

## 4.5 小水力発電 Pre-F/S の計画と設計

### 4.5.1 概要

これまでに実施したグリッド網整備計画、電力需要想定および現地踏査結果、並びに開発優先クライテリアなどを総合的に評価し、早期開発が望まれる以下の 11 有望小水力案件に対する Pre-F/S を実施した。なお、Pre-F/S を実施する地点の数量は元来 10 箇所と指示されていたが、DOE との協議の結果、11 箇所に変更した。

Pre-F/S 実施地点一覧

Category	Project Name	District	Province	Demand Area	Map Study	Topo Survey	Socio Survey	Gauge Installation	Pre-F/S
U	N. Likna	Samphan	Phongsaly	D.C.	-	-	O	-	S/Team
U	N. Ou Neau	Gnod Ou		D.C.	O	EL only	O	O	S/Team
S	N. Boun 2	Bountai		Grid	-	O	-	-	S/Team
S	N. Long	Long	Louangnamtha	Grid	O	O	-	O	S/Team
I	N. Gnone	Houasay	Bokeo	Grid	O	O	-	O	S/Team
U	N. Chong	Meung		D.C.	-	-	O	-	S/Team
U	N. Hat 2	Pha Oudom		D.C.	-	-	O	-	DOE
U	N. Xeng	Vieng Kam	Luangphrabang	Pak Um	O	O	O	O	DOE
I	N. Sim	Viengxay	Houaphan	Grid	-	O	-	-	DOE
I	N. Ham 2	Boten	Xayabury	Grid	O	O	-	-	DOE
U	N. Xan 3	Khoun	Xiengkhuang	Ngan	O	-	O	-	DOE

Note: I: Import, D: Diesel, U: Unelectrified, AH: Hydro, S: Extension

#### (1) 現地踏査

上述第 4.4 章に記述したとおり、2004 年 11 月～12 月に調査団と DOE が合同で 2 チーム (Team-A および B) を構成し現地踏査を行った他、日本人の入域が許可されていないホアパン県およびシェンクアン県の案件については 2005 年 1 月に DOE が単独で実施した。また、2005 年 2 月に調査団と DOE の合同チームがサイナブリ県ホンサ郡の現地踏査を行った。

#### (2) 地形測量

上述第 4.7 章に記述したとおり、主に MW 級を中心とする有望案件 6 地点については地形測量および縦横断測量が実施され、1 地点については縦断測量のみ実施された。測量業務は 2004 年 12 月に開始され、2005 年 3 月に結果が提出された。

### 4.5.2 PRE-F/S の計画・設計手法

有望地点の Pre-F/S の計画および設計は上表に示されるとおり、調査団と DOE とが分担して実施した。調査団は Pre-F/S の計画・設計に先立ち、この両者の計画・設計の整合性および均一性を確保する基準と以下のプログラムを準備した。これらはカウンターパートの能力向上にも資するものであることから、調査団員による詳細な解説が行われた。なお、これらの内容は小水力計画マニュアルにとりまとめた。

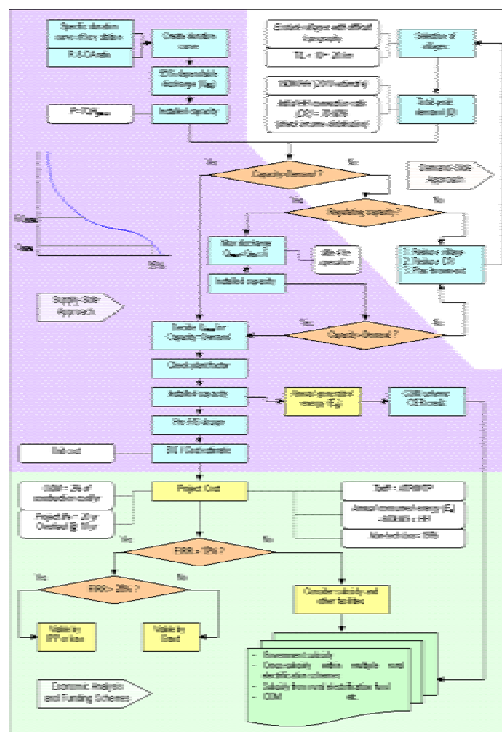
(1) 小水力発電計画フローチャート

Pre-F/S 対象となる有望地点には、近傍の村落群に電力を供給するオフグリッド型と、グリッドに接続するグリッド型とがあり、それらの計画手法は異なるため、2 種類のフローチャートを用意した。

オフグリッド型小水力発電計画フローチャート

オフグリッド型小水力発電計画は、ミニグリッドを構築し、郡センターとその周辺の村落に電力を供給することを目的としており、その適性開発規模はシステムのピーク電力負荷と水文量のバランスによって決定される。

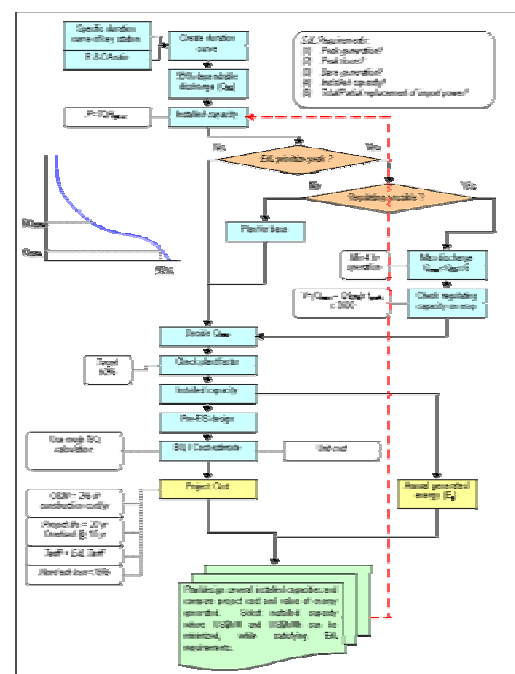
この際、計画の供給面の目安となる水文量は 95% 流量とし、需要面の原単位となる各世帯のピーク負荷(標準ピーク時間 4 時間)を、既存の Nam Mong 水力の電力消費パターン(参照：Supporting Data Files Part-C)を参考に 190W/HH と規定するとともに、オフピーク(ベース)負荷をピークの 40%と仮定している。また、接続率を全世帯数の 80%と仮定し、過大な開発規模にならないように留意した。



グリッド型小水力発電計画フローチャート

比較的大規模なグリッド型小水力発電計画は EDL グリッドに電力を供給し、その増強を目的としているため、発電した電力は全てグリッドによって吸収されることを前提とした。従い、その最適規模は電力需要から一義的に確定するものではなく、規模の異なる何ケースかの検討から最も発電単価(UScent/kWh)の安価なものを最適とした。そのため、全ケースの発生電力量シミュレーションの他に Pre-F/S 設計および積算を実施した。

さらに、同開発は EDL グリッドへ電力供給するため、その発電方式(ベース発電もしくはピーク発電など)について EDL の要望を勘案して計画した。



(2) 水文解析および小水力発電計画プログラム

上述の 2 種類のフローチャートに基づいた小水力発電計画プログラムをそれぞれ準備し、Pre-F/S レベルの計画を行った。

なお、両プログラムに共通する水文解析は、全ての Pre-F/S 地点において水文データが存在しないことから、データが存在する他流域(Nam Ou および Nam Souang)の流量から流域比および降雨量比を用いて当該地点の流量を想定した。この際、Nam Ou および Nam Souang の各年の流況曲線を作成し、それぞれの標準年流況曲線を選定し平水年の日流量を選定した。ただし、Nam Sim に関しては、過去に FS レベルの調査が実施されており、DOE が所有していた近傍流量観測所の流量データから作成した計画サイトの日平均流量を利用した。このようにして得られた日平均流量を用いて、年間発生電力量シミュレーションを行った。

### オフグリッド型小水力発電計画プログラム

前述のとおり、オフグリッド型では水文量とピーク電力負荷によって開発規模が定まるため、入力項目は以下の通りとなる。

**電力供給(水文)：**流域(km<sup>2</sup>)、平均年間降雨量(mm)、有効落差(m)、設計流量(m<sup>3</sup>/s)、日調整池の有無

**電力需要(負荷)：**総世帯数(軒)、接続率(標準 80%)、ピーク負荷(標準 190W / 世帯)、ピーク時間(標準 4 時間)、ベース負荷/ピーク負荷比率(標準 40%)、送電線ロス(標準 10%)



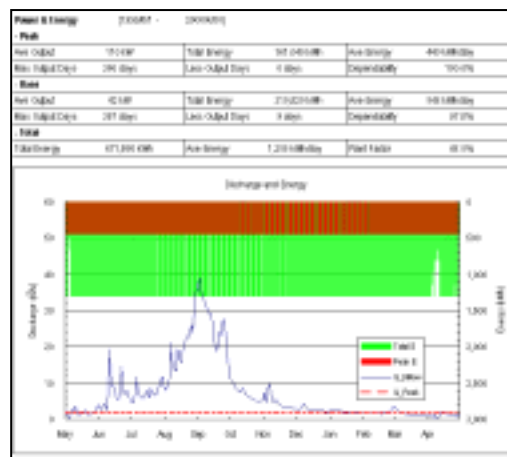
オフグリッド型小水力発電計画プログラムの入力項目

これらの入力条件を元に年間発生電力量シミュレーションを実施した。

但し、電力負荷に対して開発地点の発電ポテンシャルが下回る場合は、上記フローチャートに従って日調整を検討した。また場合によっては需要を絞り込むなどトライアル・アンド・エラーを試みた。

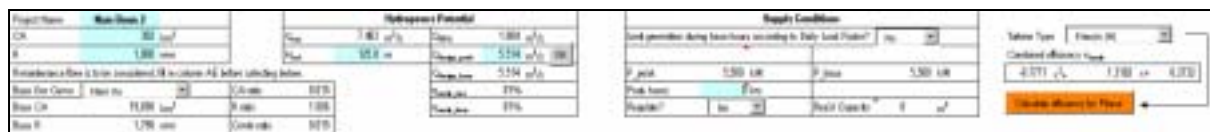
### グリッド型小水力発電計画プログラム

グリッド型では発電の全量がグリッドで消費されるので、負荷に関する入力は省略される。



**電力供給(水文)：**流域(km<sup>2</sup>)、平均年間降雨量(mm)、有効落差(m)、設計流量(m<sup>3</sup>/s)、日調整池の有無

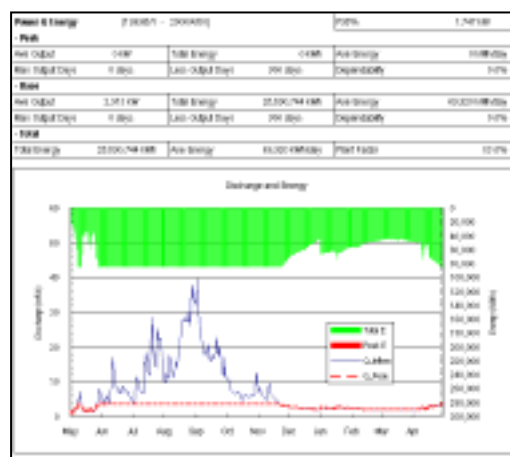
**電力需要(負荷)：**ピークの有無、ピーク時間(標準 4 時間)



オフグリッド型小水力発電計画プログラムの入力項目

グリッド型小水力計画の場合、発生電力量シミュレーションの段階でのトライアル・アンド・エラーは不要であるが、複数のケースの発電単価を算出する必要があるため、数ケースのシミュレーションおよび設計・積算を要する。

なお、運転パターンは、既存ディーゼルを代替する、輸入電力のうち高価なピーク電力のみを代替するなど、代替する対象および需要に応じて決定した。



(3) Pre-F/S 設計

以上の概略計画に基づいて、11 地点の Pre-F/S 設計(調査団：6 地点、DOE：5 地点)を実施した。設計に当たっては、調査団作成中の小水力発電計画マニュアルに記載される基準を用い、それに沿って主要水路構造物の概略寸法を決定するプログラムを調査団側で準備した。同プログラムもカウンターパートの能力向上に資することを目的としており、その計算方法については詳細な解説を行った。

取水堰越流部の設計洪水流量は、現在ラオスで実施中の JICA 電力標準化マニュアルに従い、100 年確率洪水流量を採用した。しかし、本調査内のオフグリッド型発電計画は、設備容量が 30kW~264kW と小さく、取水堰を設計する河川断面も比較的小さい。これらの河川に 100 年確率洪水流量を対象とした洪水吐をレイアウトする場合、不必要な地山掘削と現況河川に馴染まない構造物のレイアウトになる。よって、オフグリッド型小水力発電計画に限り、設計洪水流量を 50 年確率洪水流量とした。

発電機器の設計方針は、SMALL HYDROPOWER MANUAL に詳細にわたり記載した。本調査における水車選定方針に関しては、100kW クラスと MW クラスの発電設備に分けて下表に示す基本方針に基づき決定した。

発電計画タイプ	オフグリッド型(100kW クラス)	オングリッド型(MW クラス)
水車タイプ	クロスフロー	フランシス、ただし小流量、高落差はベルトン
	<p>選定理由</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 単独運転を行い、昼間、夜間の負荷変動が大きい村落であると想定され、部分負荷運転が多くなる。</li> <li>2) 落差は、50m から 30m 程度の範囲であり、小流量である。</li> <li>3) 修理作業がピエンチャンで可能</li> </ol>	<p>選定理由</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 発電所の運転は、EDL 系統に接続され、水位調整運転を行うと想定される。乾季の負荷変動は河川流量により変動し、乾季は部分負荷が大部分となる。</li> <li>2) 水車効率を優先して選択する。乾季、雨期の水量差が著しく大きい場合は、2 台の設置も検討にいれ部分負荷効率を高める。</li> </ol>
設計・製作	既製品を採用	オーダーメイド

(4) Pre-F/S 積算

Pre-F/S レベルの概略設計が終了した案件については数量計算および積算を実施した。

数量計算は基本的に設計図を基にした計算によって行われているが、グリッド型小水力計画の設備容量の最適設計の際に、調査団は概略的な数量計算用に数式による数量計算プログラ

ムを準備し活用した。同プログラムもまた DOE の能力向上に資するよう解説を行った。

なお、積算で用いた単価は、ラオス国において実施された過去の水力発電プロジェクトの実績および、灌漑局や各北部 8 県の所有する建設単価表を参考にして作成した。積算単価を下表に示す。機電関係の単価は、EDL より過去の小水力発電建設時の費用を入手しコストを見積もった。

積算単価

Work Item	Unit Price Table		Work Item	Unit Price Table	
Excavation-common	US\$/m <sup>3</sup>	1.50	Wet Masonry	US\$/m <sup>3</sup>	70.00
Excavation-rock	US\$/m <sup>3</sup>	4.50	Gabion	US\$/m <sup>3</sup>	70.00
Excavation-channel	US\$/m <sup>3</sup>	2.00	Gate & Trashracks	US\$/ton	1,500.00
Excavation-tunnel	US\$/m <sup>3</sup>	50.00	Penstock	US\$/ton	3,000.00
Concrete incl. re-bar	US\$/m <sup>3</sup>	220.00	Turbine & Generator	Based on cost of previous projects with Chinese equipments	

### 4.5.3 PRE-F/S 計画・設計の結果

Pre-F/S の計画・設計の結果として、各地点の諸元(案)を示す。

Pre-F/S の諸元(案)と進捗

Seq. No.	Project Name	Total No. of HH	Design Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Effec. Head (m)	Inst. Cap. (kW)	Effec. Ann. Energy (MWh)	Const. Cost (US\$)	Gener. Cost (c/kWh)	Pre-F/S
4	N. Likna	154	0.37	12	30	106	198,273	24.70	S/T
5	N. Ou Neau	1,549	1.90	20	260	1,026	1,587,867	20.20	S/T
6	N. Boun 2	Grid	3.90	129	4,000	25,500	5,823,581	2.44	S/T
7	N. Long	Grid	1.35	238	2,500	15,269	3,515,003	2.48	S/T
15	N. Gnone	Grid	1.55	42	600	2,669	1,275,232	5.18	S/T
17	N. Chong	270	0.12	62	50	119	229,360	25.80	S/T
20	N. Hat 2	693	0.37	48	120	457	1,018,823	29.20	DOE
23	N. Xeng	629	1.64	10	110	416	859,392	29.80	S/T
27	N. Sim	Grid	6.71	148	8,000	31,673	6,502,610	2.20	DOE
31	N. Ham 2	Grid	0.78	170	1,000	5,794	1,888,824	3.53	DOE
32	N. Xan 3	431	0.41	29	80	293	462,633	20.80	DOE

なお、これら小水力発電計画の諸元を章末に添付する。さらに、各計画・設計の発電計画計算書及び詳細記述及び図面は、Supporting Data Files Part-C にとりまとめた。

Pre-F/S の結果としては、その発電単価が発電計画を評価する一つの指標になるが、その地理的状況を踏まえた上での、ディーゼル発電による電化計画および既存送電線網からの送電線延伸計画との経済性比較も実施した。検討結果は、事項 4.9 の経済財務分析にて示す。

### 4.5.4 Pre-F/S 計画・設計の留意点

本調査における計画・設計結果は Pre-F/S レベルの概略的なものであるため、以下の点に留意する必要がある。

#### 水文資料

Pre-F/S の対象である河川には実測した水文データが存在しないため、全てにおいて他流域

の水文資料を基にデータを想定する必要があった。しかしながら、水文資料が整っている河川は対象河川に比較して非常に大きく、想定した水文データの精度は高いとは言えない。従い、本調査において量水標を設置した箇所においては引続き水位データの収集と定期的な流量観測の実施が望まれる。

#### 地形および地質

地形測量を再委託した小水力候補地点は7箇所のみであり、それ以外のPre-F/Sは既成の1:100,000地形図を用いざるを得なかった。また測量を再委託したものに関しても、予算的および時間的制約上、限定的な範囲のみを対象としているため、主要構造物が計画されている全地点において地形測量が実施されたわけではない。

一方、現地の地質情報は、露頭が確認できた箇所以外は情報がない。従い、Pre-F/Sでは岩盤線を想定して設計を実施していることに留意する必要がある。特に、トンネル掘削を要する案件においては、坑口やトンネル線形における地質条件によっては計画を大幅に変更する必要があることを付記する。

#### 設計・数量計算・積算

上述に記される不確定要素が多いため、設計・数量計算は概略的に実施している。従い、その精度は高くないが、それぞれの開発の実施可能性を評価するには耐えうると判断する。

一方、積算に用いた単価はラオス国における実績を元に算出した。総事業費に占める割合が高い水車・発電機の単価は、同国における中国製品の実績を参考としているため、日本国内で見積もられる価格より安価となっていることに注意する必要がある。

#### 小規模な小水力発電計画の日調整容量

未電化の郡センターを電化する発電計画の中で、Nam Likna (30kW)及び Nam Chong (50kW)の各水力は、その郡センターの需要が小さいため、設備容量が100kWを下回っている。また、これらの取水堰位置での流域面積は小さく、乾季流量では発電能力がピーク時の需要を満足できない。

そこで、取水堰に日調整容量を持たせる必要があったが、経済性を維持するべく建設コストを抑える必要があり、堰越流部の上部にゲート等の構造物を設計することを断念した。その対策として、乾季には、堰越流部に土嚢を高さ50cm程度積み上げることにより、乾季の日調整容量を確保することとし、この必要性を図面にも示した。

## 4.6 村落社会経済調査

### 4.6.1 調査概要

#### (1) 調査対象地・サンプリングおよび調査期間

対象地域における需要、支払能力(Ability to Pay: ATP)・支払意志額 (Willingness to Pay: WTP)などを把握するために、オフ・グリッド型小水力発電候補地点の近隣に位置する郡センター<sup>\*1</sup>8ヶ所を対象として、村落社会経済調査を実施した。各郡センター内に位置する3~6村において合計60世帯に対してインタビューを実施し、全体で30村の村落データおよび480世帯の世帯データを収集した。その他、既電化郡センターの状況を把握するため、小水力、小規模ディーゼル、EDLグリッドで電化されている3つの郡センターにおいて各50世帯のサンプルを収集した。



村落社会経済調査の調査対象地点

県名称	郡名称	候補発電所名および既存電源
小水力候補地点近傍の郡センター (各60サンプル)		
Phongsaly	Gnot Ou	Nam Ou Neua
	Sampanh	Nam Likna
Luangnamtha	Vieng Phouka	Nam Pha
	Nalae	Nam Heng
Bokeo	Meung	Nam Chong
	Pha Oudom	Nam Hat
Luangprabang	Viengkham	Nam Xeng
Xiengkhuang	Khoun	Nam Xan
既電化郡センター (各50サンプル)		
Luangnamtha	Vieng Phouka	Isolate Diesel
Phongsaly	Phongsali	Small Hydro
Luangprabang	Chomphet	EDL Grid

#### (2) プレ・インタビュー調査

本格調査に先立つ2004年7月10~13日に、ドラフト段階の調査票を用いてウドンサイ県の2ヶ所の郡センター (Muang Beng: 既電化、Muang La: 未電化)においてプレ・インタビュー調査を実施した。プレ・インタビュー調査の目的は、a) 回答者が質問の意図をスムーズに理解できるか、b) 調査員が質問の意図を誤解せず、バイアスのない質問をしているか、c) 用意した選択肢が妥当であるか、d) 世帯あたりの質問時間が妥当なものであるか、e) 質問の順序が妥当であるかなどを検証するものである。また、同時に、昼の間畑仕事で村を離れている住民へのインタビューの取り付け、サンプリングの無作為性をどのように確保するかなどにつ

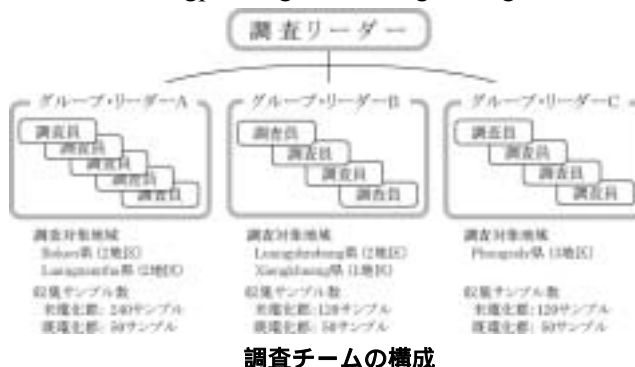
<sup>1</sup> 郡センターとは、各郡の郡政府が立地している地区のことで、通常2~5つの村落で構成されている。なお、調査対象地域8ヶ所のうち、Khoun郡のみは、候補となった水力発電サイトに近いサブ郡センターが調査対象となった。

いて再委託先との協議を行った。同調査に基づいて、調査票案の余分な質問の削除・簡素化、用語の修正、質問の改良を行うとともに、調査員への質問時における留意点などを整理した。

(3) 本インタビュー調査の実施および再委託チームの編成

本インタビュー調査は、2004年11月23日から12月22日にかけて再委託ベースで実施された。調査実施にあたり、再委託先の調査リーダーの下に3つのグループを編成した。各グループは、1名のグループ・リーダー、4～5名の調査員で構成され、グループAがLuangnamtha県、Bokeo県の4地区を、グループBが、Luangprabang県、Xiengkhuang県の3地区を、グループCが、Phongsaly県の3地区を担当した(調査対象地域図・右図参照)。

調査リーダーおよびグループ・リーダーは、ピエンチャンをベースとしたコンサルタントであるが、調査員のうち数名は、当該地域に精通した人材を雇用した。



(4) 調査票の構成

本調査では、世帯用調査票と村落要調査表の2種類の調査票が使用された。世帯用の調査票は、世帯主を対象とし、各世帯の家計支出、支払意志額などを把握するために用いられた。一方、村落用調査票は、村長などをインタビュー対象として、村落の一般的な情報を把握することを目的に準備された。世帯用、村落用の各調査票は、それぞれ既電化(小水力、ディーゼル、EDLグリッドで電化された3ヶ所で使用)・未電化(オフ・グリッド型小水力の候補地点8ヶ所で使用)別に作成した。

**世帯用調査票の概要**

未電化村落を対象とした世帯用調査票には、次表に示す項目が含まれている(別添調査報告書も参照のこと)。

これら項目のうち、ブロックGは、本調査において最も重要な質問のひとつとして位置付けられる電気に対する支払意志額(WTP: Willingness to Pay)に関するものである。本調査では、各世帯における電力サービスに対するWTPを聞き出すために、二段階二肢選択方式(Double Bounded Dichotomous Choice)の質問形式を用いた。同質問形式は、環境価値などの非市場財に対するWTPを推計する際に用いられている仮想市場法(CVM: contingent valuation method)において適用されている質問形式の一つである。同質問形式は、WTPを推計するために種々の質問形式のうち最もバイアスが少ないとされている手法で、自然保護、農林事業、下水事業などの環境改善プロジェクトにおける適用例はあるものの、電力サービスを対象とした適用は、本調査が初めてであると思われる。WTPに関する質問のデザイン、手法の概要及び結果の分析方法については、「第4.6.4章 電気サービスに対する支払い意志額(WTP)」において詳述する。



また、ブロック C、E は、各地域の支出・消費水準を把握するための質問で、各地区における貧困率の推計、電力料金の支払能力 (ATP: Ability to Pay) の推計に使用された。

既電化地域を対象とした調査票には、ブロック G (電力に対する WTP) が含まれていない他、ブロック F (希望する電化サービスの水準) の代わりに、現在の電力サービスの状況および満足度に関する質問が追加されている。

世帯用調査票の質問項目 (未電化郡センター)

ブロック A	回答者の概要 (性別、年齢、職業、民族、最終学歴など)
ブロック B	世帯の概要 (構成人数、主な収入源、家畜・不動産、固定資産所有状況、家屋の材質、衛生・上水施設の有無)
ブロック C	世帯消費・支出 (食料、日用品、耐久消費財に対する支出および食糧自給状況)
ブロック D	現在の電力サービス (種類、利用開始年、初期費用、平均支出額、利用時間、満足度など)
ブロック E	エネルギー消費・支出 (主な光源、エネルギー源、平均支出額、使用用量など)
ブロック F	電化に対する期待 (電化後購入を希望する電化製品、電化後に考えている商業活動など)
ブロック G	電力サービスに対する支払意志額 (接続料金、電力料金に対する WTP、接続料金の支払い方法)

### 村落用調査票の概要

村落用調査票は、各村落の村長を対象としたもので、以下の項目を含んでいる。このうち、ブロック E~G は、農産加工、灌漑、商工業など世帯用以外の電力需要を把握するために用意されたものである。

村落用調査票の質問項目 (未電化郡センター)

ブロック A	回答者の概要 (年齢、村落内における地位)
ブロック B	村落の基礎情報 (設立年、世帯数、民族構成、主要組織、村民の主な収入源、発展阻害要因、完了・進行中の開発事業の種類と資金源、必要なインフラの優先順位など)
ブロック C	インフラ整備状況 (道路整備状況、公共交通の有無・頻度、水源・衛生施設の種類の)
ブロック D	電力サービス (電源別電化世帯数、維持管理活動への参加、停電の頻度・時間など)
ブロック E	教育・保険衛生施設 (教育施設、医療施設の有無、距離)
ブロック F	農業 (主要作物、焼き畑の有無、精米器の台数、乾期・雨期における灌漑面積及び灌漑方式、電気灌漑に対する需要)
ブロック G	商業・工業 (村落の主要商工業、電化後に期待される商工業)

### (5) 調査員へのトレーニング

本調査で用いた世帯用調査票は、家計支出や WTP に関する質問など、複雑でバイアスが生じやすい質問を多く含んでいる。一方、調査員の一部として県職員、郡職員の協力を得ていたこともあり、インタビュー調査に必要なスキルを身につけていないメンバーも含まれていた。そのため、正確な回答を得るにあたって調査員およびグループ・リーダーへのトレーニングは不可欠なものであった。

実際のインタビュー調査に先だって、社会調査専門家の指導のもと、調査リーダー、グループ・リーダーが調査員へのトレーニングを実施した。トレーニングは、OJT ベースで以下の手順に沿って実施された。

**調査員へのトレーニング (OJT) の手順**

1. 調査票の説明 (各選択肢の定義、調査票への記入方法、バイアスを減らすための留意点など)
2. 家計支出・消費の聞き出しかた、計算方法に関するトレーニング (計算機を使用)
3. 調査リーダーがインタビューを実施し、グループ・リーダーおよび調査員は見学する
4. 調査員を 2 チームに分割、各メンバーが一人ずつインタビューを実施し、他のメンバーは見学。1 チームは調査リーダーが指導。もう 1 チームは、社会調査専門家およびグループ・リーダーが指導し適宜指導を行いながらインタビューを実施。
5. 調査員が完全に独立して各世帯を訪問、調査をインタビュー実施。
6. 調査票の回答結果をチェック、不明瞭な点や誤りを指摘し修正、改善方法を教える。



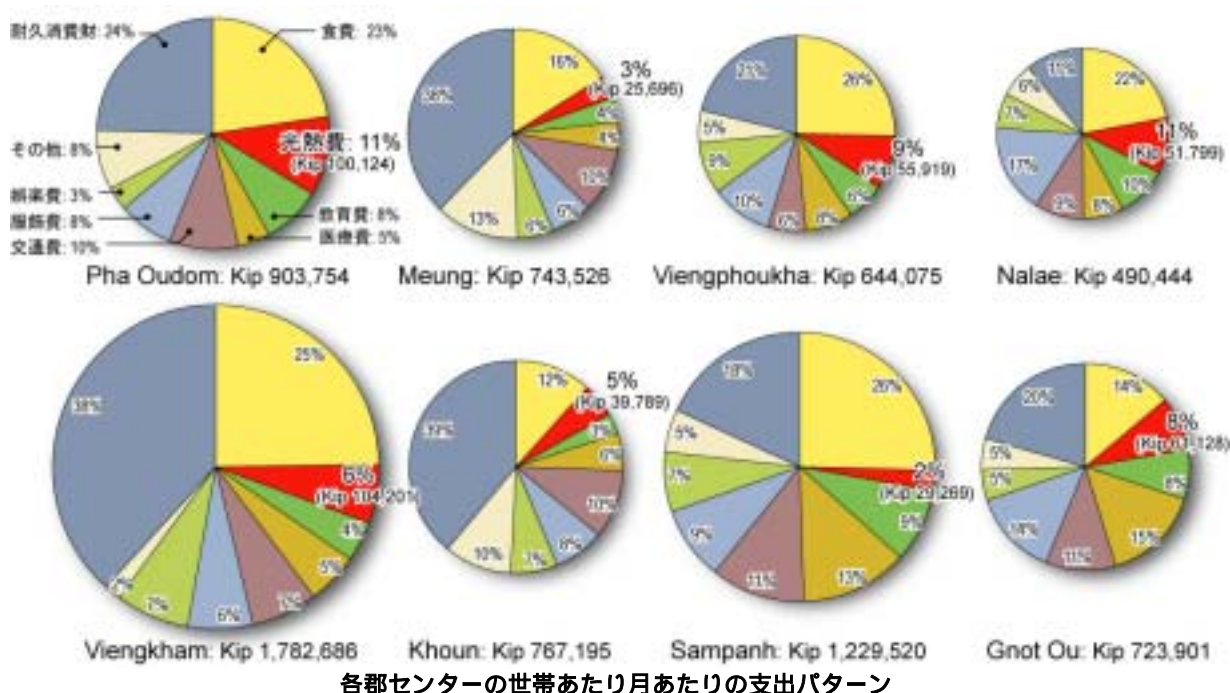
**4.6.2 調査対象村落における家計支出とエネルギー使用**

本調査では、世帯用調査票を用いて消費・支出に関するデータを収集している。ここで、支出(Expenditure)は、食料、商品やサービスを購入するために使用した金額のこと。一方、消費(Consumption)は、支出額に自給食料を貨幣価値に換算した金額を加えることにより算出される金額をさしている。農村部の場合、支出と消費の差は、自給している米、野菜、家畜の肉、卵、ミルクなどの金額の差となることが多い。支出は、各世帯がどの程度まで電力料金を支払うことが可能かを判断するために重要なデータとして活用している。一方、消費は、生活水準を把握するために必要な情報で、本調査では貧困であるか否かを判断するため等に使用した(消費水準は別添調査報告書を、貧困の状況については第 2.4.2 章を参照)。

(1) 支出パターン

以下の円グラフは、各地区における一世帯の月当たりあたり平均支出の内訳を示したものである。食費は総支出の12~26%を占めており、光熱費(電力料金、薪、電池、ロウソク、ケロシンなどを含む)は、総支出額の2~11%を占めている。光熱費は、支出額・構成比率とも地区による差異が大きいことが分かる(エネルギー支出については次項にて詳述する)。

消費水準と同様に、Viengkham、Sampanh 以外の6地区の支出水準は、全国平均である922,578 Kip<sup>\*2</sup>を下回っている。地区毎の支出水準のギャップは、消費水準の地区別ギャップよりも大きくなっている。例えば、支出水準が最も低いNalaeの世帯あたり1ヶ月平均支出490,444 Kip (47.3ドル)は、最も高いViengkham (1,782,686 Kip: 171.8ドル)の1/3、全国平均の半分ほどとなっている。



(2) 電気・電気製品の利用状況

下表は、各地区における電気製品の保有状況を示したものである。調査の結果、各世帯は様々な電源を活用しており、想像以上に電化製品を保有していることがわかった。例えば、3/4の世帯は蛍光灯または電球などの照明器具を、約半数の世帯がラジオ・ラジカセを、1/3の世帯はテレビを所有していることが判明した。

現在所有している電気製品									
地区	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	Average
電化製品									
蛍光灯・電球	63.3%	80.0%	61.0%	96.7%	91.7%	78.3%	96.7%	51.7%	77.5%

<sup>2</sup> 国家統計局が実施したラオス消費・支出調査 2002/03 (LECS III) で算出された国内平均 Kip 779,200 を、消費者物価指数を用いてインタビュー調査を実施した 2004 年 12 月の価格水準に補正したものの。

電化製品	地区 Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	Average
テレビ	45.0%	61.7%	26.7%	26.7%	48.3%	41.7%	41.7%	20.0%	35.7%
ラジオ・ラジカセ	63.3%	66.7%	58.3%	45.0%	58.3%	65.0%	33.3%	15.0%	48.6%
ステレオ	15.0%	16.7%	8.3%	10.0%	16.7%	0.0%	48.3%	16.7%	
扇風機	8.3%	18.3%	5.0%	3.3%	31.7%	0.0%	31.7%	5.0%	12.9%
炊飯器	1.7%	1.7%	0.0%	0.0%	20.0%	0.0%	1.7%	0.0%	3.1%
アイロン	5.0%	6.7%	0.0%	0.0%	20.0%	0.0%	3.3%	0.0%	4.4%

出典: JICA 調査団

また、調査対象地域における電気への需要は高く、それら需要は現在、地区によって異なる様々な種類の電源で賄われていることが分かった。下表は、各地区において利用されている各種電源の保有比率を示したものである。全く電源を有していないのは、全体の 1/4 強 (27.6%) に過ぎず、その他 3/4 (72.4%) の人々は何らかの電源を利用している。

各地区における使用電源の種類

電源タイプ	地区 Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	平均
電源なし	76.7%	20.0%	39.0%	3.3%	8.3%	21.7%	3.3%	48.3%	27.6%
ミニ・グリッド	1.7%	0.0%	35.6%	71.7%	91.7%	0.0%	0.0%	0.0%	25.1%
自家用ディーゼル	15.0%	3.3%	8.5%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%	13.3%	5.8%
太陽光パネル	0.0%	0.0%	0.0%	25.0%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%
ピコ水力発電機	3.3%	73.3%	20.3%	0.0%	0.0%	78.3%	91.7%	25.0%	36.5%
カーバッテリーなど	3.3%	6.7%	1.7%	0.0%	3.3%	0.0%	10.0%	13.3%	2.3%

出典: JICA 調査団

調査を行った世帯のうち約 1/3 は、ピコ水力発電機を利用している。特に Sampanh (91.7%)、Khoun (78.3%)、Meung (73.3%) では多くの世帯に普及している。また、前述の通り、Viengphouka, Nalae, and Viengkham の郡センターのうち数村は、既にミニ・グリッドで一日 2 ~ 3 時間の電力供給を受けている。

自家用ディーゼルは、裕福な家庭を中心に使用されており、全体では 5.8% の世帯が使用している。Pha Oudom、Gnot Ou では 15.0%、13.3% の世帯が使用している。

Nalae 郡の Nam Heng 村の場合、ほぼ全ての世帯が 20 W-peak の太陽光パネルを夜間照明のための電源として利用している。

### (3) 各電源の初期費用・利用費

Viengkham、Viengphouka、Nalae におけるミニ・グリッドの接続費用は、電柱からの距離によって増加する他、加入時期によって異なるものの、平均 21 ~ 25 ドル程度になっている。電力料金は、従量制ではなく、電化製品の種類によって決まる固定料金制となっている。一日 2 ~ 3 時間程度の供給をうけており、電気料金は 1 ヶ月当たり平均 1.5 ~ 2.0 ドルとなっている。

太陽光パネルは、政府によって補助されているため 166,000 Kip (16.0 ドル) と安価である。その他、利用者は毎月 10,000 Kip の固定料金を支払っている。太陽光パネルは、主に照明用として利用されており、テレビ、炊飯器、扇風機などを稼働させるだけの出力はでない。

Sampanh (91.7%)、Khoun (78.3%)、Meung (73.3%)では、多くの世帯がピコ水力発電機を利用している。発電機の購入費用は、215,417～476,688 Kip (20.8～45.9 ドル)となっている。出力の大きな発電機の場合、条件が整えばカラーテレビをみることができるとの発電を行えるものの、アイロン、炊飯器、冷蔵庫などの使用は不可能である。燃料などを必要としないため、基本的に運転コストはかからない。

既存電源の初期コストおよび運転コスト

	地区	サンプル数	平均初期コスト	平均運転コスト(月)
ミニ・グリッド	Viengphouka	19 世帯	218,421 Kip (21.0 ドル)	22,857 Kip (2.2 ドル)
	Viengkham	43 世帯	261,488 Kip (25.2 ドル)	19,626 Kip (1.9 ドル)
	Nalae	52 世帯	221,250 Kip (21.3 ドル)	15,686 Kip (1.5 ドル)
太陽光パネル	Nalae	15 世帯	166,000 Kip (16.0 ドル)	10,000 Kip (1.0 ドル)
自家用ディーゼル	Pha Oudom	9 世帯	5,976,944 Kip (576.0 ドル)	198,800 Kip (19.2 ドル)
	Gnot Ou	8 世帯	2,938,750 Kip (283.2 ドル)	96,000 Kip (9.3 ドル)
ピコ水力発電機	Sampanh	48 世帯	476,688 Kip (45.9 ドル)	-
	Khoun	47 世帯	227,596 Kip (21.9 ドル)	-
	Viengphouka	12 世帯	215,417 Kip (20.8 ドル)	-
	Meung	42 世帯	414,333 Kip (39.9 ドル)	-
	Gnot Ou	15 世帯	391,333 Kip (37.7 ドル)	-

出典: JICA 調査団



太陽光パネル  
(Nalae)



自家用ディーゼル  
(Sampanh)



ピコ水力発電機  
(Luangnamtha)



ミニ・グリッドのディーゼル  
発電機 (Viengphouka)

自家用ディーゼルは、初期費用・運転コストとも最も高価である。機器の出力自体は大型の電化製品の利用にも十分であるが、低出力時の燃費は圧倒的に悪いため、夜間の照明やテレビを見るためには使用されておらず、家具工場、バイク修理工場、精米などの商業目的のために一日数時間、限定的に使用されていることが多い。中古機材を購入しているケースが多く見られたが、発電機の購入に平均 283～576 ドルが使用されている。また、燃料費として1ヶ月あたり 9.3～19.2 ドルが支出されている。この他、データとしては表れていないが、古い機材は頻繁に故障するため、その修理費・スペアパーツ購入のための費用も必要となる。

(4) 光熱費

下表は、各地区の1世帯あたりの光熱費(電力料金その他、ロウソク、ケロシン、乾電池、薪などを含む)の月平均支出額をまとめたものである。調査対象地域では、平均して1ヶ月あたり 58,570 Kip (5.64 ドル)、総支出の 6.43%を光熱費として支出している。総支出に占める光熱費の割合は、最も少ない Sampanh の 2.38%から最も多い Pha Oudom の 11.08%まで大きな幅があり、地区によって大きく異なる。

1 世帯の月当たり光熱費 (単位: Kip)

	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	平均
薪	7,667	2,683	7,119	3,683	18,588	6,725	11,250	3,167	7,611
ケロシン・ディーゼル灯	8,540	6,330	3,348	2,308	2,917	2,350	2,096	11,400	4,914
ロウソク	11,561	8,425	17,740	14,215	16,888	5,575	5,690	1,294	10,158
乾電池	12,233	6,871	6,153	6,400	6,083	5,179	4,608	11,667	7,402
自家用ディーゼル	49,700	0	12,576	11,083	31,733	16,255	5,600	33,600	20,084
電気料金	0	0	8,136	13,742	16,350	0	0	0	3,436
その他	10,424	1,200	1,797	333	11,651	3,600	0	0	3,629
光熱費合計	100,124	25,508	56,867	51,766	104,210	39,685	29,244	61,128	58,570
総支出に占める光熱費	11.08%	3.43%	8.82%	10.55%	5.85%	5.17%	2.38%	8.44%	6.43%

出典: JICA 調査団

Sampanh、Khoun、Meung の場合、大部分の世帯が照明用の電源としてピコ水力発電機を利用してため、これら地区におけるロウソク、ケロシン・ディーゼル灯のための支出は他地区よりかなり低くなっている。そのため、光熱費は、25,508～39,695 Kip(2.49～3.83 ドル)、総支出に占める割合も 2.38～5.17%と非常に低くなっている。

一部の世帯がミニ・グリッドから電力供給を受けている Viengphouka、Nalae、Viengkham の場合、ケロシンやディーゼル油、ロウソクにある程度の費用を支出している。これは供給時間が 2～3 時間と短く、それ以外の時間に別の照明が必要となるためであると考えられる。

#### 4.6.3 電力料金に対する支払い能力 (ABILITY TO PAY: ATP)

先に述べたとおり、調査対象地域における光熱費は 58,570 Kip(5.64 ドル)、総支出に占める割合は、6.43%と算出された。このうち主に調理用に使用されている薪、夜間の外出時に使用されている乾電池の一部(50%と仮定)については、電化後も電力によって代替されないと思われる。この場合、電力によって代替される可能性が高い費用は、47,258 Kip(4.55 ドル)は、総支出の 5.19%となる。このことから、電力料金に対する支払い能力は、少なくとも総支出の 5.0%であると考えられる。

次に、世銀のエネルギー・セクター管理支援プログラムのもとラオス南部で実施された調査<sup>3</sup>によると、オフ・グリッドの世帯は収入の約 10%を電気およびその他照明のための費用として使用しているとされている。また、世銀が第二期南部地方電化事業の一環として実施した”The EDL Tariff Study<sup>4</sup>”においても、電力料金に対する支払額は、世帯収入の 10%を超えないようにすべきであると結論づけられている。また、総支出に占める光熱費の割合が高い Viengphouka、Pha Oudom でも、光熱費は総支出の 10%を若干上回る程度(10.55%および 11.08%)になっている。本調査ではこれらを勘案し、支出額<sup>5</sup>の 10.0%が電力料金の支払い上

<sup>3</sup> Lao PDR Institutional Development for Off-grid Electrification, Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), June 1999 同調査では、グリッドから電力供給を受けている 860 世帯、オフ・グリッドの 720 世帯(地方部に位置し 100 世帯以上の比較的大きな村を対象として)の合計 1,580 世帯を対象に調査を行っている。

<sup>4</sup> EdL Tariff Study Final Report, Electrowatt-Ekono Ltd., Switzerland and Fichtner, Germany, December 2004

<sup>5</sup> サンプル数が十分に大きい場合、収入の平均と支出の平均は等しいと仮定できるため(ある世帯は収入の一部を貯蓄に回しているかもしれないが、別の世帯は貯蓄を切り崩して商品・サービスを購入しているであろう)

限度であると仮定した。

これらから、本調査では、総支出額の 5%～10%が電力料金に対する支払い可能額であると設定した。その結果、調査対象となった各地区の支払い意志額は以下の通りに算定できる。

各地区の電力料金に対する支払い能力

	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	平均
総支出 (Kip/月)	903,754	743,526	644,075	490,444	1,782,686	767,195	1,229,520	723,901	985,032
支払い能力 (Kip/月)	45,188   90,375	37,176   74,353	32,204   64,408	24,522   49,044	89,134   178,269	38,360   76,720	61,476   122,952	36,195   72,390	49,252   98,503
支払い能力 (ドル/月)	4.35   8.71	3.58   7.17	3.10   6.21	2.36   4.73	8.59   17.18	3.70   7.39	5.92   11.85	3.49   6.98	4.75   9.49

出典: JICA 調査団

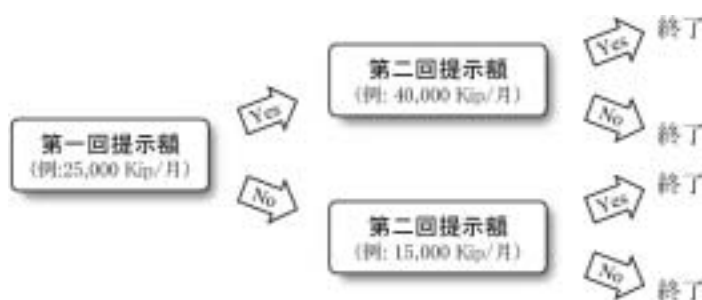
#### 4.6.4 電気サービスに対する支払い意志額 (WTP)

##### (1) 調査方法および調査票設計

##### 本調査に適用した WTP 推計方法

本調査では、回答者の電気サービスに対する支払い意志額 (Willingness to Pay: WTP)を聞き出す方法として、二段階二肢選択方式 (Double Bounded Dichotomous Choice)を採用した。同質問手法は、仮想市場法 (Contingent Valuation Method: CVM)<sup>6</sup>において近年広く用いられている方法である。数多くの既存研究によると、二段階二肢選択方式は、「自由回答方式」「支払いカード方式」「付値ゲーム方式」など他質問手法に比べ、バイアスが少なく比較的正確な WTP を推計できるとされている。

二肢選択方式による質問では、サービス・財に対して X ドル支払っても良いか否かにいて、回答者の「イエス」または「ノー」の意志を確認する。一段階方式 (single bound format)では、回答者は一つの提示額に対する支払い意志の有無を一度だけ聞かれるのに対し、二段階方式 (double-bound format)の場合、さらに別の提示額に対する支払い意志について再度質問を行う。後者の場合、二回目の提示額は、第一回目の提示額に対する回答結果によって異なる。例えば、初めの提示額に対する支払い意志がない場合、第二回目の提示額はさらに低い値を提示するが、逆の場合はさらに高い額を提示することになる(下図参照)。



二段階二肢選択方式の質問方法

このように、二段階二肢選択方式では、回答者の最大 WTP を直接聞き出すことはできず、

<sup>6</sup> 環境経済学における環境評価手法のひとつでアンケートによってその価値を守るために直接支払ってよい額 (WTP)を対象者から直接聞き出すための調査手法

最大 WTP の離散指標を得るに過ぎない。そのため、多くのサンプル数が必要になり、分析方法も煩雑になるという欠点がある。

### 提示額の設定

統計的に有意な分析結果を得るためには、2度の質問に対する4通りの回答結果(つまり”Yes - Yes”、”Yes - No”、”No - Yes”、”No - No”)が極端に偏ることなく、適度に分布している必要がある。例えば、提示が低すぎたり高すぎたりした場合、回答結果は、“Yes - Yes”または”No - No”に偏ってしまい正確な WTP を推定することは不可能になってしまう。このように回答者に提示する金額は、分析結果の信頼性に非常に大きな影響を及ぼすことになるため、設定にあたっては慎重な検討が必要となる。

本調査では、提示額を決めるにあたって、プレ・インタビュー調査時の回答結果、代替エネルギーの費用、既存の EDL 電力料金、ディーゼル・グリッドの電力料金などの価格を参考にしながら下表の通り設定した。提示額は、接続料金および電力料金のそれぞれについて下表の通り各5パターン用意され、調査員は回答者が裕福であるか否かにかかわらず、ランダムでこれらの組合せ(5×5=25パターン)を提示することにより質問を行った。

接続料金に関する質問の際の提示額

	第一回提示額	第二回提示額-U	第二回提示額-L
パターン1	250,000 Kip (31.0 ドル)	350,000 Kip (43.4 ドル)	150,000 Kip (18.6 ドル)
パターン2	350,000 Kip (43.4 ドル)	500,000 Kip (62.0 ドル)	250,000 Kip (31.0 ドル)
パターン3	500,000 Kip (62.0 ドル)	650,000 Kip (80.6 ドル)	350,000 Kip (43.4 ドル)
パターン4	650,000 Kip (80.6 ドル)	800,000 Kip (99.2 ドル)	500,000 Kip (62.0 ドル)
パターン5	800,000 Kip (99.2 ドル)	1,000,000 Kip (124.0 ドル)	650,000 Kip (80.6 ドル)

出典: JICA 調査団

電力料金に関する質問の際の提示額

	第一回提示額	第二回提示額-U	第二回提示額-L
パターン1	4,000 Kip (0.50 ドル)	6,000 Kip (0.74 ドル)	2,600 Kip (0.32 ドル)
パターン2	6,000 Kip (0.74 ドル)	17,200 Kip (2.13 ドル)	4,000 Kip (0.50 ドル)
パターン3	17,200 Kip (2.13 ドル)	25,800 Kip (3.20 ドル)	6,000 Kip (0.74 ドル)
パターン4	25,800 Kip (3.20 ドル)	51,600 Kip (6.40 ドル)	17,200 Kip (2.13 ドル)
パターン5	51,600 Kip (6.40 ドル)	90,000 Kip (11.16 ドル)	25,800 Kip (3.20 ドル)

出典: JICA 調査団

### 支払い方法

回答者に金額を提示するにあたっては、支払い方法についても言及する必要がある。本調査の場合、電力料金については、電力使用量に応じて毎月支払う必要があることを説明した。

一方、接続料金の場合、貧しい世帯にとって一括で支払うことは困難であることが多い。そのため、事業を実際に実施する場合には、分割払いなどの便宜を供与する必要がある。調査票作成するにあたって一括払いか分割払いを回答者に選択させることも想定したが、その場合、信頼できる回答を得るためのサンプル数が大幅に増加してしまうことになる。そのため、

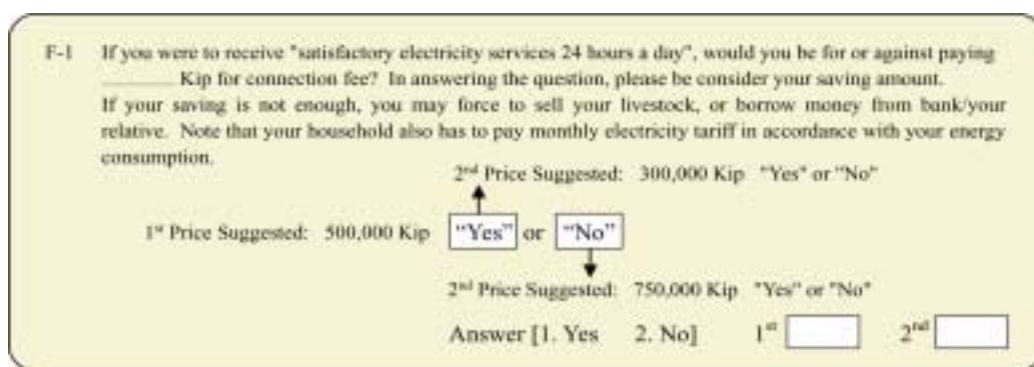


本調査では電化を申請する際の接続料金については、サービスを受ける前段階における一括払いを想定した。

本調査では、一括で支払えない世帯の行動を把握するために、「接続費用を支払う十分なお金がない場合、どのように対応するか」についての質問を追加した(選択肢：1. お金を定期的に蓄える、2. 親戚または知り合いから借金をする、3. 高利貸しから借金をする、4. 銀行から借金をする、5. 家畜や資産を売却する、6. 他のものの購入を我慢する、7. 分からない)。

### 接続料金に対する WTP に関する質問

種々のバイアスを回避し、可能な限り正確な WTP を聞き出すために、接続料金に関する質問に先立って調査員は回答者に以下の点を説明している。i) 接続料金は、サービスを申請する際に一括で支払う必要があること、ii) 回答に際しては、現在の貯蓄額を考慮して回答する必要があること、iii) 貯蓄額を超える金額に支払うことになった場合、親類などからお金を借りる、家畜を売却するなどの必要が生じる可能性があること、iv) 接続料金のみならず、サービス開始後は使用量に応じて毎月の電力料金を支払わなければならないこと、v) 第一提示額、第二提示額の双方に「No」と回答したとしても、事業実施の際に対象者から外されることを心配する必要がないこと。



接続料金に対する WTP に関する質問

### 電力料金に対する WTP に関する質問

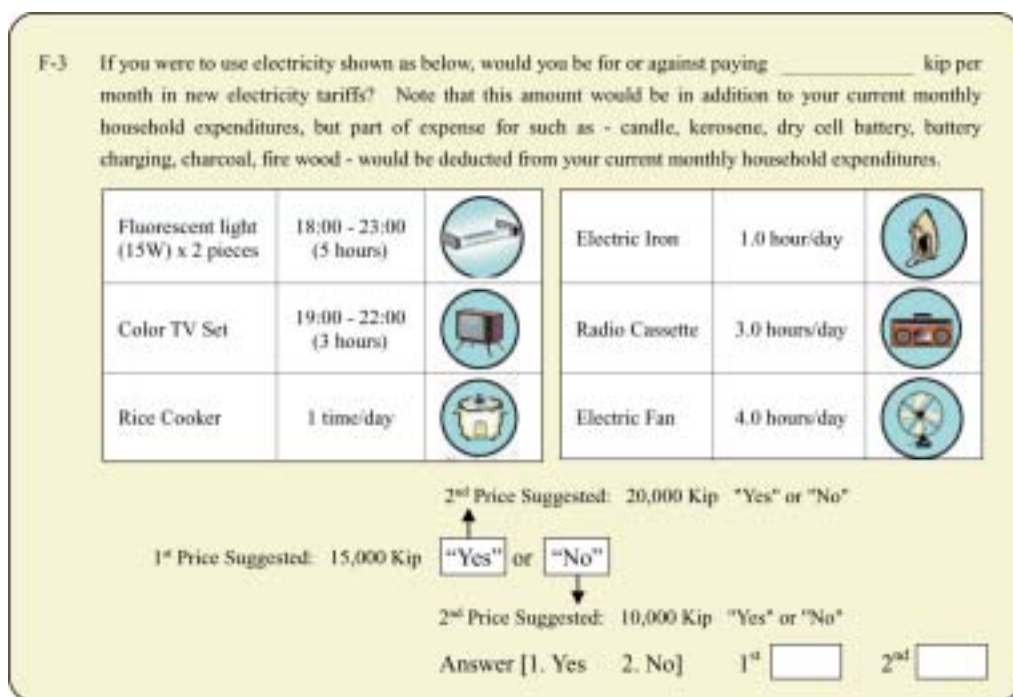
電力料金の場合、kWh あたりどの程度支払い意志があるかを尋ねても、回答者は当然答えることができない。そのため、質問に際しては電力を利用して得られるサービスの例を提示して、そのサービスに対してどの程度支払う意志があるかについて質問を行った。ここで、提示するサービス内容は、現実的であり、理解しやすく、回答者が想像しやすいものである必要がある。本調査では、郡センターの生活水準において実現可能な利用状況として、以下に示すモデル・ケースを提示、利用できる時間などを説明した後に質問を行っている。

なお、回答結果を分析するにあたっては、モデル・ケースを利用した際の推定電力量 25.8 kWh/月<sup>\*7</sup>で提示額を割り戻すことにより、kWh あたりの電力に対する WTP を推計した。

電力料金に関する質問に際して、調査員は回答者に対して以下の点を説明した。i) 電力料金は使用量に応じて毎月支払う必要があること、ii) 電力料金は回答者の世帯の毎月の支出に追

<sup>7</sup> 各電気製品の消費電力は、郡センターにおける市場の調査をもとに以下の通りに設定した(蛍光灯: 15 W、カラーテレビ: 60 W、炊飯器: 400 W、アイロン: 400 W、ラジカセ: 10 W、扇風機: 50 W)

加されることになるが、ロウソク、ケロシン、乾電池、薪、バッテリー充電費用などの費用を節約できる可能性があること、iii) 提示したサービスを利用するには電化製品が必要で、そのための費用は別途必要になること。(WTP の解析方法は、本文から削除した)



電力料金に対する WTP に関する質問

## (2) WTP の推定結果

### 接続料金に対する WTP

接続料金の WTP 曲線は、ロジスティック曲線よりも、より適合度の高い結果が得たワイブル・モデルを使用して推定した。以下のグラフは、全サンプル(n=479)、非貧困世帯のみ(n=355)、貧困世帯のみ(n=124)の3種類のデータを用いて推計した、接続料金に対する WTP 曲線である。横軸は、接続料金に対する提示額を、縦軸はその提示額に対して「イエス」と回答する確率を示している。提示額が高くなるにつれて、同意する確率が減少していることが分かる。ここで、「イエス」と回答する確率が 50%の軸と曲線が交わる点の金額は、WTP の中央値を示している。80%の軸と曲線が交わる点の金額は、80%の世帯が支払ってもよいと考える金額である。一方、平均 WTP は曲線の下側の面積(WTP 曲線の積分値)として計算できる。

グラフから読みとれるとおり、貧困世帯の接続料金に対する WTP は、非貧困世帯のそれを大きく下回っていることがわかる。

全サンプル(n=479)を使用して算出した結果、平均 WTP は 88.8 ドルと算定された。次に、貧困世帯のみ(n=124)、非貧困世帯のみのサンプル(n=355)を用いて計算したところ、貧困世帯の平均 WTP は 69.8 ドル、非貧困世帯では 96.8 ドルと算定された。

また、推計された WTP 曲線によると、接続料金が 60.5 ドルであった場合、対象地域の世帯のうち 80%が加入すると推定できる。これはアジア開発銀行(ADB)が実施している「北部地

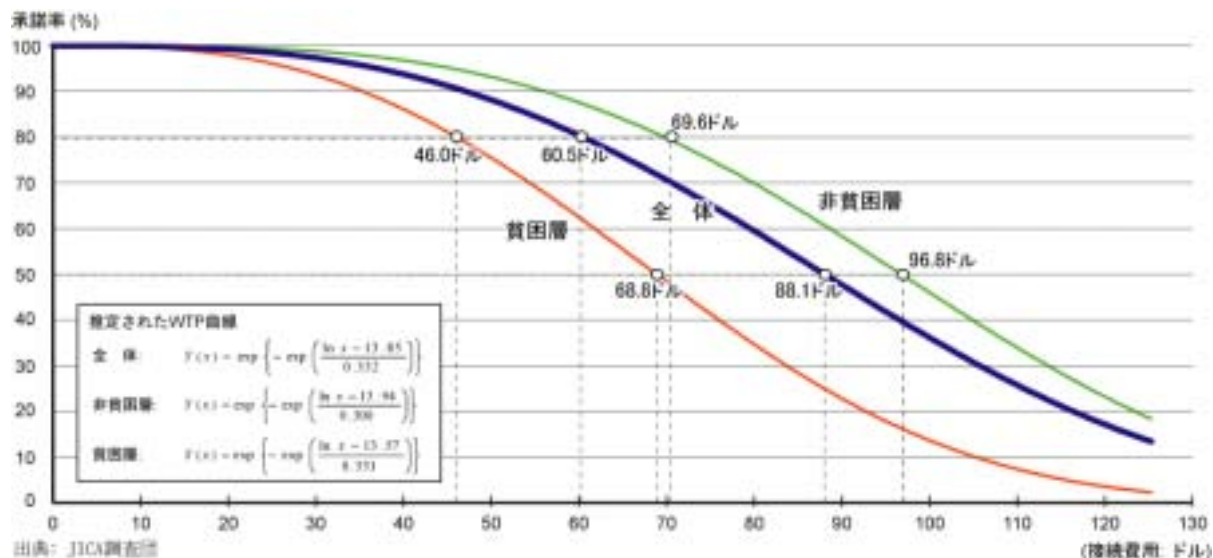
域地方電化事業 (Northern Area Rural Power Distribution Project) において適用されている 50.0 ドルを若干上回っている。ADB の事業がオフ・グリッド地域全体を対象としているのに対し、本調査のサンプルは郡センターのみを対象としている。本調査の対象となっている郡センターは、オフ・グリッドの一般的な村落よりも裕福であると推定されることから、本調査で算定された接続料金に対する WTP は必ずしも高額ではないと判断できる。

接続料金に対する WTP 推定結果(平均、貧困・非貧困世帯別)

項目	サンプル数	係数α (p-値)	係数β (p-値)	最尤度	支払い意志額 WTP (ドル)		
					中央値	平均値	8割が同意
全サンプル	479	13.85 (0.00)	0.33 (0.00)	-375.2	88.05	88.82	60.45
貧困世帯のみ	124	13.57 (0.00)	0.33 (0.00)	-92.6	68.84	69.82	45.98
非貧困世帯のみ	355	13.94 (0.00)	0.30 (0.00)	-252.1	96.78	96.75	69.57

出典: JICA調査団

\* 為替レート: 1ドル = 10,376.5 Kip (2004年末, IMF International Financial Statistics)



出典: JICA調査団

接続料金に対する WTP 曲線 推定結果(平均、貧困・非貧困世帯別)

なお、各地区のサンプル数は 60 と少ないため、地区毎の WTP の推計は統計的優位性を確保できないため行っていない。本調査では、各地区の WTP を推計にするにあたっては、各地区の貧困世帯率と貧困世帯・非貧困世帯別の WTP 推計結果を加重平均することにより、地区別の WTP を推計した。

接続料金に対する WTP 推定結果(地区別)

District	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou
貧困世帯率 (%)	26.7%	28.3%	15.3%	38.3%	10.0%	33.3%	8.3%	31.7%
平均 WTP (ドル)	89.6	89.1	92.6	86.4	94.1	87.8	94.5	88.2
WTP 80% Yes(ドル)	63.3	62.9	66.0	60.5	67.2	61.7	67.6	62.1

出典: JICA 調査団

### 電力料金に対する WTP

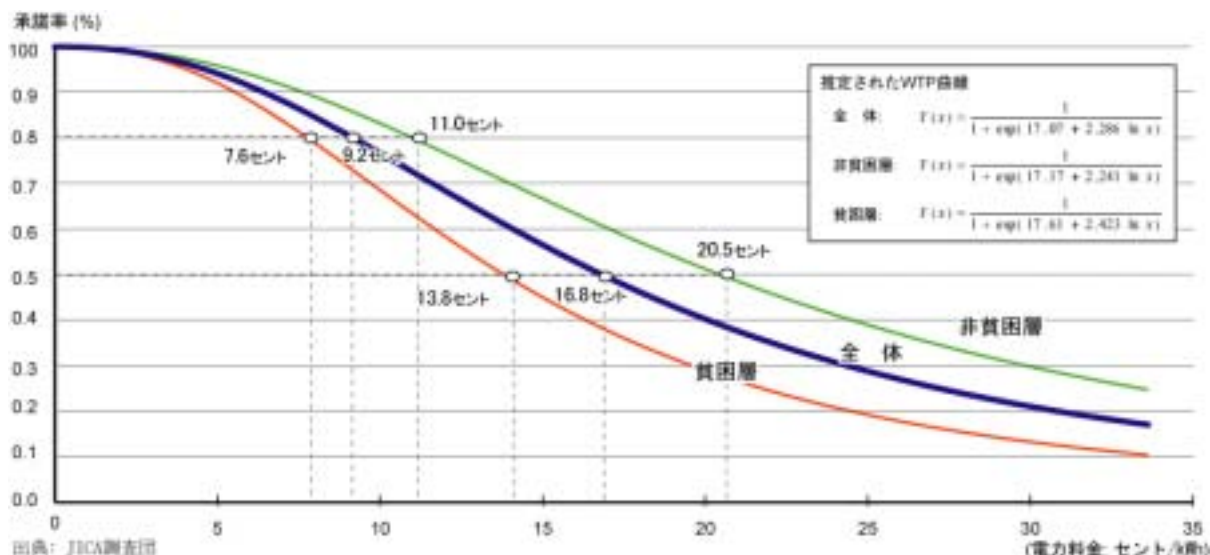
全 479 サンプルを用いて分析を行った結果、平均 WTP は 23.56 セント/kWh と推計された。一方、非貧困世帯および貧困世帯のサンプルのみを用いて分析を行った結果、平均 WTP はそれぞれ 29.13 セント/kWh および 18.64 セント/kWh と推計された。これらの価格は、ディーゼル発電機によるミニ・グリッドの実際の電力料金である 1,000 ~ 2,000 Kip/kWh(9.6 ~ 19.3 セント/kWh)を上回っている。

電力料金に対する WTP 推定結果(平均、貧困・非貧困世帯別)

	サンプル数	係数α (p-値)	係数β (p-値)		支払い意志額 WTP (セント/ kWh)		
					中央値	平均値	8割が同意
全サンプル	479	-17.07 (0.00)	2.29 (0.00)	-388.0	16.82	23.56	9.17
貧困世帯のみ	124	-17.61 (0.00)	2.42 (0.00)	-116.7	13.84	18.64	7.60
非貧困世帯のみ	355	-17.17 (0.00)	2.24 (0.00)	-240.8	20.48	29.13	11.0

出典: JICA調査団

\* 為替レート: 1ドル= 10,376.5 Kip (2004年末, IMF International Financial Statistics)



電力料金に対する WTP 曲線推定結果(平均、貧困・非貧困世帯別)

一方、80%の世帯が支払い意志をもつようにするためには、11.8 セント/kWh にまで料金を下げる必要がある。この単価は、ディーゼル・グリッドと比べると比較的安価であるが、EDL の家庭用電力料金よりはかなり高い水準にある(消費量 0- 50 kWh/月の場合: 1.1 セント、51-150 kWh/月: 2.6 セント、150 kWh/月以上: 7.4 セント)<sup>8</sup>。

接続料金の場合、貧困世帯と非貧困世帯の WTP に大きな乖離があったのに対し、電力料金に対する WTP における両者の乖離はより小さい。つまり、貧困世帯にとって接続料金としてある程度まとまったお金を一括で支払うことは困難であるものの、毎月の利用料については非貧困世帯とそれほど WTP が変わらないと理解できる。

また、接続料金の WTP については、支払い方法として一括払いを設定したことにより、接続料金の WTP において貧富の差がより鮮明に現れたものと考えられる。このことから、実際の事業においては貧困世帯が接続料金を支払うことができるように分割払いなどの支払い方法を準備することが望ましいと理解できる。

各地区の WTP は、電力料金に対する WTP のときと同様、各地区の貧困世帯率と非貧困・貧困世帯の WTP を加重平均することによって算定した。

電力料金に対する WTP 推定結果(地区別)

District	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou
----------	-----------	-------	---------------	-------	------------	-------	---------	---------

<sup>8</sup> 出典: Electricité de Laos (EdL) 2005 年 2 月電気料金表(為替レート: 1ドル= 10,376.5 Kip)

貧困世帯率 (%)	26.7%	28.3%	15.3%	38.3%	10.0%	33.3%	8.3%	31.7%
平均 WTP (¢/kWh)	23.39	23.28	25.59	22.64	26.81	22.96	27.20	23.07
WTP 80% Yes (¢/kWh)	9.12	9.08	9.84	8.88	10.24	8.98	10.36	9.01

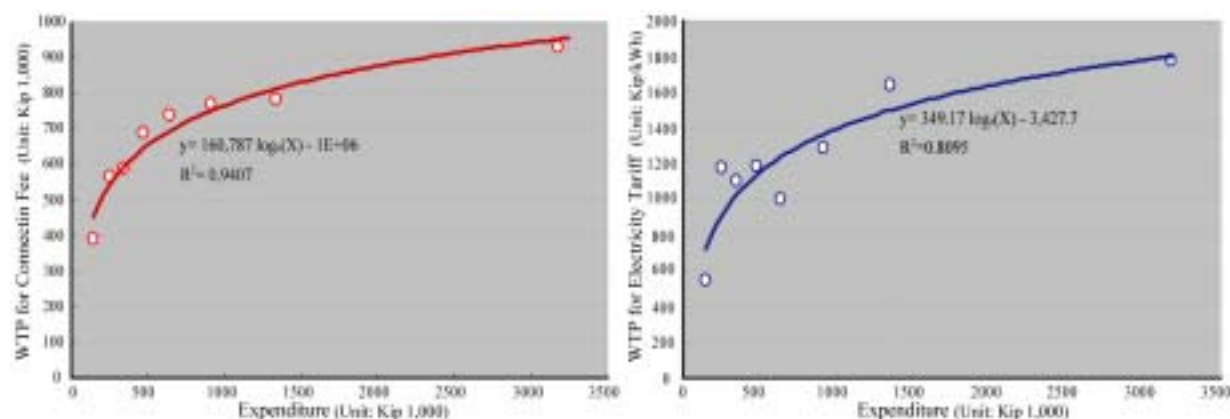
出典: JICA 調査団

### (3) 推定結果の信頼性

ここでは、推定結果の信頼性を検証するために、家計支出の水準と WTP の関係を分析した。初めに全てのサンプルを家計支出の水準に応じて 8 つのグループに分類し、各グループの WTP を推計した。この結果を、縦軸が WTP の金額、横軸が支出額のグラフにプロットし、それらの相関曲線を書いたものが以下のグラフである。

グラフをみると、家計支出の高いグループになるほど、接続料金・電気料金に対する WTP が高くなっていることがわかる。このことから、回答者が提示された金額にたいして支払う・支払えないという判断を下す際に、自らの支出水準を十分に意識して回答していることを示していると考えられる。つまり、余裕のない世帯が高い提示額に対してむやみに「イエス」と答えたり、裕福な世帯が提示額が低いにもかかわらず「ノー」と答えたりするようなことが、それほど起きていないと理解することができる。

また、支出水準が低い層においては、支出水準が増加するにつれて WTP が大幅に増加していること(相関曲線の傾きが大きい)、支出水準が高い層においては支出水準に対する WTP の増加がゆるやか(相関曲線の傾きが小さい)ことがわかる。これは、支出水準に対する WTP の弾力性が、低支出層では大きく、高支出層では小さいことを示している。



出典: JICA 調査団

WTP と家計支出水準の相関(左: 接続料金、右: 電力料金)

なお、別途 WTP と現在の光熱費の関係について、分析したところ、両者には特段の相関が認められないことが分かった。これらのことは、電力に対する WTP は、現在支出している光熱費の多寡によって左右されるのではなく、当該世帯の支出総額に左右されていることを示唆している。

### (4) 電気に対する WTP と ATP の比較

既に算出した kWh あたりの平均 WTP に、モデル・ケース(第 4.5.1 章参照)の消費電力である

25.8 kWh を乗ずることによりモデル・ケースに対する平均 WTP が算定したところ、調査対象地域全体の平均は 6.03 ドルと推定された。これを地区別にみると最も小さい Nalae が 5.84 ドル、最も高い Sampanh が 7.02 ドルという結果になった。

次に、これを地区毎の ATP(総支出額の 5~10%)と比較した場合、Nalae と Viengphouka 以外の 6 地区においては、平均 WTP が ATP の範囲に収まっていることがわかる。このことから算出された WTP および ATP がおおよそ妥当な水準にあること判断できる。

各地区における支払い可能額(ATP)と支払い意志額(WTP)の比較

項目	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	平均
平均総支出(セント/月・世帯)	87.10	71.65	62.07	47.26	171.80	73.94	118.49	69.76	94.93
平均 WTP (セント/kWh)	23.39	23.28	25.59	22.64	26.81	22.96	27.20	23.07	23.39
使用量 25.8 kWh の場合の支払額 (ドル)	6.03	6.01	6.60	5.84	6.92	5.92	7.02	5.95	6.03
支払い能力: ATP (ドル/月・世帯)	4.35	3.58	3.10	2.36	8.59	3.70	5.92	3.49	4.75
	8.71	7.17	6.21	4.73	17.18	7.39	11.85	6.98	9.49

出典: JICA 調査団

#### 4.6.5 農業・商工業の潜在電力需要

##### (1) 商工業の潜在電力需要

下表は、調査対象 8 地区の全 30 村の村長に、現時点における村落の主要産業および電化後に期待される産業についてインタビューした結果を示している。多くの村において、雑貨店、食堂が立地しており、竹細工などの手工芸品や織物作成、家具製造、バイク修理店、アルコール醸造(餅米の醸造酒)、煉瓦製作、銀細工などの小規模な商業活動が行われている。

現時点でも、電気を商業活動に利用している世帯は散見されるものの、ほとんどの場合、雑貨屋、食堂、織物作成などにおいて夜間照明として利用しているに過ぎない。一方、溶接、バイク修理店、家具製作のようにある程度の出力が必要な場合は、自家用ディーゼルを利用している。これら自家用ディーゼルを使用している世帯は、高額な燃料費や、度重なる発電機の故障・修理に悩まされている。

Viengkham、Nalae、Viengphouka のようにミニ・グリッドから電力供給を受けている地区においても、その供給時間が夜間の 2~3 時間に限定されているため、生産活動にミニ・グリッド電気が活用されておらず、自家用ディーゼルを使用しているのが現状である。また、ミニ・グリッドの場合、供給時間が限定されているため、レストランや雑貨屋において、冷蔵庫を利用することはできない。

次表は、村落用調査票を用いて 8 地区の全 30 村の村長にインタビューした結果を示している。24 時間の電力供給が実現した場合、既にみられるバイク修理店や家具製造の他に、精米、農産加工、製氷業などの振興が期待されている。

各地区における主要産業および電化後に期待される産業

郡名	主要産業	電化後に期待されている産業
Pha Oudom	手工芸・織物、雑貨店、バイク修理店	-
Meung	手工芸・織物、雑貨店、造酒(ラオラオ)、家具製造	製氷業、バイク修理店、家具製造、食堂
Viengphouka	手工芸、家具製造、食堂、雑貨店、バイク修理店	織物、バイク修理店、食堂、雑貨店
Nalae	手工芸、雑貨店、家具製造	-
Viengkham	手工芸・織物、銀細工、家具製造、バイク修理店	家具製造、食堂、バイク修理店、精米、農産物加工、手工芸
Khoun	手工芸・織物、乾燥果実、家具製造	手工芸・織物、家具製造、バイク修理店
Sampanh	手工芸・織物、食堂、雑貨店、バイク修理店	-
Gnot Ou	煉瓦製造、家具製造	-

出典: JICA 調査団

Phongsaly 県 Hat Sa 村における川砂採取業

小水力発電候補地点である Sampanh の郡センターからみて Nam Ou 川の上流に位置する Phongsaly 県 Hat Sa 村では、全 74 世帯中、19 世帯がディーゼル・ポンプを利用して川底から川砂を採取する仕事を行っている。川の水と一緒に採取された川砂は、竹製の大きなタライ状の器(下写真参照)に入れて水を抜き乾燥させた後、建設業者に売却することによって生計をたてている。



Hat Sa における川砂

調査対象地でも同じように川砂を採取できてマーケットへのアクセスが確保できる場所であれば、電化後にオフ・ピーク時の電気を活用して同じような仕事を始めることができる可能性がある。Hat Sa ではコストの高いディーゼル発電機を使用していたが、水力による電気を利用するとより安価に砂を採取できると思われる。また、オフ・ピーク時の電力有効活用と雇用促進のために、昼間の産業用電力料金を低く設定することも考えられる。特に、Hat Sa の下流に位置する Sampanh の場合、現在建設中のアクセス道路が完成した後同種の産業立地が期待できる。

(2) 農産加工業および灌漑に係る潜在電力需要

調査を行った 30 村の村長は、村の主要作物として米を挙げている。米の他に栽培が盛んなのは、主食であるほか家畜の餌としても利用されているトウモロコシ、キャッサバが挙げられる。また、栽培面積は少ないものの多くの世帯は、自給用作物として野菜を栽培している。また、Pha Oudom、Viengkham、Gnot Ou、Meung、Nalae では換金作物であるゴマ、タバコ、カルダモンが栽培されている。

調査対象地域で栽培されている主要作物

郡名	調査村落数	主要作物				農業形態
		第一	第二	第三	その他	
Pha Oudom	4 村	米	野菜類	ゴマ	バナナ、キャッサバ	耕作(4 村)
Meung	3 村	米	野菜類	トウモロコシ	ゴマ、キャッサバ	耕作(3 村)
Viengphouka	4 村	米	トウモロコシ	野菜類	キャッサバ	耕作(4 村)
Nalae	3 村	米	トウモロコシ	野菜類	バナナ、タバコ	耕作(3 村)
Viengkham	4 村	ゴマ	キャッサバ	トウモロコシ	米、チーク	耕作(2 村)、焼畑(2 村)
Khoun	3 村	米	トウモロコシ	野菜類	-	耕作(3 村)
Sampanh	3 村	米	野菜類	キャッサバ	トウモロコシ	焼畑(3 村)
Gnot Ou	6 村	米	トウモロコシ	キャッサバ	野菜類、カルダモン	耕作(6 村)

出典: JICA 調査団

ラオス北部では、旧来から主として焼畑による陸稲栽培が広く行われていた。しかし、ラオス政府は、森林荒廃の原因になっている焼畑や無秩序な伐採を抑え、荒廃した森林を復旧するために焼畑の禁止を勧告していることもあり、調査対象となった 30 村のうち、Sampanh 3 村、Viengkham 2 村を除く 25 村は定住型の農業をおこなっている。現在でも焼畑が主となっている村でも、段階的に焼畑の中止を決めている。訪問した村のうち数カ所では、海外援助

機関が、焼畑にかわる作物栽培のための種子を配布し、換金作物の栽培指導を行っている。

こうした結果、陸稲栽培は徐々に減っており、水稻の栽培が増加している。対象地域の場合、雨期には 1,573.2 ha の水田で水稻が作付けされているが、乾期の作付面積はその 1/5 以下である 263.7 ha に過ぎない。

各村長を対象としたインタビュー調査において、電化後に電気ポンプを利用した灌漑の実施に興味があるか確認したところ、興味があると答えたのは 30 村中わずか 4 村であった(全て Not Ou)。電気灌漑が困難と考える理由として挙げられていたのは、i) 灌漑設備や電気ポンプを導入するための資金がない、ii) 電気ポンプを利用した灌漑はコストが高くて割に合わない、iii) 村落が山間部に位置しており灌漑に適した平地が村の近くにない、などである。また、調査対象地域の場合、マーケットへのアクセスが悪く世帯あたりの平均栽培面積も 0.54 ha と狭いため、販売目的としての稲作は主流ではなく、主に自給用作物として栽培されている。このことも費用がかかる電気ポンプ灌漑に興味がないことの原因であると思われる。

一方、6 村中 4 村(Nayao 村、Tai 村、Lum 村、Tueng 村)が電気ポンプを利用した灌漑に興味があると回答した Gnot Ou の場合、世帯あたりの平均水田面積は 1.28 ha と最も広く、調査行ったうちの 95%の世帯が農業が主な収入源と回答している。これらの村は、灌漑の計画も立案されており、雨期に 141 ha、乾期に 181 ha の灌漑を行いたいとの意向を持っている。

調査対象村落における雨期・乾期の灌漑面積および精米器台数

郡名	村落数	世帯数	精米器台数	水田面積 (ha)		灌漑計画 (ha)		雨期の平均水田面積
				雨期	乾期	雨期	乾期	
Pha Oudom	4	440	55	269.9	0.0	0.0	0.0	0.61 ha/世帯
Meung	3	185	21	182.5	0.0	0.0	0.0	0.99 ha/世帯
Viengphouka	4	643	50	244.5	20.0	0.0	0.0	0.38 ha/世帯
Nalae	3	399	35	197.0	10.0	0.0	0.0	0.49 ha/世帯
Viengkham	4	444	16	33.4	1.2	0.0	0.0	0.08 ha/世帯
Khoun	3	108	37	66.5	0.0	0.0	0.0	0.62 ha/世帯
Sampanh	3	249	12	24.5	0.0	0.0	0.0	0.10 ha/世帯
Gnot Ou	6	434	123	554.9	252.5	141.0	181.0	1.28 ha/世帯
合計	30	2902	349	1573.2	283.7	141.0	181.0	0.54 ha/世帯

出典: JICA 調査団

また、調査を行った村落には、ディーゼル燃料で稼働している精米器が合計 349 台ある。電気稼働式設備への更新は新たな投資が必要となるが、一般的にはディーゼルよりも電気の方がランニングコストは安い。そのため、村落が電化された場合、電気可動式への設備更新が徐々に行われ、電力需要も増加していくものと思われる。