

## 第4章 パイロット設備の施工

### 4-1 実施体制

今後のオフグリッド地方電化は、下図に示すとおり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。

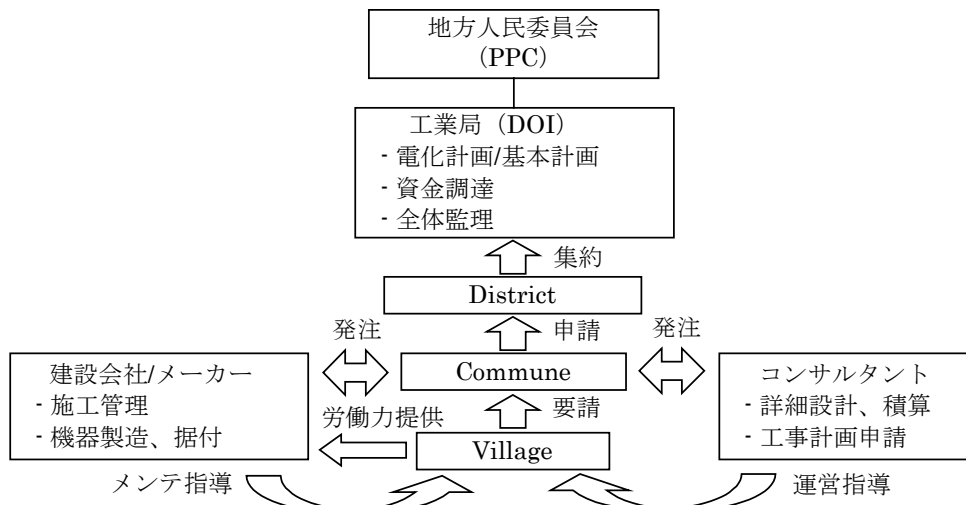


図 4-1-1 オフグリッド地方電化の実施体制予想図

上記を踏まえ、パイロット事業ではホアビン省 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。

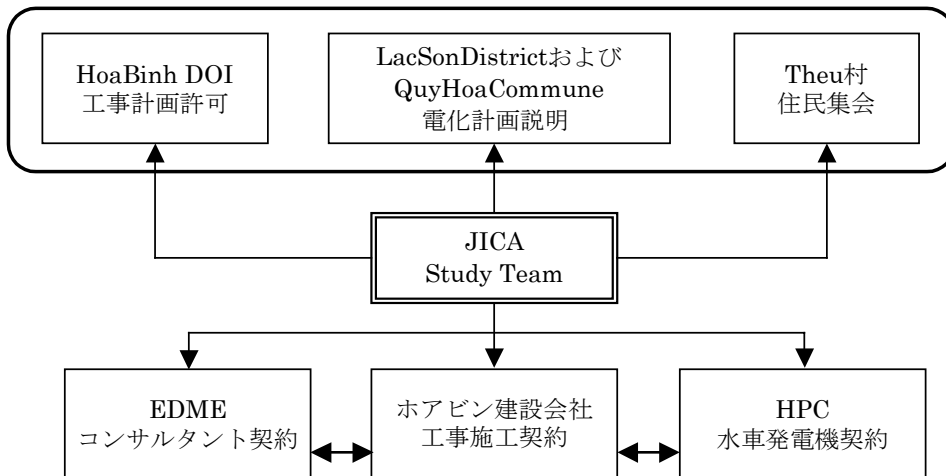


図 4-1-2 パイロット事業実施体制図

## 4-2 工事計画申請

プロジェクトの工事計画申請は国内基準への設備の適合状況および設備保安の考え方を確認するものであり、DOI が窓口となって内容を吟味し、地方人民委員会が承認し、許可する。したがって、計画全体ならびに構造物の仕様を説明するための設計内容および詳細設計図面の明示が求められる。これらを網羅した申請書を作成するには十分な技術検討が必要となる。本パイロット事業では、工事規模が小さいことから DOI との協議を経て簡略化した内容での申請となった。Village Hydro の普及を図るためには、今回の工事計画申請の簡略化が今後も継続されることが望まれる。申請書への記載項目はつぎのとおり。

表 4-2-1 工事計画申請書の記載例

項目	記載内容
(1) プロジェクト名	JICA 地方電化パイロット事業
(2) 実施内容	Mai Theu 水力発電所および配電線路の新設工事
(3) プロジェクト概要	本プロジェクトの背景および電化概要を記載 - 発電計画 - 配電計画 - 設備仕様
(4) 設備設計の説明	つぎの設備について、設計の考え方、構造、寸法を記載 導水路、水槽、水圧管路、発電所、放水路、配電設備
(5) プロジェクト実施者代表	
(6) 設計図面	

## 4-3 工事工程

Village Hydro を必要とする村落の多くはグリッド延伸が難しい山岳地域に位置する。したがって、資機材の運搬工程が全体工程を大きく左右する。パイロット事業では村落中心まで車両運搬が可能であったため、表 4-3-1 に示すとおり現地工事を約 2 ヶ月で実施することができた。また、水車製作には仕様決定後通常 2 ヶ月以上を要するが、本プロジェクトでは水車メーカーの特別な努力により 2 ヶ月未満での納入が可能となった。発電設備工事は水車納入に合せた水車発電機据付を中心として、資機材運搬→発電所基礎→水車発電機据付→水圧管路の手順で工程を立案し、この手順および期日を遵守することで工程を確保した。



#### 4-4 工事費内訳

パイロットシステム工事費（契約時）を以下に示す。1kW 当たりの建設費が\$2,500 であり、そ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%である。

表 4-4-1 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 <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup>	(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	

パイロットシステムの工事費について、MP 調査における試算値と比較して、大きな増減が生じた項目とその理由はつぎのとおりである。

- ① 土木工事では、新設水路（導水路、余水路、放水路）にレンガ積工を使用したことにより、水路 1mあたりの工事単価が素掘水路と比べて約 US\$ 1/m から約 US\$ 5/m へと増加した。新設水路総延長 230m（契約値）に対する工事費の増加は、約 US\$ 920 となる。その他の土木工事費に大きな変更はない。
- ② 配電工事では、鋼芯アルミニウム絶縁電線を芯無し電線に変更したこと、および電線、電柱等の資材の車両運搬が可能となったことにより、1km あたりの工事費が約 US\$ 1,300/km 低下して約 US\$ 4,100/km となった。

#### 4-5 施工管理

建設中に発生した諸問題とその対応策はつぎのとおり。

##### 4-5-1 住民自身による自主作業

村民の責任施工範囲である既存灌漑設備の改修および配電ルート等の伐採はボランティアである。Theu 村住民は石積作業による棚田施工に熟練しており、その土工能力は驚異的なものであった。今回は調査団がセメントを提供して堰や水路の改修を本格的に実施させた結果、十分な工事内容で完成できた。建設会社が施工する新設範囲では村民が建設会社に雇用され作業に従事した。Theu 村では各世帯より 1名の労働力を提供し、これらの作業に対応した。



図 4-5-1 住民による作業状況（左）と村内道路・水路改修状況（右）

##### 4-5-2 土木工事

今回のパイロット設備の工事は厳しい工程であったが、無事故で計画通りの工程を確保できたことから、施工業者は十分な技量を有していたと考えている。ただし、若干の不具合は発生した。

### (1) 不明確な指示系統

作業内容の事前確認や施工修正内容が、作業員まで周知されていない状況が散見された。最終的に提出された施工計画書は、作業手順を含んだ内容で非常に良く出来ていたが、予想以上に施工が早かったため、計画書の遅れによる作業内容確認の遅れが発生し、構造物の寸法違いや運転時の設備漏水発生など、やや粗い施工を招いた。今回は工程が非常にタイトであったためこのような状況に陥ったが、作業区域毎の責任者を明確化し、指示系統をしっかりと機能させるため、作業前ミーティング等を徹底することが望ましい。

### (2) 品質管理の不足

設備施工において、品質管理が不足し手直しを必要とする事例があった。これは、ホアビン建設会社の技術者が不在で、作業員のみで施工する際に発生していた。技術者は品質管理に関して問題意識を保有しており、その考えを徹底するためには、作業スケジュールに基づきできるだけ施工個所に常駐できる体制づくりが必要である。主な問題個所はつぎのとおりであるが、すべて手直しを完了している。

#### ① 水圧管路末端における漏水

末端フランジ部の接合不良により若干の漏水が発生。漏水個所をPVCおよび接着剤により補強し、外側にラバーを巻き付け金属バンドにて締め付けて対応済。

#### ② 水路のモルタル剥れ

強度不足によりモルタル剥れが発生。所定の配合により修正済。

## 4-5-3 電気機械

### (1) 水車発電機の搬入

水車発電機は工場から一体化された状態で納品され、合計300kgの重量があったが20名程度の人力で運搬・据付できた。ただし、人力による重量物の運搬は危険を伴うことから、機器の分割や軽量化を図ることが今後の課題である。



図 4-5-2 水車発電機の運搬



## (2) ダミー抵抗の防水

今回採用したダミー抵抗は、発熱体が長く冷却用の水を上部まで調整しながら据付しなければならない。ダミー抵抗は碍子絶縁になっており、絶縁不良が発生すると短絡事故を引き起こす。また、ケーブル端子部が剥き出しの状態にあれば水滴を浴びて短絡事故の原因になりやすい。対策として、冷却水の水位確保とケーブル端子部の防水対策を実施した。

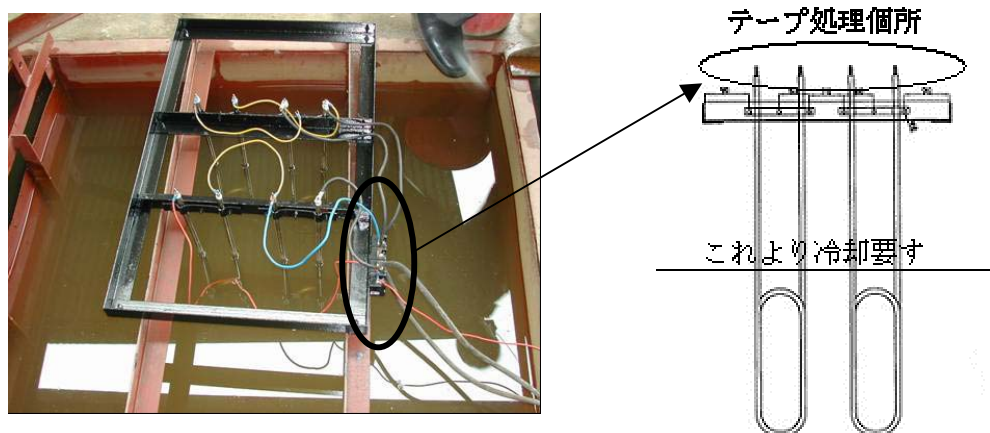


図 4-5-3 ダミー抵抗の冷却

## (3) 運転制御装置および保護継電器の設定

試運転時、ダミーロード制御基盤が不調で周波数調整に不具合が生じたが、制御基盤の取り替えにより回復した。過電圧継電器や周波数継電器の稼動が一部不確かであったが、これは工場での単体試験による設定調整が短期間であり十分行うことができなかつたためと考えられる。現在は、製作者側と計器類も含め、機器の設定について確認・試験・調整済である。

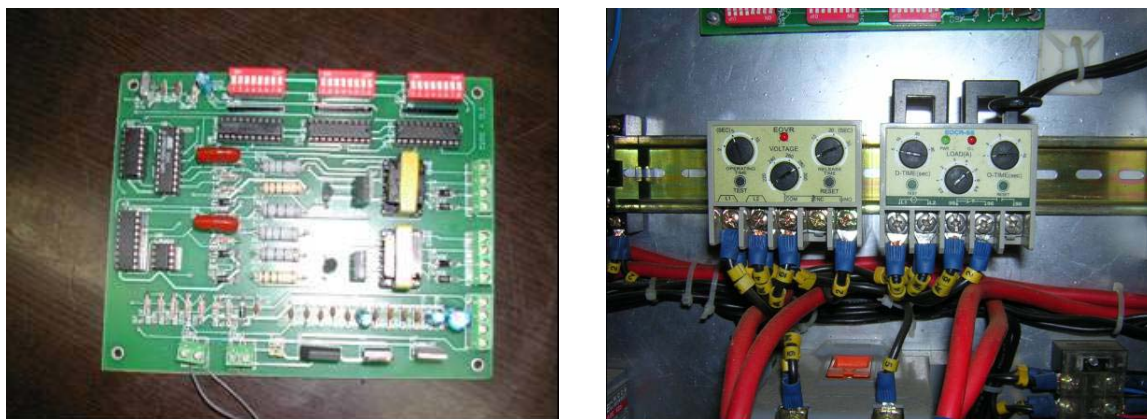


図 4-5-4 ダミーロード制御基盤 (左) と過電圧継電器 (右)



図 4-5-5 制御盤 (外部-左と内部-右)

<保護装置についての補足>

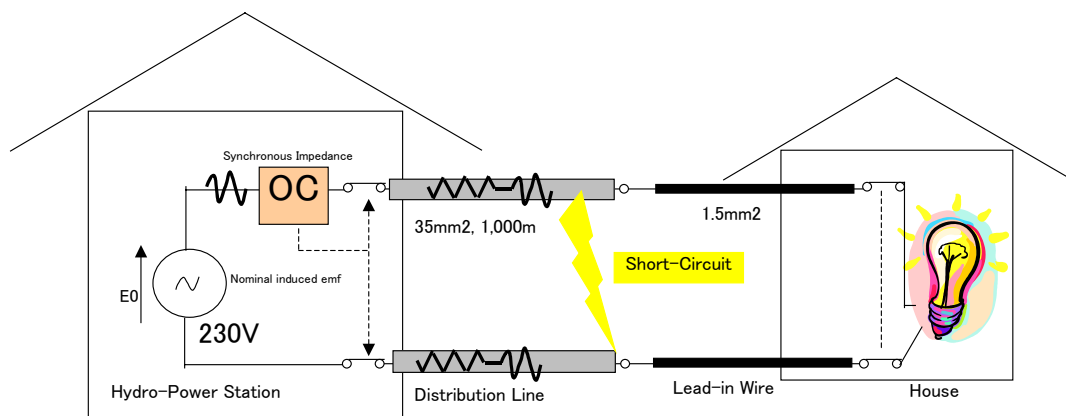
1) 過電流継電器 (51)

- 目的
- ・ 系統短絡保護および過負荷保護用。
- 条件
- ・ 配電系統末端の事故電流で動作できること。
  - ・ 負荷電流で誤動作しないこと。
  - ・ 動作時間は誤動作しない範囲で最速とすること。
- 注意
- ・ 全系統が保護できない場合、別途対策を検討する。
- 例)
- ・ 点検時短絡部分がないか調査する。
  - ・ 線路間にブレーカーを設置して保護する。

【過電流継電器の整定方法】

(系統短絡保護)

配電線(L=1,000m)末端での完全短絡をモデルに整定値を検討する。



参考 1 Electric Power Transmission Model



① 発電機の短絡比(Ks)から、発電機の同期インピーダンスを算出する。

$$Z_s (\Omega) = (1/K_s) * V_n / I_n$$

[ Ks:発電機の短絡比、Vn:発電機の定格電圧(V)、In:発電機の定格電流 (A) ]

短絡比(Ks)はメーカーからデータを入力するか、試験により求める。水車およびエンジン発電機では一般的に 1.0 となる。

定格容量 12kVA の発電機の同期インピーダンスは、 $V_n = 230V$ 、 $I_n = 52.2A$ 、 $K_s = 1.0$  より、 $Z_s = 1.0 * 230 / 52.2 = 4.4 \Omega$  となる。

② 線路インピーダンスを次表より求める。データはケーブルメーカーより入手する。

配電線インピーダンス  $Z_t = (0.78 + j 0.28) * 1km * 2$  (往復) =  $1.56 + j 0.56 \Omega$

参考2 Cable Factor

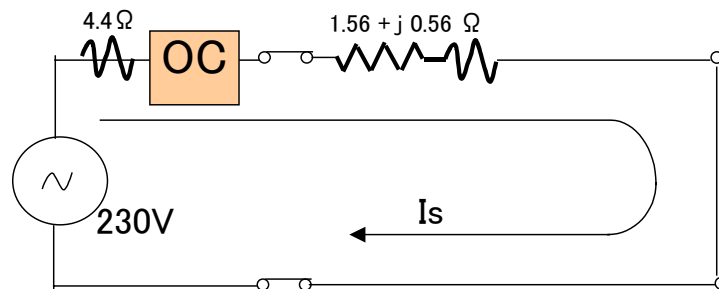
	Square (mm <sup>2</sup> )	Resistance ( $\Omega$ /km)	Reactance XL( $\Omega$ /km)
PVC-AL	35.00	0.78	0.28
	50.00	0.60	0.27
	70.00	0.42	0.26
VVF	1.50	13.44	0.19

③ 系統短絡時の等価回路より短絡電流を求める。

合成インピーダンス  $Z_{sum} = 1.56 + j (4.4+0.56) = 1.56 + 4.96 \Omega$

$|Z_{sum}| = 5.2 \Omega$

短絡電流  $I_s = 230 V / 5.2 \Omega = \underline{44 A}$



参考3 短絡時の等価回路

(過負荷保護)

① 最大負荷電流の実績値 **42 A**

(検討結果)

系統を確実に保護するためには、整定値は 44A より極力低く、また、過負荷で不要動作しないためには、42A に余裕分を加えたい。よって過電流継電器は **2.9A (一次 43.5A : CT 比 75/5)** に整定する。動作時間は運転試験より、1秒とした。

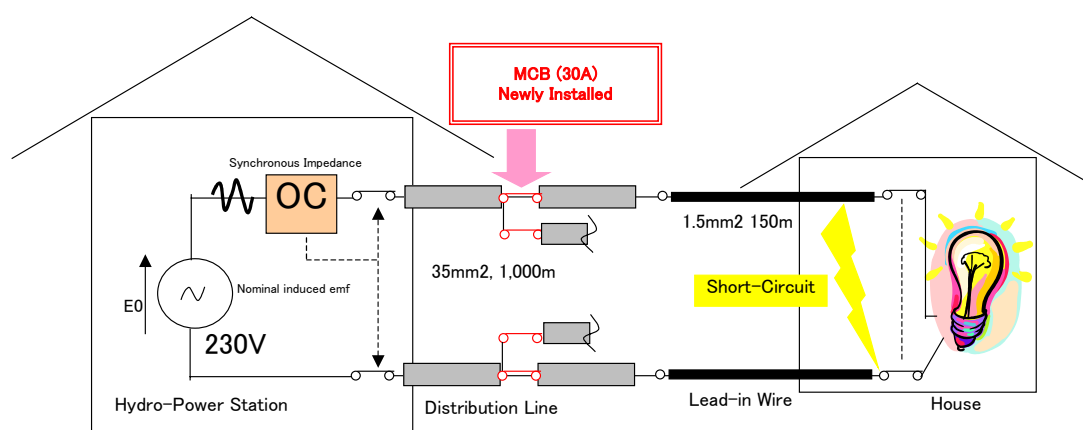
※備考

(短絡保護範囲について)

短絡保護を目的として過電流継電器を使用し、配電線および引込線の一部が保護範囲外になる場合は保護装置の追加を検討する。

標準引込線長を 150m とし、その末端で短絡事故が起こった場合、短絡電流は同様の計算方法により 38A となる。この電流で発電所の過電流継電器は動作できない。その対策として、配電線分岐点に 30A の MCB (30A 不動作 : 37.5A 動作) を取り付けすることで保護する。(下図)

他に、保護範囲を大きくする方法としては、太物のケーブルを使用する方法などが考えられる。ケーブルのインピーダンスは概ね長さに比例し、断面積に反比例する。なお、MCB には電流時間特性がある。短絡電流が大きければ、MCB は瞬時遮断動作できるが、短絡電流が MCB 定格電流に近いと、遮断動作まで時間を要するので注意が必要である。



参考4 Electric Power Transmission Model(Lead-in Wire 150m)

オフグリッドでは、発電出力不足や接触抵抗の影響などで、理論どおりの短絡電流が流れないことがある。系統保護現地機器で試験をすること、運用点検記録より最適な整定値を見つけていくことが重要である。

## 2) 過電圧継電器 (59)

- 目的 ・ Village-Hydro では需要家の電気機器への過電圧を保護する。
- 条件 ・ 整定値は電気機器の耐圧値から  $220V \times 1.15 = 250V$ 、1 秒とする。

Village-Hydro には自動止水装置はない。しかし、Village-hydro 構成機器仕様より、ダミーロード装置故障が原因となって過電圧継電器が動作する可能性が一番高いことから、ダミーロード装置を多重化し、その切替用に過電圧継電器を使用することができる。

## 3) 周波数上昇・低下継電器 (OF、UF)

- 目的 ・ 系統周波数および電圧変動を一定の範囲に保ち、良質の電力を供給することを目的とする。良質な電気を供給することは、需要家の電気機器の効率良い使用に繋がる。供給側としては、水車発電機の安定運転、保護継電器の正常動作などに寄与する。
- 条件 ・ Village-Hydro の周波数低下継電器 (UF) は需要負荷が発電機定格出力を超えた場合の過負荷保護の目的もある。
- 条件 ・ Village-Hydro の需要負荷は白熱電球、蛍光灯、TV、ラジオが主体であり、周波数の品質はシビアに求められない。不要動作を少なくするため、周波数の運転許容範囲は 45Hz～55Hz、動作時間は 5 秒としている。

渇水期の低出力時に周波数および電圧が低くても電気を使用するため、周波数低下継電器(UV)をロックし、発電機を運転する場合がある。ただし蛍光ランプの短命化や機器効率低下などの問題が生ずる。また、頻繁な回転数変動により発電機振動、軸受過熱などの不具合が生ずる場合がある。よって、低周波数、低電圧運転は長時間とならないよう配慮すること。

## 4) 系統接続・切離用スイッチ (MCB)

MCB を系統接続・切離用スイッチとして使用している。容量は発電機容量から決定する。発電設備や送電系統の試験・点検のために電路は二点で切れるようにしておくことが望ましい。(MCB とコンタクター) なお、ベトナムでは低圧線は片線多重接地する規則となっている。

#### 4-5-4 配電工事

配電線の工事方法はグリッドを延長する場合と差異はない。基本的な手順は以下の通りであった。

表 4-5-1 配電線施工手順

No.	作業項目	備考	
施工前	1. 資機材搬入	村道利用、トラック輸送手配	
	2. 現場積み下ろし	資材置場の確保要す	
施工期間	電柱工事		
		1. 資材運搬	村道利用、運搬用台車手配
		2. 建込穴掘削	人力施工（住民参加可能）
		3. 建込	人力施工（住民参加可能）
		4. 基礎養生	コンクリート養生期間あり
		5. 埋め戻し	人力施工（住民参加可能）
	電線工事		
		1. 資材運搬	村道利用、人力施工
		2. アーム取付	高所作業、電工職のみ可能
		3. 電線延線	人力施工（住民参加可能）
		4. 架線	高所作業、電工職のみ可能
5. 電線接続		高所作業、電工職のみ可能	
施工後	1. 完工検査	接地抵抗の測定	
	2. 試運転	点灯確認、送電電圧の測定	

表 4-5-2 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 <sup>2</sup> , 2×50mm <sup>2</sup> , 2×35 mm <sup>2</sup> )
(2) Electric pole	Number of poles 71	Concrete pole h=7.5 m



1.電柱搬入（トラック運送）



2.電柱積み下ろし（資材置き場）



3.電柱移動（資材置き場～村道）



4.電柱穴掘削



5.電柱建込



6.電柱基礎（棚田）



7.アーム取付



8.配電線完成

図 4-5-6 配電線工事フロー



## 4-6 試運転

試運転開始後に生じた諸問題の原因と対処方法はつぎのとおり。

### 4-6-1 土木的問題点

#### ①水槽への流入速度

導水路と水槽間に約 0.5m の標高差があり、これにより発電用水が射流となって水槽へ流入することとなった。試運転時には水槽内での沈砂効果がほとんど期待できなかったため、水路途中に小規模な沈砂池を増設した。現在は、水槽流入部での減勢により水槽の平穏度を改善し、後述するスクリーン部へのネットスクリーン設置によりゴミの流入を抑制している。

#### ②水車への微小塵芥流入防止

ターゴインパルス水車は、ノズルを開閉させて使用水量を調節する。乾季は流量が少ないため、水車ノズルを絞る必要があるが、これによりノズルの間隙が小さくなり細かな塵芥が水車ノズル内に詰まり、水の噴射が弱まり出力も低下するといった状況が発生した。水圧管路へ流入してくる塵芥は水槽スクリーンにより除去しているが、落ち葉や小枝などを除去することを目的に設計されていたため、このような小さな塵芥に対してはバーピッチが粗く除去できない。したがって、乾季対策として小さな塵芥を除去するため 2mm ピッチの細かいネットスクリーンを前面に設置した。

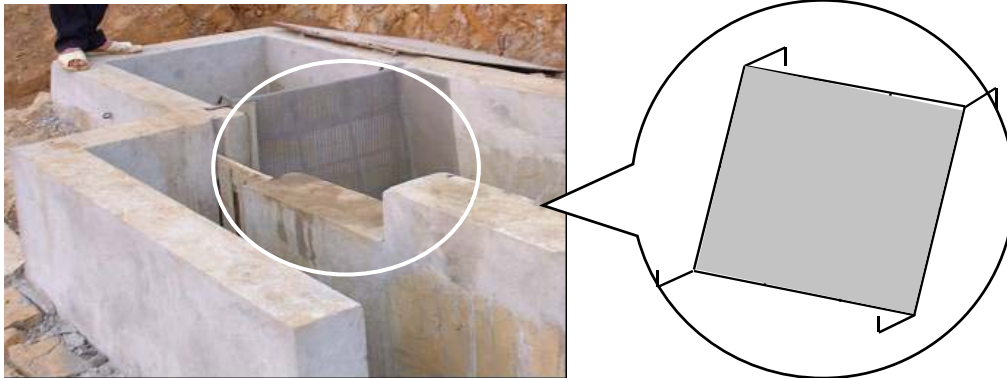


図 4-6-1 ネットスクリーン

#### ③既存の灌漑水路改修後の掘削面管理

今回のパイロットシステムにおける既存灌漑水路の改修に伴い、素掘の掘削面が広く露出した個所がある。当該個所の大部分は粘性土で構成され、土砂崩壊を防止するため木の根等を残置しているが、雨季には崩壊し水路を閉塞する可能性があった。この問題に対して、雨季の点検、特に大雨の後は臨時点検を実施することとし、水路において何らかの損傷や土砂堆積を確認した場合は、在来技術により村落電化組織（CEU）が主体となって修復する体制を構築した。実際に水路への土砂流入が発生したが、即座に復旧できている。

#### 4-6-2 電気機械的問題点

運転維持管理の簡素化を目的とした機器構成となる。運転制御、保護装置とも非常に良くでき  
ており、問題点は特に無い。ただし運用面で、乾季など流量不足に陥る時、低回転運転から周波  
数の低下が発生、低周波数継電器が頻繁に動作することが確認された。長期間この動作が繰り返  
されるとリレー接点の焼損による機器破損が懸念される。対策として流量不足の状況下で長期間  
連続して運転しなければならない時に限り、低周波数継電器を一時的に解除し、連続運転できる  
ようにした。

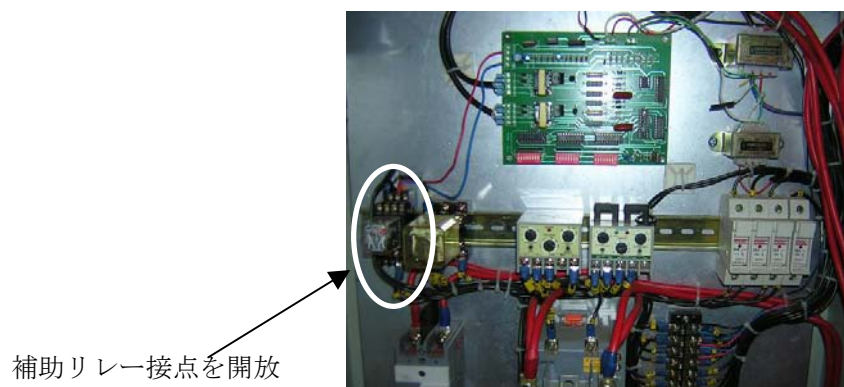


図 4-6-2 低周波数継電器



## 第 5 章 パイロット設備の運営管理

### 5-1 運営管理プラン

パイロット設備のみならず、Village Hydro 運営管理の目標は「持続的運営」である。オフグリッド地方電化の対象地域では外部からのサポートが難しく、地元住民が主体となった運営管理が基本となる。したがって持続的運営を実現するためには、電化に関する作業を担当する村落組織の育成が必須となる。この村落維持管理（電化）組織（CEU）が実施する作業は、技術と財務の 2 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。その後は、CEU の作業の蓄積により、設備のメンテナンス・運転が継続され、健全な財務状況に基づき持続的運営が実現される。運営管理プランの考え方を次図に示す。

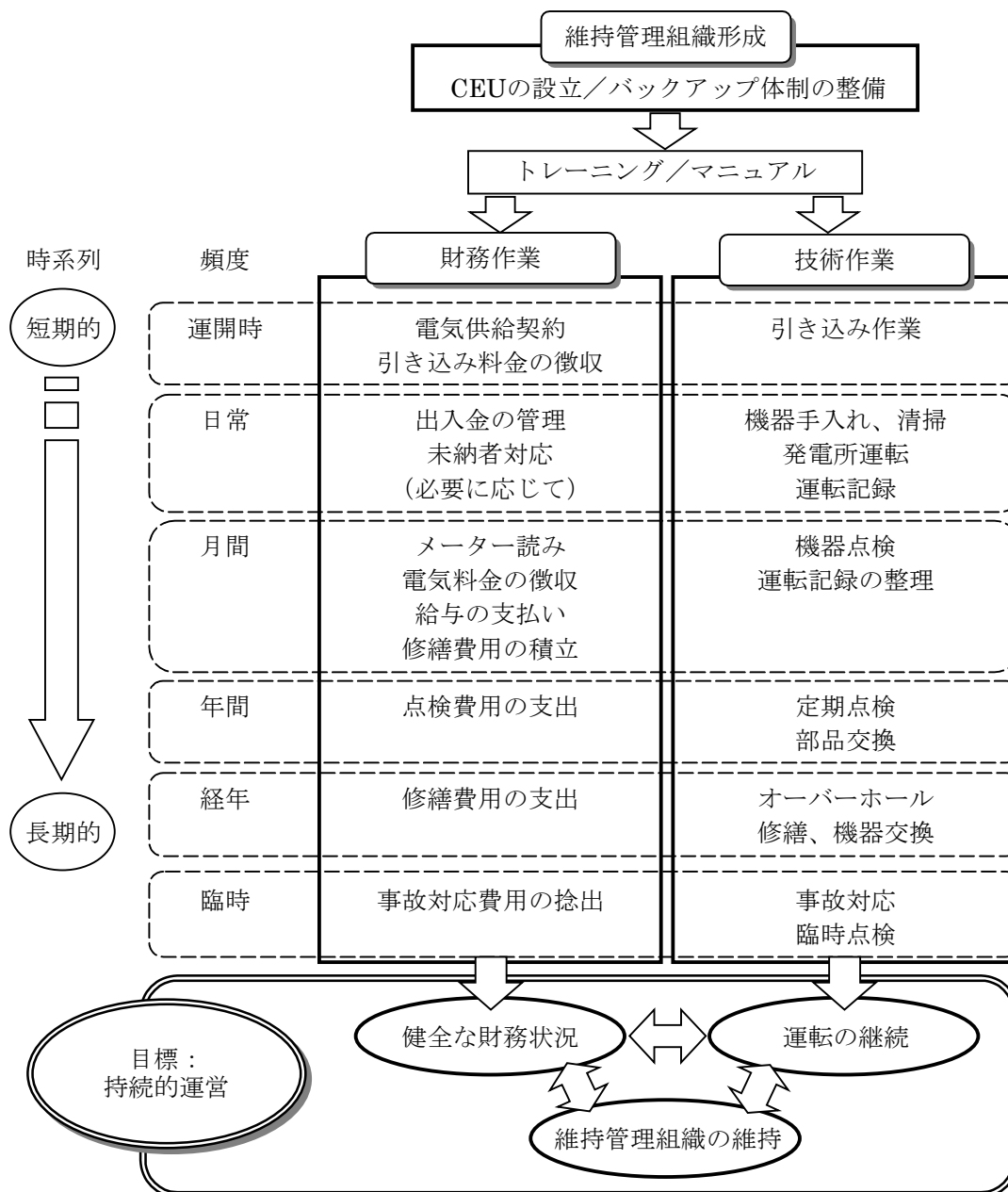


図 5-1-1 運営管理プランの考え方

## 5-2 組織体制と役割分担

### 5-2-1 村落における維持管理組織の設立—Community Electricity Unit

オフグリッド村落電化の場合には独立して設備運営することが必要で、住民の理解を得て、料金徴収や維持管理のための作業分担等を含む責任ある実施体制の構築について事前に合意形成することが重要である。





図 5-2-1 住民集会の様子（計画説明）

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、村落内に維持管理専門組織を設立することについて住民間で合意され、村落維持管理組織－Community Electricity Unit(CEU)の設立が合意された。以下に CEU の構成と役割分担を示す。

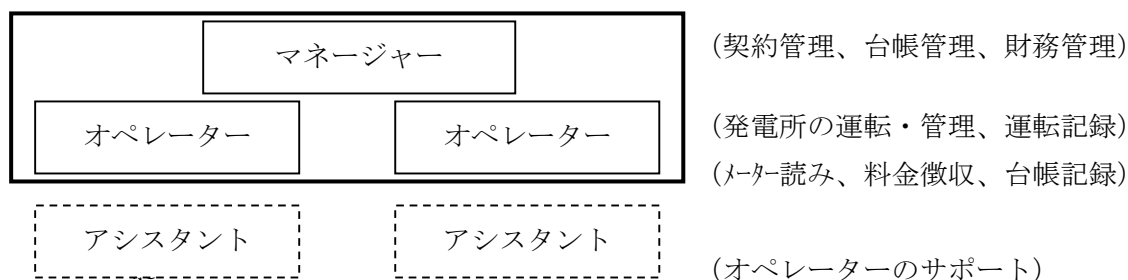


図 5-2-2 Theu 村 CEU の構成と役割

通常はマネージャー 1 名と交代要員を考慮してオペレーター 2 名（マネージャーが兼務の場合有り）で十分であるが、Theu 村内にはまとまった集落地区がいくつか存在しており、それぞれの地区に料金徴収や連絡の面で対応出来るよう、アシスタント 2 名を加え、オペレーターとアシスタントの 4 名で各地区を分担することとした。マネージャーは財務管理を主に担当し CEU のリーダーとして全体業務を統括する。これらのメンバーは業務に応じた手当を受ける。

### 5-2-2 村落維持管理組織（CEU）の支援体制

図 5-1-1 のように、日常のプラント運転・保守業務や料金徴収・管理業務などについては、トレーニングを受けた CEU により村落内で実施される。しかし、運転開始後、パイロットシステムに CEU では対処できない技術的に深刻なトラブルや故障が生じることも想定しなければならない。こういった場合は外部技術者に頼らざるを得ない。

保証期間中は納入機器メーカーや建設会社が対応し CEU の費用負担もないが、保証期間後のトラブルについて納入機器メーカーや建設会社に作業を依頼すれば当然費用負担を求められる。このため、外部の知識を動員してできるだけ自分たちで対応する必要がある。本パイロット事業では地域内の関係機関を調査し、次のような体制を整備することができた。すなわち、LacSon 郡に事務所を置く HoaBinh 省政府関連機関や地元配電会社からの支援を確保することである。発電機については、小水力発電所の運転保守に経験豊富な HoaBinh 省農業農村開発局 (DARD) の灌漑事務所が、配電線については HoaBinh 配電会社の LacSon 支社が技術的サポートを行うことが可能であった。また、HoaBinh 省を始め、郡、コミューンの人民委員会や担当局は、組織・運営などマネージメントの面で、必要に応じ Theu 村 CEU のサポートを行うことができる。

予期せぬトラブルが発生した時など、こうした技術的バックアップ体制が整っていれば、CEU だけでもほとんどの場合対応可能と考えられる。こうしたバックアップを確保することはオフグリッド電源の持続的利用のためには非常に重要である。

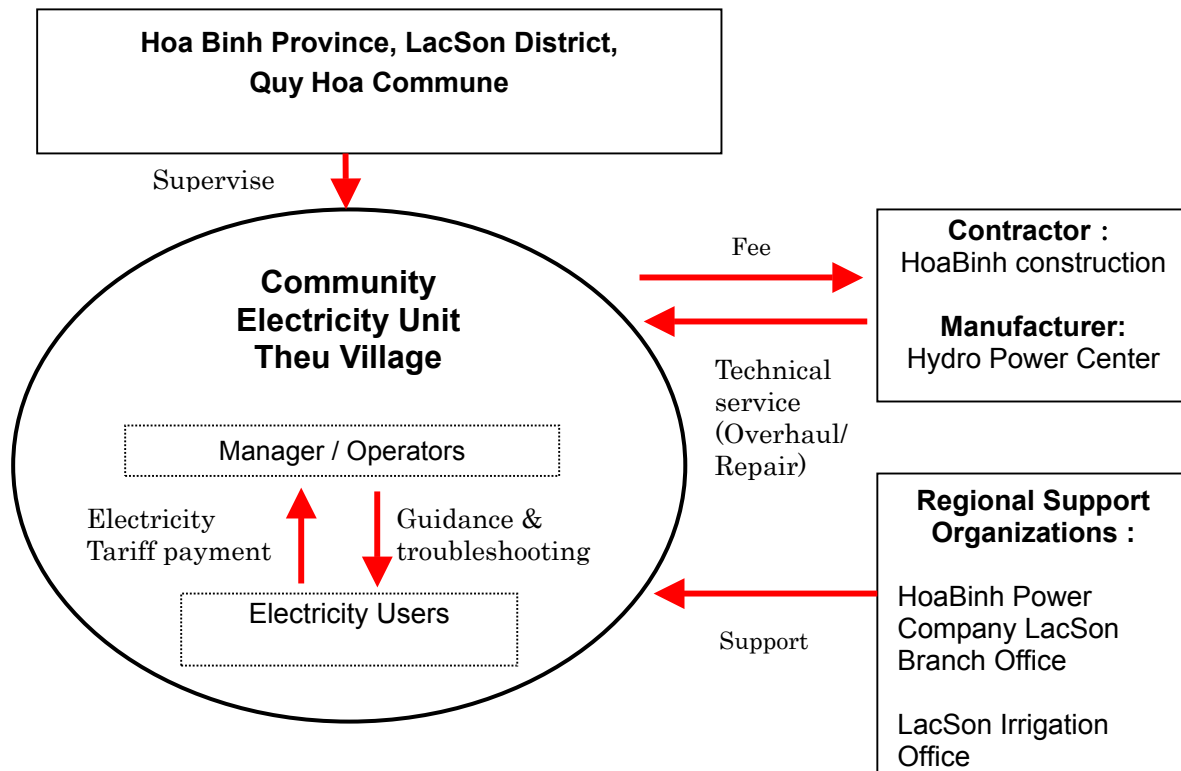


図 5-2-3 Theu 村 CEU に対する外部支援体制

### 5-3 運転操作

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。

#### 5-3-1 運転の基本事項

##### (1) 操作手順

起動・停止操作、および電圧・水圧低下時の操作、運転中の監視など、頻度の高い操作や監視については、極力文書を少なく、写真やイラストを多用し、住民にも受け入れやすく、容易に理解できるように配慮した操作手順表を作成した。

##### (2) 電圧維持

雨期など水量が豊富な時期はダミーロード制御により発電機電圧は220～230V程度に自動調整されるが、乾季など水量の少ない時期は入力(水量)<出力(負荷)となり、両者がバランスする点まで電圧(回転速度)が低下してしまう。低電圧での運転は乾季にはある程度やむを得ないが、使用機器の寿命が短くなるなど長時間運転は望ましくない。このため、少なくとも蛍光灯が点灯可能な160V以上は確保するようにマニュアルに明記するとともにオペレーターへの説明・指導を行った。

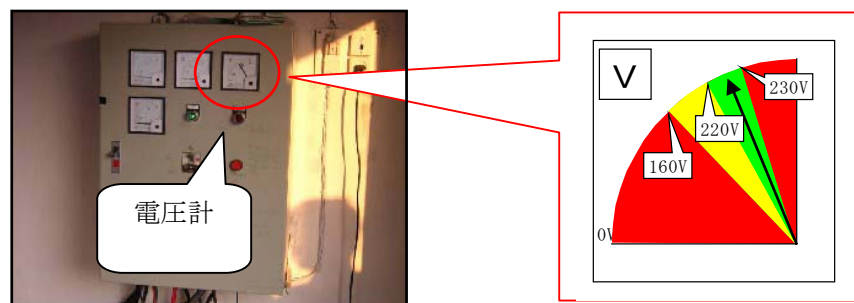


図 5-3-1 電圧計

##### (3) 水圧維持

水車発電機運転中は(水槽に流れ込む水量)  $\geq$  (水車で使用する水量) の関係を維持するため、水圧を6 kg/cm<sup>2</sup>に保つ必要がある。しかしながら、水量の少ない乾季など、この条件を満たすことができない場合は、「6-1 季節的な運用」に示した渇水期対策を講ずる必要がある。また、ノズル部分へゴミが貯まった場合、水車に流れ込む水量が減少するため、急激な電圧低下が発生する。この対策として、

- 沈砂池・水槽のスクリーンを、運転前に必ず清掃する
- 万一ゴミ詰まりが発生した場合は、ノズルを開閉し、貯まったゴミを取り除く

ように指導し、定着させた。また、ゴミ詰まりに即対応できるように、乾季での運転中はオペレーターは必ず発電所に常駐するように指導した。

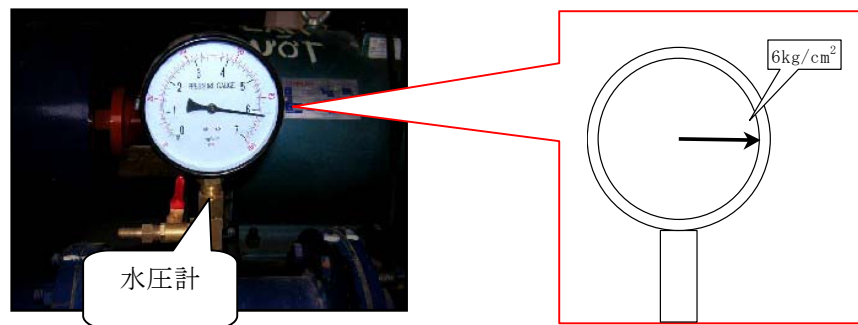
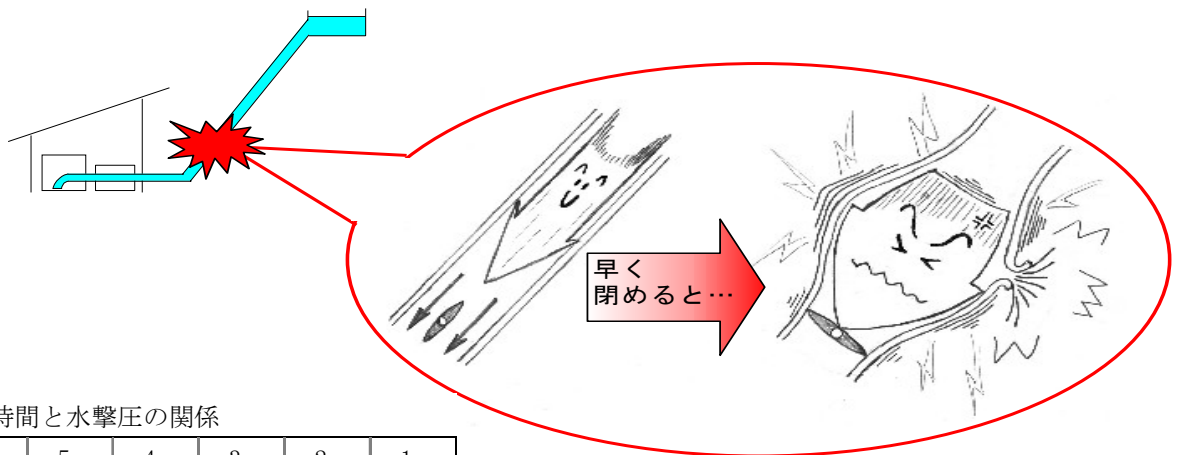


図 5-3-2 水圧計

(4) ニードルおよび入口弁の緩やかな閉鎖

水圧管路の流水をニードルおよび入口弁で閉鎖するとき、水圧管路内に大きな水撃圧が発生する。このため、ニードルおよび入口弁閉鎖時は、急な閉操作による水圧上昇に対して、細心の注意を払う必要がある。誤って急閉鎖すると、最悪の場合、水圧管路が破裂する恐れがある。このため、その危険性をマニュアルに明記するとともに、オペレーターへの説明・指導を徹底した。



入口弁閉鎖時間と水撃圧の関係

閉鎖時間	5s	4s	3s	2s	1s
水撃圧	4.4m	5.6m	7.6m	11.7m	25.6m
水圧上昇率	7.3%	9.3%	12.7%	19.5%	42.7%

図 5-3-3 入口弁閉鎖

5-3-2 CEU 体制の確立

CEU のマネージャーおよびオペレーターの権限・実施事項をマニュアルに明記することで、責任体制の明確化を図るとともに、運転体制、スケジュールおよび異常時の連絡ルートを明確にし、円滑な発電所の運転ができるようにした。

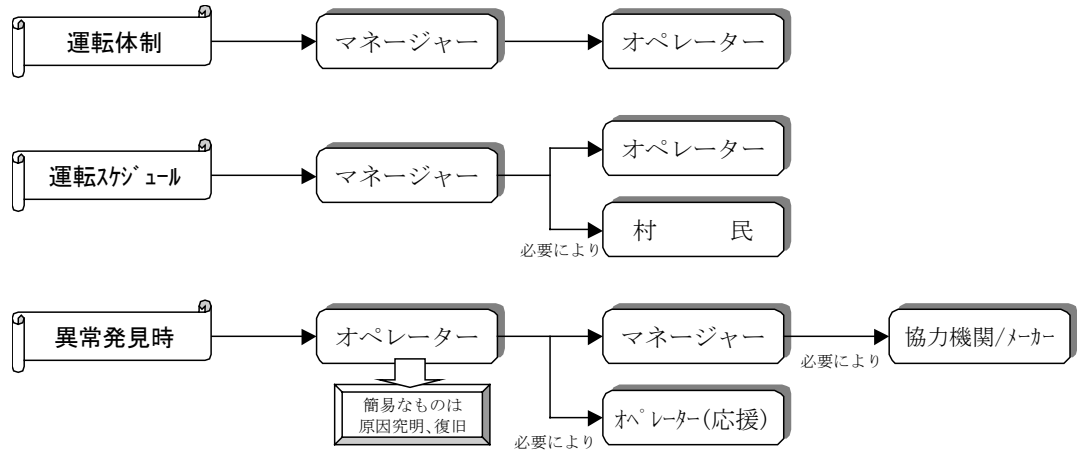


図 5-3-4 CEU とバックアップ組織の連絡フロー

### 5-3-3 トラブルシューティング

水車や発電機など、機器毎に起こりうる異常や不具合現象を抽出して、トラブル時の確認ポイントや、その原因を究明するための点検方法を整理した。さらに、村民で修理できるもの、高度な技術を要しメーカーあるいは専門家に調査・修理依頼が必要なものを分類して、それぞれの対応策を定めた。これらをマニュアルの別冊「トラブルシューティング」としてまとめ、オペレーターへ説明・指導した。

表 5-3-1 トラブルシューティング例

故障・問題	危険度	順序	点検結果	判定	要因	対応策
<b>発電機</b> 発電機が熱くなっている 	A	①	コイルが焦げている		コイル断線	Agriculture & Irrigation Officeに修理依頼する
		②	電流が50A以上となっている		電気を使いすぎている	電流を50A以下にするように負荷をカットする
<b>水車</b> 水車が振動する 	B	①	カバーを外し、ランナやノズルにゴミや泥が付いている		ランナ・ノズル損傷	IPCへ調査依頼し、修理もしくは取替を実施
		②	軸受部がゴロゴロと異音を出している		ベアリング損傷	ベアリング交換、またはAgriculture & Irrigation Officeに修理依頼
		③	本体取付ボルト・ナットがゆるんでいる		取付不良	本体取付ボルトの増し締め実施
		④	ベアリング部のベアリングや軸状態が悪い		発電機と水車の取付位置調整により、ベアリング実装	
<b>配電盤</b> 発電機電圧が230Vより高くなった (周波数が50Hzより高くなった) 	A	①	リセットボタンを押しても直らない		制御装置不良もしくは②へ	「ブレーキ」制御回路(整)の不良の可能性があるので、IPCへ調査・修理依頼
		②	・「ブレーキ」回路の配線が断線している ・「ブレーキ」抵抗体が故障している		「ブレーキ」回路不良	「ブレーキ」回路の修理、もしくは「ブレーキ」抵抗体の取替を行う



## 5-4 保守作業

### 5-4-1 巡視・点検の基本事項

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。また、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。

### 5-4-2 点検作業

#### (1) 水車の内部点検（ランナ、ノズル他）

ランナは水に含まれる土砂や小石の量などにより損傷・劣化度合いが異なるため、定期的に点検する。



図 5-4-1 水車の内部点検

#### (2) ブラシ交換

発電機ブラシは発電機運転時間に比例して摩耗するため、定期的に交換する。ブラシ取替作業については現地での取替訓練により技術移転し、オペレーターのみで実施できることを確認した。

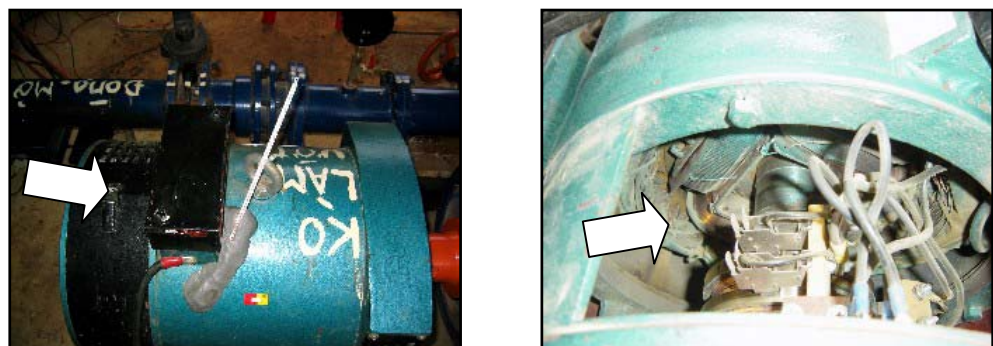


図 5-4-2 ブラシ交換

### 5-4-3 サポート体制

Village Hydro は原則として全ての保守点検を住民で行うことが理想的である。しかし住民で修理できないような故障が発生した場合、放置することなく、迅速・適切に対応できることが運転を継続していくために重要なポイントである。地方電化プロジェクトではこのような故障発生後に対応ができず、設備の運転がストップしてしまう事例が多く見られる。本パイロット事業においては、District 内で技術支援ができる機関を探して交渉し、水車・発電機関係と配電線関係それぞれについてサポート体制を確立することができた。また、全て国内製品であるため、メーカーによる長期的なサポートも期待できる。マニュアルには修理の頻度や難易度により、どの機器が故障した場合に、どこの誰に連絡・相談すればよいかを明記した。

表 5-4-1 外部機関のサポート体制

異常箇所	メーカー・業者名	担当者	住所	電話番号
ランナ、ノズル、制御盤など	HPC	Mr. Nguyen Tung	Hanoi	04-852-1298
発電機、ベアリング、整流器など	Agricultuar & Irrigation Office	Mr. Nguyen Hoa	Lac Son	018-86-1183
配電線	PC Lac Son	Mr. Bui Bien	Lac Son	018-86-1121

### 5-4-4 消耗品・予備品管理

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。本パイロット事業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に、予備品として発電所に保管することとした。

表 5-4-2 部品の取り替え作業

機器	部品	取替目安等	対応	実施方法
水車	軸受	異音・振動・過熱具合 ※正常時の状態を覚えておくこと ※メーカー推奨は3年毎に取替	1. グリス注油 2. 軸受交換	運転員実施
発電機	ブラシ	管理値設定(ブラシ残量5mm以下取替) ※ブラシは4本あるが、スプリングの押付圧により、磨耗速度はそれぞれ異なる	ブラシ取替	運転員実施 ・取替時、リード線などに過度の力をかけないように充分注意する
	整流器	メーカー推奨寿命により定期交換(5年) ※故障時は、適正な発電機電圧が出なくなる	整流器取替	運転員実施 ・ゲイトの極性・方向を確認し、接続する
ダミーロード	端子	発錆具合 ※著しい発錆により、接触不良や短絡の恐れあり	端子・端子台交換	運転員実施 ・高度な作業※はメーカー実施
	抵抗体	内部(ニクロム線)断線 ※放水庭水位低下等による温度上昇で断線する恐れあり	抵抗体交換	運転員実施 ・高度な作業※はメーカー実施
配電盤	補助Ry	動作不良、著しい発錆	補助Ry取替(Ry差替)	運転員実施 ・高度な作業※はメーカー実施
	計器	動作不良	計器取替	運転員実施 ・高度な作業※はメーカー実施

※ 配電盤内の配線作業は、盤内回路やツクスを熟知している必要があるため、メーカーへ作業依頼をするか技術指導をうけること。

表 5-4-3 予備品一覧表

予備品No	予備品名	保管場所	個 数
1	発電機ブラシ	発電所保管	6 個
2	発電機励磁用整流器	発電所保管	5 個
3	ベアリング (水車用)	発電所保管	1 個
4	ダミーロード抵抗体	発電所保管	1 セット

#### 5-4-5 安全について




運転・巡視・点検・修理などを行う際、様々な危険がひそんでいるため、オペレーターは常にそれらを認識し、十分注意して実施するよう、指導・徹底した。

表 5-4-4 危険要因と対応策

共通事項	運転中、電気回路は常に充電されているため、絶対に触らないこと。
	作業を行う場合は、2人以上で実施すること。
	夜間や悪天候時には、できる限り作業はしないこと。
発電設備	作業を行う場合は、2人以上で実施すること。
	電気回路の作業をする場合は、発電機を停止し、全てのスイッチを切ってから行うこと。
	水車や入口弁の作業をする場合は、発電機を停止し、取水ゲートを閉めるなど、水圧管路に水が流入しないよう処置をしてから行うこと。
	発電機運転中は、回転体周辺には近づかないこと。
配電設備	配電柱には作業員以外は上らせないこと。
	配電線にものを引っかけないよう、配電線の下では、長い棒やひもで遊ばせないこと。

また、オペレーターは、村民に対しても、電気を安全に利用してもらうための周知・説明を行うよう指導した。

表 5-4-5 安全に関する住民への指導例

	電気が通っている電線には絶対に触らないこと ※最悪の場合は感電死する
	電線に裸線や針金は使わないこと
	ぬれた手でコンセント・プラグに触れないこと

## 5-5 電気供給契約

### 5-5-1 契約の考え方

Village Hydro により電力供給を持続するためには供給者と利用者の中で正式に権利・義務を明確化することが適当であり、電気供給契約書を交わすこととした。Village Hydro 地方電化においては同一村落内に電気の供給者（運転・管理を担当する CEU）と利用者が存在しており、この両者間で契約が交わされる。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。この電気供給契約という考え方はグリッド電化地域でも一般的なものであり、ベトナム農村部でも受け入れられやすい方式である。計画段階で住民集会などを通じて契約条件や料金等について合意形成を行うことで、各世帯が電力供給を申し込む際の供給条件の確認と契約書署名もスムーズに行うことができる。

（別添マニュアル巻末サンプル契約書を参照）

	主な役割
電気供給者 (CEU)	－引込み線の設置 －発電と利用者への電気供給 －電気料金の徴収 －関連設備の維持管理
電気利用者 (村人)	－引込み線の費用支払 －電気の利用 －電気料金支払



図 5-5-1 契約書の署名

### 5-5-2 契約書の主要項目と適用

#### (1) 引込み料金（接続費用）－Article 2 参照

本パイロット事業ではグリッド電化地域の家庭への接続費用と同様に、引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々が電気を利用出来るよう、本パイロット事業では支払い残額に対して月1%の利子の支払を条件に最長6ヶ月の分割払いを可能とした。こうした分割払い方式はベトナムの地方電化ではあまり例を見ないが、本事業では80%以上の世帯が分割払いを選択した。この点は、今後の地方電化の促進、電化世帯の増加のために大いに参考となる点であろう。

#### (2) 電気料金－Article 5 参照

ベトナム政府の農村部電気料金に関する規定に基づき、電力メーターを用いた従量制で700VND/kWhをまず適用することとした。これは、QuyHoa コミュニンのグリッド電化村落と同方式・同料金であり、Theu 村住民としても分かり易い。しかし、この料金体系を適用すると実際には、収入が不足し十分な運営・維持管理費用が確保できないおそれもある。従って、住民



の合意に基づく料金体系の変更可能性を残している（Article 7 参照）。本パイロット事業では、実際に試運転期間中の利用者の電力消費状況を確認した上で、料金収入の不足が予想されたため、住民集会により料金体系の変更を行った。

（3） 料金不払いの際の取り扱い（1ヶ月の不払いで一時供給停止）－Article 6 参照

料金不払いの取り扱いについてはグリッド電化地域での供給契約書と同様の条件で支払い猶予を1ヶ月とし、それ以上の不払いは供給停止と規定している。ただし、この規定は村落や世帯の事情も考慮しつつ実際の適用を考える必要がある。また、供給を再開するために支払う額（罰則規定）については QuyHoa コミュニンの規定に準ずる形とし 25,000VND とした。

（4） 電気利用制限－Article 8 参照

Village Hydro 電化では、グリッド電化と異なり流量によって発電出力が異なる。特に出力低下が予想される乾季や将来の需要増加の場合には電気の利用制限が必要となる。このため、前段では、通常時でも事前連絡の上、メンテナンスや灌漑利用への水供給のため給電を一時停止することがあるとし、後段では、特に乾季の水量減による出力低下や需要超過の場合などは、各世帯での電力利用を抑制するよう指導することがある、と規定した。

### 5-5-3 電気料金の徴収

電気料金の徴収業務は基本的に CEU オペレーターが行う。本パイロット事業ではオペレーター2名とアシスタント2名で、集落のまとまった地区をそれぞれ分担し、月末に各世帯のメーターをチェック、金額を通知し、数日後に料金徴収を行っている。各世帯の電力メーター数値、電気消費量（kWh）、電気料金、料金徴収日などの情報は、全て電気利用者台帳に記録している。料金徴収後、オペレーターは台帳と徴収金をマネージャーに提出し、マネージャーは台帳の記入ミスや徴収金額に誤りがないか等の確認を行った後、台帳と徴収金を保管・管理する。



図 5-5-2 メーターチェックと電気利用者台帳記録（徴収額の整理）

#### 5-5-4 引込み料金とその支払い

##### (1) 引込み料金額

引込み料金は以下のような費用が含まれ（屋内配線は含まない）、引込み距離（必要なケーブルの長さ）によって実際のコストは異なる。本パイロット事業では引込み距離に応じて 200,000、250,000、300,000VND の 3 段階の料金設定とした。

－電力メーター、ブレーカー	合計約 80,000VND
－引込みケーブル	PVC-M 2x1.5mm <sup>2</sup> 3,000VND/m

本パイロット事業では、安全性や耐久性、グリッド電化後の継続使用可能性などを考慮し、過剰ではないが、十分な品質の引込みケーブルを使用した。ケーブル使用量に応じて、各世帯への引込み料金を試算した場合、50～100m 程度のケーブル使用量と想定すると、資材費にかかる料金は 230,000～380,000VND 程度の範囲と考えられる。この他、村落によっては設置にかかる人件費を計上する場合もある。

##### (2) 支払方法と工面方法

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、一部を引込み料金支払い用に確保しておいたものであった。

表 5-5-1 主な家畜・農産物のマーケットへの売却価格（参考）

	鶏	豚	キャッサバ <sup>6</sup>	メイス <sup>6</sup>	米
価格(VND/kg)	25,000	13,000	1,300	2,200	3,500
備考	通常、1.5-2.5kg サイズで売却	通常 50-70kg サイズで売却	通常 10kg 単位		

#### 5-6 電気料金と徴収金管理の考え方

##### 5-6-1 電気料金

###### (1) オフグリッドの電気料金

通常、料金設定の原則は初期投資コストと運営コストをカバーするための十分なキャッシュフローを確保する「コストの 100% 回収」であるが、オフグリッド地方電化の対象となるのは、グリッド延長による電化の困難な遠隔地域、即ちこれまで開発が遅れ経済的にも厳しい条件の地域であり、こうした地域に対し、プロジェクトコストを全て負担させることは極めて困難であり、開発にはかなりの額の補助金投入が前提となる。この点については政府関係者の間でも十分に理

解されている。

しかし、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。

<参考>

ベトナム工業省の見解によれば、太陽光、小水力、風力、ディーゼル発電などの系統接続を前提としないオフグリッド電源による電化については、建設投資額の回収も視野に入れ、供給対象地域住民との合意の下に 700VND/kWh に縛られず、電気料金を設定して良いという理解である。また、EVN 地方電化部によれば、実際にディーゼル発電による供給を行っている KienGiang 省 Phu Quoc 島のように 3,000VND/kWh で運営されている例もある。

## (2) 電気料金の支払意思額

本パイロット事業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」に対する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もの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ない、ということについて、本パイロット事業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 を若干上回る程度であると考えられる。

## 5-6-2 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。



(1) 支出試算

1) 人件費 (CEU メンバー給与)

乾季と雨季では電気料金収入も異なるが、運転・保守にかかる時間や作業量も異なるため、時期に応じて CEU の給与額を調整するなどの工夫も必要である。オペレーターは毎日作業があるが運転時間中フルに拘束される仕事ではないので、労働内容や拘束時間を考慮した給与を払うことで問題はない。農村部周辺村落での給与水準 (村長などの村落幹部：80,000VND/月、教育省でなくコミュン雇用の幼稚園教師：100,000VND/月) や、他者への農作業奉仕で得られる額 (5,000VND/日) を参考に、CEU メンバー全員 (5名) の給与額合計として乾季 150,000～200,000VND/月、雨季 200,000～250,000VND/月程度と試算した。業務内容や物価上昇を考慮し、見直すことも重要である。

2) 長期維持管理費用 (Village Hydro を 10 年間使用と仮定)

グリース注入、発電機のブラシ交換、関連機器の清掃など日常の簡単なメンテナンスは CEU が十分行えるが、深刻な故障や機器のオーバーホールなどは専門家のサポート (有料) が必要である。こうした状況に備えるため、毎月収入の中から有る程度の金額を積み立てておくことが重要である。以下に 10 年間の長期維持管理を想定したシナリオを参考として示す。

**A scenario of long-term maintenance**

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Timing for maintenance	^			▲			← - - - - - →			
	Check within warranty			Expert inspection			Repair, if necessary			

ここでは、保証期間中 (システム設置 1 年以内) に行うシステム全点検については無料とし、5 年後に専門家によるシステム総点検費用 (オーバーホール) として 2,000,000VND を計上、さらに劣化し易い水車などの補修が 7～10 年後に発生すると想定して、このために必要な費用として 4,000,000VND を計上した。この結果、10 年間で合計 6,000,000VND が必要となり、毎月の積立額は 50,000VND 程度となるが、将来の予期せぬ支出発生や料金収入の減少により積立が困難な場合を想定し、可能な時は多めに積み立てておく (60,000VND 以上) ことが望ましい。また、積立が十分蓄積されていない段階で故障が発生する可能性もあるため、建設費用の中に予備費として 5,000,000VND 程度を含め、それを CEU が管理するという形をとることが望ましい。

また、人件費、維持管理費用の他、文具費、交通費、電話代などの運営・事務費も必要である。この費用は 10,000VND/月以下と想定される。

(2) 収入試算 (一般的な電気利用パターンに基づく)

乾季は電化製品の利用制限もあり、各世帯で利用できるのが低電力消費タイプ蛍光灯 1 灯と仮定すると、1 世帯あたりの電力消費量は 2kWh/月と試算でき、700VND/kWh を適用すると

1,400VND/月の支払となる。仮に全世帯（第1期接続 54 世帯）が利用を申込み、同様の電力消費を行うと想定すると、合計電気料金収入は 75,600VND という試算となる。

雨季は電化製品の利用制限は無く、各世帯で電化製品が自由に使える。このため、様々な電化製品を所有する世帯は、電灯 1 灯だけでなく、TV、扇風機などが使用可能となり、電気利用量も増加する。通常、一般的な世帯では電灯を 2 灯以上所有しており、また白黒 TV も普及している状況を考慮すると、1 世帯あたりの電力消費量は 5kWh/月と試算でき、700VND/kWh を適用すると 3,500VND/月の支払となる。仮に全世帯（第1期接続 54 世帯）が利用を申込み、同様の電力消費を行うと想定すると、合計電気料金収入は 189,000VND という試算となる。

### (3) 試算に基づく収支表

先の支出試算と収入試算を以下の収支表にまとめた。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。本パイロット事業における電気料金の改定については 6-5 で詳述する。

表 5-6-1 CEU による一ヶ月あたりの運営収支試算（700VND/kWh の場合）

	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)	<b>220,000VND</b>	<b>270,000VND</b>
収入	(108kWh) <b>75,600VND</b>	(270kWh) <b>189,000VND</b>
差額	<b>▲144,400VND</b>	<b>▲81,000VND</b>

## 5-7 トレーニング計画

### 5-7-1 トレーニング項目

円滑な運営管理により電化を持続させるためには、村落維持管理組織（CEU）が自主的に設備の運営やトラブルへの対応を行えるよう必要かつ十分なトレーニングを行うことが必要である。CEU が実施すべき作業は技術的なものとマネジメントに関するものがある。本パイロット事業ではこれらについて、運転開始時から段階的に OJT トレーニングで指導を行っていった。運転開始時には集中する電気供給申し込みへの対応や運転方法に早く習熟させることに重点を置いて指導した。その後、運転管理が軌道に乗った段階で、点検保守などさらに高度な内容についてもトレーニングを行うこととした。

表 5-7-1 トレーニング項目

時期	技術面	マネジメント面
運開時	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水車発電機の運転</li> <li>- 運転記録の整備</li> <li>- 水路の維持管理</li> <li>- 引込み線の施工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 電気供給契約の締結</li> <li>- 引込み料金の徴収と記録</li> <li>- 利用者台帳の整備</li> </ul>
運開後	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 設備点検方法</li> <li>- 渇水による出力不足への対応</li> <li>- 雨季の水路維持管理</li> <li>- 故障診断、パーツ交換方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 電気料金の徴収と記録</li> <li>- 資金の管理</li> <li>- 財務予測と電気料金の見直し</li> <li>- 運営管理に関するトラブル対応</li> </ul>

### 5-7-2 パイロット事業におけるトレーニング計画

本パイロット事業では、必要な作業項目をすべて網羅した計画に基づきトレーニングを実施した。特に運開後7ヶ月目以降のトレーニングは、維持管理マニュアル（運転・保守／組織・運営）を教材として実施した。当該マニュアルは村落組織向けに作成したものでベトナム語に翻訳されており、今後新たな Village Hydro の建設を行う際に村人へトレーニングを実施する場合にも教材として用いることができる。

#### (1) 技術面のトレーニング計画と指導内容

時期	項目	指導内容
運開時	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水車発電機の運転</li> <li>- 引込線の施工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 運転の考え方を説明し、始動・停止手順を実機にて指導</li> <li>- 施工手順を説明し、実作業を通じて指導</li> </ul>
運開後2ヶ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 乾季の水運用</li> <li>- 水車発電機の運転</li> <li>- 運転記録の整備</li> <li>- 水路の維持管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 乾季の流量および水利用状況に基づき、発電継続のための水運用方法を指導</li> <li>- 運転で注意すべき基本事項を再確認し、これまでに発生した問題点を整理し、長時間運転を実現</li> <li>- 今後のモニタリングに備え、運転状況を記録する体制を整備</li> <li>- 運転時の水路状況を確認し、塵芥対策等を指導</li> </ul>
運開後5ヵ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 渇水による出力不足への対応</li> <li>- 水車発電機の運転</li> <li>- 雨季の水路維持管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 渇水による出力不足に対して、住民集会等を通じて対策を協議</li> <li>- 運転記録に基づき、発生した問題点を整理し、その対策を指導</li> <li>- 雨季に向けた水路の問題点を確認し、その対策および維持管理方法を指導</li> </ul>
運開後7ヶ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 調整池による水運用</li> <li>- 故障診断、パーツ交換方法</li> <li>- 技術指導事項の再確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 出力不足時の水量調整によるピーク運用方法を指導</li> <li>- マニュアル案に基づき、事故時対応やパーツ交換方法を指導</li> <li>- 技術指導項目全般について再確認</li> </ul>
運開後9ヶ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 系統分割による計画停電</li> <li>- 技術指導事項の最終確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 出力不足時の最終手段として、系統分割用開閉器を設置し、計画停電を行う方法について指導</li> <li>- マニュアルに基づき、技術指導項目全般について最終確認</li> </ul>

(2) マネジメント面のトレーニング計画と指導内容

時期	項目	指導内容
運開時	- 契約の考え方	- 利用者と電気供給者の役割分担など、契約に基づく電気使用の考え方を説明
運開後 2 ヶ月	- 契約の締結 - 引込み料金(分割払い)の徴収と記録 - 電気料金徴収と利用者台帳の管理	- 各世帯と契約を締結し、それぞれの引込み料金を支払い計画(分割可)に基づき徴収 - 分割払い用の支払い計画・記録表フォーマットを作成し、例題による利率計算等を演習 - 既に実施したトレーニングの復習(実際のメーターを用いて、メーター読みと台帳記録実地訓練)
運開後 5 ヶ月	- 電気料金徴収と利用者台帳の管理 - 徴収資金の管理 - 料金不払い時の対応 - 財務予測に基づく運営の見直し - その他運営・管理に係るトラブル対応	- これまでの作業で不具合、不都合が無いか見直し、台帳の記録方法など必要箇所を修正 - 徴収資金の管理台帳の記録をチェックし、メンテナンス費用の確保等が為されているか確認 - いくつかの事態を想定し、対処方法を討議(供給停止は最後の手段) - 年間の収支計画を立案するにあたり電気料金収入が少なく、運営が困難な場合の料金値上げ検討方法と住民集会等での討議の進め方 - 実際に起こった事例を題材に討議→必要に応じ住民集会などへ反映
運開後 7 ヶ月	- 過去の指導事項の復習 - 長期の持続可能な運営	- マニュアル案による作業内容の復習(台帳の記録方法など、メンバー同士でクロスチェックが可能となるよう統一するなど、分かり易い記録を心がける。) - これまでの CEU 運営上の問題点やこれから起こりうる想定される事項を挙げて、その原因と解決法について討議し、何が長期的運営に必要な事柄であり、どうすればそれが達成されるかを協議(ミニワークショップ形式)
運開後 9 ヶ月	- 運営管理事項の再確認	- マニュアルに沿って、運営管理に係る事項について(特にマネージャーの役割)再確認

5-7-3 トレーニングの成果と評価

運開後のトレーニングは、基本事項からスタートして徐々に内容をレベルアップさせながら進められた。計4回のトレーニング期間を通じて Village Hydro を運営するうえで習得すべき事項はすべて CEU へ技術移転されている。

(1) 技術面：運転

ベトナム製の水車およびコントローラは操作が容易であり、CEU は予想以上の早さで発電の基本操作を習得した。一方、発電所の運開時より記録的な湧水が発生したため、運転に関しては出力不足への対応がポイントとなった。湧水対応の基本は、発電出力(供給)と使用電力(需要)をバランスさせることである。このテーマに基づき、対策を住民集会で討議することにより、村民の総意として湧水対策がつぎのように順位付けされた。

- ① 自主的需要制限 :  
世帯あたりの需要を電灯 1 個（最小で 13~15W の高効率蛍光灯 1 灯）まで制限する。
- ② 調整池によるピーク発電 :  
需要が集中する夕刻 2 時間に合せて調整池より水を補給し、必要出力を確保する。
- ③ 系統分割による計画停電 : 日毎交替で供給範囲の切替えを実施する。

これらの対策には設備工事を伴うものもあり、段階的な施工を通じて、そのノウハウは最終トレーニングまで継続して CEU へ蓄積された。運転に関するトレーニングは順調に進み、水量が十分な雨季には無人での長時間運転が行われるまでに至っている。トレーニング期間中は大きなトラブルは発生しなかったが、想定される問題については CEU へ説明し、マニュアルにて整理したトラブルシューティングを活用するよう指導済である。

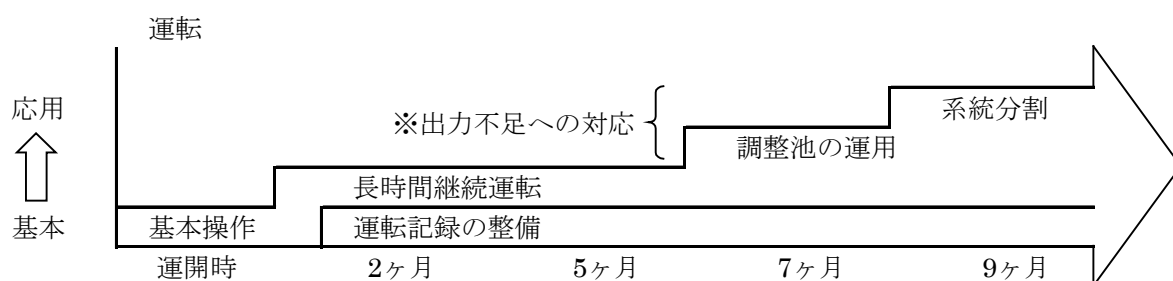


図 5-7-1 運転に関するノウハウの蓄積



図 5-7-2 水車発電機の始動・停止トレーニング

## (2) 技術面：メンテナンス

メンテナンス意識の向上を図ることがメンテナンストレーニングの目標である。トレーニングの継続により、発電所内が次第に整理、整頓されるようになり、機器メンテナンス意識の向上がみられた。水路の維持管理については、塵芥除去の重要性が認識されることにより、水路内へのスクリーン配置などに工夫がなされ、水車ノズル詰まりの発生は激減した。また、運転前の水路内土砂排除を習慣付けることにより、既存の素掘灌漑水路は問題なく発電に使用できている。雨

季には出水により水路へ大量の土砂が流入したが、CEU が中心となって容易に復旧するなど予想どおりの成果が得られている。引込み線の施工も、7月に実施した第2期工事にはCEUによりすべての作業が手際よく実施されており、新たな電気使用契約世帯が発生しても問題なく対応できる。

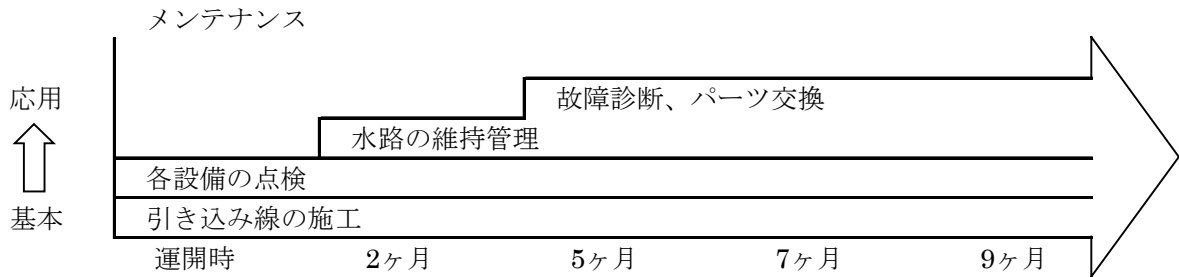


図 5-7-3 メンテナンスに関するノウハウの蓄積



図 5-7-4 電力量計の結線方法（左）と引込み線施工（右）のトレーニング

(3) マネジメント面

マネジメントでは確実な料金徴収とその管理がポイントとなる。これらは、運開後に繰り返し実施したトレーニングを通じて、村落全体へ制度として定着させることができた。

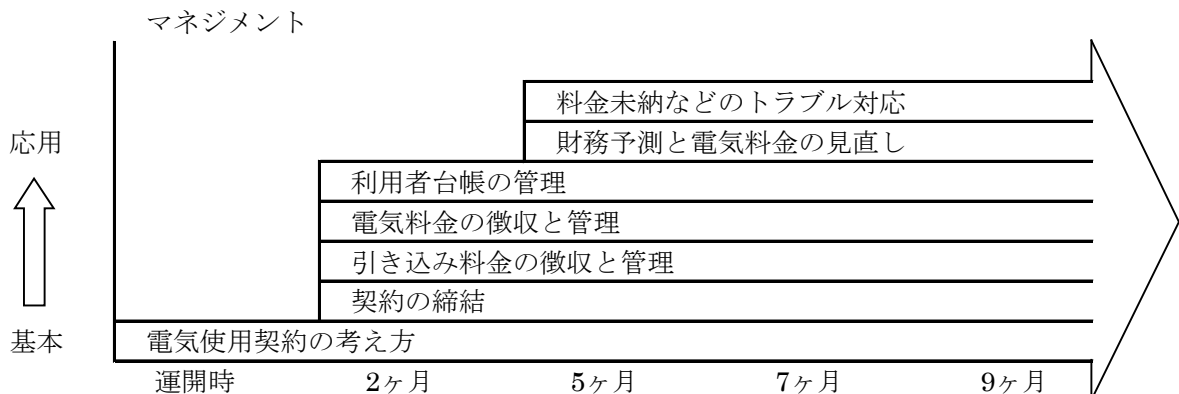


図 5-7-5 マネジメントに関するノウハウの蓄積





図 5-7-6 マネジメントトレーニングの様子

メンバーによる料金徴収に関連し、暗算も電卓による計算も特に問題はなく、メーター数値や徴収金額などの数字の扱いについての心配はないが、検算やお互いの記録をチェックし合うなどのミスを防ぐための行為に慣れていないため、それぞれの作業が個々のメンバーに任せっぱなしになり、数ヶ月後にメンバー全員で全ての台帳を見直した時に数値やメモの記録方法の相違により混乱することがあった。マネージャーが毎月全ての台帳と現金チェックを行い月毎のまとめを行うのはもちろんのこと、他のメンバーも含め全員で台帳記録方法やマネージャーへの報告事項、チェックの受け方などについて共通認識を有するよう何度も繰り返し指導することが重要である。



## 第 6 章 モニタリング結果とその評価

### 6-1 季節的な運用

パイロット事業では運開後の 2004 年 1 月から 3 月にかけて異常渇水により十分な発電用水の確保が困難となり、1kW 程度の発電しかできない状態となった。このような状況は今後とも発生することが予想されるため、乾季対応として供給予備力の確保および供給制限の両面からの対策を立案した。この際、他の村落におけるオフグリッド電化の場合でも実施可能な対策という汎用性を考慮した。

#### 6-1-1 供給予備力の確保：発電用調整池

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  $130\text{m}^2$ ）を発電用調整池（利用水深  $0.5\text{m}$ ）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。

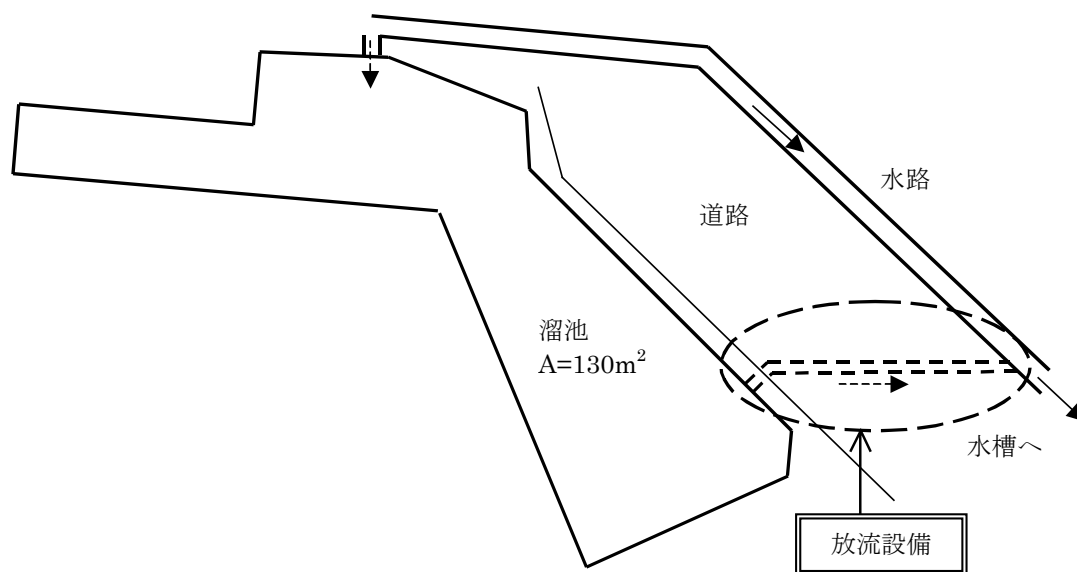


図 6-1-1 発電用調整池概要図

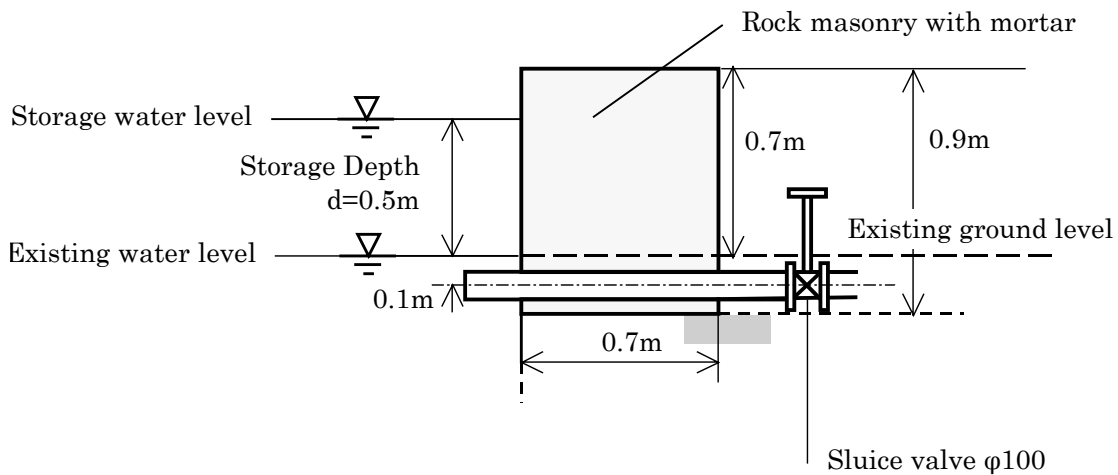


図 6-1-2 調整池放流設備図

パイロットシステム運開後の渇水時における流量は  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  程度であり、これは想定最小流量 ( $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ) の約 40% に過ぎず、水車効率の低下に伴い出力も著しく減少した。調整池によってピーク時間帯には水路へ  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  を放流できるようになり、この結果、最低  $2 \text{ kW}$  程度の出力がピーク時には確保でき、照明などの電力需要には対応できると考えられる。発電継続時間は地元要望に基づき 2 時間程度とした。当該追加工事は、調査団が放流設備を調達し、地元住民による施工により実施した。

【調整池の運用】

- ① 常時  $0.001 \text{ m}^3/\text{s}$  を調整池へ貯水。
- ② 発電時に調整池より  $0.009 \text{ m}^3/\text{s}$  の水を放流。
- ③ 調整池への貯水を止め、常時  $0.001 \text{ m}^3/\text{s}$  の水路流量に調整池からの放流を合せて  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  の流量で発電
- ④ 発電時の水位変動は  $0.5 \text{ m}$

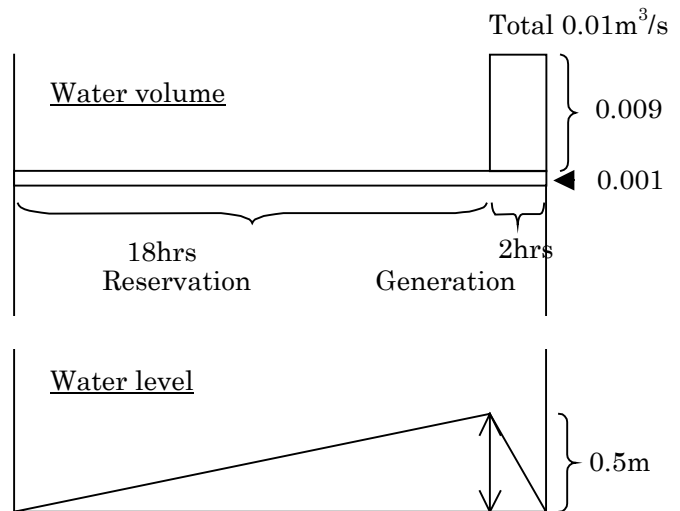




図 6-1-3 調整池放流設備施工状況

### 6-1-2 供給制限：系統分割

乾季の水不足により発生する電圧低下に対する簡易な対処方法として、発電出力に応じて段階的に負荷制限を実施する方法がある。Theu 村では、最低限の照明確保を条件として「1戸1灯」の負荷制限を実施した。なお、現在では需要家の増加により 73 戸に供給しており、自主的な負荷制限では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。区分開閉器の取り付け場所は、配電線が分岐している場所でオペレータが操作しやすい場所という条件を考慮し No.4 の配電柱とした。この場合、2 地区に分けて交互に停電することとなるが、両地区の戸数は均等ではない。

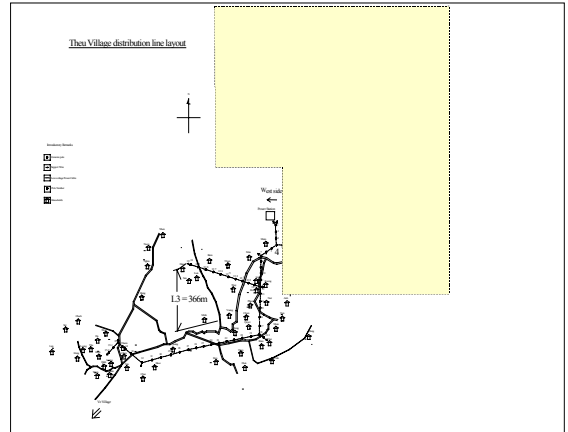
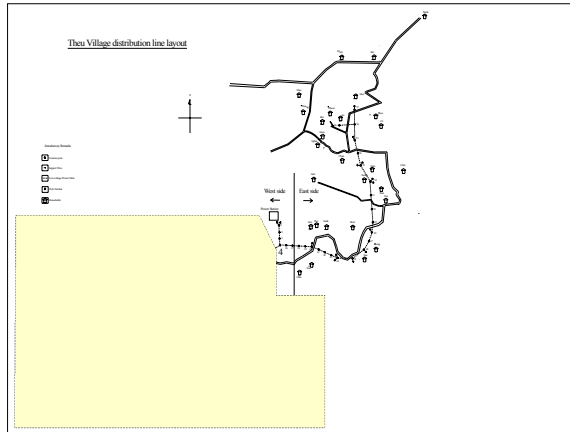
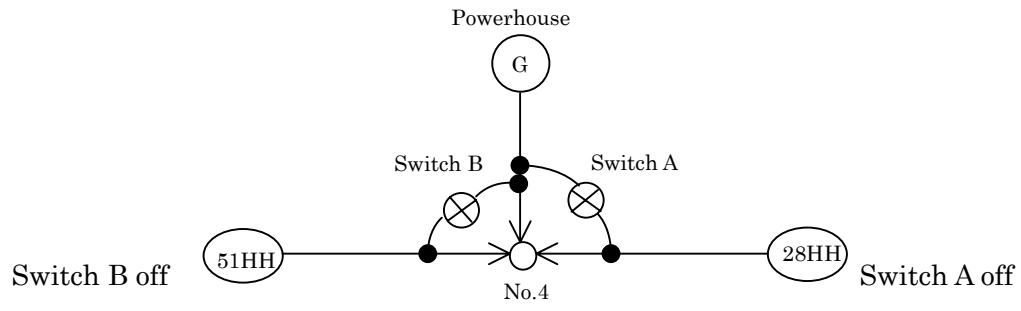


図 6-1-4 輪番停電計画図



図 6-1-5 区分開閉器 施工状況



## 6-2 運転実績（試験結果含む）

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。また、起動停止やダミーロード制御、出力増減、負荷遮断など、通常の運転状態を最終確認するため、各種試験を実施し、データ収集・検証を行った。

### 6-2-1 ロードカーブ

○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。

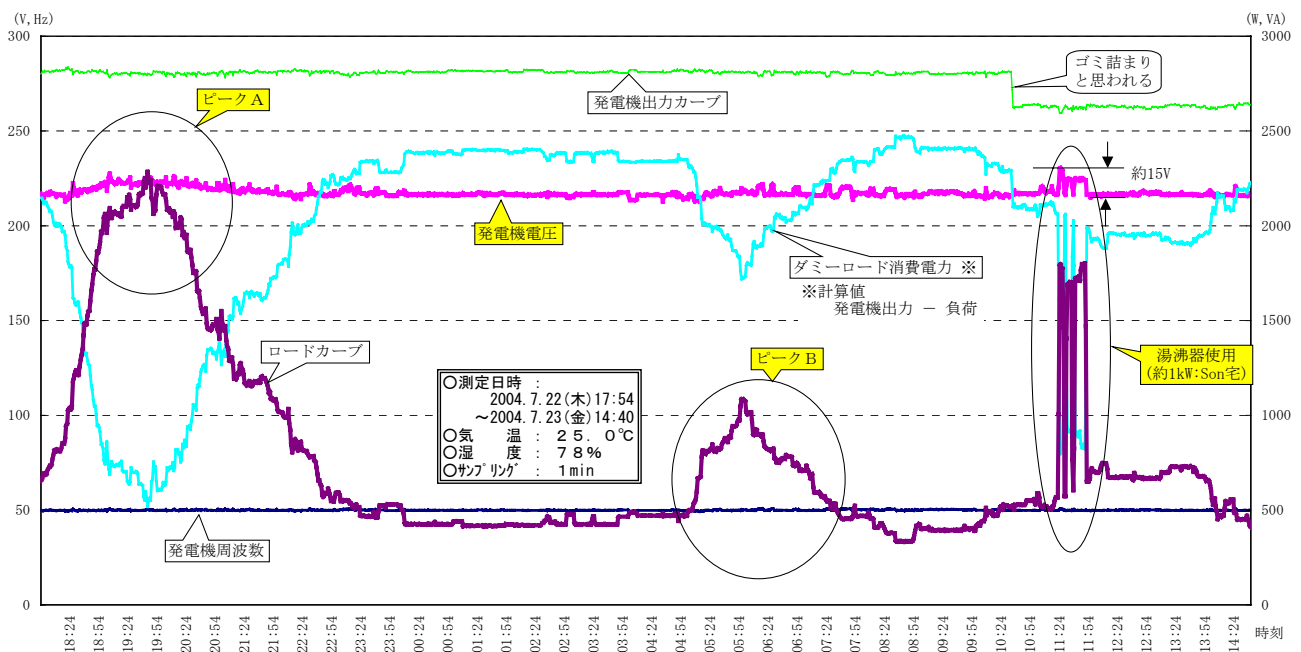


図 6-2-1 ロードカーブの状況 (2004.7)

### 6-2-2 起動時・負荷増減時のダミーロード制御の状況

○負荷供給前の電圧安定性は、ダミーロード制御開始直後①は若干電圧変動したもの、ニードルを適正開度 3mm 以上とした後②は、電圧、周波数とも安定し、良好であった。

○出力増減時③の電圧安定性は、一時的に電圧変動したが、210~250V 内に収まりおおむね安定しており、良好であった。

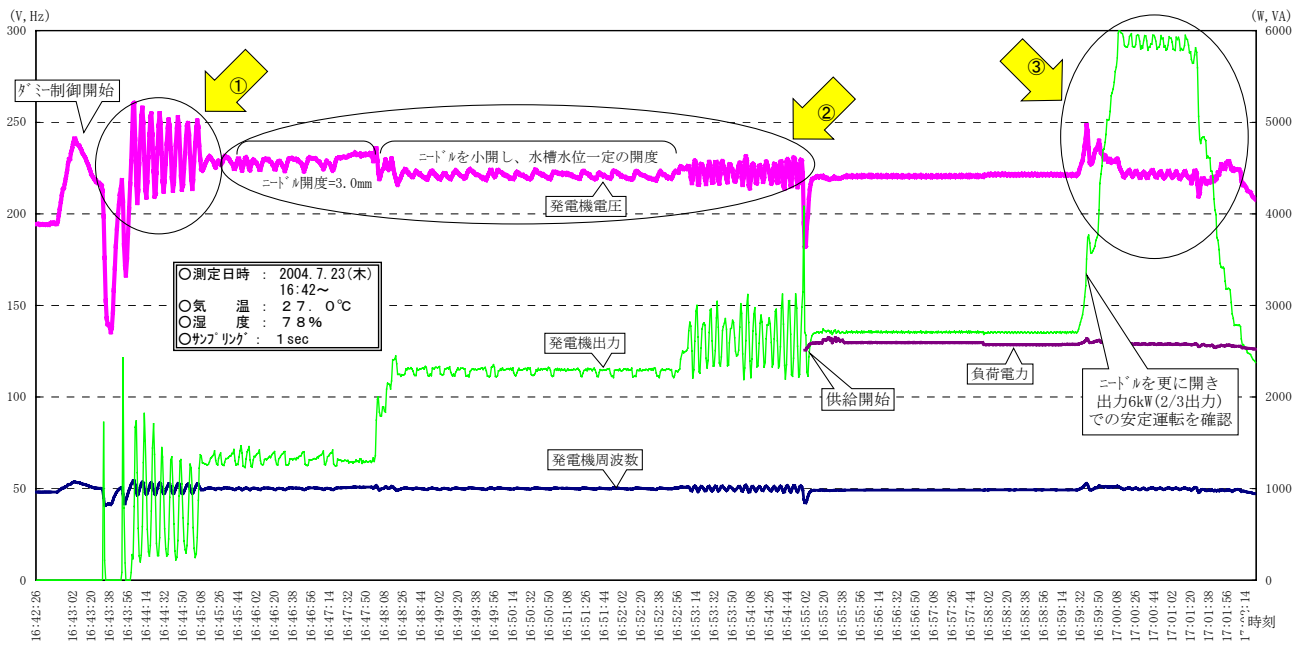


図 6-2-2 起動・負荷変動時の状況

### 6-2-3 取水カット時の自動停止状況

- 取水ゲート「閉」により、水車発電機が 25 分程度で安全に自動停止①することを確認できた。
- 停止過程で水圧低下による電圧低下が発生するが、運用下限である 160V を下回る時間②は約 3 分程度と短く、問題ない範囲であることを確認できた。

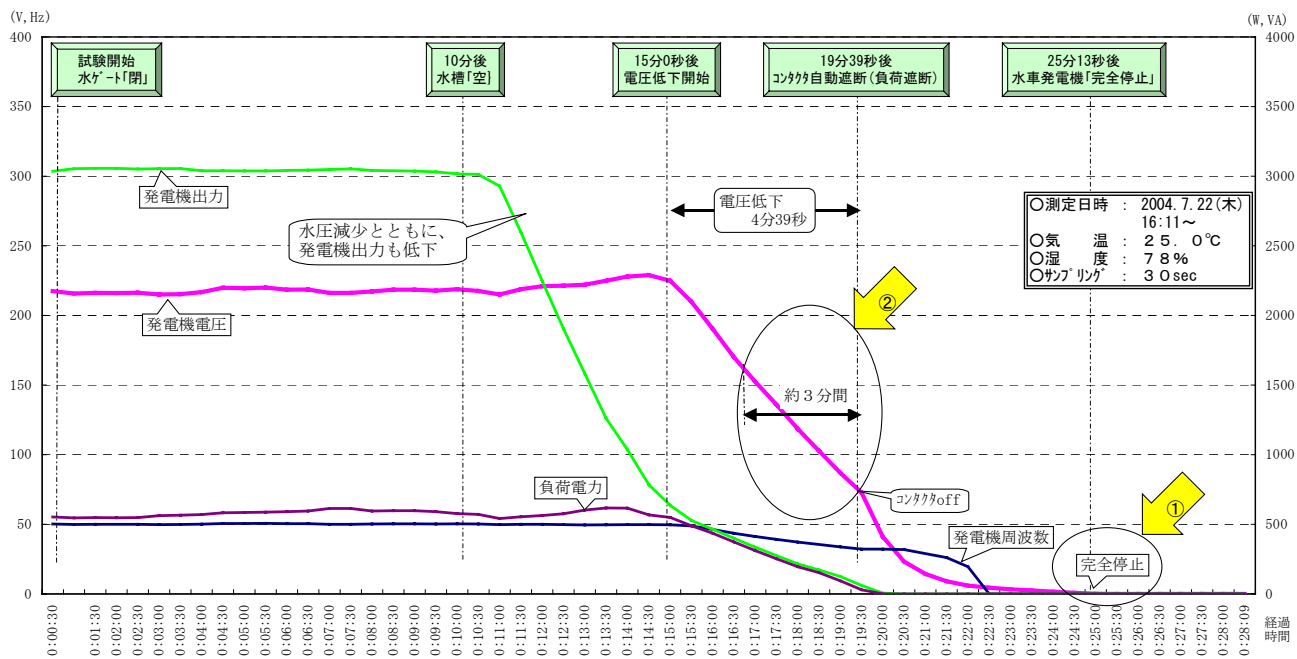


図 6-2-3 自動停止(取水カット)の状況

## 6-2-4 負荷遮断時の状況

運転中に何らかの影響で突然負荷が遮断した場合にも、水車発電機が安全に運転を継続できることを確認するため、負荷遮断試験を実施した。

その結果、

- 負荷遮断の約 2.5 秒後、発電機電圧約 270V から、ダミーロード制御が開始①
- 負荷遮断後の最大電圧は 340V、最大周波数は 65.8Hz で、変動率②はそれぞれ 57%、37%。
- その後、電圧・周波数とも変動しながら収束③

となり、応答速度がやや遅いことや、変動が収束するまでの時間が長いことなどがあるものの、電圧・周波数とも収束し、安全に無負荷状態へ移行しており。簡易制御方式であるダミーロード制御としては、許容範囲内の性能を有することを確認できた。

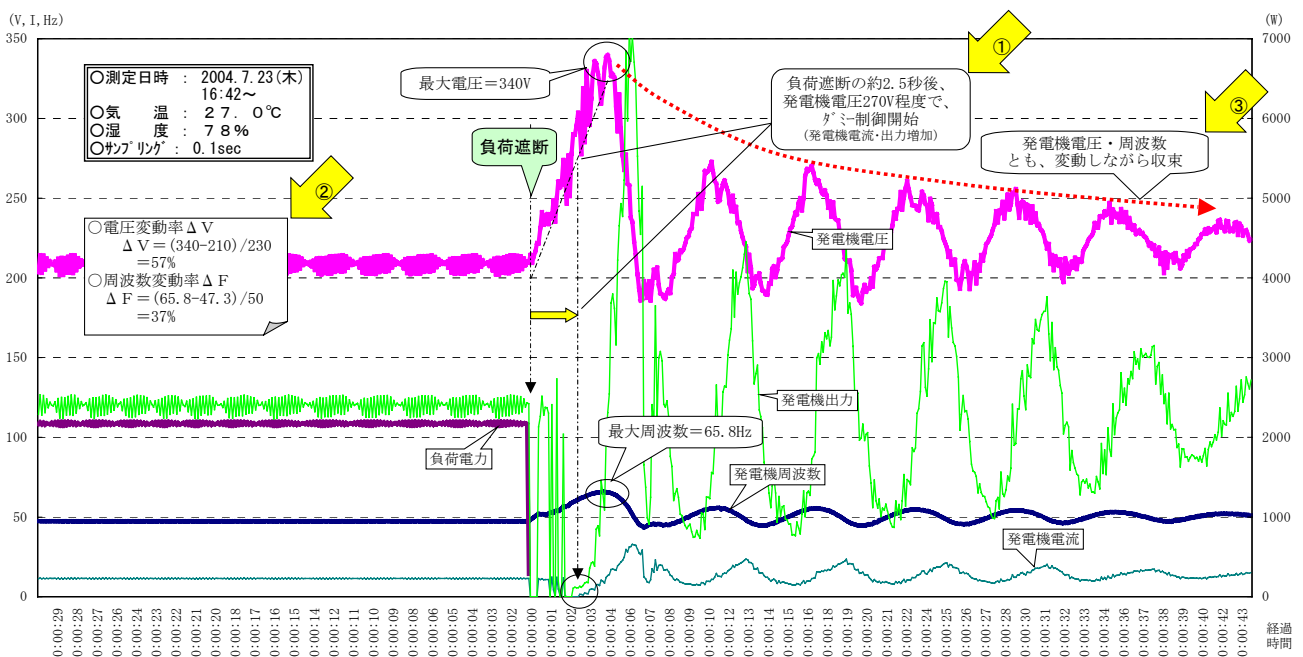


図 6-2-4 負荷遮断の状況

## 6-3 需要分析と将来予測

### 6-3-1 需要分析

Theu 村では Pico-hydro 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。主要器具には電灯（白熱灯、蛍光灯）、白黒テレビ、扇風機の 4 種類がある。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 6-3-1)

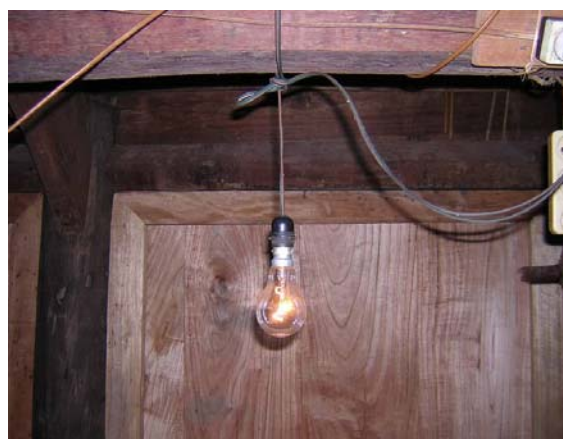
表 6-3-1 Theu 村の 1 世帯あたりの電力需要原単位（現在）

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

第 5 次現地調査で実施した負荷状況確認試験によれば、最も需要が集中する時間帯は 18:00-21:00 であり、ピーク需要は約 2.3kW（54 世帯）で 20:00 頃に発生した。これは、農繁期に夕方遅くまで農作業をした後、家族で夕食をとる時間帯である。ピーク時の 1 世帯当たりの平均需要規模は約 40W（2,300÷54）であり、表 6-3-1 の推定値と合致している。



蛍光灯



白熱灯



白黒テレビ



扇風機

図 6-3-1 村落内の主要電気器具

4月末までは乾季で水量が少なく、発電所の運転を止めた日も多かったが、同時に、乾季での負荷制限策として運開時に紹介した蛍光灯（高効率型低電力消費タイプ 10-15W）が需要家に広く受け入れられ、省エネルギー効果で電力需要も低下した。また、発電所の運開直後で新たな電気器具の普及拡大には至らなかったため著しい電力不足にはならなかったが、7月に第2期の引込み工事を行った結果、現在では需要家が73戸に増加している。また、一部の家庭でテレビ購入などが予想され、需要原単位も漸増傾向を示すものと予想される。このため、今後の需給バランスの維持は大きな課題となり、その対応策としては前述の通り、需要抑制、調整池の活用を最大限行い、さらに必要であれば輪番停電を行うこととなる。

表 6-3-2 電気利用実績（2004年9月）

項目	データ	備考
運転日数	30 days	9/1～9/30
運転時間	622 hours	
平均運転時間	20.7 hours/day	
電気使用量	359kWh	
1世帯あたりの月間電気使用量	4.9kWh	学校を除く 73電化世帯が対象

### 6-3-2 将来予測

高効率型蛍光灯の普及で電力需要は頭打ち傾向になったものの利用者の電化生活に対するニーズは高い。地域内で電気器具の販売市場は整備されており、経済的に余裕がある需要家は個人的に購入可能である。主要な電気器具と市場価格は以下のとおりである。

表 6-3-3 電気器具と市場価格

品名	容量	価格 (VND)
白熱灯 (一式)	25W、40W、60W、75W	2,000～6,000
蛍光灯 (一式)	13W、20W、40W	30,000～40,000
白黒テレビ (中古品)	40W	—
カラーテレビ (新品)	60W	1,500,000～2,500,000
カセットレコーダー	10W	120,000
扇風機	50W	100,000
電気炊飯器	1000W	250,000
電気やかん	1200W	85,000

(備考) Vo 市場 価格調査データ

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 6-3-4 は数年後に予想される需要規模を示している。このほか、電気炊飯器や電気やかん等の購入希望を持っている世帯もあり、将来の電気器具の増加は避けられず、Village Hydro の設計に用いる電力需要原単位は 70W/世帯から最大 100W/世帯が目安となる。

表 6-3-4 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

## 6-4 電気機器の使用状況

パイロットシステム運転開始時の主要負荷は白熱灯であった。平均的なものは 40W クラスであり、乾季での運用における過負荷要因とされていた。このため、乾季の負荷低減策として電球ソケット対応の高効率型蛍光灯 (13W クラス) を Theu 村に試験導入し、負荷容量の低減を実施した。

### 6-4-1 蛍光灯と白熱灯

村落で使われる照明器具 (白熱灯と蛍光灯) の特徴は以下のとおり。これまで電球のソケットに対応した蛍光灯について村人は利用した経験がなかった。価格はやや高いものの長寿命であり、明るさも強いことから今後こういったタイプが定着していく可能性がある。Theu 村でもこのタイプは非常に好評である。EVN でも省エネ対策としてこういったタイプへの切替えを全国的に推進している。



表 6-4-1 照明器具の比較

特徴	蛍光灯 (電球形)	白熱灯
発光方法	放電	熱
明るさ	明るい 	暗い 
単価	30,000VND	5,000VND
耐久性	約 6,000 時間	約 1,000 時間
ポイント	点灯回数が多いと消耗が早い	蛍光灯の数倍の電気を消費
写真		

(備考) 単価はハノイ市場価格を適用

これら照明機器の単体試験を実施し、機器特性を確認した。測定結果は以下のとおり。

- ① 蛍光灯は入力電圧が 160V 以上で点灯
- ② 入力電圧が変動しても蛍光灯の負荷電流はほぼ一定であり、160~240V の範囲であれば、負荷電流は一定とみなすことも可能

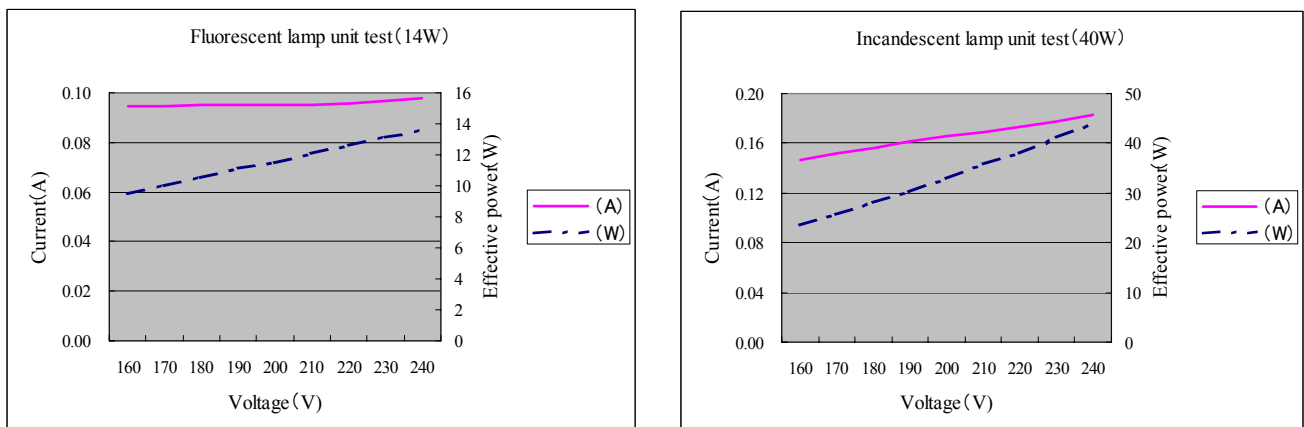


図 6-4-1 照明機器の特性試験結果

## 6-4-2 Village Hydro における電圧変動許容範囲

村落で多く使用されている電気器具には、照明機器のほかに旧式の白黒テレビがある。現地テレビの電圧変動試験を実施、以下のような現象が発生することが判明した。

表 6-4-2 白黒テレビの発生現象

供給電圧	発生現象
100V~150V	音声開始
150V~180V	ブラウン管の映像表示開始
180V~	映像の全画面表示



上記の結果から、中古白黒テレビについては 180V 以上、また、蛍光灯については 160V 以上が必要と考えられる。こういったデータから、Village Hydro における電圧変動の許容範囲を検討した結果、少なくとも 160V 以上を確保するよう運転する必要がある。

表 6-4-3 電気機器の稼働電圧

点灯項目	供給電圧	白熱灯	蛍光灯	白黒テレビ
機器の定格電圧	220V			
白黒テレビ 画像	180V			
照明機器 点灯	160V			
	100V			

## 6-5 電気料金改定と資金管理

### 6-5-1 電気料金改定

2004 年 1 月から発電所の本格運転が始まったが、乾季であり水量も十分でなく発電時間は夜の 2-3 時間程度で、電化製品の利用も 1 世帯あたり 1 電灯と制限していた。このため乾季の電力消費量は著しく少なく（平均 1 世帯あたり 1-3kWh/月）、当初料金の 700VND/kWh のままではオペレータへの報酬を払うために十分な収入が確保できず、運転管理が維持出来なくなる可能性が考えられた。このため電気料金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。

電気料金設定の際に留意すべき点は、雨季と乾季で異なった料金体系としないということである。複数の料金体系を用いると年間を通じた徴収金の管理が非常に複雑になり CEU（供給者）にとっても住民（利用者）にとっても扱いにくいものとなる。村落の電気消費パターン、乾季と雨季の電気利用状況の差異など、各村の状況に応じて検討する必要があるが、料金体系は一本化し、乾季の収入不足を雨季の収入増加で補うなど、年間で収支がバランスするよう運営することが重要である。

料金値上げの方法としては、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あるが、定額負担については批判的な意見が多かったため、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。

表 6-5-1 改定後の電気料金 (VND)

kWh	700VND/kWh (A)	改定後 (B)	単価上昇率 (B)÷(A) = (C)
5	3,500	<b>5,800</b>	166%
4	2,800	<b>5,100</b>	182%
3	2,100	<b>4,400</b>	210%
2	1,400	<b>3,200</b>	229%
1	700	<b>2,000</b>	286%

\* 5kWh 以上は、順次 700VND/kWh ずつ料金が上がっていく。

この新電気料金を先述の表 5-6-1 にあてはめると（1世帯あたりの平均消費量 2kWh/月（乾季）、5kWh/月（雨季））、年間収支がほぼバランスするような収支計画をたてることが出来る。この料金体系でもまだ収入不足が続くような場合には、1年後に見直しを行うこととなっている。

表 6-5-2 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）

	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)	<b>220,000VND</b>	<b>270,000VND</b>
収入	(108kWh) <b>172,800VND</b>	(270kWh) <b>313,200VND</b>
差額	<b>▲47,200VND</b>	<b>43,200VND</b>

### 6-5-2 電気消費量と料金負担

6月末から改定後の料金表に基づき電気料金徴収を行っている。以下は追加で引込み工事を実施した後の 2004 年 9 月分の使用実績及び電気料金データである。雨季に入り発電は安定し、住民も電気の使用に慣れてきていた。

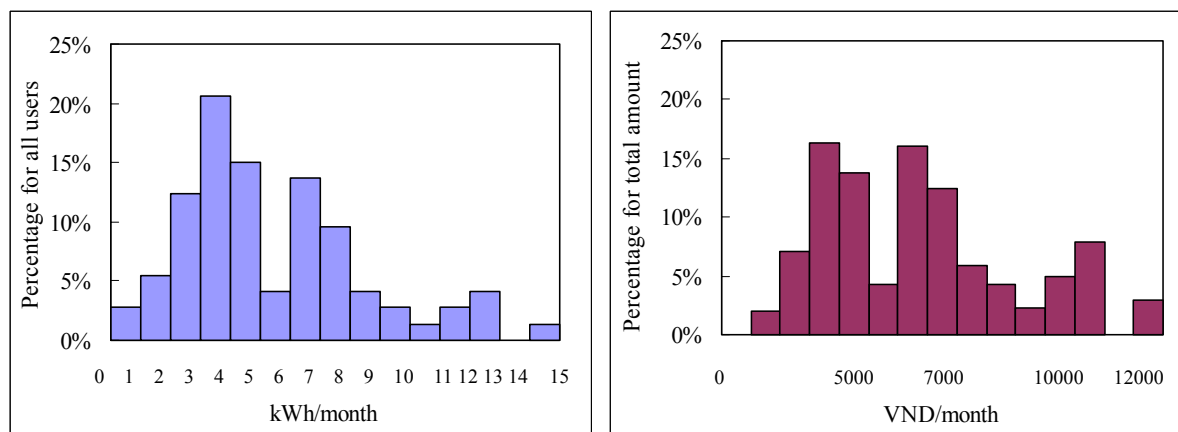
○対象世帯数 73 世帯(学校を除く)

○電気使用量合計：359kWh ○電気料金合計：406,100VND(未収金 19,300VND)

○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

以下に、2004 年 9 月の Theu 村における電気利用と料金支払額の分布を示す。これによれば利用者の月間の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%近くを占めているのがわかる。こうした世帯は夜間の電灯需要主体の電力消費で、テレビ

など大きな電力消費を伴う電化製品を保有していない。また、パイロットシステム運開時に紹介した電球型蛍光灯（低電力消費タイプ 10-15W）が利用者に広く受け入れられている点も大きな理由の一つである。しかし、一方で使用量が 10kWh/月を超す世帯も 1 割近く存在する。こうした世帯は高所得で複数の電灯を長時間使用したり、TV、電気やかん、扇風機等を利用している。



(1) 月間消費量

(2) 月額料金負担

図 6-5-1 電気利用実績 (Theu 村 2004 年 9 月)

料金水準については不満もなく、ほとんどの世帯がきちんと支払っている。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入れられたと言える。

### 6-5-3 CEU の徴収金管理

補助金に依存せず、電気料金収入のみで人件費など必要経費の支出と長期メンテナンス費用の確保を行っていくことが重要である。2004 年 9 月の電気料金収入合計 406,100VND をどのような目的に支出し、または積み立てたのか、次にその実績を示す。この時期は雨季に当たり、電力消費量、料金収入とも多い時期であったため剰余金が発生し、それを積立金としている。

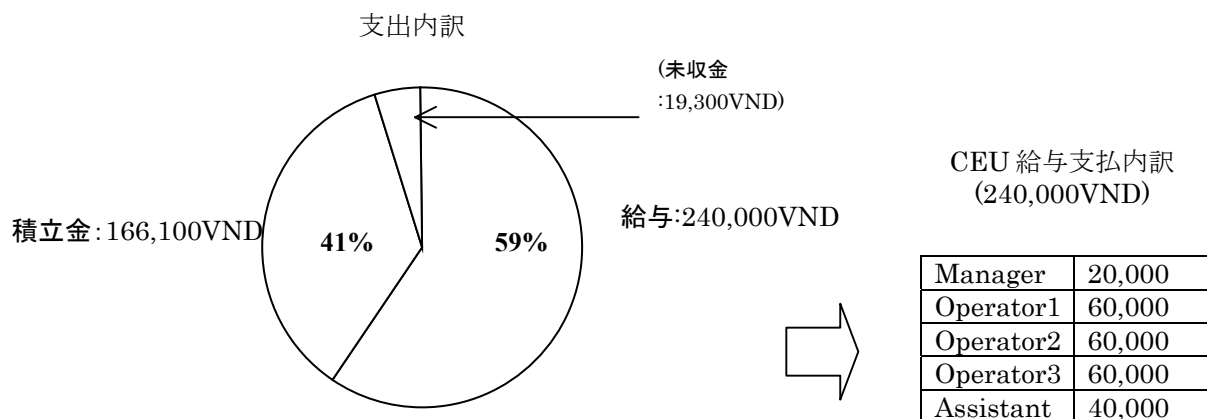


図 6-5-2 CEU の支出内訳 (Theu 村 2004 年 9 月)

これによれば、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 以上の積立を目標としているが、乾季の収入不足を補うためにもこのように雨季に多めの積立を行うことが望ましい。なお、収支についてはマネージャーが管理台帳に記録し、現金の管理を行っている。このマネージャーによる財務管理については、不正やミス防止のため、定期的に村落幹部によるチェックを受けることになっている。

## 6-6 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（1月中旬より 54 世帯 1 学校に供給開始、その後 7 月に約 20 戸追加）、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 6-6-1 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

### 6-6-1 第 1 回モニタリング

#### (1) 使用機器と時間

2 月は乾季の最中であり、水量が少なく発電出力は限られていた。このため、各世帯には 1 電灯のみで、供給時間も夜間の 3 時間程度と利用制限を設けていた。各世帯とも 25W 以上の白熱灯を利用しており、Village Hydro 電気利用時間のヒアリング結果を基に、10 世帯が 1 ヶ月継続利用したと想定して試算すると平均電気使用量は約 3kWh/月であった。

表 6-6-2 サンプル世帯における電灯利用

白熱灯のサイズ	25W	40W	60W	75W
利用割合	50%	30%	10%	10%

#### (2) 利用制限について

こうした利用制限にも関わらず、Pico Hydro（10 世帯中 7 世帯）利用世帯も含め全サンプル

世帯が Village Hydro からの電気利用の継続を希望した。これは、Pico Hydro の電気と比較し、安定しており電灯も明るいという点が第 1 の理由、そして第 2 に安全性が上げられる。また、乾季に水量が少なく発電が困難である、ということも多く住民が Pico Hydro 利用の経験から理解している点も、大きな不満なく利用制限を受容している理由と考えられる。

表 6-6-3 Village Hydro の利点

利点	安定供給	安全性	利用の容易性	電気料金	エネルギー支出減少
回答世帯の割合	90%	40%	0%	0%	0%

\* 複数回答あり。

### (3) 電灯下の活動

夜間の供給時間がほぼ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、勉強を行っていた。まだ短い供給時間ではあるが、このように各世帯とも電気の恩恵を享受していたと言える。

表 6-6-4 電灯下での活動

活動	食事	家内仕事	勉強	その他
回答世帯の割合	80%	90%	30%	10%

\* 複数回答あり。

### (4) 引込み料金の支払い

引込み料金の支払いは利用者負担である。本パイロット事業では特に分割払いを可とした。これによって、一括で大きな金額を用意出来ない世帯でも電気利用契約に申し込むことが出来た。サンプル世帯では 10 世帯中、2 世帯が一括払い、8 世帯が分割払いを希望した。それぞれの費用工面方法は以下の通りである。一括払いの世帯は、豚や複数の鶏を売却し、分割払いの世帯は鶏 1 羽かキャッサバなどの農産物を売却してそれぞれ支払額を工面している。

表 6-6-5 引込み料金の工面方法

引込み料金の工面方法	鶏の売却	豚の販売	キャッサバの売却	犬の販売	貯金
回答世帯の割合	30%	20%*	30%	10%	10%

\*内 1 世帯は、調査時にまだ支払計画を検討中であった。

## 6-6-2 第 2 回モニタリング

### (1) 使用機器と時間（低電力消費タイプ 13-15W 蛍光灯含む）

乾季の出力低下に対応するため、2 月下旬以降各世帯に低電力消費タイプの蛍光灯を配布（サンプル世帯では 8 世帯）した。この蛍光灯に対する住民の評価は高く、「他の電灯より明るい」、



「電力消費が抑えられる」などの理由から、全世帯が継続利用を希望した。5月の時点では雨季に入りかけており、厳しい利用制限は解除され、低電力消費タイプの蛍光灯を利用していた8世帯は、大部分が蛍光灯を居間の中心に置き、さらに白熱灯を台所など家内作業場所で利用しているが、時間数は世帯によって2-5時間程度である。テレビや扇風機の利用は控えていたようである。Village Hydro 電気利用時間のヒアリング結果を基に、10世帯が1ヶ月継続利用したと想定して試算すると、平均電気使用量は約3kWh/月であった。

表 6-6-6 ヒアリングに基づくサンプル世帯の電気使用量試算（一ヶ月あたり）

	0~2kWh 未満	2~4kWh 未満	4~6kWh 未満	6kWh 以上
回答世帯の割合	40%	20%	10%	30%

(2) 利用制限と追加負担について

これまで、乾季における電気利用が制限され、700VND/kWh の電気料金では料金収入も極めて低く、運営・維持管理が困難になることが予想されていた。これに関し、利用制限や追加費用負担をしてでも Village Hydro の利用を継続したいか聞き取りを行ったところ、全サンプル世帯が継続希望であった。また、追加負担を含めた電気料金の支払月額の目安としての 10,000VND の受容度については、8世帯が受容可、2世帯が不可であった。しかし、この2世帯のうち、低生活水準世帯は 5,000VND が支払限度だが、それ以上については労働または農産物の納入で認めてもらえれば可としている。残り1世帯は中生活水準世帯だが、Pico Hydro を所有しているため 5,000VND 以上の負担であれば Pico Hydro を優先して使用する、と回答している。以上から推察すると、8割程度の世帯は電気料金への支出として月額 10,000VND 前後は受入れられると考えており、残り2割の世帯についても 5,000VND 程度の支出は可能と考えている。

6-6-3 第3回モニタリング

(1) 使用機器と時間

雨季に入り豊富な水量によって、発電出力もアップし、また供給時間も長くなった。これにより、使用機器の利用制限もなく、自由に電化製品の利用が出来るようになっており、複数の電灯に加え、テレビや扇風機の利用も可能となった。しかし、Village Hydro は基本的に夜間の電力供給であるため、昼間のテレビや扇風機利用には Pico Hydro を使用し、さらに夜間も継続利用することで電気料金支出を抑える世帯も出てきている。実際に料金徴収のために CEU がチェックしたメーター数値のデータによれば、サンプル世帯の平均電気使用量は 3.4kWh/月であった。

表 6-6-7 サンプル世帯の電気使用量実績（一ヶ月）

	0~2kWh 未満	2~4kWh 未満	4~6kWh 未満	6kWh 以上
回答世帯の割合	34%	22%	34%	10%

\* 1世帯メーター故障のため、未回答

## (2) 新電気料金について

前回のモニタリング以降、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。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(9世帯平均約4,400VND、1世帯はメーター故障で支払保留)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。

## (3) 電気製品の新規購入

10サンプル世帯のうち、2世帯が電力供給を見込んで2004年1月のテト(旧正月)前に新規に電化製品(ラジカセ、扇風機)を購入しており、2004年7月にも1サンプル世帯が扇風機を購入した。このように、可処分所得に余裕のある世帯は、Village hydroの電気供給に期待を寄せ、電化製品を新たに購入し使用している。しかし、ベトナムの農村部では、電化製品など高額商品の購入は収穫後の消費活動が活発となるテト前に多いと言われている。Theu村での聞き取りにおいても、10サンプル世帯中3世帯が2005年のテト前にカラーTVの購入を計画している。このため、雨季で電気が豊富に使用できる時期であっても直ちに各世帯が電化製品を購入し始めるということではなく、徐々に買いそろえていくという動きが予想され、電力需要は今後時間をかけて漸増していくと予想される。

## (4) Village Hydro 電気供給への満足度

最後に、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。

表 6-6-8 Village Hydro に対する満足理由

満足理由	安定供給	供給時間	安全性	その他
回答世帯の割合	100%	40%	20%	0%

\*複数回答あり。

## 6-7 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を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。ここで現状の料金体系を 50%引き上げた場合を想定し、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）の評価を行った結果を表 6-7-1 に示す。このような条件下でも FIRR は 1.7%となり商業ベースでの投資は困難という結果を示している。

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）が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 6-7-2 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 6-7-1 經濟性評估結果—FIRR — 建設費補助率 90%

Micro Hydro Plant Capacity Total Investment	9 kW \$22,500											
\$22500=348million VND (\$1=15500VND)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Initial connected households	70											
Investment (million VND)	-348											
Subsidy ratio	90%											
Subsidy (million VND)	313.2											
Connected households	70	73	76	79	82	86	90	94	98	102		
Monthly demand (kWh) in rainy season /HH	4.8	5.0	5.3	5.6	5.8	6.1	6.4	6.8	7.1	7.4		
Monthly demand (kWh) in dry season /HH	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		
Yearly demand (kWh)	3276	3557	3856	4175	4516	4937	5387	5869	6383	6933		
Electricity sales revenue in rainy season	3.7	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3		
Electricity sales revenue in dry season	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9		
Yearly Total income	5.7	5.9	6.2	6.4	6.6	7.0	7.3	7.6	7.9	8.3		
Long term maintenance cost	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0		
Salary in rainy season and administrative cost	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
Salary in dry season and administrative cost	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Total costs	2.5	2.5	2.5	2.5	4.5	2.5	2.5	2.5	6.5	2.5		
Financial Net cash flow	-34.8	3.2	3.5	3.7	3.9	2.2	4.5	4.8	5.2	1.5	5.8	
<b>FIRR</b>	<b>1.7%</b>											

(前提条件)

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 (See Table6-5-1)	4.8kWh/month/HH in year 1 <Rainy reason> (160Wh×30days=5kWh) 2.1kWh/month/HH in year 1 <Dry reason> (70Wh×30days=2kWh)

表 6-7-2 經濟性評估結果—EIRR — 建設費補助率 90%

Micro Hydro Plant Capacity	9 kW										
Total Investment	\$22,500										
\$22500=348million VND (\$1=15500VND)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Initial connected households	70										
Investment (million VND)	-348										
Subsidy ratio	90%										
Subsidy (million VND)	313.2										
Connected households	70	73	76	79	82	86	90	94	98	102	
Monthly demand (kWh) in rainy season /HH	4.8	5.0	5.3	5.6	5.8	6.1	6.4	6.8	7.1	7.4	
Monthly demand (kWh) in dry season /HH	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	
Yearly demand (kWh)	3276	3557	3856	4175	4516	4937	5387	5869	6383	6933	
Electricity sales revenue in rainy season	8.4	8.8	9.1	9.5	9.8	10.3	10.8	11.3	11.8	12.2	
Electricity sales revenue in dry season	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.2	5.4	5.6	5.9	6.1	
Yearly Total income	12.6	13.1	13.7	14.2	14.8	15.5	16.2	16.9	17.6	18.4	
Long term maintenance cost	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	
Salary in rainy season and administrative cost	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
Salary in dry season and administrative cost	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Total costs	2.5	2.5	2.5	2.5	4.5	2.5	2.5	2.5	6.5	2.5	
Financial Net cash flow	-34.8	10.1	10.7	11.2	11.8	10.3	13.0	13.7	14.5	11.2	15.9
<b>EIRR</b>	<b>30.2%</b>										

(前提条件)

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>

## 6-8 開発資金

### 6-8-1 135 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」(Decision No.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る。政策決定番号に因み「135 プログラム」と呼ばれており、国境・山岳地域を中心に少数民族が主に居住している生活状況の厳しいコミュニティを対象に(2000年以降2,235コミュニティ)一定の予算を配分し、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。本調査の対象である北部山岳地域コミュニティのほとんどがこのプログラムの対象となっており、道路整備、学校建設や灌漑施設の整備などのインフラプロジェクトがこのプログラム下で実施されている。

表 6-8-1 135 プログラムによるインフラ整備プロジェクト実績 (2002年)

項目	プロジェクト数 5,090	全投資額に占める割合
道路	1,685	38.9%
学校	1,605	26.6%
灌漑施設	708	15.7%
衛生飲料水	591	5.8%
家庭用電力	336	8.3%
保健施設	60	1.2%
マーケット	57	0.8%
その他	48	2.7%

出典：MPI 資料 October 2004

このプログラムについて、中央政府では特に重点的に開発すべき分野や地域の決定などの政策的事項は少数民族問題所管の CEMA が担当しており、プログラム予算の管理・配分については計画投資省 (MPI) と財務省 (MOF) が担当している。個別の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内容の決定と予算申請は各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。また、郡やコミュニティでは農民連合や女性連合などの大衆組織の代表を含む、地域のリーダー達で構成されるプロジェクト管理組織 (District Project Management Board - DPMU と Commune Project Management Board - CPMU) を設置し、135 プログラムによるプロジェクトの実施及び管理にあたっている。このように、プロジェクト対象地域の住民によるイニシアティブとプロジェクトへの参画が尊重されている点が 135 プログラムの特徴のひとつであり、ベトナム地方部の開発における極めて重要な制度として定着している。

1 コミュニティあたりの予算は年間 500millionVND (約\$32,000) であるが、135 プログラムでは主に 8 分野の対象事業が指定されており、コミュニティはその予算の範囲内でプロジェクト分野



と規模の決定を行ってきた。1998年より開始されたこの135プログラムはこれまで道路整備をその中心としてきたが、対象事業にはグリッドの延伸や水力発電設備の開発工事などの電化プロジェクトも含まれている。

MPIの135プログラム担当部によれば、2005年より開始される第2フェーズでは、対象地域の中でもより生活条件の厳しい遠隔地域に重点が置かれ、また既に中心部のインフラ整備を完了したコミューンでは、生活水準向上のための公共施設のさらなる充実や周縁村落のインフラ整備がクローズアップされるため、Village Hydroのようなマイクロ水力発電はこうした中で大いに奨励されるべき対象プロジェクトである、との見解を示している。また、CEMAのエネルギー担当部からも同様の見解が示されている。特にCEMAは山岳地域など少数民族の居住する遠隔地コミューンにおける教育環境の向上のために、地域資源の利用によるエネルギー導入に関心を示しており、マイクロ水力のほか、水力ポテンシャルの望めない地域では学校を含む公共施設を中心とした太陽光発電の導入を検討している。

以上のように、貧困対策と地域開発という135プログラムの目的、対象事業、予算規模、地域住民のイニシアティブと参加を重視している点、中央関係機関の見解などから、135プログラムは小規模な予算で実施可能なVillage Hydroの開発に大いに適していると言える。これまで、オフグリッド地方電化をこの135プログラムで実施した例は非常にわずかであり、その手法は一般的に知られていない。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し、さらにその手法を他の地点開発にも拡大するよう努めていくことが必要である。

表 6-8-2 135プログラムの申請フロー（電気分野 2005年予算のケース）

時期	作業内容	
2004年5月	①	Communeによる開発希望分野の決定及びDistrictへのプロジェクト要請
	②	Districtを経て、地方省の関連分野局へ要請提出（電気分野→DOI）
	③	DOIによる要請内容検討（必要に応じ現地調査を実施） →投資計画局（DPI）へ検討・調査結果を提出
6月～8月	④	DPIによる投資妥当性の検討→PPCへ報告
9月～10月	⑤	PPCによるプロジェクト承認
10～11月	⑥	Communeによるコンサルタント会社選定 （コンサルタントは、Investment reportを作成しDPIへ提出）
	⑦	DPIによるInvestment reportの検討・承認
	⑧	コンサルタントによる詳細設計・費用積算・施工計画の立案 →DOIへ提出
12月	⑨	DOIによる書類審査と建設許可
2005年1月以降	⑩	プロジェクト（建設）開始

## 6-8-2 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を発足させた。これは Rural Area Renewable Energy Facility (RARE) と名付けられており、先行して実施されたプログラム形成調査である Renewable Energy Action Plan (REAP) によって提案されていたものである。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。したがって、本パイロット事業のような Village Hydro の開発をコミュニオン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。ただし、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ことが 135 プログラムとは異なっている。

## 第7章 パイロット事業の総合評価と政策的支援

本調査では、ベトナム北部山岳部の典型的な未電化村落である Theu 村にマイクロ (Village Hydro) 水力発電パイロットシステムを実際に設置して、計画から運転までの全プロセスを通じて、技術、経済性、維持管理手法など、所謂 sustainability について実証することが目標であった。また、このモデルの普及に資するよう、オフグリッド地方電化の主体となるべき地方部の担当者に対するキャパシティビルディングを行い、さらに今後の開発事例において活用できるよう、各種のマニュアル整備を行うことも重要な仕事であった。特にこういったオフグリッド地方電化の場合に難しいと言われていたマネジメントに関する事項（契約、料金設定、料金徴収、収支管理等）について、実際に住民との対話を通じて現実的な方法を提案し、定着させてきたことはベトナム側関係者にとって非常に参考となるものであると言えよう。

ここでは、このパイロット事業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。

### 7-1 パイロット事業の総合評価

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 2,000 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) とともに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、この点については今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。本パイロット事業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、本パイロット事業では、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。本パイロット事業で蓄積されたさまざまなノウハウは今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 7-1-1 参照)

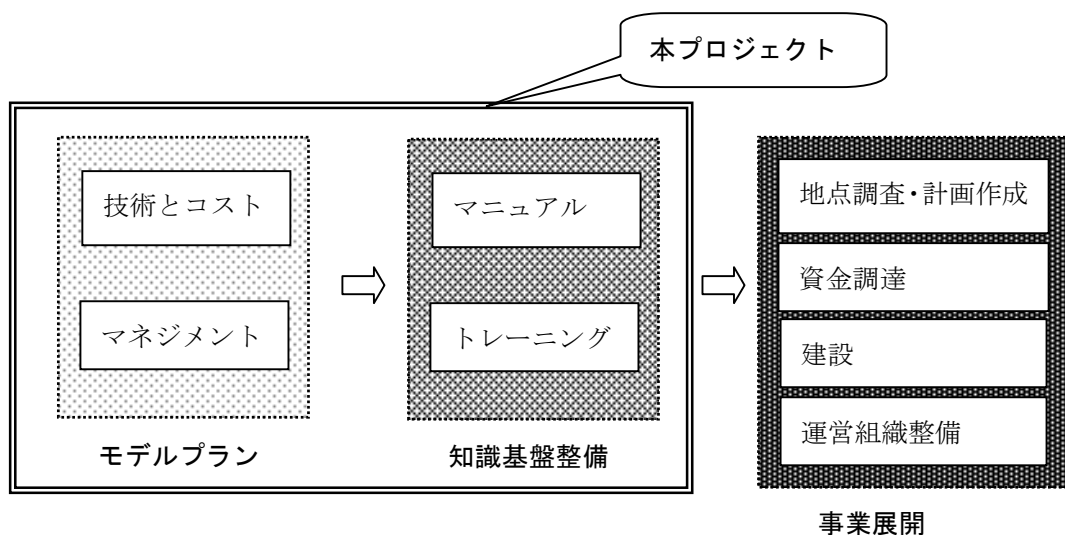


図 7-1-1 パイロット事業のノウハウ蓄積

## 7-2 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以下の表である。

表 7-2-1 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 あるいはコンサルタントであろう。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。

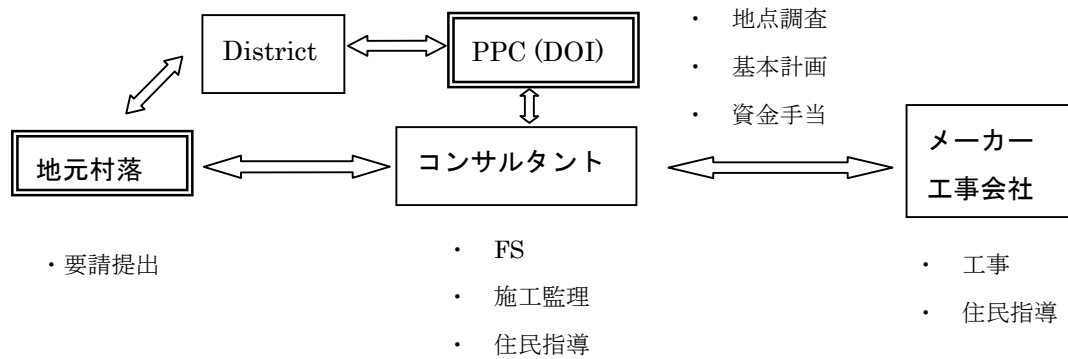
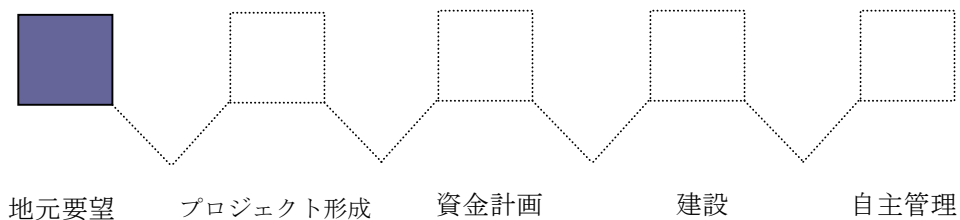


図 7-2-1 事業実施の標準フロー

### 7-2-1 プロジェクト実施の課題

以下でプロジェクト実施段階における課題と対応策についてさらに詳しく検討する。

#### (1) 地元要望



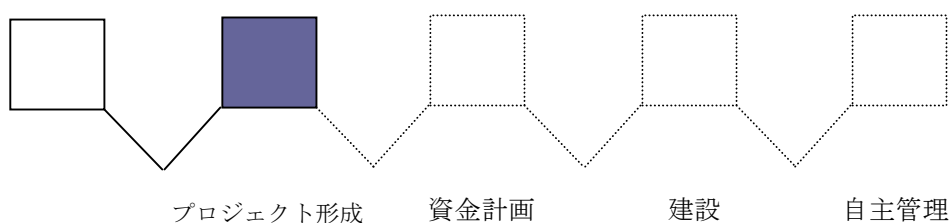
地元要望      重要度   B

JICA の成果      村落レベルの Village Hydro に対する認知度を高めるためビデオ製作  
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 事業が重要

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



プロジェクト形成 重要度 A  
 JICA の成果 基本設計、マニュアルの作成、一部 DOI に対する技術移転  
今後、早急に山岳部各省の DOI に対するトレーニングを実施すべき

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 7-2-2 事業実施におけるグリッド延長と Villagehydro 開発の比較

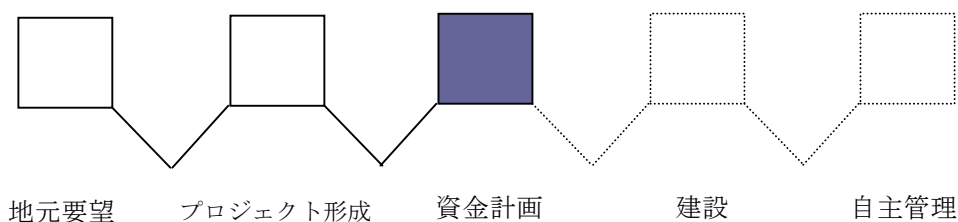
	グリッド延長	Village Hydro 開発
責任主体	EVN や Power Company が計画段階から担当	EVN や Power Company の責任の範囲外であり、PPC が中核となる必要あり
地元意見	グリッド延長については住民の理解も深く、反対意見は出ない。	グリッド延長を要望している場合、Village Hydro には異論が出る可能性あり。
技術の複雑さ	計画作成は初歩的知識で可能である。	計画作成には専門的知識が必要
外部専門家	グリッド延長事業を実施したノウハウを有する業者が多く存在する。	Village Hydro 開発に携わった経験のある業者は非常に少ない。

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。本パイロット事業でも地元の Hoa Binh 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。

なお、プロジェクト形成について世銀のように外部コンサルタントを活用して行うという方法もあるが、地域事情を知らないため未電化地域について幅広く調査を行い、住民からの要望を吸い上げることは難しく、調査地点は限定され、計画も妥当性を欠くものとなる危険性がある。したがって、ベトナム北部全域について長期間にわたって調査を継続し、事業化に結びつけていくためにはやはり DOI をプロジェクト形成の主体とすることが必要であろう。

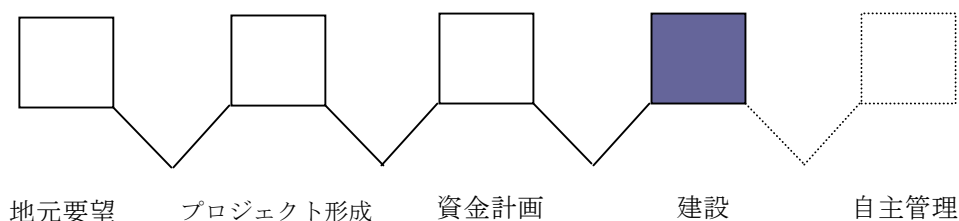
### (3) 資金計画



資金計画	重要度 B
JICA の成果 可能性評価	既存の利用可能な制度（135 プログラム、MOI の RARE）の利用可能性評価
今後は 135 プログラムによる開発事例の推進、RARE の制度改善	

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。（6－8 参照）特に、135 プログラムの制度は長年によって運用され、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

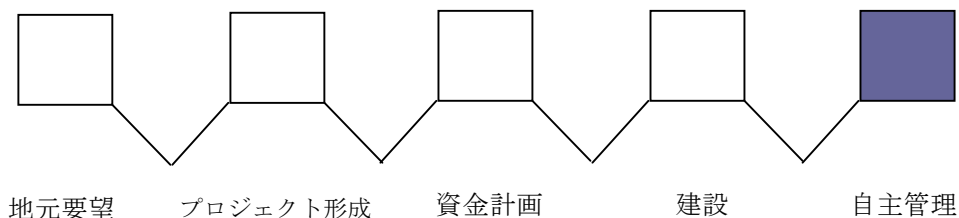


建設      重要度 B

JICA の成果      詳細設計、国内メーカーによる設備製作、地元施工業者による工事実施  
国内企業の技術力の向上

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を実施する。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



自主管理      重要度 A

JICA の成果      住民組織設立、実務トレーニング、マニュアル作成  
自主管理に関する住民組織、電気料金制度などのガイドライン整備

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な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。

### 7-2-2 アクションプラン

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。ここでは資金的な課題よりも、事業を実施するための開発側と住民側それぞれの「人づくり」が最重要課題であることを指摘したい。

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

#### (1) キャパシティビルディング

このうち、各省の DOI に対するキャパシティビルディングの必要性については MOI も十分理解し、本プロジェクトの終了時点では、オフグリッド地方電化の総合的推進の過程で重点事項として実施していきたいという意向を示している。現在 MOI は世銀の援助を得て“System Efficiency Improvement, Equitization and Renewable Energy Project”のプロジェクトオフィスを設置し、再生可能エネルギーによるオフグリッド電化のパイロットプロジェクト候補地点の調査を行っている段階であり、数カ所のパイロットシステムの建設が 2005 年から開始されるものと予想される。このプロジェクトオフィスは MOI におけるオフグリッド地方電化推進の中核となって活動する組織であり、専任スタッフがいるため MOI のイニシアティブによる総合的な事業推進が可能である。

本プロジェクトにおいては MOI/世銀との連携を意識してプロジェクト開始時点から事業計画について説明を行ってきており、この結果、MOI/世銀はともに本プロジェクトの経緯や成果につ

いてよく理解している。特に、MOI や EVN はオフグリッド電化のケースでいかに住民による維持管理を定着させるかという点についての関心が高く、本パイロット事業は優れた事例であると評価している。MOI は本プロジェクトの成果、特にマネジメントに関する部分をベースに世銀のパイロット事業につなげて発展させていこうという意欲を示している。

ベトナムでは地方の各省レベルでの相互交流は乏しく、本プロジェクトの成果もこのままでは Hoa Binh 省以外に伝わりにくい。これまでに Village Hydro に関連する複数回のワークショップを開催し各省 DOI の関係者を集めて説明を行ったが、時間が限られていたため細かな内容まで技術移転することはできなかった。また、これまでは主に技術的な事項について解説を行っており、マネージメントに関する部分の解説やトレーニングは少なかった。こういった場で各省関係者から出された意見としては、パイロット事業を地元で追加実施し OJT ベースでじっくり学習する機会を設けて欲しいという声が多かった。こういった実務的な内容に関する知識については机上の学習だけで習得することは困難であり、OJT の部分が必要であることは確かであろう。

本プロジェクトにより持続可能性が確認され、ベトナム山岳部での普及可能性が高いと評価される Village Hydro であるが、このままではその設計思想や維持管理手法が各省に十分伝わらず、オフグリッド地方電化の促進に結びつかないおそれがある。このため、MOI の主導により各省に対する十分な時間をかけた基礎的なトレーニングや各省ごとのパイロット事業の実施が望まれる。MOI は JICA に対して継続的な技術協力やパイロットプロジェクトの追加を要請している。以下にその要請内容の要約を示す。

(前略) More intensive capacity building work is necessary to disseminate the results of this study into remote areas of Vietnam. Therefore, MOI requests JICA to continue cooperation focusing on the training of local authorities by dispatching experts. Also, undertaking more pilot projects in other provinces and counterpart training in Japan need to be included in the JICA's follow-up cooperation. (後略)

この段階ではリーダーシップをとるのは MOI である。本プロジェクトが終わり、次の段階として、同様のマイクロ水力利用による世銀の地方電化パイロット事業が開始されようとしている段階であり、Village Hydro の成果を世銀関係者にバトンタッチし、有力なオフグリッド地方電化の手法として技術と維持管理の両面についてさらに改良を加え、ベトナム地方部での定着、普及が図っていく好機であると言えよう。その際には、本パイロットシステムの建設記録（ベトナム語の解説付き VideoCD）や本調査で作成した、「設計・施工マニュアル」、「運転保守マニュアル」、「組織運営マニュアル」はいずれも実際のプロジェクト経験を反映した貴重なデータを提供するものとして大いに活用されるはずである。JICA サイドとしては MOI/世銀に協力し、特に貴重なノウハウとなっている住民による維持管理体制構築について専門家派遣などの手法も活用してひきつづき連携を図っていくことが望まれる。また、このためには MOI が中心となって各省 DOI を対象にどのようにキャパシティビルディングを行っていくか総合的な計画を作成し、その

中で本プロジェクトの成果をどのように普及させていくか、JICA の協力を必要とする部分はどこかを明示することが必要である。

### (2) 自主管理体制づくりに関するガイドライン整備

Village Hydro のようなオフグリッド電化については住民による維持管理が前提となり、そのためには開発地点ごとに住民の組織化や作業項目についての教育を行う必要がある。この部分が不十分であったためこれまで多くのプロジェクトが途中で中断している。運転操作よりも電気料金の設定や資金管理に難しさがあった。こういった事項を住民に対して指導するのは、発電システムの設計や建設を担当するコンサルタントではなく、社会開発、農村開発を専門とするコンサルタントなどがふさわしい。将来に向けての課題はこういった作業を行うコンサルタントをベトナム国内に育成し、かつ彼らがこういった作業に取り組める環境をつくらなければならないということである。そのためにはまず MOI として方向性を示し、オフグリッド地方電化の場合に最低限実施すべき事項をルール化するなどの対応が必要である。この際、本プロジェクトで試行錯誤を繰り返しながら実施し、定着させた事項は貴重な前例となるはずである。

例えばオフグリッド電化の場合には農村部の公定料金となっている 700VND/kWh にとらわれず、独自に料金設定が可能であるということを明確に打ち出すべきである。また、住民との電気供給契約様式の標準化や長期的な保守費用積立の義務づけなども実施すべき事項であろう。こういった事項をガイドラインあるいは decree という形で制定することが望まれる。さらに、各省 DOI と調整をとり各省ごとにこういった社会開発に関する業務を実施できるコンサルタントを育成し、自主管理体制を築くための村民への指導が丁寧に実施されるよう指導していくことが望まれる。このためにも各省でパイロット事業を実施できれば効果は大きい。すくなくとも MOI/世銀で実施するパイロット事業においてはこういった住民組織育成について大きな柱として実施する必要がある。また、JICA としても村落住民向けに作成したベトナム語版の運転管理マニュアルなど本プロジェクトの成果を幅広く提供し、MOI のルールづくりに協力していくことが望まれる。

### (3) 住民への啓蒙活動

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、自分たちで運営していくという意識が必要であることは当然である。しかし、山岳地帯に生活している未電化村落の住民は潜在的に電化に対する強い願望を持っているにもかかわらず、それをどのように実現するかということについては知識を持っていない。こういったオフグリッド電化を推進するためには、村やコミュニティの執行部がその手法について知ることが出発点となる。彼らは業務のため郡などの行政組織とのコンタクトを頻繁に行っている。したがって、こういった場で電化について議論することも多いものと予想される。また、135 プログラムのような地方開発事業について計画し、予算を申請するといった業務も多い。これまでは道路や灌漑などの基礎的な部分が主体であったが、こういった事業が一段落した段階で電気供給や教育、医療などのより高次の開発事業に発展していくはずである。したがって、村やコミュニティの執行部に対して

Village Hydro のような手法について紹介し、計画作成を促すことはこれまで以上に重要な課題となりつつある。

こういった目的に資するため、本プロジェクトではわかりやすく Village Hydro を紹介したベトナム語版の VideoCD を作成した。これをまず各省 DOI に送付し、郡レベルまで情報として伝えることができれば大きな効果があると考え。MOI が各省 DOI を集めて電化について議論する機会などをとらえて本プロジェクトの VideoCD を配布するよう要請済みである。もちろん、地域内で実例ができればさらに大きなインパクトとなるため、パイロット事業をさらに追加実施することは重要である。また、JICA としても貧困削減、地方開発などにつながる本プロジェクトの成果普及の観点から、ベトナム地方関係者に対する広報活動によって MOI を支援していくことが望まれる。

#### (4) 開発資金制度の充実

オフグリッド地方電化を実施するためにはその開発資金の確保が前提となるが、Village Hydro のようなごく小規模な電化事業については既存のベトナム政府予算である「135 プログラム」の資金を活用できることが確認された。このように資金措置についてはベトナム国内で適当な制度がすでに存在しており、今後の開発事業実施を具体的に検討できる状況にある。したがって、MOI としては 135 プログラムを所管する MPI との連携強化を図り、同プログラムによる開発事例を早急に実現することが必要であろう。MPI の方針としてもオフグリッド電化は将来的にこの予算の重点分野としていくという考えであり、モデル事業実施を推進していく姿勢である。すでに 135 プログラムはベトナムの地方部で完全に定着した制度となっており、オフグリッド電化の初期事例が成功すれば加速度的に開発が進む可能性がある。

再生可能エネルギーによる地方電化について積極的に支援していく方針の世銀としては、すでに MOI に対して RARE 基金を設定している。RARE の運用方法についてはまだ試験段階であり、当面は MOI/世銀によるパイロット事業の資金源として活用される予定である。将来におけるベトナム各地でのオフグリッド電化事業に対して RARE をベースに世銀がどのように資金支援するかについては、パイロット事業の結果を見ながら制度改善が行われていくものと予想される。世銀資金の場合には GEF などの無償資金と有償資金が混在しており、オフグリッド地方電化事業に対して全額補助するという考え方をとることが難しい。この点が 135 プログラムとは異なる。一般的にオフグリッド地方電化は投資としての収益性は極めて低いため、資金返済を含めて事業化が可能なケースは限定されるであろう。また、それを事業として行う事業者を育成できるかという問題もある。こういった問題意識を前提に MOI は世銀との協議を行い、パイロット事業実施で生じた問題点を分析し、135 プログラムとの競合を避け両制度が共存できるような RARE の制度づくりを行う必要がある。