを定めるとともに、設備・装置毎の着眼点を記載したチェック表や記録表を作成した。主要な点検項目についてはマニュアルに手順を記載し、オペレーターが自ら実施できるように技術移転した。

水車発電機、配電盤には運転により摩耗や経年劣化する部品が多く使われており、適正な時期に取り替える必要がある。このため、代表的な消耗品を抽出し取替頻度や取替方法などを定めた。また、これら消耗品は全て国産品であり、ハノイの市場で入手可能である。本パイロットプロジェクトはハノイから離れており即入手が困難であるため、あらかじめ購入しておき、故障が発生した場合に迅速に取り替えできるよう、予備品として発電所に保管することとした。

3-3 電気供給契約

Village Hydro により電力を供給できる世帯数はさほど多くないが、利用者の権利・義務を明確化するため、電気供給契約書を交わすこととした。電気供給後の電気利用・設備管理・料金支払い等に関するトラブルを避けるためにも、契約書では電気供給者 (CEU) と利用者の責任範囲、義務、約束事 (ルール) を明確に規定しておくことが極めて重要である。

本パイロットプロジェクトではグリッド電化地域の家庭への接続費用と同様に、引き込み料金は距離に応じた実費対応の利用者負担とした。費用は一括払いが基本であるが、この費用を一回で準備するのが困難なために電気利用が出来ない世帯も多い。このため、出来るだけ多くの人が電気を利用出来るよう、本事業では利子率を支払い残額に対し 1 % とする最長 6 ヶ月の分割払いを可能とした。

引き込み料金の支払い (工面方法)

実際に 2004 年 2 月に契約を行ったところ、契約世帯の 82% (54 世帯中 44 世帯) が分割払いを選択した。契約時に一括払いを希望した世帯は全額を、分割希望世帯からは初回金として原則 50,000VND を徴収した (計約 4,000,000VND を 2004 年 2 月契約時に徴収)。支払額の工面方法としては、主に豚・鶏・キャッサバを売却 (テト前) し、一部を引き込み料金支払い用に確保しておいたものであった。

このほか、契約書では電気料金について農村部の公定料金となっている 700VND/kWh を見直す場合があること、供給力が不足する場合に電気の使用制限がありうることを規定している。

3-4 電気料金と徴収金管理の考え方

3-4-1 オフグリッドの電気料金

Village Hydro というオフグリッド電源を村落住民が主体となって維持管理を行うという特性から、その運営に関する持続可能性を確保するためには、少なくとも維持管理費用を含む運営コストについては、住民が負担する電気料金収入により賄われる必要がある。また、オフグリッド地方電化の場合、通常の農村部におけるグリッド電化の公定料金である 700VND/kWh に代わり、

住民との合意の下に独自に料金設定を行うことが出来る。特に、Village Hydro のように雨季と乾季で出力に差が出る発電方式の場合は、出力低下により電気使用量が減少する乾季においてもある程度の収入が確保出来るよう、料金体系の設計には工夫が必要となる。

3-4-2 電気料金の支払意思額

本パイロットプロジェクト開始時にベースラインとして世帯調査を行った際、「Village Hydro により供給される電気」に対しての支払意思額の聞き取りを行った。この際の、平均支払意思額は 9,200VND であった。さらに、現在の灯油ランプの灯油代が 5,000VND/L (2004 年 10 月) であり、世帯の平均使用量が 1.5-2L であることから、灯油にかかるエネルギー支出と比較しても 10,000VND 前後という金額は住民にとって十分受容できる価格であると考えられる。

オフグリッド電源による電気を利用する場合、電気を継続的に利用するために必要な費用は自分達で負担しあわねばならい、ということについて本パイロットプロジェクトでは時間をかけて話し合ったことで、住民は良く理解している。また、実際に利用してみた結果、その電気の質の良さや利便性によって、住民の支払意思額はさらに上昇すると考えられ、住民の電気への支払意思額は 10,000VND を若干上回る程度と考えられる。

3-4-3 徴収金管理

Village Hydro を 5 年ないし 10 年という長期間利用し続けるためには、その長期維持管理に必要な費用や、月々の運転・保守のための人件費などの確保が必要である。また、乾季と雨季では使用可能水量によって電力供給時間や使用可能電化製品も異なり、電気料金収入も異なる。CEU はこうした事情を踏まえ、収支バランスを考えながら徴収金管理を行うことが重要である。

以下は、試算に基づく収支表である。ここでは乾季・雨季を各 6 ヶ月と想定している。これによれば、乾季の不足分を補うどころか雨季も赤字となってしまう、700VND/kWh では到底健全な運営・管理は望めないことがわかる。このため、年間収支がバランスするような運営（乾季と雨季のやりくり）が可能となるよう、料金体系の見直し（値上げ）が不可欠である。

表 3-1 CEU による一ヶ月あたりの運営収支試算 (700VND/kWh の場合：54 世帯)

	乾季	雨季
支出 ○維持管理費用	60,000VND	60,000VND
○運転員給与	150,000VND	200,000VND
○運営・事務費	10,000VND	10,000VND
(支出計)	220,000VND	270,000VND
収入	(108kWh) 75,600VND	(270kWh) 189,000VND
差額	▲144,400VND	▲81,000VND

< 試算前提 >

- －人件費合計：150,000～200,000VND／月（乾季）、200,000～250,000VND／月（雨季）
- －10 年間で必要な長期維持管理費用：合計 6,000,000VND（毎月積立額目安 50,000VND）
- －その他費用：10000VND／月
- －1 世帯あたりの電力消費量：2kWh／月（乾季）、5kWh／月（雨季）

3-5 トレーニング計画

CEU メンバーに対する技術面、マネジメント面のトレーニングは以下のような流れで行われた。

表 3-2 トレーニング項目

時期	技術面	マネジメント面
運開時	- 水車発電機の運転 - 運転記録の整備 - 水路の維持管理 - 引き込み線の施工	- 電気供給契約の締結 - 引き込み料金の徴収と記録 - 利用者台帳の整備
運開後	- 設備点検方法 - 渇水による出力不足への対応 - 雨季の水路維持管理 - 故障診断、パーツ交換方法	- 電気料金の徴収と記録 - 資金の管理 - 財務予測と電気料金の見直し - 運営管理に関するトラブル対応

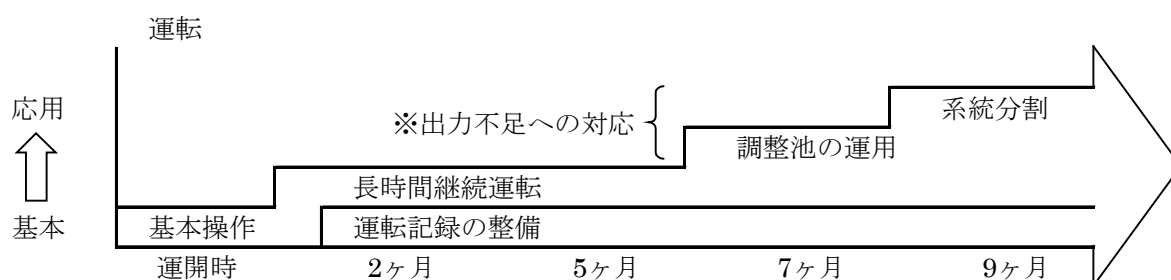


図 3-4 運転に関するノウハウの蓄積

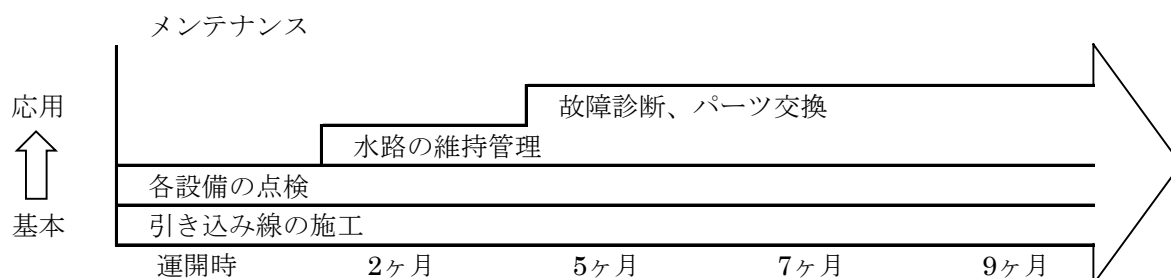


図 3-5 メンテナンスに関するノウハウの蓄積

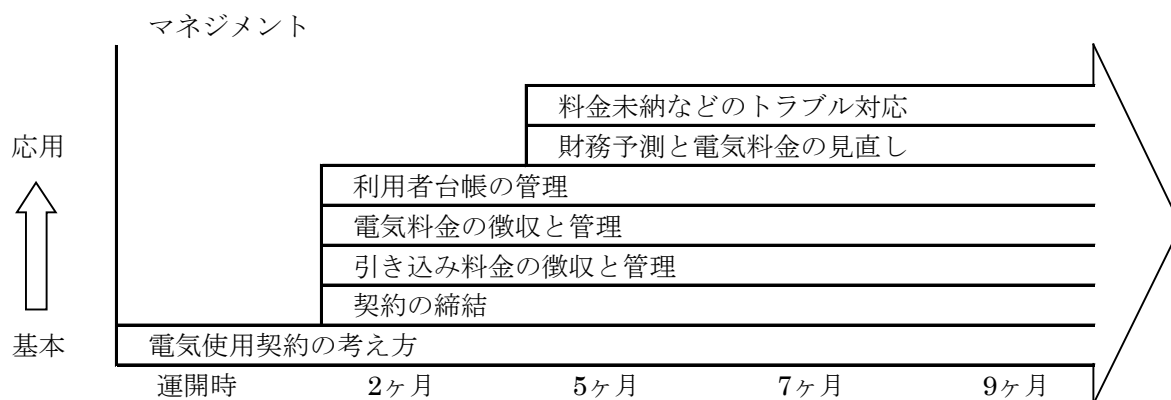


図 3-6 マネジメントに関するノウハウの蓄積

第4章 モニタリング結果とその評価

4-1 季節的な運用（発電用調整池と系統分割）

乾季の点灯時間帯に出力を増加させるため、水路に隣接する既存の溜池（池面積約 130m^2 ）を発電用調整池（利用水深 0.5m ）として利用することとし、 $\phi 100\text{mm}$ の鋼管にスルースバルブを取り付けた放流設備を設置した。このような溜池は山岳部の棚田地域では一般的なものであり、このアイデアは山岳地域における渇水対応として広く活用することができる。

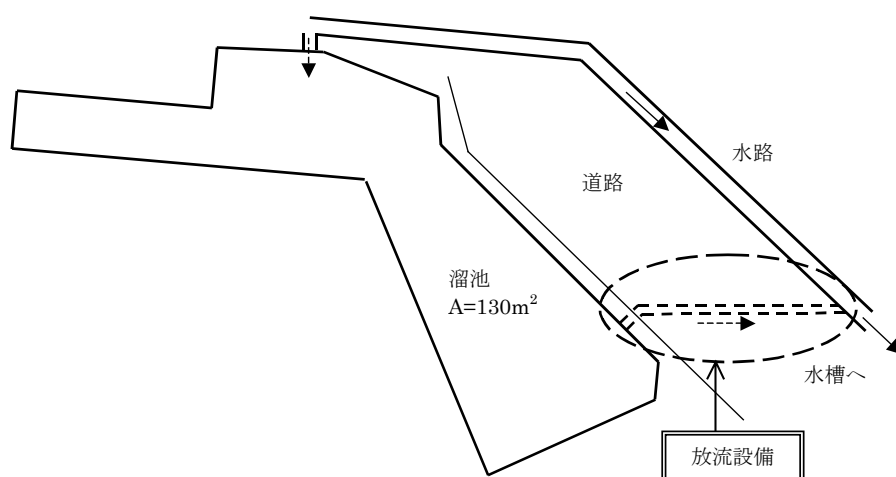


図 4-1 発電用調整池概要図

自主的な負荷制限では電圧低下に対する十分な効果が得られない可能性を想定し、緊急時には供給制限（地域割りによる輪番停電）を実施できるよう配電線路へ区分開閉器を取り付けることとした。

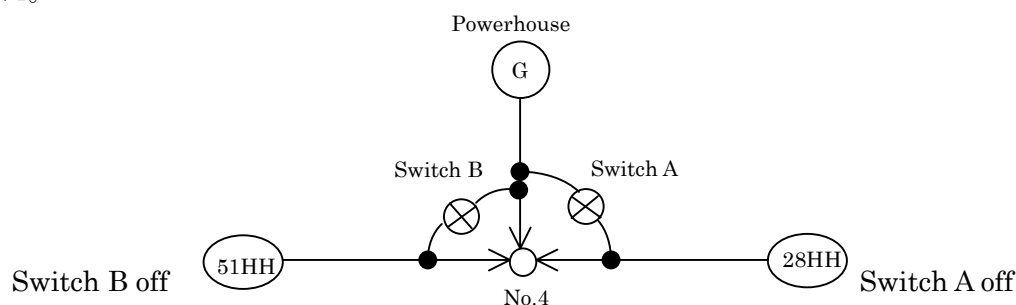


図 4-2 区分開閉器による輪番停電の考え方

4-2 運転実績

負荷ピーク時間帯や負荷変動時における電圧の安定性などを確認するため、1日のロードカーブを測定し検証した。

- 負荷のピークは、日没後の 19 時 30 分（ピーク A）と、夜明けの 6 時頃（ピーク B）の 2 つあり、何れも蛍光灯をつける点灯ピークであった。
- 負荷が大きく変化する点灯ピーク前後において、ダミーロード制御により、電圧・周波数ともほぼ一定に保たれ、良好な安定性を確認できた。また、湯沸器(1kW)を ON/OFF して急激な負荷変動を与えた結果、電圧変動は 15V 程度に収まり、過渡安定性も良好であった。

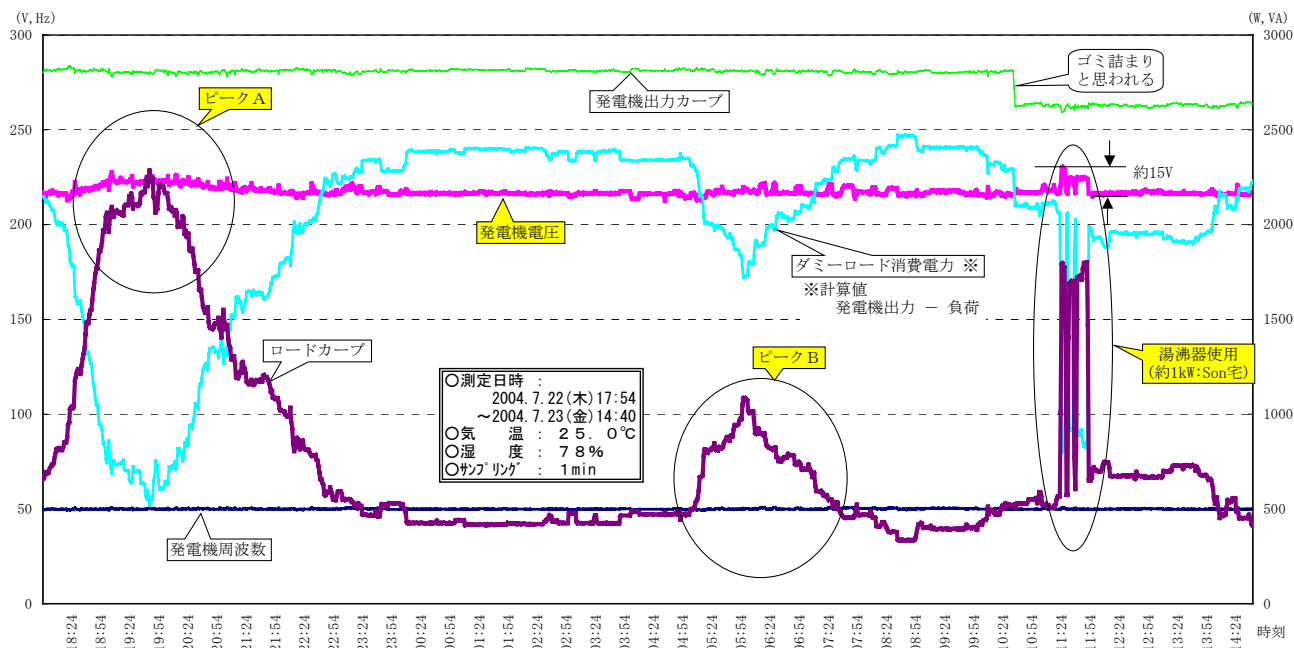


図 4-3 ロードカーブの状況 (2004.7)

4-3 需要分析と将来予測

Theu 村ではピコ水力発電機を使っていた家庭が多く、パイロットシステム完成時点でかなりの電気器具が存在しており、初期段階からある程度の電力需要があると想定した。現在所有する電気器具をベースに現在の平均的需要は一戸当たり 40W 程度と推定される。(表 4-1 参照)

表 4-1 Theu 村の 1 世帯あたりの電力需要原単位 (現在)

電気器具	消費電力 (W)	使用台数	機器計 (W)	普及率 (%)	同時需要係数 (%)	需要原単位 (W/世帯)
白熱灯	25	2	50	68	50	17.0
蛍光灯	40	1	40	45	80	14.4
テレビ (白黒)	30	1	30	33	70	6.9
テレビ (カラー)	60	1	60	5	70	2.1
カセットレコーダー	10	1	10	20	10	0.2
扇風機	50	1	50	32	10	1.6
計						42.2

電化後の購入希望としては電灯およびテレビが多い。Theu 村は Muong 族の村であり、一般的に家屋が大きいため、電灯はより明るい蛍光灯の普及が進むと考えられる。テレビは既保有の 30 世帯に対して新規購入希望が 22 件とかなりの要望がある。したがって、将来の需要負荷は電灯とテレビが主体となる。表 4-2 は数年後に予想される需要規模を示している。将来の電気器具の増加に対応するため、Village Hydro の設計に用いる電力需要原単位は 70W~100W/世帯とすることが望ましい。

表 4-2 Theu 村の 1 世帯あたりの電力需要原単位（将来予測）

電気器具	消費電力 (W)	使用 台数	機器計 (W)	普及率 (%)	同時需要 係数 (%)	需要原単位 (W/世帯)
白熱灯	25	1	25	80	50	10.0
蛍光灯	20	2	40	70	80	22.4
テレビ（白黒）	30	1	30	60	70	12.6
テレビ（カラー）	60	1	60	20	70	8.4
カセットレコーダー	10	1	10	40	10	0.4
扇風機	50	1	50	60	10	3.0
計						56.8

4-4 電気料金徴収と管理

4-4-1 電気料金設定

2004 年 1 月から本格的な試運転が始まったが、乾季の電力消費量は著しく少なく、700VND/kWh のままでは十分な収入が確保できず、適正な運転管理が維持出来なくなる可能性もあり、電気料金の見直しが必要となり、住民集会で値上げについて合意を得た。料金設定方法としては、各世帯が定額の追加負担をする方法や、kWh 料金単価そのものを値上げする方法などが主に上げられるが、消費量が多い家庭には多く負担させるという基本的考え方を採用することとした。ただし、単純な kWh 料金単価の変更ではなく、Theu 村の乾季における電力消費傾向を反映させ、乾季でもある程度の収入が安定的に確保できるよう低消費部分の単価を高めに設定した。以下は新電気料金表とそれに基づく運営収支試算表である。

表 4-3 見直し後の電気料金（VND）

kWh	700VND/kWh (A)	Increased tariff (B)	Increase rate (B)÷(A) = (C)
5	3,500	5,800	166%
4	2,800	5,100	182%
3	2,100	4,400	210%
2	1,400	3,200	229%
1	700	2,000	286%

* 5kWh 以上は、順次 700VND ずつ料金が上がっていく。

表 4-4 CEU による一ヶ月あたりの運営収支試算（新電気料金の場合：54 世帯）

	乾季	雨季
支出 ○維持管理費用	60,000VND	60,000VND
○運転員給与	150,000VND	200,000VND
○運営・事務費	10,000VND	10,000VND
（支出計）	220,000VND	270,000VND
収入	(108kWh) 172,800VND	(270kWh) 313,200VND
差額	▲47,200VND	43,200VND

4-4-2 電気利用実績と料金負担

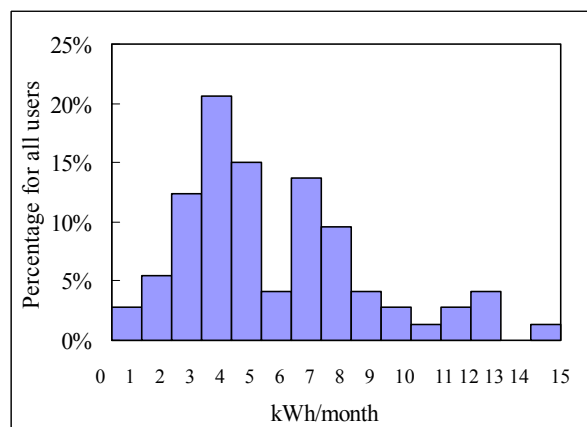
2004年9月のデータによれば、月間電気使用量が最も集中しているのが3-4kWhであり、4kWh以下の利用者が全体の40%近くを占めている。こうした世帯は電灯需要主体の電力消費である。

○電気使用量合計：359kWh

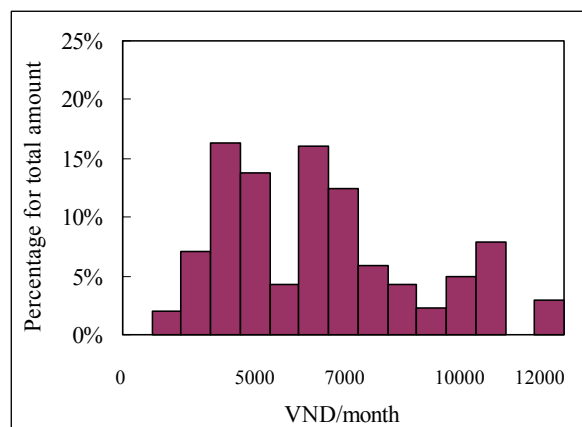
○電気料金合計：406,100VND

○1世帯当たりの平均電気使用量：4.9kWh

○1世帯当たりの平均電気料金：5,560VND



(1) kWh 毎の利用世帯割合



(2) 料金負担割合

図 4-4 電気利用実績 (Theu 村 2004 年 9 月)

また、料金水準については不満もなく、期日通りの支払率は 95%であり、また世帯聞き取り調査や灯油に係る費用との比較からも住民の電気への支払意思額は 10,000VND 程度と考えられ、値上げ後の電気料金は住民に受け容れられたと言える。

4-4-3 CEU の徴収金管理

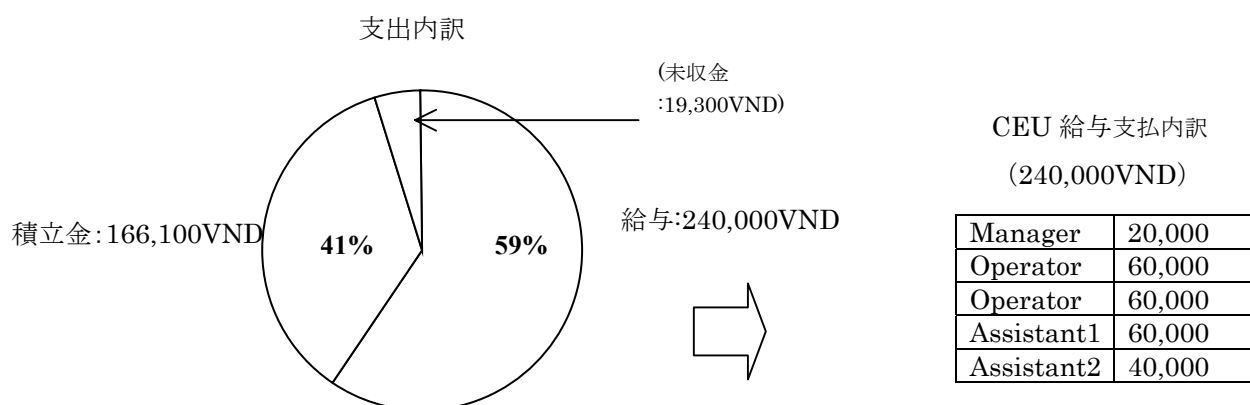


図 4-5 CEU の支出内訳 (Theu 村 2004 年 9 月実績)

支出の約 60%を運営管理に係る直接費用（運転員の手当）として支出し、残りの約 40%を長期維持管理費用として積み立てている。長期維持管理費用としては、毎月 50,000VND 以上の積立が

推奨されるが、乾季の収入不足を補うためにもこのように雨季に十分な積立を行うことが望ましい。

4-5 住民の満足度－ヒアリング結果と分析

パイロットシステムの運転開始後、6ヶ月間にわたって電気利用状況について、世帯モニタリング調査を実施した。このモニタリングは、村長と相談の上 54 世帯を生活水準で高・中・低の三段階に分類し、それぞれ4世帯、3世帯、3世帯の計 10 世帯をサンプル世帯として選定し、予め用意した調査票に基づくヒアリング調査を実施した。

表 4-5 モニタリング時期と内容

	第1回モニタリング	第2回モニタリング	第3回モニタリング
運開からの期間	約1ヶ月後	約4ヶ月後	約6ヶ月後
実施時期	2004年2月	2004年5月	2004年7月
自然条件との関係	乾季	乾季から雨季への移行期	雨季
調査内容	使用機器と時間、電灯下での活動、利用制限への意見、引き込み料金	使用機器と時間、低電力消費タイプ蛍光灯への意見、利用制限と追加負担への意見	使用機器と時間、電化製品の購入、新電気料金への意見、電気供給への満足度

- 電気供給は夜間を中心に行われており、これは夕食時間にあたるため、電灯の下では食事、料理や家畜の世話などの家内仕事、勉強を行っており、供給時間の短い乾季においても各世帯とも電気の恩恵を享受していた。
- 住民集会で協議した結果、運営・維持管理費用を確保するために新電気料金の適用が決定したため、6月分の電気料金はこの新料金体系に基づいて徴収されたが、これについては全世帯が期日通りに支払を行っており、十分受容できる金額（平均約 4,400VND）であると回答している。これは、一ヶ月に必要な灯油代（1.5～2L 7,500～10,000VND）と比較しても安く、また鶏や農産物の売却により工面しやすい金額である点が理由として上げられる。
- モニタリング最終回に Village Hydro の電気供給についての満足度について聞き取りを行ったところ全サンプル世帯が、「満足」と回答し、利用継続を希望した。この理由として全世帯が上げたのが、「安定した十分な電力供給（10 世帯）」であった。これは、夜間に継続的に電気供給されている、電灯が本来の明るさで使用出来る、テレビや扇風機の使用にも十分な電力が供給されている、などの点が含まれる。このように、質の良い電気を継続的に供給していることで、住民からの信頼が得られ、季節的な利用制限や新電気料金についても定着したのだと考えられる。

4-6 経済性評価

オフグリッド地方電化においては電力需要が夕方と朝に集中するため、発電所の稼働率は高くない。また、負担能力の低い需要家が対象となるため電気料金の引き上げにも限界がある。こういった事情から、投資収益性という指標を用いて評価すると否定的な結果となることが多い。

Theu 村のパイロットシステムについては、現状では料金収入は全て費用に対応しており利益となる部分はなく、投資案件とはなり得ない。ここで値上げ後の料金体系をもとに、さらに建設費に対して 90%の補助金が得られたと仮定して、10 年間のキャッシュフローに基づく財務的内部収益率 (FIRR:Financial Internal Rate of Return) の評価を行ったところ、このような条件下でも FIRR は表 4－6 に示すように 1.7%となり商業ベースでの投資は困難という結果であった。

一方、住民の受ける電化の便益については支払う電気料金以上の評価が可能である。すなわち、電化による灯油購入費用の削減のみならず、夜間作業による農作業の能率向上などさまざまな経済的メリットが発生していると評価できる。今後ベトナム政府が独自の開発予算により村落規模のマイクロ水力開発を行う場合に、投資を行う判断基準として経済的内部収益率(EIRR: Economic Internal Rate of Return)を用いることは有効であろう。EIRR は電化プロジェクトの実施によって生じる社会的・経済的便益を含むものである。例えばこうしたポジティブな社会的影響として、収入増加、夜間の家内作業の容易化、子供の夜間勉強時間の増加、学校や診療所など公共設備の充実などが上げられる。こういった部分についてさらに詳しい分析が必要であるが、概略、電力消費が多い雨季で一戸当たり 20,000VND/月、乾季でも 10,000VND/月程度の評価は妥当である。この数値を代入して EIRR の評価を行った結果を表 4－7 に示す。これによれば建設費に対して 90%の補助金が得られた場合、EIRR は 30%以上となり、地方電化プロジェクトとして実施する社会的妥当性を示している。

表 4－6 経済性評価の要約—FIRR－建設費補助率 90%

Capital investment		\$22,500 (348 million VND)	
Subsidy		90%	
Plant life		10 years	
Electricity demand per household		160Wh/day/HH in year 1 <Rainy reason 6months> 70Wh/day/HH in year 1 <Dry reason 6months> 5% increase per year	
Number of connected households		70 households in year 1 5% increase per year	
Cash out	Long term maintenance cost	\$130 (2 million VND)	System check (all parts) cost in year 5
		\$260 (4millionVND)	Repair of turbine runner in year 7 to 9
	Administrative costs	\$16/month<Rainy reason> (0.25 million VND) \$10/month<Dry reason> (0.16 million VND)	Operator's salary and miscellaneous costs
Cash In	Tariff revenue	Based on new tariff system in Theu	4.8kWh/month/HH in year 1 <Rainy reason> (160Wh×30days=5kWh) 2.1kWh/month/HH in year 1 <Dry reason> (70Wh×30days=2kWh)
FIRR		1.7%	

表 4-7 経済性評価結果—EIRR – 建設費補助率 90%

Capital investment		\$22,500 (348 million VND)	
Subsidy		90%	
Plant life		10 years	
Electricity demand per household		160Wh/day/HH in year 1 <Rainy reason 6months> 70Wh/day/HH in year 1 <Dry reason 6months> 5% increase per year	
Number of connected households		70 households in year 1 5% increase per year	
Cash out	Long term maintenance cost	\$130 (2 million VND)	System check (all parts) cost in year 5
		\$260 (4millionVND)	Repair of turbine runner in year 7 to 9
	Administrative costs	\$16/month<Rainy reason> (0.25 million VND) \$10/month<Dry reason> (0.16 million VND)	Operator's salary and miscellaneous costs
Cash In	Benefits		20,000/month/HH <Rainy reason> 10,000/month/HH <Dry reason>
EIRR		30.2%	

4-7 開発資金

4-7-1 135 プログラム

135 プログラムとは「極度の困難状況にある遠隔・山岳地域コミュニティの社会経済開発プログラム」(DecisionNo.135/QD-TTg of July 31,1998) という、ベトナム政府による主要な貧困緩和プログラムの一つであり、農村インフラ整備を中心に農業生産と収入の増加、及び社会サービスの充実による生活水準の向上を目的としている。プロジェクト実施については、地方レベルの人民委員会にその責任が委ねられているが、個々のプロジェクト分野の決定と要請はコミュニティが行い、上部機関へその要請を上げていくこととなる。1 コミュニティあたりの予算は年間 500millionVND (約\$32,000) である。この 135 プログラムについては対象事業が指定されており、その中には水力発電設備の開発工事も含まれている。したがって、今後、Village Hydro の開発を検討する場合には、この 135 プログラム資金の活用を優先的に考慮すべきである。

4-7-2 RARE

世銀は MOI と連携して再生可能エネルギーによる地方電化を促進するための基金制度 Rural Area Renewable Energy Facility (RARE) を発足させた。この RARE によって世銀/MOI は今後 20 カ所程度のマイクロ水力利用地方電化パイロットプロジェクトを実施することを計画しており、そのための資金として RARE を活用する予定である。Village Hydro の開発をコミュニティが行おうとする場合には所定の手続きを経てこの RARE スキームを利用することも理論的には可能であるが、この資金は建設費用について最大 80%までの補助金を供与するものである。

第5章 パイロットプロジェクトの総合評価と政策的支援

ここでは、このパイロットプロジェクトの成果を集約するとともに、オフグリッド小水力利用地方電化を各省人民委員会（Provincial People's Committee:PPC）を中心に本格的に推進していくための課題や対応策について議論している。ここでの議論は工業省(MOI)や各省人民委員会工業局(DOI)をはじめとするベトナム政府の地方電化担当部局に対する提言を兼ねている。

5-1 パイロットプロジェクトの総合評価

パイロットシステムは 2003 年 11 月下旬の着工後、天候に恵まれたこと、住民の協力を得たことなどで作業は計画通り進み、12 月末には配電工事を除いてほぼ完成し、試運転を開始した。総工事費は約 22,500 ドルと当初計画の範囲内におさまった。kW 当たりの建設費 2000 ドル台という水準は、日本国内での開発ではクリアすべき技術的条件が多いため実現困難であるが、ODA ベースの小水力発電所の建設費としては標準的なものである。これは取水設備を既設の灌漑設備の改修とし新たな設備を建設しなかったこと、水車・発電機・制御装置を全てベトナム国産品としたことなどによって達成できたものである。

運転性能については電圧（220V）、周波数（50Hz）とも設計通りで安定している。これはダミーロードによる運転制御装置が正しく機能している証拠である。この制御装置はベトナム国産技術で商品化された初号機であったが、現在まで問題なく動作している。水車、発電機もベトナム製であるが運転性能については問題ない。このように「Village Hydro」の基本構想をもとにパイロットシステムをベトナムの国内技術によって完成させ、コスト目標をクリアし、順調に運転させることができたことは、ベトナム国内でのこの方式によるオフグリッド電化の普及拡大について非常に大きな可能性を示していると評価できる。

もちろん、乾季における流量不足の結果、発電出力が低下し、需要家への電力供給が困難となるといった問題も生じたが、この点については以後のプラントの設計段階における使用水量、最大出力の検討過程において大いに議論してもらいたい項目である。運転開始後において、この問題のひとつの解決策として、ため池を利用した調整池機能を付加することとしたが、こういった対応方法も参考となるであろう。

技術面よりも重要と指摘されていたプラントの長期的な維持管理（マネジメント）については、まずパイロットシステムの施工及び維持管理体制について Theu 村で住民集会を開き、村全体での工事への協力と自主的な維持管理体制の構築について合意形成を行った後に工事に着手した。その後、パイロットシステムの試運転段階から、オペレータに対して実機を使った OJT により、運転基礎技術の指導を行った。パイロットシステムには操作が簡単に行えるよう自動運転制御機能が備わっており、基本的にオペレータはバルブの開度を調整するだけでよい。このため、発電について基礎知識のない者でも基本操作を容易に修得できる。この点は山奥の村落に設置することを考慮した場合、非常に重要なポイントである。

維持管理組織はマネージャー（１名）とオペレータ（２名）、アシスタント（２名）で構成されており、運転保守のほか、電気供給契約の締結、引き込み工事費徴収、毎月の電気料金徴収、記帳事務や資金管理などを行う必要がある。こういった業務は彼らには未経験の部分が多く、定着するまでに長期間の試行期間が必要である。本調査では、６ヶ月以上の指導モニタリング期間を設定して組織メンバーへの徹底した指導を行ってきた。特に、ベトナムでは政府通達によって農村部の電気料金は 700VND/kWh が上限となっているが、オフグリッドによる電力供給の場合には料金を別途設定することが可能である。本パイロットプロジェクトで収支予想をもとに料金体系の見直し（引き上げ）を行ったことは、これまでほとんど実証的な分析が行われなかった農村部での支払い能力や支払意思額について貴重なデータを示しており、今後のオフグリッド地方電化事業の展開における重要な前例となるものである。運転段階では資金的援助を受けず、電気料金収入だけで毎月の運営ができるように指導することが基本であり、電気料金の引き上げと同時に運営組織メンバーの報酬をかなり圧縮する必要があったが、収支バランスをとることができたことで持続的な運営のための大きなハードルを越えることができた。

その他の課題としては、臨時の保守費用に対する負担方法などがあげられるが、この点については村人が修理代の負担を基本的に了解していること、CEU が毎月積立を行っていること、さらに調査団として予備費を CEU に提供するなど措置を講じてきた。こういった対策がとられており費用負担を伴う修理が必要となっても対応可能となっている。このように、本パイロットプロジェクトでは、技術、経済性に加えてマネジメントの面でも今後の事業展開のために参考となりうる有力なモデルをつくることができたと言えよう。本パイロットプロジェクトで蓄積されたさまざまなノウハウは以後の地方電化開発プロジェクトにおいて十分活用されなければならない。その内容はマニュアルに集大成されたほか、参加したベトナム側諸機関にノウハウとして蓄積されている。（図 5-1 参照）

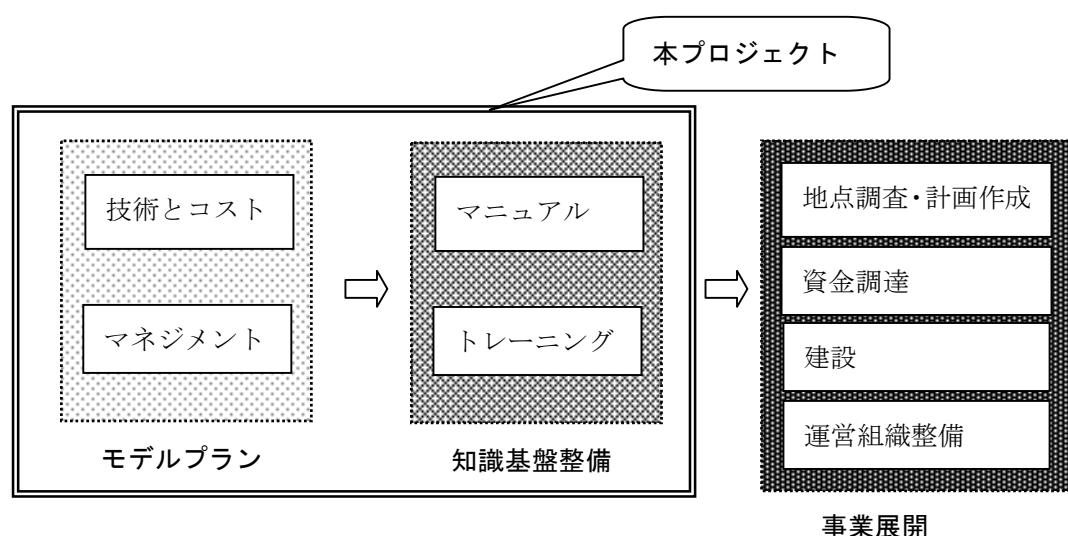


図 5-1 パイロットプロジェクトのノウハウ蓄積

5-2 本格的事業展開への道のり

今後は本プロジェクトの成果をもとに、ベトナム側関係者が主体的に実際の地点開発を進めて行かなければならない。この事業実施に必要な作業の内容についてまとめたものが下表である。

表 5-1 今後の事業実施に必要な作業

項 目	実施主体、関連制度など
地点調査	流量、落差、需要地との距離、地形などを調査し、開発可能性を評価する。地点情報についてはコミューンが持っている。その情報をもとに現地踏査で評価を行うのは DOI であろう。地方政府の予算で費用を支出することは可能である。
計画作成	マニュアルを参考に基本計画作成を行うのは DOI あるいはコンサルタントであろう。開発事業費は 135 プログラム資金の範囲内にすることが目標
資金調達	135 プログラムによる開発資金申請を行うのが最も簡単である。このほか、世銀/MOI が運営する RARE の補助金(最大 80%)を申請することも可能であるが、手続きは 135 よりも煩雑
建 設	建設は地元建設会社で可能である。機器類もベトナム国内で調達可能である。運転操作が容易で故障修理が可能であるものを選ぶことが重要
運営組織整備	運営について十分な時間をかけて維持管理組織の育成指導を行う必要がある。この作業についてはマニュアルを参考に実施する。完成後も地方政府によるバックアップが不可欠である。

こういった各作業項目の標準的な流れを下図に示す。開発の要請は（District を経由して）DOI に伝えられる。その後、DOI はその地点調査を行い、その調査結果をもとに地点評価を行い、基本計画を立案する。その基本計画を実施する場合には、開発資金を手当し、工事を行い、完成後の運営管理体制を整備する。以上が典型的な開発パターンであると考えられる。

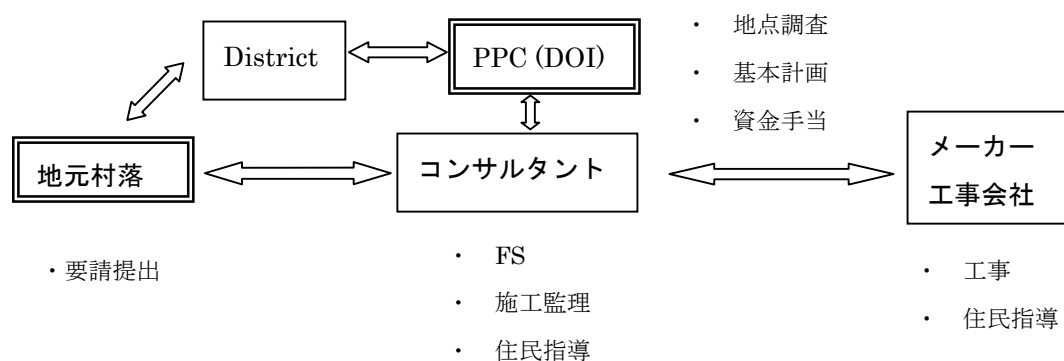


図 5-2 事業実施の標準フロー

5-2-1 プロジェクト実施の課題と対応策

(1) 地元要望

未電化村落では電化への要望は持っているものの発電に関する基礎知識がないため、開発のためのアイデアを自ら提案することはない。したがって、Village Hydro のような方法があることを幅広く理解してもらうことが開発の出発点となる。このためには普及広報活動が必要となる。

(2) プロジェクト形成

Village Hydro についての経験豊富な組織はほとんどないため、各省 DOI は独自に Village Hydro の候補地点の把握（資源調査）と計画の概略検討を行い、開発可能な地点のプロジェクト形成を行う必要があるが、そのためにはかなりの専門的知識が必要とされる。このプロジェクト形成の部分が実施されないと開発案件は動き出さない。ここでグリッド延長による地方電化の場合と比べてみると、ほとんど机上だけで計画作成が可能であるグリッド延長に対して、地点ごとに個別に計画立案する必要がある Village Hydro では作業内容がかなり複雑であることがわかる。

表 5-2 事業実施における Grid 延長と Villagehydro 開発の比較

	グリッド延長	Village Hydro 開発
責任主体	EVN や Power Company が計画段階から担当	EVN や Power Company の責任の範囲外であり、PPC が中核となる必要あり
地元意見	グリッド延長については住民の理解も深く、反対意見は出ない。	グリッド延長を要望している場合、Village Hydro には異論が出る可能性あり
技術の複雑さ	計画作成は初歩的知識で可能	計画作成には専門的知識が必要
外部専門家	グリッド延長事業を実施したノウハウを有する業者が多く存在する。	Village Hydro 開発に携わった経験のある業者は非常に少ない。

このため、その作業手法について適切なトレーニングを行い、DOI が自主的にこういった作業を行えるよう能力育成を図ることがどうしても必要である。しかし現在まで DOI に対するマイクロ水力計画作成に関するトレーニングなどの本格的なキャパシティビルディングは行われていない。本パイロットプロジェクトでも地元の HoaBinh 省 DOI については技術移転を行っただけであり、他省については技術的な説明をワークショップで行っただけである。このような状況であり、DOI の知識経験が圧倒的に不足しているため、Village Hydro の地点調査と基本計画作成についてのプロジェクト形成作業は著しく停滞せざるを得ない状況である。したがって、政府として第一に取り組むべき課題は各省 DOI のキャパシティビルディングであると言える。このためには、本調査で作成した設計・施工マニュアルを参考資料として活用できる。

(3) 資金計画

ベトナムにおいては Village Hydro の開発資金確保につながる制度が既に存在する。それは開発が遅れているコミューンに対する政府の地域振興予算（通称 135 プログラム）と世銀資金によって工業省に設定された再生可能エネルギー開発ファンド(Rural Area Renewable Energy Facility : RARE)である。特に、135 プログラムの制度は長年にわたって運用され、ベトナムの地方部では完全に定着し、道路や灌漑設備の整備などに使われている。Village Hydro の開発に必要な投資は小規模なものであり、135 プログラムの趣旨や予算枠に適合している。したがって、この 135 プログラムによる開発の実例をつくり、それを各地に広めていくことが望まれる。これに対して、RARE については制度が出来たばかりであり、その認知度は低く、また制度利用のためには 135 プログラムと比べてかなり複雑な手続きが必要であることも大きな問題である。RARE の資金が 135 プログラムと同様に地方のコミューンからの要望にスムーズに応えられるよう、制度自体に関する広報や手続きの簡素化などの制度改善が望まれる。

(4) 建設

プロジェクトの施工については、ベトナム国産技術のみで実施することが理想的である。特に長期的な維持管理を考えた場合に国産技術であればメンテナンス・修理も非常にやりやすくなる。建設工事の詳細計画については DOI が行うのではなく、コンサルタントや工事会社が実施する。DOI はその計画について審査し、許可を与える立場である。その後は、DOI が地元村落の代理として工事会社を指導し建設工事を完成させる。

(5) 自主管理

設備完成後の住民組織による自主管理体制の確立は Village Hydro 開発における最も重要な作業である。この作業が十分に行われないと運転のトラブルや収入不足などが発生し、運転停止に追い込まれる可能性もある。このような事態は以後の地方電化プロジェクトの推進に重大な悪影響をもたらす結果となる。したがって、この作業については DOI あるいは経験豊富なコンサルタントが住民に密着した長期的かつ念入りのトレーニングを実施する必要がある。このための費用は建設工事費の中に含めておくことが望ましい。

電気料金の設定や収支計画、運転保守実習などの作業項目やその内容について政府がガイドライン化することによって、各プロジェクトの設備完成後において必要かつ十分なトレーニングが確実に行われるよう措置する必要がある。本調査で作成したマニュアルは参考資料として活用できる。また、DOI は運転開始後における定期的なモニタリング（現地視察）などによって運転中地点の情報を収集し、住民の自主管理に適切な指導を行い、トラブルの発生を未然に防ぐという対応が必要である。同時に故障修理や定期補修など住民だけでは対応できない部分のバックアップ体制を確立しておくことも重要なポイントである。

5-2-2 まとめ

ベトナム政府及び地方人民委員会として行うべき **Village Hydro** の普及拡大のために実施すべきアクションプランをまとめると以下の通りである。

プライオリティ A	1. 山岳部各省の DOI に対するキャパシティビルディングの実施 2. 自主管理に関する住民組織づくりや電気料金制度などの指導項目についてのガイドライン整備
プライオリティ B	1. 今後、各省ごとにモデル地点開発を行うなどの地元意識向上のための PR 2. 135 プログラムによる開発事例の推進、RARE の制度改善 3. 国内企業の積極的活用による技術力の向上

以上のように開発の各段階における問題の所在やそのプライオリティは異なっている。もちろん、開発の第一歩は地元の要望である。村落内にある水資源を活用して小水力発電所を建設し、自分たちで長期間にわたって運営していくという熱意が必要であることは当然である。それを実現するための資金措置についてはベトナム国内で適当な制度があり、さらに優秀なコンサルタント、メーカーが国内に存在する。このように開発実施のための条件はほとんど揃っており、実行は十分可能になっていると考えられる。残された課題は中心的役割を果たす必要がある地方の DOI の能力育成によって開発計画づくりをいかに活発化させるか、またプロジェクト実施後の自主管理体制を整備するための指導が丁寧に実施されるような制度づくりが求められている。