

## 第4巻 プレフィージビリティ調査(Pre-FS)

<b>Part 1</b>	概 要
<b>Part 2</b>	Samlout 電化計画
<b>Part 3</b>	Bu Sra 電化計画
<b>Part 4</b>	Pramaoy 電化計画
<b>Part 5</b>	Samraong 電化計画
<b>Part 6</b>	Kampong Kor 電化計画
<b>Part 7</b>	Srae Ta Pan 電化計画

カンボジア国  
再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査

ファイナルレポート  
第4巻 プレフィージビリティ調査

目次

Part 4 Pramaoy 電化計画

1	位置図と計画諸元.....	P4 - 1
2	調査地域の社会経済状況.....	P4 - 2
2.1	Pramaoy 地域の基本情報.....	P4 - 2
2.2	社会経済調査結果による家計の現状.....	P4 - 2
2.3	開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）.....	P4 - 6
3	電化計画策定.....	P4 - 7
3.1	小水力ポテンシャル.....	P4 - 7
3.1.1	図上検討.....	P4 - 7
3.1.2	現地踏査.....	P4 - 8
3.1.3	乾季流量、洪水位、流送土砂量.....	P4 - 9
3.2	需要規模.....	P4 - 10
3.2.1	村落別需要規模の想定.....	P4 - 10
3.2.2	年間発電量.....	P4 - 10
3.3	需給バランスと電化計画策定方針.....	P4 - 10
3.4	建設費ならびに年間必要経費の算定.....	P4 - 12
3.4.1	発電所と配電線の建設費用.....	P4 - 12
3.4.2	年間維持管理（O&M）費用.....	P4 - 14
3.5	住民集会の結果（Pramaoy）.....	P4 - 15
3.5.1	ワークショップ概要.....	P4 - 15
3.5.2	NGO 活動.....	P4 - 15
3.5.3	コミュニティ組織.....	P4 - 15
3.5.4	マイクロクレジット.....	P4 - 15
3.5.5	既存地方電気事業者（REE）.....	P4 - 15
3.5.6	バッテリー利用状況.....	P4 - 16
3.5.7	CEC 設立にあたって.....	P4 - 16
3.5.8	バイオマス燃料木.....	P4 - 16
3.5.9	希望電気使用量と料金.....	P4 - 17
3.5.10	支払い能力.....	P4 - 17
3.5.11	CEC 対象地域.....	P4 - 17
3.5.12	Pramaoy におけるフィージビリティ.....	P4 - 17
3.6	バイオマス燃料供給.....	P4 - 18
3.7	工事計画.....	P4 - 18
4	経済・財務評価、料金設定.....	P4 - 19
4.1	経済評価.....	P4 - 19
4.2	財務分析.....	P4 - 20
5	環境社会配慮.....	P4 - 20
5.1	環境スクリーニング.....	P4 - 21
5.2	初期環境影響評価（IEIA）.....	P4 - 22
6	管理体制.....	P4 - 34

7 調査結論と提言..... P4 - 34

付表目次

表 4.1 小水力ポテンシャル現地踏査..... P4 - 8  
 表 4.2 Xtung Tun Po 川取水堰地点における流量観測結果..... P4 - 9  
 表 4.3 Xtung Tun Po 川における河川水位に関する村民インタビュー結果..... P4 - 9  
 表 4.4 Pramaoy 電化計画の諸元..... P4 - 11  
 表 4.5 バイオマス発電施設建設費..... P4 - 12  
 表 4.6 フェーズ 1 の配電線、変圧器の数量..... P4 - 12  
 表 4.7 フェーズ 2 の配電線、変圧器の数量..... P4 - 13  
 表 4.8 工種別数量表 ..... P4 - 13  
 表 4.9 フェーズ 1 バイオマスガス化発電所の運転保守経費..... P4 - 14  
 表 4.10 フェーズ 1 バイオマスガス化発電の年間費用..... P4 - 14  
 表 4.11 フェーズ 1 の経済評価..... P4 - 19  
 表 4.12 フェーズ 1 の財務評価..... P4 - 20  
 表 4.13 Pramaoy 電化計画における小水力代替案（Xtung Tun Po）の  
 環境スクリーニング ..... P4 - 29  
 表 4.14 Pramaoy 電化計画における小水力代替案（Xtung Tun Po）の  
 初期環境影響評価（IEIA）の結果..... P4 - 32

付図目次

図 4.1 Pramaoy 電化計画の対象地域図..... P4 - 1  
 図 4.2 図上検討において特定したポテンシャル..... P4 - 7  
 図 4.3 ポテンシャル確認のための水準測量結果..... P4 - 8  
 図 4.4 Pramaoy 電化計画レイアウト図..... P4 - 11  
 図 4.5 小水力発電計画レイアウト..... P4 - 13  
 図 4.6 工事計画（案） ..... P4 - 19

## Part 4 Pramaoy 電化計画

### 1 位置図と計画諸元

Pramaoy 電化計画の対象地域はプルサット州、Veal Veng 郡、Pramaoy コミューンである。Pramaoy コミューンの中心地である Pramaoy は、州都であるプルサットの町から約 110 km 離れており、Veal Veng の郡都でありながら、現在、そして本 MP の計画目標年である 2020 年時点でも系統延伸による電化が経済的に困難で、実現可能性が極めて低いオフグリッド地域である。Pramaoy の隣村である Stueng Thmei 村近傍に Xtung Tun Po 川が流れている。Xtung Tun Po 川はプルサット川の支川であり、小水力発電のポテンシャルを有している。Pramaoy 村の近傍にもプルサット川の支川が流れているが、村落電化電源としての小水力ポテンシャルはない。

Stueng Thmei 村と Pramaoy 村はお互いの中心部からの距離が約 8~9 km である。Pramaoy 村の北部約 9 km のところにもう一村 Tumpor 村があるが世帯数が 34 と小さく、延長約 5 km となる中圧配電線の費用負担が割高となる。1 世帯当りの建設費が 2,000 ドルのオーダーに上る。したがって、ミニグリッドによる電化対象村落は Stueng Thmei と Pramaoy の 2 村のみとする。

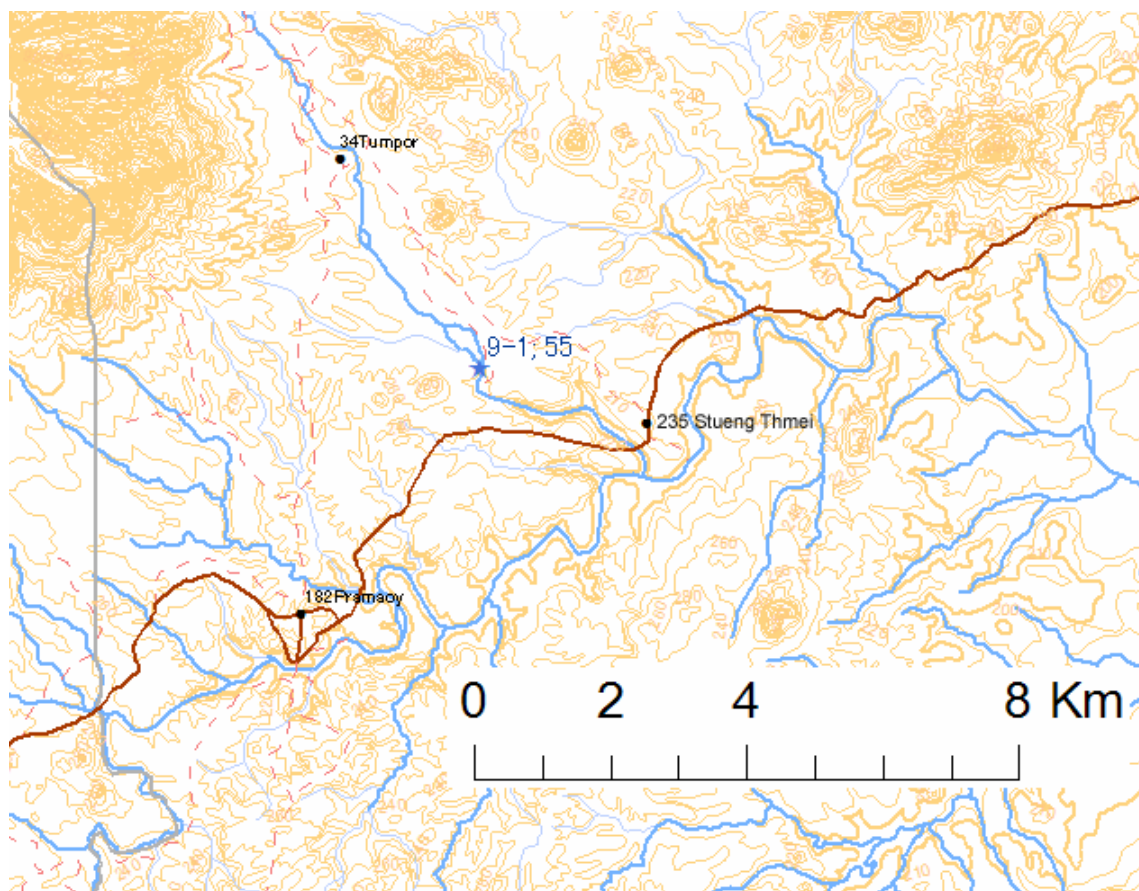


図 4.1 Pramaoy 電化計画の対象地域図

## 2 調査地域の社会経済状況

### 2.1 Pramaoy 地域の基本情報

村落名	世帯数	人口	テレビ所有世帯数	識字率
対象地域全体	475	2,325	82	73 %
Stueng Thmei	246	1,265	40	68.7%
Pramaoy	229	1,060	42	77.9%

出典: Seila Commune Database 2004

注: 2005年9月現在 479世帯、2つの小学校（未電化）と1つの小学校（電化済み）、それにクリニックが1箇所ある。

Pramaoy 電化計画の調査地域はプルサット州 Veal Veng 郡 Pramaoy コミューンの Stung Thmei 村と Pramaoy 村に代表される。同地域は州都から約 110 キロ西方に位置する。地雷の撤去終了後多くの住民が流入し、人口の 60%は他州からの移住者である。

### 2.2 社会経済調査結果による家計の現状

Pramaoy における各家庭の経済状況、エネルギー使用に関する詳細と電気使用料への支払意志について、本調査の中で村落社会経済調査を行った。この調査は2村（Stung Thmei 村と Pramaoy 村）のサンプル 50 軒に対するインタビューにより実施した。

#### (1) 家計状況

##### 1) 主な収入源(%)

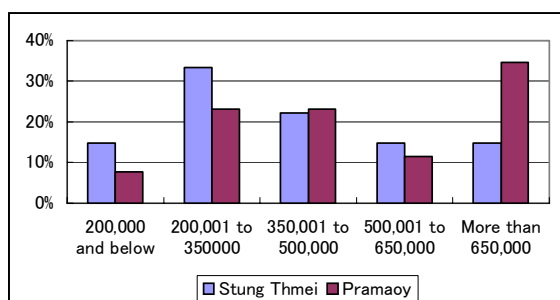
主な収入源は農業と畜産である。が、村民は下表に見られるとおり、収入源を多様化させている。

Income Source	Primary	Secondary	Tertiary
Agricultural produce (crops)	73.6	11.8	6.7
Livestock & poultry	-	47.1	43.3
Forestry (timber non-timber forest products)	-	5.9	6.7
Fishery	-	2	3.3
Bakery/ grocery	3.8	5.9	3.3
Food/ Restaurant business	5.7		6.7
Salary from private business/ NGO	1.9	11.8	
Salary from public service	5.7	7.8	20
Wage from seasonal labor	-	-	3.3
Make vine	3.6	-	-
Drug store	1.9	-	-
Sell vegetable	1.9	-	-
Raparing moto	1.9	-	-
House rent	-	2.0	-
Construction	-	2.0	-
Moto taxi	-	2.0	3.3
Charging batteries	-	2.0	-
Rent VCD	-	-	3.3
Total	100.0	100	100

##### 2) 土地所有と資産

灌漑された水田を所有しているものは限られており全体の 2%以下であった。大部分の家庭は灌漑されていない耕地に頼っている。85%の家庭は住居用の土地を所有している。50%以上の回答者がオートバイを所有している。発電機、精米機、ミシン、ディーゼルエンジン駆動の給水ポンプを所有しているものもいる。

3) 月額家計支出額 (Riel)



月額家計支出額によりコミュニティの経済構造を分析できる。Pramaoy 村では回答者の半数近くが月額 100 米ドル以上を支出している。平均支出額は月 451,200 リエル (100 ドル超) である。最も貧しい世帯で 95,000 リエル (ほぼ 25 ドル弱)、最高で 1,934,400 リエル (ほぼ 500 ドル) であった。サービス分野での多様化した収入源

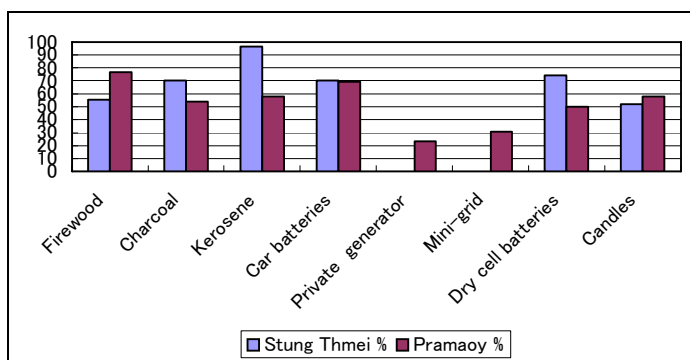
があることから、住民の支出レベルはカンボジアの農村部平均 (1999 年の CSES 時に 74.56 ドル) 以上と考えられる。およそ 53% の回答者が借金をしたことがあり、そのうち 58% が親戚からの借金、30% が NGO と女性団体からの貸付であった。ほぼ半数の回答者が定期的に貯蓄をしているものの、ほとんどが自宅内での貯蓄で NGO などに預けている訳ではない。貯蓄機関は存在すると報告されている。

4) 1ヶ月あたりの家計支出の内容(リエル)

Expense item	n	%	Minimum	Median	Maximum
Food	53	100.0	50,000	212,100	600,000
House (rent/repairs)	2	3.8	20,000	110,000	200,000
Clothing	25	47.2	8,000	50,000	200,000
Child care	14	26.4	2,000	19,500	150,000
Education	37	69.8	5,000	30,000	150,000
Medical treatment/medicines	45	84.9	1000	15,000	300,000
Transportation	35	66.0	3,000	40,000	600,000
Amusement/recreation	25	47.2	2,700	30,000	300,000
Fuel for lighting/cooking	40	75.5	1,500	5,000	240,000
Personal care	51	96.2	1,500	10,000	70,000
Water	10	18.9	7,000	17,750	120,000
Gambling	1	1.9	10,500	10,500	10,500
Payment of debt/loan	12	22.6	1,000	75,000	1,000,000
Saving	25	47.2	3,000	30,000	300,000
Lending	2	3.8	150,000	325,000	500,000
Others	10	18.9	5,000	17,500	700,000
Total expenses of each sample household	53	100.0	95,000	451,200	1,943,200

(2) エネルギー使用の現状と需要

1) エネルギー使用状況



灯源としては、バッテリー照明が広く使用されており、両方の村で回答者の 70% に上った。Pramaoy 村には二つのミニグリッドとひとつの BCS が存在し、ディーゼル油への依存度は比較的低い。平均的な家庭では電気を 1 日 4 時間使用し、1ヶ月当たり 4,200 リエルを支出し、ディーゼル油ランプも平均 1.8 個所有している。70% がバッテ

リーを所有しており、1ヶ月に3.5回充電し6,000リエルを支出している。12V-50Ahと70Ahのバッテリーが広く使われている。インタビューによると、村民には複数のエネルギー源を使用しているものもある。ディーゼル油ランプとバッテリー照明を使う平均費用は月1ドル前後である。カラオケショップが地域では電気の大口需要家である。

Pramaoy村におけるBCSとミニグリッドシステムの概要を下表に示す。

	BCS	Mini-grid for 30HH	Mini-grid for 60HH
Tariff	70Ah-2,000R(10batteries /day) 50Ah-1,500R (10batteries /day) 40Ah-1,000R(4 batteries /day) 5Ah-500 R(20batteries /day)	Monthly flat rate 1 lamp -12,000R 1 lamp + 1 TV - 15,000 R	Monthly flat rate 1 TV and 1 VCD -15,000 R
Service hours	7:30 am -3 pm.	6 pm to 9:30 pm 4:30 am to 6:30 am	6 pm to 9:30 pm

以前は当地域にディーゼル BCS が3ヶ所あったが、採算上の問題から現在はひとつだけが稼働している。20%の回答者は太陽光発電への興味を示している。2戸についてはソーラーホームシステムを所持していると報告されている。

2) 主光源としてのディーゼル油ランプとバッテリー照明の使用状況

Kerosene (N. of users: 41 share 77%)		Car battery (N. of users:37, share 70%)	
Cost of kerosene per liter		Number of batteries owned /household	
Mean	2,604.9	Mean	1.2
Standard Error of Mean	54.3	Standard Error of Mean	0.1
Minimum	2,000.0	Minimum	1
Maximum	3,200.0	Maximum	3
Liters consumed per month		Number of times recharging batteries per month	
Mean	1.7	Mean	3.54
Standard Error of Mean	0.1	Standard Error of Mean	0.31
Minimum	0.5	Minimum	1
Maximum	3.0	Maximum	10
Monthly expenses for month		Expenses for recharging batteries per month	
Mean	4,285.4	Mean	5,981.1
Standard Error of Mean	255.1	Standard Error of Mean	835.4
Minimum	1,500.0	Minimum	1,000
Maximum	8,400.0	Maximum	28,000

Type of battery	Number	Share	Cost of battery
12 Volt - 100 Ah	1	3%	120,000
12 Volt - 70 Ah	14	38%	106,929
12 Volt - 50 Ah	19	51%	119,053
6 Volt - 5 Ah	8	22%	16,688

3) 電気機器の現在の所有状況と将来の需要

50%以上の回答者が電気照明をもち、ラジオ、カラーテレビ、白黒テレビ、ビデオデッキを所有しているものはそれぞれ30%であった。電化後は照明だけでなく扇風機、テレビが広く購入されるであろう。

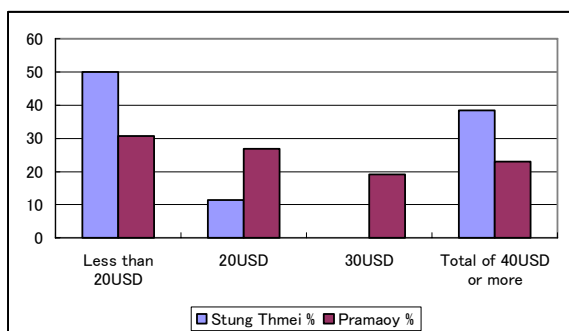
APPLIANCE	Currently owned		Want to buy	
	n	%	n	%
Electric lighting	28	52.8	45	84.9
Electric rice cooker	1	1.9	29	54.7
Television (color)	17	32.1	32	60.4
Television (black and white)	15	28.3	2	3.8
Video (VHS/VCD)	16	30.2	16	30.2
Radio/radio cassette	21	39.6	15	28.3
Electric fan	8	15.1	38	71.7
Electric water pump for drinking/household	1	1.9	31	58.5
Electric water pump for irrigation	3	5.7	23	43.4
Iron	3	5.7	20	37.7
Refrigerator	-	-	18	34.0
Washing machine	-	-	13	24.5
Video game	3	5.7	3	5.7
Karaoke	-	-	12	22.6
Grain/cereal/meat grinder	1	1.9	13	25.0
Others	-	-	1	1.9
Electrical pot	-	-	1	1.9

(3) 経済活動

Pramaoy 計画対象地域は米、豆類を主要作物とする農業中心の経済である。7つのディーゼルエンジン駆動の脱穀機がある。Pramaoy 村では食品店、レストラン、近隣の森林からの材木を利用した家具メーカーが存在する。一帯は戦争中地雷原だった。調査地域では60%が新規の移住者であった。NGOによって行われているさまざまな開発活動のひとつとして収入創出活動がある。換金作物の種が配られ、バスケット作りが指導されている。木材以外にも、森林から採取される他の産品も重要な収入源である。

(4) 電気に対する支払意思額と支払能力

1) 初期接続費用に対する支払意思額



家計調査によると、支払意思は高いとはいえず、ほぼ50%のStueng Thmei村での回答者が支払う意思のある額を20ドル以下としている。しかし、2005年12月に開催したワークショップの後、村民は費用負担について理解し、電化時の初期接続50ドル程度は分割で支払うことを了承した。

2) 月額料金の支払意思

多くが現在の燃料費についての懸念を繰り返し述べている。小水力発電に対する強い期待がある。50%以上の回答者が3ドル以上を払う意志があると述べている。

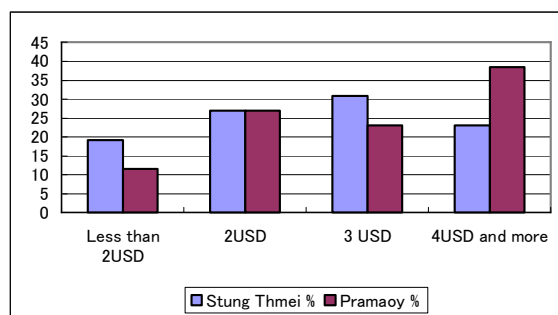


3) 電化計画への需要

家庭が電化された場合に始められる可能性のある経済活動についての質問では、40%が食品もしくは飲食店関連のビジネスに興味があると答え、続いて特になし（26%）、商店、水販売、修理工であった。日中もこうした目的のために需要が見込まれる。全体で 475 世帯のうち 80%の世帯での需要に加え、学校（小学校2、中学校1）や保健所など公共施設の需要も考慮する必要がある。

4) 持続的運営に必要な料金水準

既存のミニグリッドがあり、月額3ドルの料金に対する十分な支払意思がある。当電化計画の給電地域を拡大するためには、貧困世帯にも最小限の照明サービスを提供することが重要であり、そのために特別料金が必要となるかもしれない<sup>1</sup>。



2.3 開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）

コミュニオン開発計画は特にないが、開発活動がいくつかの NGO とコミュニオン 開発プログラムによって実施されている。電化対象の2つの村でのキーになる組織としてコミュニティ林業グループがあり、80人ほどのメンバーがおり、環境課と NGO の指導の下に森林保護活動を実施している。村民から要望の出された優先サービスとして、灌漑、教育、道路、電気、農産物のマーケティングがあった。郡レベルでは、すべての NGO と地方当局が計画と活動を調整するために定期的に話し合うメカニズムが存在する。

Pramaoy で実施されている NGO の活動概要を下表に示す。

	NGO Name	Sector – Description of work
1	Disability Cambodian Organization (DCO)	Education, Skill training, Road development, Seed, Malaria, etc.
2	Star and Kaseusahakamm	Technical support for agriculture in Stung Thmey
3	Flora Fauna International (FFI)	Natural resource and environmental management
4	ADDES	Agriculture support activities
5	ADRA	Health
6	CMAC	Mine clearance

(出典：調査団)

(出典：調査団)

1 MP では、7ワットの省エネ電灯1灯を毎日4時間使用する場合には、単価が仮に\$0.50/kWh でも月料金が\$0.42 (Riel 1,680) に留まることから、より重要な課題はそのような貧困世帯のミニグリッドへのアクセス(初期拠出金の捻出方法)の確保であることを示している。具体的には、貧困世帯は工事への労力提供により\$50程度を稼ぐことが考えられる。

### 3 電化計画策定

#### 3.1 小水力ポテンシャル

##### 3.1.1 図上検討

調査団は、1:50,000、1:100,000 の地形図上の検討により、当電化対象地域内で小水力ポテンシャルを新たに特定した。このポテンシャル地点を以下に示す。

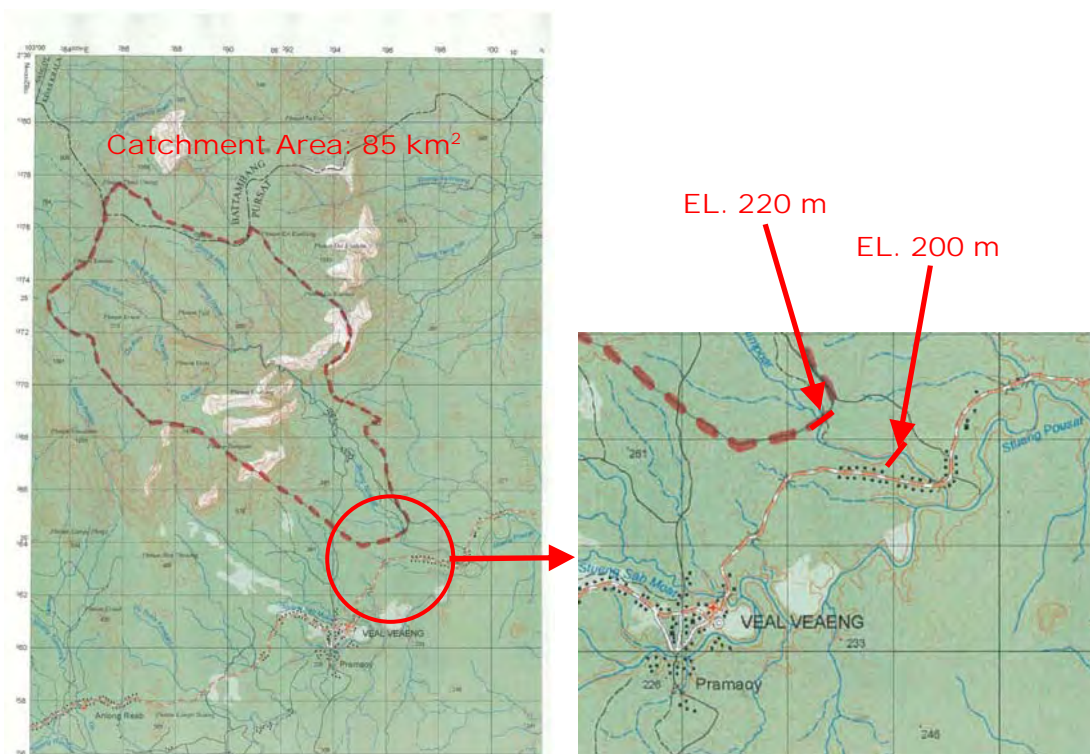


図 4.2 図上検討において特定したポテンシャル

地点名	流域面積	落差	水路長
Xtung Tun Po	85 km <sup>2</sup>	20 m (EL. 220 m ~ EL. 200 m)	2.5 km

この諸元を用いて小水力ポテンシャルを以下に示すように推定した。

$$\begin{aligned}
 \text{ポテンシャル } P(\text{kW}) &= 9.8 * Q * H * \eta \\
 &= 9.8 * 0.34 * 20 * 0.7 \\
 &= 46.6 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

ここに；

Q：乾季流量 (m<sup>3</sup>/sec) , H：落差 (m) , η：効率 (= 0.7)

なお、乾季流量はカンボジア国内の平均的な比流量と推定される 0.004 m<sup>3</sup>/sec/km<sup>2</sup> を用いて 0.34 m<sup>3</sup>/sec と推定した。

### 3.1.2 現地踏査

マスタープラン段階において特定したポテンシャルを確認するため現地踏査を実施した。当計画は第3次現地調査の後半（2005年6月下旬）に、選定済みであった別の候補地点に対して、外国業者からFS調査のオファーがMIMEに提出されたため、急遽その代替案として選定されたものである。2005年7月、9月、11月の3回に分けて現地踏査を実施し、ポテンシャルを調査した。

表 4.1 小水力ポテンシャル現地踏査

回	調査段階	日付	内容
第1回	第3次現地調査	2005年7月12日	概略踏査 流量観測
第2回	第4次現地調査	2005年9月9日～12日、22日	落差測定（水準測量） 流量観測
第3回	第5次現地調査	2005年11月21、22日	流量観測 レイアウトの検討

#### (1) 落差測定

第4次現地調査中に水準測量を実施した。当地域は地雷の危険地帯であり、危険区域指定の標識が幹線道路沿いに数箇所確認された。DIMEならびに村民からの情報をもとにポテンシャル地点の左岸に小道があり、地雷の危険性が低いと判断されたため、左岸下流側から上流へ向かい測量した。水準測量により確認した落差を図4.3に示す。

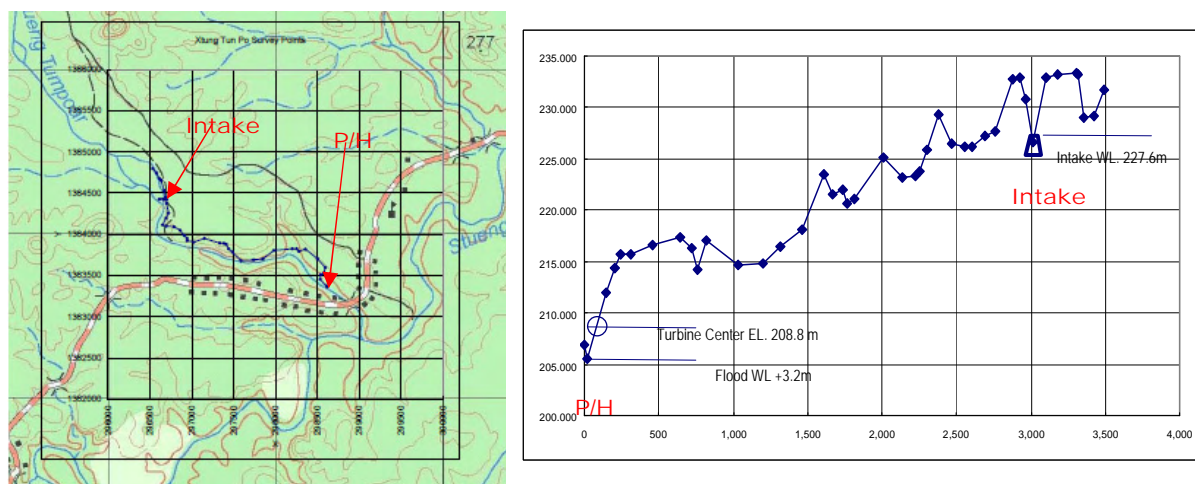


図 4.3 ポテンシャル確認のための水準測量結果

#### (2) 流量観測

対象地点は2005年6月下旬の第3次現地調査の終盤に選定されたため、乾季流量を実測できず、下表に示す4回の実測と地元住民へのインタビューから乾季流量を推定した。2005年7月に第1回の現地踏査を実施した際に、発電所予定地点から上流約500mの地点で村民にインタビューしたところ、2004年4月に川の水が干上がり、河床を掘削して飲水を確保したとのことである。同インタビューによると2005年4月も水深5cmくらいまで水位が低下したとのことである。合計4回行った流量観測の結果を下表に示す。

表 4.2 Xtung Tun Po 川取水堰地点における流量観測結果

日付	流量 (m <sup>3</sup> /sec)	流域面積 (km <sup>2</sup> )	比流量 (m <sup>3</sup> /sec./ km <sup>2</sup> )
2005年7月12日	0.19	85	0.00223 (2.23 lit/sec/km km <sup>2</sup> )
2005年9月11日	0.28		0.00329 (3.29 lit/sec/km km <sup>2</sup> )
2005年11月21日	1.34		0.0158 (15.8 lit/sec/km km <sup>2</sup> )
2005年11月22日	1.83		0.0215 (21.5 lit/sec/km km <sup>2</sup> )

表 4.3 Xtung Tun Po 川における河川水位に関する村民インタビュー結果

インタビュー時期	インタビュー内容	インタビュー地点	考察
2005年 7月12日 (第3次現地調査)	2004年4月に河川水が干上がったため、河床を掘削し、伏流水を利用した。	発電所予定地点から上流に約500mの地点	第4次現地調査時に当地点の河川断面の測量を行った結果からすると、5cmの水深では流量は0.01 m <sup>3</sup> /sec以下と推定される。
	2005年4月に水深が5cm程度まで低下した。		
2005年 9月22日 (第4次現地調査)	毎年4月が最も河川流量が少ないが、取水堰予定地点付近では河川水が涸れたことはない。この時期下流の Tum Po 橋付近までの区間が伏流する。	取水堰予定地点付近	

### 3.1.3 乾季流量、洪水位、流送土砂量

#### (1) 乾季流量

上記流量観測結果ならびに村民へのインタビュー結果から最乾季には取水堰地点において、流量が 0.01m<sup>3</sup>/sec 程度となり、既存落差を利用しても 1.3 kW 程度の発電しかできない。一方、所要発電規模は 40～50 kW である。乾季流量を考慮すると小水力単独で電化計画を策定するのは困難である。

#### (2) 洪水位

現地踏査で確認した洪水痕跡から推定すると、取水堰予定地点、発電所予定地点での洪水位は以下のとおりである。

洪水痕跡確認地点	洪水位
取水堰予定地点	乾季の水面+3 m
発電所予定地点	乾季の水面+3.2 m

### (3) 流送土砂量

3回の現地調査にわたり、河川水の様子を観察したが、いずれの踏査時でも河川水が濁っている様子は観察されなかった。観測した最大の流量である 1.8 m<sup>3</sup>/sec 以下の流量では、水力発電設備に悪影響を及ぼす流送土砂の発生は無いものと考えられる。洪水時期のみ取水堰から流入する土砂の対策を考慮することが必要である。

## 3.2 需要規模

### 3.2.1 村落別需要規模の想定

対象地域の需要は夜間需要（17:00～22:00 の 5 時間）が主であるが、家具の加工、精米所などの昼間需要も確認されている。既存 REE（地方電気事業者）の給電状況を踏まえて、電化対象地域の世帯数を用いて需要を算定した結果を以下に示す。

	A	B (=A * 80%)	C (=B * 100 W * 1.3)
電化対象村落	世帯数	電化対象世帯数 (総世帯数の 80%と想定)	夜間需要 (17:00～22:00、5 時間)
Pramaoy	182*	146	20 kW
Stueng Thmei	235*	188	25 kW
合計	417	334	45 kW

(\*世帯数は Seila 2003 によるもの。プレ FS 開始時点では 2004 年のデータは入手不可能であったため、電化計画策定には Seila 2003 の値を用いた。)

### 3.2.2 年間発電量

年間発電量の需要規模を想定する。運転開始後 8 年目から、この需要規模に到達すると想定した。

#### a) Pramaoy 村

夜間需要 : 31.7 MWh

昼間需要 : 11.0 MWh

小計 42.7 MWh

#### b) Stueng Thmei 村

夜間需要 : 41.3 MWh

昼間需要 : 14.3 MWh

小計 55.6 MWh

合計 98.3 MWh

## 3.3 需給バランスと電化計画策定方針

確認した小水力ポテンシャルと上述の需要を考慮すると、小水力単独での電化計画策定は困難である。代替案としては、(a) 小水力発電+ディーゼル発電によるバックアップ、(b) 小水力とバイオマスのハイブリッド、(c) バイオマス単独発電、の 3 つが考えられる。比較検討の結果、「(c)

「バイオマス単独発電」による電化が最も経済的であることを確認した。

Pramaoy 村は郡都であり、かつ人口分布も密集している。人口分布が疎である Stueng Thmei 村に比べると、電化に対する熟度ならびに優先度が高いと考えられる。そこで、Pramaoy 村の電化をフェーズ1とし、Stueng Thmei 村の電化はフェーズ2とする。電化計画は2つのフェーズに分けて作成する。

フェーズ1は Pramaoy 村を対象とし、20 kW のバイオマスガス化発電装置により電化を行う。146 の世帯を対象として配電線を建設する。

フェーズ2はバイオマスガス化発電機を増設し、Stueng Thmei 村も電化する。また、配電線を Pramaoy 村から Stueng Thmei 村まで延伸する。

一方、フェーズ2の開発までには、電化対象となる2つの村落の昼間需要が増大している可能性もある。特に昼間需要が顕著な伸びを示す場合には、水力発電所も追加して新設し、その運転維持管理費の低さから乾季以外は小水力発電所だけで給電することが、経済的に有利となる可能性がある。従って、フェーズ2では小水力発電の投入を代替案とする。

表4.4にフェーズ1・2の開発諸元を示す。図4.4に電化計画のレイアウトを示す。

表 4.4 Pramaoy 電化計画の諸元

フェーズ1	電化対象地域：比較的人口分布が密で、郡都である Pramaoy 村 電源：バイオマスガス化発電（出力: 20 kW） 配電線：低圧配電線: 3.0 km（中圧配電線はなし）
フェーズ2	電化対象地域：Stung Thmei 村まで拡張 電源：バイオマスガス化発電（出力: 25 kW） 代替オプション：小水力発電（出力：45 kW） <sup>2</sup> 配電線：中圧配電線 5.0km, 中圧・低圧配電線併架区間 2.0 km, 低圧配電線 1.0 km

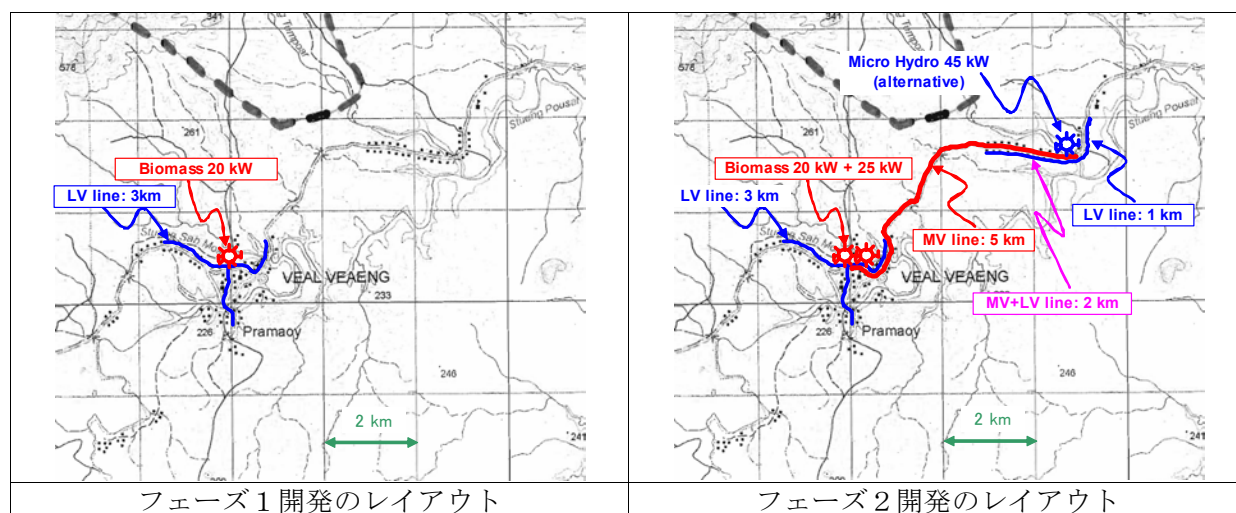


図 4.4 Pramaoy 電化計画レイアウト図

2 小水力発電所を追加設置する代替案は、フェーズ2のFS・設計時に、昼間需要の伸びを考慮して最終判断するものとする。

### 3.4 建設費ならびに年間必要経費の算定

建設費の算定はフェーズ1・2について行った。年間の維持管理費はフェーズ1のみについて行った。フェーズ2の維持管理費は将来の需要に密接に関連するので、ここでは算出しない。

#### 3.4.1 発電所と配電線の建設費用

##### (1) バイオマス発電施設建設費用

各フェーズの発電施設建設費を下表に示す。

表 4.5 バイオマス発電施設建設費

	フェーズ1	合計 (フェーズ1 + 2)
設備容量	20 kW	45 kW
発電設備	\$44,700	\$99,900
配電設備	\$41,300	\$93,300
合計	\$86,000	\$193,200

##### (2) 配電線建設費用

図 4.4 のレイアウトに基づいて配電線と変圧器の工事数量を見積もる。その結果をフェーズ1については表 4.6 に、フェーズ2については表 4.7 に示す。

フェーズ1 開発では Pramaoy 村に 3 km の低圧配電線のみを建設し、発電所から直接給電を行う。

表 4.6 フェーズ1の配電線、変圧器の数量

配電線		
中圧配電線のみ	0.0	km
中圧・低圧配電線併架区間	0.0	km
低圧配電線のみ	3.0	km
変圧器		
15 kVA 単相	0	set
25 kVA 三相	0	set
50 kVA 三相	0	set

(出典：調査団)

フェーズ2では、定格出力 25 kWe のバイオマスガス化発電機1台を増設し、中圧配電線を Stueng Thmei 村まで 7 km 延伸する。延伸する 7 km のうち、Stueng Thmei 村内の 2 km は中圧と低圧の配電線を併架する。さらに Stueng Thmei 村から低圧配電線を 1 km 延長し、同村北部の集落に給電を行う。昼間需要を考慮し、25 kVA の3相変圧器を Pramaoy、Stueng Thmei 各村の中心部に1台ずつ設置する。

フェーズ2の配電線や変圧器のレイアウトは将来の世帯分布や需要によって見直しを行うことが必要である。

表 4.7 フェーズ 2 の配電線、変圧器の数量

<b>配電線</b>		
中圧配電線のみ	5.0	km
中圧・低圧配電線併架区間	2.0	km
低圧配電線のみ	1.0	km
<b>変圧器</b>		
15 kVA 単相	0	set
25 kVA 三相	2	set
50 kVA 三相	0	set

（出典：調査団）

(3) 小水力発電施設建設費用

3.1.2 節に記述の現地踏査の結果に基づいて作成した小水力発電計画のレイアウトを図 4.5 に示す。

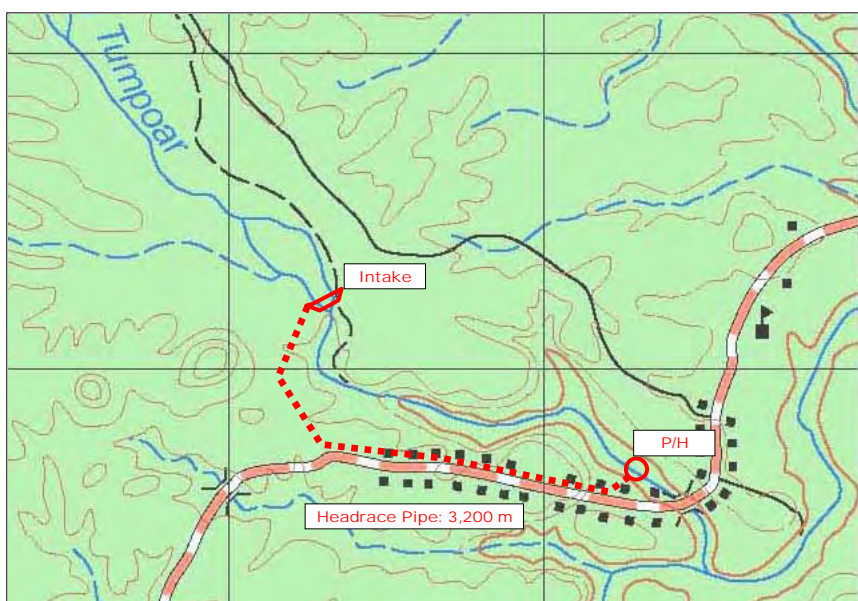


図 4.5 小水力発電計画レイアウト

このレイアウトをもとに工事費を算定した。数量算定には新エネルギー財団の中小水力ガイドマニュアルの経験式を用いた。導水路パイプ等、費用の削減を図ることができる構造物は標準断面を設定して、数量を算出した。構造物ごとの工事数量を表 4.8 に示す。

表 4.8 工種別数量表

工種	単位	数量
掘削	m <sup>3</sup>	9,622
盛土・埋め戻し	m <sup>3</sup>	3,037
マスコンクリート	m <sup>3</sup>	788
構造コンクリート	m <sup>3</sup>	1,477
鉄筋	ton	116.74
ゲート・スクリーン	ton	1.87
パイプ (HDPE OD:560mm)	m	3,200
水車・発電機	kW	45

（出典：調査団）



### 3.4.2 年間維持管理（O&M）費用

現地踏査にて収集したデータをもとに、既存の Anlong Tamei 村バイオマスガス化発電所の例も参照して、フェーズ1の年間維持管理費用を見積もる。詳細は付属資料 H-3 に示した。

#### (1) バイオマスガス化発電所の維持管理費用

バイオマスの年間運転・維持管理費用を以下に見積もる。

**表 4.9 フェーズ1 バイオマスガス化発電所の運転保守経費**

	作業項目	費用
1	CEC 人件費（発電所運転員の給与等）	\$2,520
2	ガス化炉・エンジン発電機の保守費	\$2,390
	合計	\$4,910

（出典：調査団）

#### (2) 燃料代

Pramaoy 村を対象とするフェーズ1の開発では、想定給電量の 42.7 MWh/年はすべてバイオマス発電により給電する。この給電量に燃料単価 0.03 \$/kWh をかけて、燃料費は\$1,300/年と推定した。

#### (3) 配電線、変圧器の年間運転・維持管理費用

配電線維持管理の主たる作業としては、雨季前後に配電線ルート沿いの樹木の枝葉や下草を刈り取る作業がある。本事業は村落電化組合（CEC）が実施・運営機関となるので、このような伐採作業は CEC のメンバー自身が実施するものと想定する。他の途上国の例も参考にして、建設費の 0.5% を維持管理費用として次のように見積もった。

フェーズ1の配電線・変圧器建設費用：\$41,300

$$\$41,300 \times 0.5\% = \$207/\text{年} \approx \$200/\text{年}$$

伐採作業員の手当を\$2/日と想定するとこの予算は 100 人日の作業員を雇用できる。配電施設の点検を兼ねた伐採作業は雨季入り前、および雨季明け後の年2回実施することが望ましい。4人1チームで伐採作業をすると、1チームが1日で配電線延長 240 m分を伐採することとなり、妥当な作業量と考える。

年間の発電設備・配電施設の運転・維持管理費用を下表にまとめる。

**表 4.10 フェーズ1 バイオマスガス化発電の年間費用**

項目	年間費用（\$/年）
バイオマスガス化発電所運転保守経費	4,910
バイオマス燃料代	1,300
配電線維持管理費用	200
合計	6,410

（出典：調査団）

### 3.5 住民集会の結果（Pramaoy）

#### 3.5.1 ワークショップ概要

Pramaoy でワークショップを実施した。その概要を以下に示す。

住民ワークショップの概要

コミュニティ名	開催日	時間	参加者
Pramaoy	2005年12月7日	11:30 - 16:30	28

#### 3.5.2 NGO 活動

以下の NGO が教育、保健衛生、自然保護などの活動を行っている。

- ・ CMAC：地雷除去
- ・ DCO：保健、ハンディクラフト、教育、農業支援
- ・ SCW（Saving Conservation Wildlife）：野生生物保護
- ・ FFI：Natural Resources Protection、森林保護、野生生物保護
- ・ ADRA：保健衛生、飲料水、医療
- ・ RACHA：保健医療

#### 3.5.3 コミュニティ組織

いくつかのコミュニティ組織が活動を行っているが、すべて NGO、政府等の外部支援により組織されたもので、外部支援無しで組織されたものは存在しない。また、これらコミュニティ組織の活動、NGO 活動は 2004 以降に開始されたものばかりで、その活動経験は浅い。ただし、冠婚葬祭の際にお金を出し合うなど伝統的相互扶助の習慣はある。

コミュニティ組織の活動には、以下の2つがある。

- ・ Forestry Community：環境省が設立した組織である。設立後間もないため、未だ具体的な活動は始まっていない。
- ・ Handicraft Association：DCO（NGO）の支援により組織された。籐で家具を作る。

#### 3.5.4 マイクロクレジット

マイクロクレジットを支援する NGO がこのコミュニティでは活動していないため、利用経験者はいない。

#### 3.5.5 既存地方電気事業者（REE）

Pramaoy 村に2つの REE がある。1つは 20-30 世帯に供給している。もうひとつは 6 世帯に供給している。電灯1つで Riel 12,000/月、電灯1つ・TV1台で Riel 15,000/月。他に REE を担当できそうな人はいない。

### 3.5.6 バッテリー利用状況

バッテリー利用状況は下表のとおりである。

バッテリー利用世帯数内訳

バッテリー利用状況		世帯数
バッテリー所有者	6Vのみ所有	0
	6Vと12Vを所有	2
	12Vのみ所有	9
REE 接続		8
自家発電機所有		2
バッテリーがなく、ディーゼル油ランプ・ろうそくを使用している人		7

6V バッテリーのみを所有している世帯はない。バッテリーを所有せず、ディーゼル油ランプやろうそくを使用している人世帯が 28 世帯中 7 世帯存在する。バッテリーを所有していない理由は、バッテリーを買うお金がないことである。12V バッテリーの所有者、REE 利用者と、バッテリー未所有者の間に収入ギャップが存在する。

毎月の照明支出額は以下のとおりである。

照明支出月額

利用形態	利用額 (Riel)	人数
バッテリー所有者	5,000	3
	7,500	8
	10,000	1
	10,000 以上	3
ディーゼル油・ろうそく	3,000	2
	5,000	1
	7,000	6

BCS は Pramaoy 村に 2 箇所存在するが、Stung Thmei 村には存在しない。充電料金単価は以下のとおりである。

充電料金単価

容量	Riel
50,40A	2,500
70A	3,000
100A	5,000
6V	1,000

### 3.5.7 CEC 設立にあたって

トラクターなどの修理を担当している村人が 6-7 人おり、オペレーター候補は何人かいる。会計についても、教員、ビジネスマン、学生など、多くの候補がいる。

### 3.5.8 バイオマス燃料木

ワークショップの全参加者が、バイオマス燃料木栽培に充てることができる 0.02ha 以上の土地を持っている。1 世帯平均 2 ha の土地を持っており、0.5ha 程度利用可能である。コミュニンの公有地があり、それは森林となっている。その森を燃料木栽培用に使うことは、十分な森林管理体制を整えない限り、避けるべきである。調査団は、栽培方式を推奨する。

### 3.5.9 希望電気使用量と料金

電気使用量とその料金を6つのパターンで示し、実際に支払可能な範囲でどの程度の電気使用量を希望するか質問したところ、下表に示す回答が得られた。月 Riel 900 の No. 1 と月 Riel 27,800 の No. 4 とに大きく分かれた。

希望電気使用量と料金

No.	毎日の使用量	使用ワット数	月使用量	推定月料金	人数
			kWh	リエル	
1	10 ワットの電灯ひとつを毎日3時間だけ使用	10	0.9	900	7
2	20 ワットの電灯2つを毎日4時間使用	40	4.8	8,600	0
3	20 ワットの電灯2つと白黒テレビあるいは扇風機(40 ワット)を毎日4時間使用	80	9.6	18,200	0
4	20 ワットの電灯2つとカラーテレビ(80 ワット)を毎日4時間使用	120	14.4	27,800	17
5	20 ワットの電灯2つ、カラーテレビ(80 ワット)、扇風機(40 ワット)を毎日4時間使用	160	19.2	37,400	0
6	20 ワットの電灯3つとカラーテレビ(150 ワット)を毎日4時間使用	210	25.2	49,400	0

### 3.5.10 支払い能力

世帯当り\$50 準備することができると全員が回答した。ただし今すぐは持っていないが、1年後までに貯めることができる。この地域の住民は広い土地を持っていること、土地が肥えていて生産性が高いため、他地域と比較すると収入が高い。

上記希望電気使用量と料金表で、No.1 と 4 とに分かれギャップがある。No.1 を選択した7名はこの1年の間に新しく移り住んだ人で、まだ住む家すら整っていない貧しい状況にあることが理由であった。またこの7名は、現在バッテリーを持たず、ディーゼル油ランプ・ろうそくを使用している7名でもある。彼らは親族がここにおいて、土地を分けてもらったり、もとい土地を売り、ここの土地を買って移り住んだ。なお、この周辺の土地価格は\$400/ha である。

### 3.5.11 CEC 対象地域

対象村である Stung Thmei 村は Pramaoy 村に比べ数倍の広さがある。また5つの副集落に分かれており、それぞれの副集落と村落中心部との間にはかなりの距離がある。1つの副集落は Pursat からの道路から外れている。CEC によるミニグリッド電化事業を計画する際に、対象とする電化地域を選定する作業が重要となる。

### 3.5.12 Pramaoy におけるフイージビリティ

初期費支払い能力に関しては、全世帯で\$50 を準備できることから、問題ないものと考えられる。ただし、新規に入植した世帯と、もともと住んでいる世帯との間で所得格差が顕著である。新規入植者の支払い能力に関してはさらなる調査が必要である。CEC 加入を希望する世帯の数と位置、および支払い能力を調査し、給電対象地域を設定することが必要となる。

オペレータ、会計については研修を実施すれば可能であると考えられる。

### 3.6 バイオマス燃料供給

組合員による燃料木の栽培により燃料供給を賄う。栽培された燃料木は組合（CEC）が\$20/t程度の価格で買い取る。持続的な燃料供給に必要な世帯当たりの植林面積が0.02haであるのに対し、Pramaoy コミューンでは世帯当たり0.06haの草地と1.24haの灌木地が存在し、植林用の十分な土地を確保することができる。1994年から2001年にかけてのプルサットにおける年間平均降水量は1,518 mmであり（JICA 2005）、この程度の雨量があれば、熱帯で一般にチップ用材や燃料材として栽培されている早生樹種の多くは問題なく育つと考えられる。毎年平均して、少なくとも10 t/ha程度の木材収穫が可能であると考ええる。

燃料木としての栽培には、以下の樹種を推奨する。

- 畑地やその周辺での栽培。萌芽枝の継続的収穫: *Leucaena leucocephala*、*Gliricidia sepium*（マメ科）
- 中期的な伐採サイクルによる幹を中心とした収穫: *Acacia* spp.（マメ科）、*Eucalyptus* spp.（フトモモ科）、*Casuarina equisetifolia*（モクマオウ科）

Pramaoy コミューンは殆どの土地が森林であるが、幹線道路から観察した森林は大抵が伐採され、劣化した二次林である。Concern Worldwide (NGO) は、Pramaoy コミューンにおいて、コミュニティフォレスト事業を展開し、劣化した二次林の修復を行なっている。彼らはバイオマスガス化発電に大変興味を示し、森林管理上発生する廃棄木材（間伐、除伐木など）の有効利用や、住民のコミュニティフォレスト事業への参加を促す、絶好のツールとなるであろうと話している。

### 3.7 工事計画

図 4.6 に想定工事計画を示す。



費用として、発電設備および配電施設の建設にかかる初期投資費用、ならびに年間の必要運転経費を計上した。経済的内部収益率（EIRR）は 33.3% となり、本事業が経済的に極めて高い実施価値を持つことが確認された。

## 4.2 財務分析

村落社会調査や、住民ワークショップの結果を踏まえ、料金水準や補助金のレベルを仮定して財務評価を実施した。表 4.12 に財務評価の結果を示す。詳細は第 5 巻、付属資料-H 参照。

表 4.12 フェーズ 1 の財務評価

Including taxes, excluding CER sales	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	19	20	21	22	29	30	(unit: \$) Total	
<b>(Expenditure)</b>																					
<b>Initial costs</b>																					
Construction costs	78,027													29,900			29,900			137,827	
Supports to CEC	6,000	2,000																			
<b>Operation and maintenance costs</b>		4,597	5,484	5,807	6,052	6,322	6,618	6,762	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	197,686	
Personnel costs		2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	2,520	75,600
O&M of biomass gasification power plant		971	1,546	1,756	1,915	2,090	2,282	2,375	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	67,906
Maintenance of distribution lines, etc.		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	3,000
Biomass fuel cost		520	828	940	1,025	1,118	1,221	1,271	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	1,279	36,340
EAC license fee @ Riel 1.6/kWh		6	10	11	12	14	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	441
Payment for technical supports		480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	14,400
<b>Total expenditure</b>	84,027	6,597	5,484	5,807	6,052	6,322	6,618	6,762	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	6,785	343,513	
<b>(Revenue)</b>																					
Operating revenue through electricity sales		6,300	9,735	10,996	11,987	13,078	14,278	14,828	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	14,909	424,117
Sales of CER																					0
Residual value of equipment											2,990				2,990					7,803	
<b>Total revenue</b>	6,300	9,735	10,996	11,987	13,078	14,278	14,828	14,909	14,909	17,899	14,909	14,909	14,909	14,909	17,899	14,909	14,909	14,909	22,712	437,899	
<b>(Net operating income)</b>	-84,027	-297	4,251	5,188	5,935	6,756	7,659	8,066	8,125	8,125	11,115	-21,775	8,125	8,125	11,115	-21,775	8,125	8,125	15,928	94,386	
<b>FIRR</b>	<b>5.0%</b>																				

(出典：調査団)

地方電化基金（REF）の補助金制度に従い、補助金のレベルを初期投資額の 25% と設定した。この補助金を適用した場合、料金水準は \$0.400/kWh と計算される。この料金を用いると、財務的内部収益率は 5.0% となり、フェーズ 1 の電化事業は財務的に成り立つといえる。

## 5 環境社会配慮

本環境社会配慮にあたり、JICA 環境社会配慮ガイドラインにしたがってカテゴリを決定し、環境影響評価を行った。また、カンボジア国の環境関連規則である“Sub-Decre No.72 ANRK. BK.” (dated August 11, 1999) の Annex で示された“List of the Project Require an IEIA and/or EIA”やその他諸規則にも準じて諸評価を行った。

一方、同国では初期環境影響評価（Initial Environmental Impact Assessment, IEIA と称される、IEE に相当する）報告書の作成に関する詳細な指針がないため、ここでは同国の EIA に関する規則

（“Guideline for conducting Environmental Impact assessment (EIA) Report” stipulated by the “Prakas on Guidelines for preparing EIA Report”, No.49 BST.SSR dated March 9, 2000）を準用した。

Xtung Tun Po 小水力発電計画に関する環境スクリーニングを行った結果、IEIA を要することが判明した。

以下に、行った環境スクリーニングおよび IEIA の結果を示す。

## 5.1 環境スクリーニング

表 4.13 に Xtung Tun Po 小水力計画に関する環境スクリーニングの結果を示す。主な結果と所見を以下に示す。

- (1) 以下の諸事項から本計画では IEIA を行う必要がある。
  - 1) 本計画の立地点は MOE により “Wildlife Sanctuary” (Phnom Samkos) として指定された環境保護区内に位置すること。
  - 2) したがって、JICA 環境社会配慮ガイドラインにより環境カテゴリ B と判断されること、またカンボジア国環境省（MOE）の規則でも IEIA を必要とする。

電化計画の実施機関／組織は IEIA や EIA を行い、その報告書を MOE に提出し審査と承認を受けなければならない。

### (2) 環境スクリーニングの結果および所見

- 1) 自然・社会環境へのインパクト
  - a. 本計画の立地点は MOE により “Wildlife Sanctuary” として指定された環境保護区内（面積は約 333,750 ha）にある。2005 年 9 月 8 日に行った現地踏査と関連コミュニティや村落の代表者とのインタビューから、この地域一帯で保護野生動物は生息していないし、また見かけたこともないとの情報を得た。鹿、虎や象はこの地域一帯から遠く離れた山間部で生息しているとのこと。
  - b. 本計画は小水力であることから地域の大气や水質への悪影響はない。
  - c. 本計画による地下水への悪影響はない。
- 2) 発電所の設計および建設による影響
  - a. 取水せきから発電所までの区間の河川には灌漑取水口がないので、この地域の農業への悪影響は生じない。
  - b. 本計画は小水力であり小規模取水せきと地下埋設式水路を採用すること、更に立地点一帯で保護野生動物が見られないことから環境への悪影響は生じないと考えられる。



- c. 本計画による好ましい影響
    - i) 地域が電化される。
    - ii) 発電所の運転・維持管理の労働力として地域の雇用機会が生じる。
    - iii) 建設中は村民達に商業活動の機会が生じる。
  - d. 建設工事により河川水の濁りが生じる可能性がある。河床工事を最小限にすること、また生じる粉塵は散水などにより低減させることが必要である。
- 3) 発電所の運転による影響
- a. 乾季には河川の減水区間が生じる。その区間で完全に無水状態が生じるとその動植物に悪影響が生じる可能性がある。それを避けるため、乾季末の河川流量の 10%を河川維持流量として保持すること。
  - b. この地域で保護野生動物や希少動物の存在は確認されていない。しかし、動物が偶然発電所施設に迷いこんだ場合感電する恐れがあるため、屋外の電気機器類に接触しないよう防護フェンス類を設けること。
  - c. この地域の農業への悪影響はない。

## 5.2 初期環境影響評価 (IEIA)

### (1) 計画概要

Xtung Tun Po 小水力計画の立地点は Pursat 州 Veal Veang District, Pramaoy コミューン内に位置する。本計画は Xtung Tun Po 河川を利用し 47 kW のポテンシャルを持つ。これで全 579 世帯数 (2005 年 9 月 8 日現在) の内の 361 世帯に給電することが可能になる。

本計画の立地点は MOE が指定した環境保護区 (Wildlife Sanctuary、野生動物保護区、面積は約 333,750 ha) 内にある。ただし、2005 年 6 月 8 日に行った現地踏査と関連コミューンや村落の代表者とのインタビューから、この地域一帯で保護野生動物は生息していないし、また見られたこともないとの情報を得た。したがって、本計画による環境への悪影響はないと判断される。

### (2) 本計画の目的

本計画で同コミューンの全世帯数 579 の内、361 世帯を電化することが目的である。この電気供給により同コミューンの村落民の生活向上に寄与することができる。

### (3) 計画に関する情報

- 代替案

Pursat 州内の地方電化の必要性は高い。GIS を用いた調査結果から同州内に約 6 箇所  
の小水力候補地点が特定された。需要の規模、投資効率、系統延伸の可能性やアクセ  
ス道路の状況から本計画が選定された。

- ガス化炉の廃棄物の量等に関する詳細は F/S 段階で推定される。現時点では明確な数  
値はない。

#### (4) 環境社会に関する現状と資源

##### 1) 物理的な自然環境

- a. この地域一帯には工業施設がなく、各種汚染物質源がないことから、本計画地点一帯  
の大気質は良好である。カンボジア国全体が熱帯気候であり、本計画地点一帯の気候  
も他の地域と同様乾季と雨季に分かれている。雨季は6月から10月末まで続く。
- b. 大気質の場合と同様、河川の水質も良好である。現在水質に関するデータはない。本  
計画は小水力発電なので、水質への悪影響は予見されない。

##### 2) 生物環境

- a. 現地踏査とコミュニン代表者や村落民とのインタビューの結果、本計画地点一帯には  
保護野生動物の生息地はない。
- b. 本計画地点一帯の森林の大半は二次林であり、約 10%を占める。

##### 3) 社会経済環境

- a. 2005年6月8日現在、Pramaoy コミュニンの総人口は2,769人で、総世帯数は579で  
ある。少数民族はいない。
- b. 同 コミュニンでは約 50%の世帯がバッテリー照明を利用している。BCS は 3ヶ所あ  
る。水は井戸と溪流に頼っている。
- c. 同 コミュニン代表者や村落民とのインタビューの結果、約 95%の民家の住宅地は私  
有地であり、所有権を有する。
- d. 同 コミュニンには1つの保健所があり、医師はいないが計9人の保健師がいる。
- e. 同 コミュニンには5つの小学校があり、1つの中学校がある。
- f. 同 コミュニン全体の平均として、1世帯1日あたりの支出は約 Riel 3,000 で極めて低  
い。その主な収入源は農業で、主な穀物はコメ、大豆、トウモロコシ等である。天然  
樹脂の採取による収入は約 3%にあたる。養豚や家禽類は自家消費用として飼育され  
ている。

## (5) 公衆による計画への参加

- 1) 社会経済に係る調査と関連村落民との討議を目的に、MOE スタッフ 1 名、MIME/DIME 技術者各 1 名と本調査団員からなるグループで 2005 年 9 月 8 日同コミュニティの訪問調査を行った。この訪問調査で同コミュニティの代表者および村落民達に対するインタビューと討議を行った。その結果、全コミュニティで電源の必要性が訴えられ、また道路の補修、水の供給、雇用機会の創出も重要な課題であることが判明。
- 2) 今後本計画の具体化に際し、改めて利害関係者の会議を開催し、本計画の詳細を伝えて関係者達の意見聴取を行うことが必要である。

## (6) 初期的環境影響分析

## 1) 自然・社会環境へのインパクト

- a. 本計画の立地点は「野生動物保護区」(Wildlife Sanctuary)の中に位置する。ただし、同コミュニティ代表者と村民達との討議でこの地域には保護動物は生息していないこと、また見かけることもないとの情報を得た。したがって、保護野生動物への悪影響はないと思われる。
- b. したがって、累積的環境影響は生じないと思われる。
- c. 本計画による河川源流域へのインパクトはない。
- d. 本計画は小水力であり、計画地点一帯の大気質や水質への悪影響はない。
- e. 本計画は小水力であり、本計画による地域一帯の地下水への悪影響は生じない。

## 2) 発電所の設計および建設に係る環境へのインパクト

- a. 計画立地点一帯の農業への悪影響はない。
- b. 既存の河川水利権との抵触はない。
- c. もし建設用砂や砂利などをこの河川床から採取する場合、下流へ濁り水を流すことになる。この濁りの低減方法を考え、河床からの骨材の採取を最小限にとどめること。
- d. 本計画立地点一帯村落への好ましい影響
  - i) 労働力としての雇用創出
  - ii) 建設中に村落民の商業活動機会の発生
- e. 作業員用キャンプからの排水による河川水が汚濁する可能性がある。排水処理を行うこと。
- f. 建設工事中の粉塵の発生。散水することにより粉塵の発生を抑制すること。

3) 発電所運転中の環境インパクト

- a. 乾季では河川水量がかなり減少する。減水区間の最小河川維持流量として乾季末の流量の10%を保持すること。
- b. 本計画による下流域水質への悪影響はない。
- c. 本計画による地域一帯の農業への影響ない。
- d. 本計画地点の地域一帯に保護野生動物が生息していないとのことであるが、野生動物が発電施設内に迷い込んでくる可能性もある。その防止に屋外電気設備や配電設備に防護フェンスを設けること。

初期的環境影響分析、即ち IEIA の結果を表 4.14 にまとめてある。詳細はその表を参照のこと。

(7) 環境影響緩和措置

環境影響緩和措置の詳細は同表 4.14 に示されている。また下記「環境管理計画」の節でも記述されている。

- a. 前述されたように、乾季では河川水の流量が極めて小さくなる。減水区間の最小河川維持流量として乾季末の流量の10%を保持すること。
- b. 本計画の立地点が「生物多様性保存区」の中に位置する。したがって、生態系へのインパクトを回避し、軽減する諸対策を講じること。
- c. 本計画地点の地域一帯に野生動物が生息していないとのことであるが、野生動物が発電施設内に迷い込んでくる可能性もある。その防止に屋外電気設備や配電設備に防護フェンスを設けること。

(8) 社会経済分析および環境価値

本計画で全家庭数の約 63%にあたる 361 軒の家庭に給電することが可能になる。それにより、バッテリーの充電や買い替え費用が低減されるかまたは不要になり、より品質が高く明るい電気照明が実現する。また、余剰電力は河川水を電動ポンプで揚水して、家庭への給水や田畑の灌漑に使用することができる。一方、建設用地での樹木の伐採は少なく、再植林で影響緩和が可能。

(9) 環境管理計画

1) 環境保護・緩和措置

Environmental Issue	Mitigating Measure	Implementation Responsibility
<b>Construction</b>		
Loss of tree resources	Trees to be cleared will be limited to the waterway, penstock and generator facility. The lost trees will be supplemented by reforestation in the surrounding area.	Project IO/operator and contractor(s)  (see Remarks for IO)
Air/river water quality	Air dust will be minimized by spraying water. Proper wastewater treatment will be conducted before being discharged to the river. Water supply and waste disposal facilities will be established for workforce camps.	Project IO/operator and contractor(s)
Loss of rare and endangered species	Identify critical habitats and prepare habitat protection plan	Project IO/operator and contractor(s)
Hazardous materials	Proper storage of chemicals and fuels	Project IO/operator and contractor(s)
Worker/public health and safety	Health care and safety center will be established.	Project IO/operator and contractor(s)
<b>Operation</b>		
Potential impact to ecology of water reduction section	Keep 10% river water flow as the minimum maintaining flow.	Project IO/operator
Potential electric shock to wildlife	Set barrier nets around electrical equipment and distribution facilities.	Project IO/operator
Change in water quality (upstream and downstream)	Remove upstream pollution sources.	Project IO/operator
Sediment transport/erosion	Prepare sediment bypass system	Project IO/operator
Introduction of exotic pest species	Reduce water residence time	Project IO/operator
Public safety	Proper design to avoid villagers entering in to the facility areas.	Project IO/operator

2) 環境モニタリングプログラム

Monitoring Parameter	Monitoring Technique	Monitoring Location	Monitoring Frequency	Monitoring Responsibility
<b>Construction</b>				
Loss of tree resources	Observation of conditions of reforestation	Site surrounding area used for reforestation	Once per month	Project IO/operator and contractor(s)
Air/river water quality	Observation, turbidity meter	Project site area	Once per week	Project IO/operator and contractor(s)
Loss of rare and endangered species	Observation	Project site area	Once per month	Contractor(s)
Hazardous materials	Observation	Construction site	Once per month	Constructor(s)
Worker/public health and safety	Observation	Whole area of the project site	Every day	Project IO/operator and contractor(s)
<b>Operation</b>				
Reforestation condition	Observation	Site surrounding area used for reforestation	Once per six months	Project IO/operator
Wildlife condition	Observation	Plant facility area	Once per week	Project IO/operator
Change in river water quality	Observation, pH, COD, TSS, etc.	Project site area	Once per three months	Project IO/operator
Sediment transport/erosion	Turbidity meter	Upstream and downstream	Once per month	Project IO/operator
Introduction of exotic pest species	Observation	Upstream and downstream	Quarterly	Project IO/operator
Public safety	Observation	Whole area of the project site	Once per week during tourism season	Project IO/operator

Remarks: IO stands for Implementing Organization.

(10) 本計画を実施しない場合の状態

2005年9月8日時点で、同 コミューン に計 579 世帯が生活している。収入の約 97%は農業で、コメがその主産物で約 80%を占める。1 家族 1 日の平均支出は約 Riel 3,000 で、生活費として極めて低いレベルにある。その一対策として果樹の栽培や家禽類を飼育しているが、それでも不十分であるとのこと。

同コミュニティには 3 台の BCS があり、約 50%の世帯がバッテリー照明を利用している。

同コミュニティの課題は 1) 道路の修復、2) 穀物等の種子の入手と灌漑水の充足、3) 雇用機会、および 4) 電化である。一方、多くの家庭では収入不足で十分な食料を得ることができていない。

以上のように、同コミュニティはかなり貧困状態にある。何も方策を講じなければこの状態は改善されない。電化により十分な電気照明が得られるだけでなく、家庭給水と灌漑水の供給により、農業収入の向上を図る機会となる。

## (11) 組織体制上の受容力

現地訪問調査の結果、この発電計画の作成、建設や運営に要する組織体制の強化が不可欠と思われる。電化事業の実施支援機関／組織やその運営・管理者に対して、EIA を行うための教育訓練が欠かせない。実施機関／組織の運営・管理者は「環境管理計画」の実施に責任を有する。そのために、その支援組織内に環境アセスメント部門を設立し、要員の教育と訓練が必要である。

## (12) 結論および提言

- 1) 本計画の立地点が「野生動物保護区」の中に位置することから、野生動物や生態系へのインパクトを回避し、軽減する諸対策を講じることが重要である。
- 2) 本計画地点の地域一帯に保護野生動物が生息していないとの住民情報を得たが、野生動物が発電施設内に迷い込んでくる可能性もある。その防止に屋外電気設備や配電設備に防護フェンスを設けること。
- 3) 一方、同コミュニティの電化は緊急の課題となっている。本計画はまた貧困問題の一解決策として村民に利益をもたらす。
- 4) 建設中に要する労働力はこの地域村落から得ること。
- 5) 電化計画の実施機関／組織は上記項目(9)「環境管理計画」で示した諸環境影響緩和策及び環境モニタリングプログラムを確実に実施できるよう、早い段階でそれらを具体化すること。
- 6) フェーズ2で小水力を追加建設する場合には、本計画による生態系への影響をより詳細に把握するため、EIA の実施が望ましい。

**表 4.13 Pramaoy 電化計画における小水力代替案 (Xtung Tun Po) の環境スクリーニング**

(小水力発電計画のチェックリスト)

1. General Information

Name of the proposed project: **Xtung Tun Po MHP Project**

Name of Project owner/proponent: not decided yet

Project Execution Organization : not decided yet

Name of authorized person(s) responsible for the project : not decided yet

Information regarding the project site

Name of the village, commune, district and province :

Three concerned villages, Pramaoy Commune, Veal Veang District, Pursat Province

2. Outline of the Proposed Project

2.1 Information on project characteristics

(1) Needs involuntary resettlement		
	Yes	Scale: households, persons
●	No	
(2) Groundwater pumping		
	Yes	Scale: m <sup>3</sup> /year
●	No	
(3) Land reclamation, land development and land cleaning		
	Yes	Scale: hectares
●	No	
(4) Logging		
●	Yes	Scale: about 0.5 hectares for power house space and waterway construction
	No	

2.2 Description of the project

Main design specifications:

The MHP will utilize the head difference of Xtung Tun Po River. Generating capacity will be 47 kW.

The power generated will be supply to 361 households.



2.3 Is the project consistent with the higher program/policy ?

<input checked="" type="radio"/>	Yes	(outline of the higher program/policy) Rural electrification plans of MIME/DIME in Pursat Provinces
	No	

2.4 Any alternatives considered before the project ?

<input checked="" type="radio"/>	Yes	(outline of the alternatives) There are about 6 potential MHP project sites which could be utilized. Considering cost benefit, urgent need and other factors, Xtung Tun Po project has been selected.
	No	

2.5 Did the project proponent have meetings with related stakeholders during the project planning ?

<input checked="" type="radio"/>	Yes	(mark the corresponding stakeholders)	
		<input checked="" type="radio"/>	Administrative body/local government
		<input checked="" type="radio"/>	Local residents/villagers
			NGOs
			Others (to specify)
	No		

2.6 Are any of the following areas located inside or around the project site ?

<input checked="" type="radio"/>	Yes	(mark related items listed below)	
		<input checked="" type="radio"/>	National park, <u>wildlife sanctuary</u> , bio-diversity conservation, and other protected areas designated by the government
			Virgin forests, tropical forests
			Ecological important habitat areas
			Habitat of valuable species protected by domestic laws or international treaties
			Likely salt cumulus or soil erosion areas on a massive scale
			Remarkable desertification trend areas
			Archaeological, historical or cultural valuable areas
	Living areas of ethnic, indigenous people or nomads who have a traditional lifestyle or specifically valuable areas		
	No		

Remarks: Based on the interviews carried out with the representatives of concerned Commune and villagers, protected animals were rarely found in the site area and its vicinity.

2.7 May the project have potential negative impacts to the environment and local communities ?

●	Yes	(brief description of the potential negative impacts) The project site is located in a Wildlife Sancyuary area being protected. Measures shall be taken to mitigate impacts to the protected animals.
	No	
	Not identified	

2.8 Mark the related potential environmental and social impacts and describe briefly the contents of the impacts, if any.

Items of potential impacts		Items of potential impacts	
	Air pollution		Local economy, employment, livelihood, etc.
	Water pollution		Land use and utilization of local resources
	Soil pollution		Existing social infrastructures and services
●	Waste (liquid and/or solid)		Poverty issue
	Causing noise and vibration		Ethnic and /or indigenous people
	Ground subsidence		Misdistribution of benefits
	Offensive odors		Local conflict of interests among villagers
	Geographical features		Gender issue
	Bottom sediment		Children's rights
●	Biota and ecosystem		Natural and/or cultural heritages
	Potential conflict on water use rights		Infectious diseases such as HIV/AIDS, etc.
	Public health and hygiene		Others if any
	Global warming		
	Involuntary resettlement		

Remarks:

- 1) The waste would be generated during construction by worker's camps at site. Such wastes must be treated before being discharged to the environment.
- 2) As mentioned above, the project site is located in a Wildlife Sanctuary area being protected. In spite of not being found in and around the project area, mitigation measures shall be taken to avoid impacts to the wildlife which may occasionally come into the plant facilities.
- 3) No minority people are living in the Commune.

3. Key results and findings of the environmental screening

- 1) The project site will be located at a Wildlife Sanctuary area being protected.
- 2) Therefore, in consideration of both environmental regulations of JICA and the MOE, carrying out IEIA(IEE) will be required, and the report shall be prepared and submitted by project owner to the MOE for review and approval.

The Table attached to Part 4 Chapter 4

表 4.14 Pramaoy 電化計画における小水力代替案 (Xtung Tun Po) の初期環境影響評価 (IEIA) の結果

Environmental Factors	Potential Negative Impact	Mitigation Measures	Potential Environmental Impacts			Remarks
			Positive impacts	Negative Impacts		
				Non, not significant or minor (C)	Moderate impacts (B)	
<b>I. Natural and Social Environmental Impacts</b>						
1. Watershed erosion and silt runoff/sedimentation	No negative impact			Non		
2. Encroachment upon Precious ecology	The site is located in a Protected Area ( a Wildlife Sanctuary) (Phnom Samkos).	Barrier nets will be set around electrical equipment and distribution facilities to protect wildlife against suffering electric shock.			●	Deer, tigers and elephants inhabit in the remote mountain areas.
3. Impact on migration fish species	No migration fish species			Non		
4. Effects on groundwater hydrology	No negative impact			Non		
5. Change of river morphology	No negative impact			Non		
6. Change of riverside vegetation	May have such impact to the water reduction section	Keep minimum maintaining water flow			●	
7. Resettlement	No need			Non		
8. Impacts on tourism (potential ) area	No negative impacts due to not a tourism spot			None		
9. Encroachment upon natural/cultural heritages	No such heritages being existed			Non		
10. Impairment of navigation	No river navigation			Non		
11. Inundation of agricultural and/or pasture lands	No negative impact, due to small scale of the weir.			Non		

Environmental Factors	Potential Negative Impact	Mitigation Measures	Potential Environmental Impacts			Remarks
			Positive impacts	Negative Impacts		
				Non, not significant or minor (C)	Moderate impacts (B)	
<b>I. Natural and Social Environmental Impacts (continued)</b>						
12. Water right conflicts	No conflicts			Non		
13. Other potential impacts	Not found			Non		
14. Held stakeholder meetings to inform and discuss on the project plan, and points of opinions and comments received	No negative impacts. Through discussions with the representatives of the Commune and villagers, found all of them need more electricity.		Yes			
<b>II. Environmental Issues in connection with project design and construction activities</b>						
1. Negative impacts to existing communication road/system of concerned villages	May have impacts to existing communication road condition.	Improve road conditions before starting construction activities.		Not significant		
2. Soil erosion/silt runoff	No negative impact			Non		
3. Noise during	Minor due to remote from			Non		

Environmental Factors	Potential Negative Impact	Mitigation Measures	Potential Environmental Impacts			Remarks
			Positive impacts	Negative Impacts		
				Non, not significant or minor (C)	Moderate impacts (B)	
<b>II. Environmental Issues in connection with project design and construction activities (continued)</b>						
4. Air pollution during construction activities	Minor impact to the air around the site area.	Spraye water to the dust generating work.		Minor		
5. River water pollution due to Construction activities	May have impact on the turbidity of river water.	Collect high turbidity water to a pond before discharging to the river. Minimize river bed work.		Not significant		
6. River water pollution due to waste water discharged from workers' camps	May have impacts on the river water quality	Prepare sewage treatment system			●	
7. Air and/or water borne diseases	May cause such diseases .to workers.	Prepare sanitary measures			●	
8. Impacts by quarry sites	Not much quarry will be needed.			Minor		
9.Odors to be generated	No such impacts			Non		
10.Employment of local villagers	Will create employment as construction workers		Yes			

Environmental Factors	Potential Negative Impact	Mitigation Measures	Potential Environmental Impacts			Remarks
			Positive impacts	Negative Impacts		
				Non, not significant or minor (C)	Moderate impacts (B)	
<b>III. Potential Environmental Impacts during Operation</b>						
1. Potential impact to ecology of the water reduction section	May have such impact	Keep 10% river water flow as the minimum maintaining flow for the water reduction section.			●	
2. Potential electric shock to wildlife	May have such impact to the wildlife which come occasionally into the plant facility site	Set barrier nets around the outdoor electrical equipment and distribution facilities.			●	
3. Downstream river bed erosion or sedimentation	No such impacts			Non		
3. Eutrophication of reservoir	No such impacts due to a small weir			Minor		
4. Air/water borne diseases	May cause such impacts	Avoid long term stagnation of reservoir water		Minor		
5. Impacts on downstream fisheries	No such impacts due to no fisheries being existed			Non		
6. Increase of insect vector diseases	May have such impacts	Avoid long term stagnation of reservoir water		Minor		

- Remarks: 1) Negative impact (A) stands for having “Significant impacts”.
- 2) Negative impact (B) stands for having “Moderate impacts”
- 3) Negative impact (C) stands for having “Non, not significant or minor impacts”.

## 6 管理体制

### コミュニンの運営キャパシティ

Pramaoy で活動中の NGO である Disability Cambodian Organization (DCO) と Seila プログラムはトレーニングや行動計画策定へ協力できるとしている。この NGO が保有する地域に関する知識と情報はコミューンレベルの組織強化にきわめて重要である。

### 運営および管理組織への提案

DIME/NGO の支援の下に村民自身が CEC を設立したのち、発電開始後 1 年間は CEC の運営面で適切な支援を継続する必要がある。それ以降は、DIME が会計検査を含む定期点検を実施して、モニタリングを継続することを提案する。

## 7 調査結論と提言

Pramaoy 電化計画は、当初小水力発電計画のプレ FS 候補として選定した。しかし、最乾季に河川流量が不足するため、小水力単独での開発は困難であることが判明した。代替案の比較検討の結果、バイオマスガス化発電を最小費用オプションとして選定した。

結局、Pramaoy 電化計画は以下の手順で実施することを推奨する。

- 1) 電化は 2 つのフェーズに分けて実施する。
- 2) フェーズ 1 は郡都である Pramaoy 村をバイオマス発電（20 kWe）により電化する。
- 3) フェーズ 2 では、25 kWe のバイオマス発電機 1 台を増設し、給電区域を Stueng Thmei 村まで拡張する。
- 4) フェーズ 2 の実施時には以下の事項を検討する。
  - a) 25 kWe のバイオマスガス化発電機 1 台を追加する。
  - b) 昼間需要と乾季流量に対する十分な検討を行い、乾季以外の主電源として小水力発電を追加建設する代替案の経済性を再検討する。

## 需要

Pramaoy の電気需要の概要を下表に示す。

**Pramaoy（フェーズ1）電化計画における需要想定**

	需要家数	単位消費規模 (kW)	需要(kW)
住居用夜間需要	146	0.1	14.6
外灯	75	0.02	1.5
予備(30%)*	44	0.1	4.4
合計	265	-	20.5

\*: 住居用夜間需要の30%と想定。

## 支払能力

村民はすでに入手可能なディーゼル油ランプやバッテリー照明、さらに一部の世帯ではミニグリッドの電気に対して1ヶ月当たり1-5ドルを支出している。バイオマス発電が導入されてより安価な料金単価で良質な電気が提供されれば、貧困世帯の一部も電気供給を受けることができるだろう。ただし、住民にとって高額な初期拠出費用については、マイクロクレジットの提供や、建設工事での貧困世帯の優先雇用を通じて捻出するなどの支援策を用意する必要がある。

## 第4巻 プレフィージビリティ調査(Pre-FS)

<b>Part 1</b>	概 要
<b>Part 2</b>	Samlout 電化計画
<b>Part 3</b>	Bu Sra 電化計画
<b>Part 4</b>	Pramaoy 電化計画
<b>Part 5</b>	Samraong 電化計画
<b>Part 6</b>	Kampong Kor 電化計画
<b>Part 7</b>	Srae Ta Pan 電化計画

カンボジア国  
再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査

ファイナルレポート  
第4巻 プレフィージビリティ調査

目次

PART 5 Samraong 電化計画

1	調査地域の社会経済状況.....	P5 - 1
1.1	Samraongに関する基本情報.....	P5 - 1
1.2	社会経済調査結果による家計の現状.....	P5 - 1
1.3	開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）.....	P5 - 6
2.	電化計画策定.....	P5 - 7
2.1	グリッド延伸の可能性.....	P5 - 8
2.2	住民集会の結果（Samraong）.....	P5 - 8
2.2.1	ワークショップ概要.....	P5 - 8
2.2.2	コミュニティ組織.....	P5 - 8
2.2.3	ドナープロジェクト.....	P5 - 9
2.2.4	既存 REE.....	P5 - 9
2.2.5	バッテリー利用状況.....	P5 - 9
2.2.6	CEC 設立にあたって.....	P5 - 10
2.2.7	バイオマス燃料木.....	P5 - 10
2.2.8	希望電気使用量と料金.....	P5 - 11
2.2.9	支払い能力.....	P5 - 11
2.2.10	Samraong 電化事業の社会的フィージビリティ.....	P5 - 11
2.3	プロジェクトスケール.....	P5 - 12
2.3.1	段階開発.....	P5 - 12
2.3.2	バイオマスガス化発電所建設費用.....	P5 - 14
2.4	燃料の供給.....	P5 - 15
2.5	工事計画.....	P5 - 15
3	経済・財務評価、料金設定.....	P5 - 16
4	環境社会配慮.....	P5 - 17
4.1	Samraong バイオマス発電計画に関する環境スクリーニング.....	P5 - 17
4.2	環境スクリーニングの結果および所見.....	P5 - 18
5	実施組織.....	P5 - 23
6	結論と提言.....	P5 - 23



付表目次

表 5.1	Samraong コミューンの基本情報.....	P5 - 1
表 5.2	主な収入源(%).....	P5 - 2
表 5.3	品目別月家計支出.....	P5 - 3
表 5.4	ディーゼル油とバッテリー照明の使用状況.....	P5 - 4
表 5.5	電気製品の所有状況と将来の需要.....	P5 - 5
表 5.6	月電気料金に対する支払意思額.....	P5 - 5
表 5.7	Samraong コミューン内で活動している NGO の概要 .....	P5 - 6
表 5.8	住民ワークショップの概要.....	P5 - 8
表 5.9	バッテリー利用世帯数.....	P5 - 9
表 5.10	月照明支出内訳.....	P5 - 10
表 5.11	月照明支出合計.....	P5 - 10
表 5.12	希望電気使用量と料金.....	P5 - 11
表 5.13	3つの代替開発計画の概要.....	P5 - 14
表 5.14	バイオマス発電・配電施設建設費.....	P5 - 15
表 5.15	計画 1 と 3 の経済評価.....	P5 - 16
表 5.16	Samraong 電化計画における環境スクリーニング.....	P5 - 20

付図目次

図 5.1	月家計支出 .....	P5 - 2
図 5.2	エネルギー使用.....	P5 - 4
図 5.3	調査対象地域.....	P5 - 7
図 5.4	電化対象地域における幹線道路沿いの家屋分布密度.....	P5 - 13
図 5.5	計画 1 および 2 の対象地域の家屋分布状況.....	P5 - 13
図 5.6	Samraong 電化計画の工事計画（計画 3） .....	P5 - 16

Part 5 Samraong 電化計画

## 1 調査地域の社会経済状況

### 1.1 Samraong に関する基本情報

プルサット州 Phnum Kravanh 郡は7つのコミューンから構成されている。調査地域である Samraong コミューンは Phnum Kravanh 郡に位置しており、11 カ村から成る。中心部の4カ村の世帯数やテレビ所有世帯数などを表 5.1 に示す。他地域からの移民を含めた人口は 4,581 人である。

表 5.1 Samraong コミューンの基礎情報

村落名	世帯数	人口	テレビ所有世帯数	識字率	バッテリー充電所数	ミニグリッドの数
対象地域全体	948	4,581	250	86.3%	4	1
Preaek Muoy	367	1,783	169	85.2%	n.a.	n.a.
Preaek Pir	198	962	29	85.0%	n.a.	n.a.
Preaek Bei	208	1,051	31	84.4%	n.a.	n.a.
Ou Heng	175	785	21	92.6%	n.a.	n.a.

出典: Seila Commune Database 2004

### 1.2 社会経済調査結果による家計の現状

電化対象地域として、当初 Phnum Kravanh 郡全体を想定した。26 のサンプル世帯からの聞き取りによる村落社会経済調査を Phnum Kravanh 郡のコミューンで実施した。その結果、6つのコミューンでは、REE の既存ミニグリッドにより計 650 世帯が電化されており、またこの REE が給電地域を拡張する計画も持っていることが判明した。そこで、Phnum Kravanh 郡内で未電化かつ将来の電化計画もない Samraong コミューンだけを対象とすることとした。Samraong における家庭の経済状況、エネルギー使用状況と電気料金への支払意思については住民ワークショップ時に調査票により調査した（2.2 節参照）。Leach コミューンの Krouch Chhmar 村が当該地域から近距離に位置するため、その家計調査と地域の識者調査（Key Informant Survey）結果を、参考情報として以下に述べる。

#### (1) 家計経済

第一の重要な収入源は農業（米、穀物、豆類、野菜）である。牧畜や林業（森林における非木材系の林産物収集）が第二の収入源である。餅菓子づくりなど簡易な加工業とレストランや商店などのサービス業が地域に存在する。キーインフォーマント調査によると、収入は一ヶ月 10-50 米ドルと低めの回答だが、支出状況から推測すると 50 米ドル未満の支出の家庭数がむしろ少ない

ようである。

1) 主な収入源(%)

表 5.2 主な収入源(%)

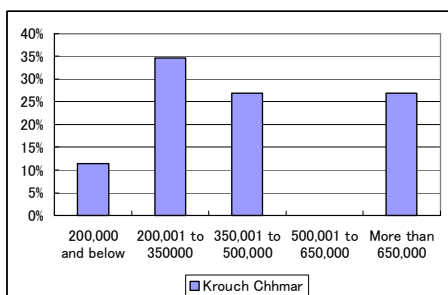
Income Source	1st	2nd	3rd
Agricultural produce (crops)	46.2	23.1	18.2
Livestock & poultry	3.8	26.9	31.8
Forestry (timber non-timber forest products)	-	7.7	13.6
Bakery/ grocery	15.4	-	-
Food/ Restaurant business	3.8	7.7	-
Salary from private business/ NGO	7.7	-	4.5
Salary from public service	-	11.5	4.5
Wage from seasonal labor	-	7.7	9.1
Home-based crafts	-	3.8	-
Sell vegetable	-	3.8	4.5
Raparing moto	-	-	4.5
Construction	-	3.8	-
Moto taxi	-	3.8	-
Sewing	3.8	-	-
Make palm juice	3.8	-	-
Sell firewood/charcoal	7.7	-	-
Ruun taxi	3.8	-	-
Washing moto	3.8	-	-
Others	-	-	9
Total	100	100	100

(出典： 調査団)

2) 土地所有と資産

灌漑された水田を所有する世帯割合は 26%に留まっている。借地に頼っているものは約 4%である。

3) 月額家計支出額(Riel)



(出典： 調査団)

図 5.1 月家計支出

4) 1ヶ月あたりの品目別家計支出額 (Riel)

表 5.3 品目別月家計支出

Expense item	n	%	Minimum	Median	Maximum
Food	26	100.0	60,000	183,000	400,000
Clothing	10	38.5	3,000	35,000	150,000
Child care	4	15.4	800	10,000	45,000
Education	21	80.8	3,000	48,000	300,000
Medical treatment/medicines	20	76.9	500	40,000	120,000
Transportation	11	42.3	10,000	60,000	870,000
Amusement/recreation	8	30.8	4,500	40,000	150,000
Fuel for lighting/cooking	24	92.3	1,200	3,400	75,000
Personal care	25	96.2	500	9,000	30,000
Water	12	46.2	2,300	17,500	90,000
Gambling	2	7.7	2,000	3,000	4,000
Payment of debt/loan	6	23.1	10,000	55,000	300,000
Saving	12	46.2	10,000	40,000	200,000
Others	11	42.3	5,000	13,800	27,600
Total expenses of each sample HH	26	100.0	84,000	362,400	1,987,000

(出典： 調査団)

最も貧しいもので 84,000 リエル (20 米ドル) で最も裕福なもので 1,987,000 リエル (ほぼ 200 米ドル) を消費していた。200,000 リエル (50 米ドル) 以下の世帯は約 10% である。

5) 小口信用貸付 (マイクロクレジット) と貯蓄

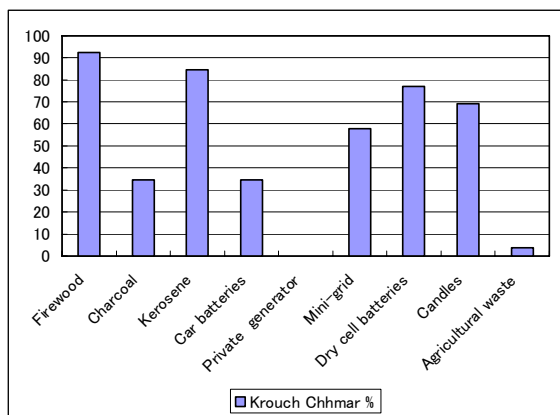
ターゲットの 4 つの村には米や家畜といった特別な対象に対するマイクロクレジットと貯蓄活動が存在する。電化事業の初期接続費用あるいは初期拠出金を賄うため、このようなマイクロクレジットの利用が有効であろう。

(2) エネルギー使用の現状とニーズ

1) エネルギー使用

ディーゼル油<sup>1</sup>は 80% の世帯で使われているが、30% の回答者によるとバッテリーも同時に使用している。ミニグリッドに接続しているものは一ヶ月 5~8kWh、1 kWh あたり 2,300 リエルで使用している。従って、ミニグリッドシステムを享受するものは平均 4.5 ドルを消費し、ディーゼル油かバッテリー照明を予備としていると推定される。ミニグリッドシステムが Krouch Chhmar で導入されたため (50% の世帯が接続している)、バッテリーを使用する割合は少ないが、ディーゼル油は予備照明源として広く使われている。

1 カンボジアでは灯油が市場に流通していないため、煤が多く臭いもきついディーゼル油を照明ランプに代用している。



(出典： 調査団)

図 5.2 エネルギー使用

2) 現在のディーゼル油とバッテリー照明の使用状況

表 5.4 ディーゼル油とバッテリー照明の使用状況

Kerosene (N. of users: 22 share 85%)		Car battery (N. of users:9, share 35%)	
Cost of kerosene per liter		Number of batteries owned /household	
Mean	2,550.0	Mean	1.22
Standard Error of Mean	57.6	Standard Error of Mean	0.147
Minimum	2,000	Minimum	1
Maximum	3,500	Maximum	2
Liters consumed per month		Number of times recharging batteries per month	
Mean	2.4	Mean	3
Standard Error of Mean	0.9	Standard Error of Mean	0.37
Minimum	0.5	Minimum	2
Maximum	22	Maximum	5
Monthly expenses for month		Expenses for recharging batteries per month	
Mean	3,770.5	Mean	2,388.9
Standard Error of Mean	390.8	Standard Error of Mean	532.15
Minimum	1,200	Minimum	1,000
Maximum	7,200	Maximum	6,000

(出典： 調査団)

3) 電気製品の所有状況と将来の需要

電気製品の所有世帯では照明器具の普及率が第一位であり、続いてテレビ、ラジオ、扇風機となっている。80%が電化後炊飯器の購入に関心を示している。消費電力が高くかつ使用時間の短い電気製品は、住民の想像を超える電気料（発電原価）が必要となるので、ミニグリッドでの使用は原則として禁止しなくてはならない。

表 5.5 電気製品の所有状況と将来の需要

APPLIANCE	Currently owned		Want to buy	
	n	%	n	%
Electric lighting	20	76.9	17	65.4
Electric rice cooker	-	-	21	80.8
Television (color)	14	53.8	9	34.6
Television (black and white)	-	-	-	-
Video (VHS/VCD)	6	23.1	6	23.1
Radio/radio cassette	9	34.6	6	23.1
Electric fan	5	19.2	20	76.9
Electric water pump for drinking/household	-	-	16	61.5
Electric water pump for irrigation	-	-	6	24
Iron	3	11.5	6	24
Refrigerator	-	-	8	32
Washing machine	-	-	6	24
Video game	2	7.7	-	-
Karaoke	3	11.5	3	12
Grain/cereal/meat grinder	-	-	6	24
Others	-	-	2	8.0
Electrical pot	-	-		

（出典： 調査団）

(3) 経済活動

Samraong 電化対象地域における主な収入源は農業、牧畜、非木材系（きのこなど）の林業関連産物である。餅菓子製造と野菜加工は存在するが、その製造能力は著しく限られている。これら地元産業のすべてはディーゼルエンジンを動力源としている。

(4) 電気サービスへの支払意思

1) 初期接続費用への支払意思

ワークショップ中で潜在的な利用者の支払い意志について議論した。バッテリー（12V）の費用が既に約 20 ドルであり、耐用年数が 2 年不足であることを考慮すると、必要な初期費用の 50 ドルは負担可能範囲とされた。しかし、10 ヶ月の分割により支払いを行う必要がある。

2) 月額電気料金の支払意思

表 5.6 月額電気料金に対する支払意思額

Monthly consumption of charging battery	Number of participants
4,000	8
7,500	1
12,000	21
> 12,000	4

（出典： 調査団）

多くの世帯がディーゼル油の使用やバッテリーの充電で 1 から 3 ドルの出費をしていることから、月額料金への支払い意志は 2 ドル以上と期待できる。

電気事業を始める意思を持つ実業家が 2005 年 6 月に調査を実施した。しかし、潜在的利用者が少なすぎたため電化実施を見送った。その調査結果に対して、住民は不満を感じていた。

3) バイオマス発電に対する需要

Samraong コミューン全体の目標電化世帯数は、総世帯数 1,536 の 80%と想定して 1,230 世帯、160 kW の需要規模となる。

4) 持続可能な運営に必要な料金水準

電気事業の運営持続性を考慮して、コストを回収できる料金水準が必要不可欠である一方、その料金水準が支払能力に見合ったものであることが必要である。支払意思額は電気の利便性が理解され、生活水準が改善すれば増加するが、最重要課題は実際の支払い能力である。

1.3 開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）

4 つの村長に対するインタビュー調査によると、コミュニティにおける制約は旱魃、洪水などの水資源管理問題である。灌漑は、従って、特に必要なサービスであり、続いて優先度が高い開発課題は電気と道路である。また、彼らは政府から分配されるコミュニティ資金を電気に振り分ける意思を表明した。開発活動は現在いくつかの NGO と Seila コミューン開発プログラムによって実施されている。コミュニティはパゴダ委員会、学校の保護者会、相互扶助グループなども組織している。

コミュニティでは、NGO 主導による活動以外には、村民たち自身による共同作業の経験に乏しい。コミュニティには 3 つの NGO が活動している。1) デンマーク国際開発庁（DANIDA）によるコミュニティ林業支援、2) 「Future of Children」（NGO）の支援による信用貸付・貯蓄活動、米銀行、3) 「CelAgrid」（NGO）による畜産と農業開発コミュニティなどである。

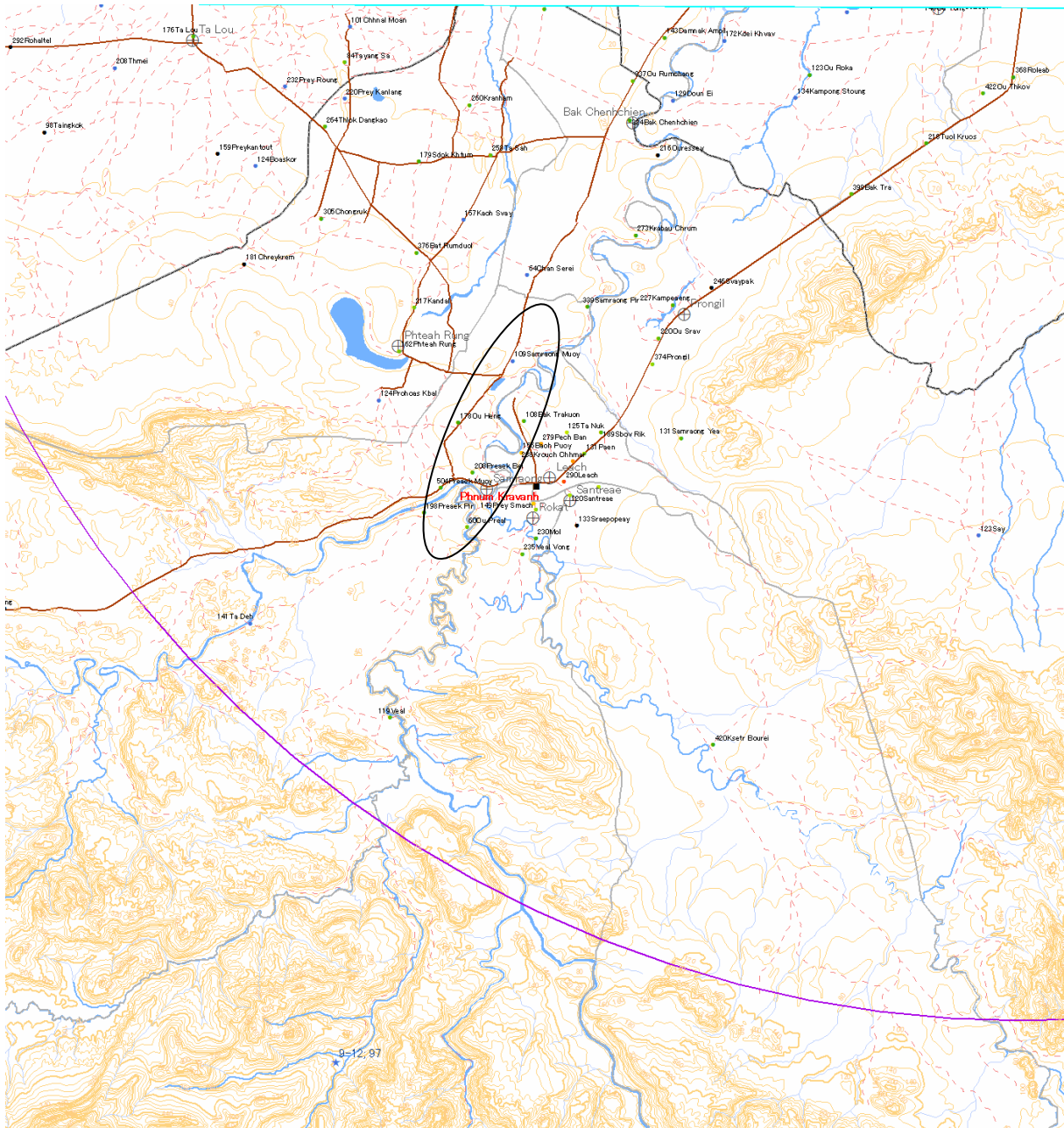
以下がコミュニティ内で活動している NGO の概要である。

表 5.7 Samraong コミューン内で活動している NGO の概要

Preak Muy Village	Preak Pi Village	Preak Bei Village	Oh Heng Village
Future of Children - 22 HH as members of rice bank - 27 HH as members of saving group with 2% of interest rate	Future of children – 15 HHs are members of saving groups	Future of children – 20 HH are members of self help group	
AMK (NGO name) 105 HH as members – provide credit for animal raising	AMK – 50 HHs are members of saving groups	AMK – 20 HHs are members of saving groups	
Racha(NGO name) - 105 HH as members – 3% of interest rate		Racha – provide training on health	
Seila 80 HH as members – provide credit for animal raising		Seila– 7 groups with 2-3 HH per one group are members of saving groups	Seila – 16 HH per 6 groups (borrow money for animal raising with 3-4% of interest rate)
PLUP - Community forestry (on plan)		PLUP – community forestry (on plan)	

(出典：調査団)

## 2. 電化計画策定



（出典： 調査団）

図 5.3 調査対象地域

調査対象地域を楕円で示した

プルスット州プノンクラババン郡サムラオンコミュニティのバイオマスガス化発電による電化事業の計画を作成した。当コミュニティには小水力のポテンシャルは無い。一方、発電用燃料木栽培に適した未利用地は十分な広さがある。本計画対象コミュニティの位置を図 5.3 に示す。



## 2.1 グリッド延伸の可能性

サムラオンコミュニティの中心部はプノンクラバーン郡都の西およそ 3km に位置する（図 5.3）。郡都は EAC 未認可の REE 業者によって、ディーゼルを電源として電化されている。この REE は 600 世帯に 05:00-23:00 の間給電している。現在のところ、低圧配電線によって給電を行なっているが、給電地域の拡張に向けて 22kV の配電線を導入予定である。しかし現在のところ REE 業者は、プルサット州へと続く幹線道路沿い北側へ向けてのみ延伸を計画中で、西側のサムラオンコミュニティへの延伸は考えていない。プノンクラバーン郡都はプルサット州都から 40km 以内に位置しているため、プルサット州都が高圧送電線によって全国送電線網と接続されれば、中圧線の延伸によって系統電化が実現する可能性がある。その際にはサムラオンコミュニティも系統へと接続される可能性が高い。一方で、全国送電線網の建設については予算的な裏付けは無く、計画が開始されるまでには今後まだ相当時間がかかるであろう事が予想される。したがって、サムラオンコミュニティが今後 10 年の間に系統延伸によって電化される見込みは極めて低いと言える。ガス化発電機器の耐用年数は 10 年程度であり、機器の更新が必要となるころには、系統延伸の可能性について情報が増しているであろうから、それらの情報をもとに、系統延伸後も従来どおり独自発電を継続するか、それとも系統から受電するかどうかを住民が判断することになる。本計画は、系統延伸の可能性が低い地域のミニグリッド電化のモデルケースとなる。

## 2.2 住民集会の結果（Samraong）

### 2.2.1 ワークショップ概要

Samraong でワークショップを実施した。概要は以下のとおりである。

表 5.8 住民ワークショップの概要

コミュニティ名	日付	時間	参加人数
Samraong	2005 年 12 月 8 日	9:30 – 16:00	28

（出典：調査団）

### 2.2.2 コミュニティ組織

いくつかのコミュニティ組織が活動を行っているが、すべて NGO、政府等の外部支援により組織されたもので、外部支援無しで組織されたものは存在しない。ただし、冠婚葬祭時にお金を出し合うなど伝統的相互扶助はある。

コミュニティ組織ならびにその活動は以下に示すとおりである。

- **Forestry Community** : DANIDA の支援により組織された。森林を持続的に管理していくため、リーダーが監視し、伐採しないよう樹木に注意喚起の看板をとり付けるなどの活動をしている。Ang Krong 村の 87 世帯がメンバーである。2006 年に他の 3 村に拡大予定である。
- **Saving Community : Future Children** という NGO が支援し、組織した。10-15 世帯で 1 つのグループを組織し、貯蓄をし、マイクロクレジットを行っている。1 世帯毎月 500 Riel を貯蓄する。1 村で 3-4 のグループがある。

- ・ Rice Bank : Future Children が支援した組織である。

コミュニティ活動における問題は、貯蓄・マイクロクレジット活動を行う上で、貯蓄が遅くなったり、返済が遅くなったりすることである。

なお、マイクロクレジット利用経験者は 27 人中 18 人いる。

### 2.2.3 ドナープロジェクト

- ・ CIDA と USAID が CELAGRID = Community Development on Livestock Raising and Agriculture という農業関連の事業を実施している。
- ・ Ouheng、Prek 2、Prek 3、Samraong 2 の 4 村で 1 グループ約 30 メンバーからなるグループを 6 つ作り活動している。

### 2.2.4 既存 REE

Prek 1 村に 1 つの REE があり、7 世帯に供給している。Reach 村の REE は、メーター制で初期接続料は無料、料金は 2,200Riel/kWh である。

2005 年 6 月に REE が来てこの地域を調査をしたが、採算を見込めなかったため、事業を実施しなかった。REE として起業できそうな資産家は存在するが、その意思はわからない。

### 2.2.5 バッテリー利用状況

バッテリー利用状況は以下のとおりである。6V バッテリーしか持っていない人が 28 人中 15 人と半数以上を占め、バッテリーを全く所有していない世帯も 3 つある。

表 5.9 バッテリー利用世帯数

バッテリー利用状況		人数
バッテリー所有者	6Vのみ所有	15
	6Vと12Vを所有	10
	12Vのみ所有	0
REE 接続		0
自家発電機所有		0
バッテリーがなく、ディーゼル油ランプ・ろうそくを使用している人		3

(出典： 調査団)

表 5.10 月照明支出内訳

利用形態	種別	回数 x 単価	利用額 (Riel)
バッテリー所有者	6V	4回 X 700R	2,800
	12V50A	3回 X 2,000R	6,000
	12V70A	3回 X 2,500R	7,500
	ディーゼル油併用		6,000
ディーゼル油・ろうそく			15,000

(出典： 調査団)

表 5.11 月照明支出合計

利用形態	種別	利用額 (Riel)	合計	人数
バッテリー所有者	6V+ディーゼル油	2,800+6,000	8,800	15
	12V50A + 6V +ディーゼル油	6,000+6,000	12,000	10
	12V70A + 6V +ディーゼル油	7,500+6,000	13,500	
ディーゼル油・ろうそく			15,000	3

(出典： 調査団)

バッテリー所有者は基本的にディーゼル油を併用しており、バッテリーは午後5時から午後10時まで利用し、午後10時から午前6時までディーゼル油を利用している。バッテリーを所有せずディーゼル油・ろうそくだけを利用している世帯の方が、月の照明代が高いことが注目される。バッテリーは約30\$、平均寿命は1.5-2年。寿命を1.75年とすると、月1.4ドルかかる。したがって、まとまったお金を支払ってバッテリーを買うということが障壁になって、逆に貧困世帯がより多くの照明支出を必要とする結果になっていると推定される<sup>2</sup>。

白黒テレビ所有者は8人で、その内3人は午後5-9時、5人は5-10時まで利用している。カラーテレビ所有者はいない。

### 2.2.6 CEC 設立にあたって

トラクターなどの修理工を生計手段としている住民が数人おり、オペレーター候補になる。会計についても、教員、ビジネスマン、学生など多くの候補がいる。

### 2.2.7 バイオマス燃料木

全参加者がバイオマス燃料木栽培に利用できる0.02ha以上の土地を持っている。1世帯平均1-2haの土地を持っており、0.5ha程度を利用可能である。コミュニティの公有地もあり、それは森林である。その森林を燃料木栽培用に使うことは可能である。

<sup>2</sup> このような関係は、バッテリー照明世帯とミニグリッド電化世帯についても存在する。

2.2.8 希望電気使用量と料金

電気使用量とその料金を6つのパターンで示し、実際に支払可能な範囲でどの程度の電気使用量を希望するか質問したところ、下表に示す回答が得られた。

月 Riel 900 の No.1 を選好するグループと、月 Riel 18,200 の No.3 のグループとに大きく分かれた。

表 5.12 希望電気使用量と料金

No.	毎日の使用量	使用ワット数	月使用量	推定月料金	人数
			kWh	リエル	
1	10 ワットの電灯ひとつを毎日3時間だけ使用	10	0.9	900	4
2	20 ワットの電灯2つを毎日4時間使用	40	4.8	8,600	0
3	20 ワットの電灯2つと白黒テレビあるいは扇風機（40 ワット）を毎日4時間使用	80	9.6	18,200	15
4	20 ワットの電灯2つとカラーテレビ（80 ワット）を毎日4時間使用	120	14.4	27,800	0
5	20 ワットの電灯2つ、カラーテレビ（80 ワット）、扇風機（40 ワット）を毎日4時間使用	160	19.2	37,400	0
6	20 ワットの電灯3つとカラーテレビ（150 ワット）を毎日4時間使用	210	25.2	49,400	0

（出典：調査団）

2.2.9 支払い能力

世帯当り初期拠出金 50 ドルという金額に対して、そんなお金は払えない、REE の方がいいといった意見が出たが、最終的には全員が CEC を選好する結論に至った。議論の途中で、発電・配電設備の運用開始以前にはお金を払うことが出来ないが、運用開始後であれば支払えると言った意見も出された。これは実際に給電されるまで信用できないことを意味していると思われる。

CEC がよいとの結論に至ったひとつの理由は、バイオマスを利用してみんなで栽培をすればお金が地域の外にでず、地域内で循環することである。

初期拠出金としての\$50 は、27 人中 20 人が用意出来ると回答した。いずれも今すぐは持っていないが、1ヶ月5ドルずつ貯金し、1年後までに貯めることを想定したものである。

CEC を設立後、料金を支払わない人の対応として、メンバーになるときに、牛などを抵当に入れるなどの内容を契約に盛り込み、契約を交わすアイデアが出された。

2.2.10 Samraong 電化事業の社会的フィージビリティ

バッテリー所有率が低いことから、電化準備度はやや低いと考えられる。初期拠出金負担ならびに月額希望電気消費量と料金からは、支払能力がある層とない層とに分かれる。今後は支払い能力がある世帯の数と、その位置を調査した上でフィージブルな給電計画、事業計画が成立するか検討する必要がある

オペレーター、会計については研修を実施すれば可能であると考ええる。

## 2.3 プロジェクトスケール

### 2.3.1 段階開発

サムラオンコミュニティは広く、南北に 40km、東西に 30km にわたる。コミュニティには 11 村があるが、これらをすべて電化する計画は、村や世帯の分布が広域にわたり、投資効率が低くなるため、計画対象とする村を限定することが必要と考えられる。そこで、3 つの代替給電範囲を想定して、電化計画を策定した。それぞれの計画概要を以下に示す。

#### 計画 1

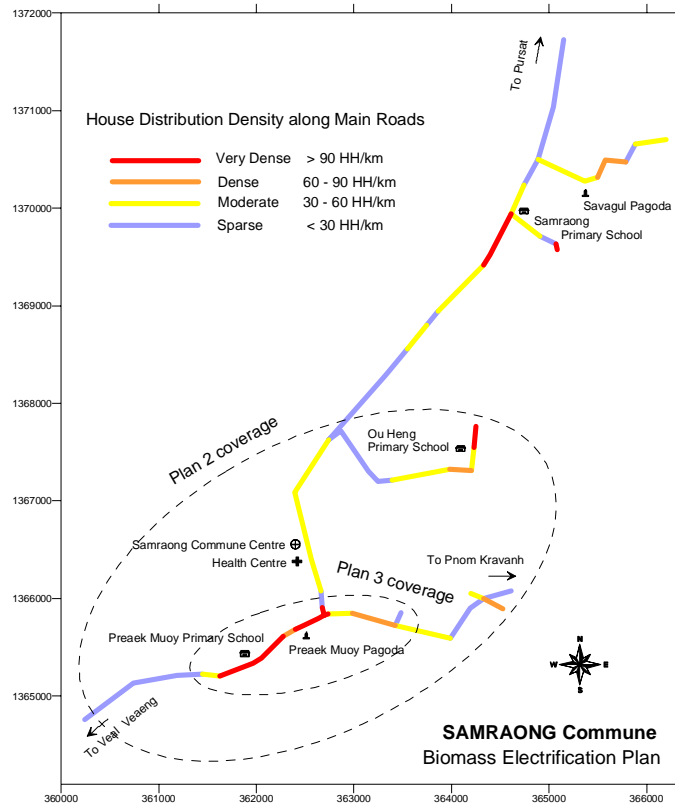
図 5.4 の全域を電化。6 村（Preaek 1、Preaek 2、Preaek 3、Ou Heng、Samraong 1、Samraong 2）の計 1,536 世帯が計画 1 の対象となる。対象世帯の 80% が接続を希望すると仮定して、180 kW の発電容量が必要となる。燃料供給に必要な植林面積はおよそ 35-57 ha。

#### 計画 2

計画 2 の対象区域を図 5.4 に示す。計画 2 の対象区域内の家屋の分布状況概要を図 5.5 に示す。両図とも車輛の入れない小道に関しては調査しておらず、特に Preaek Muoy 寺院や Preaek Muoy 小学校付近の住宅密集地では、実際にはもっと多くの家屋が存在すると思われる。4 村（Preaek 1、Preaek 2、Preaek 3、Ou Heng）の計 1,088 世帯が計画 2 の対象となる。対象世帯の 80% が接続を希望すると仮定して、約 120 kW の発電容量が必要となる。燃料供給に必要な植林面積はおよそ 15 ha。

#### 計画 3

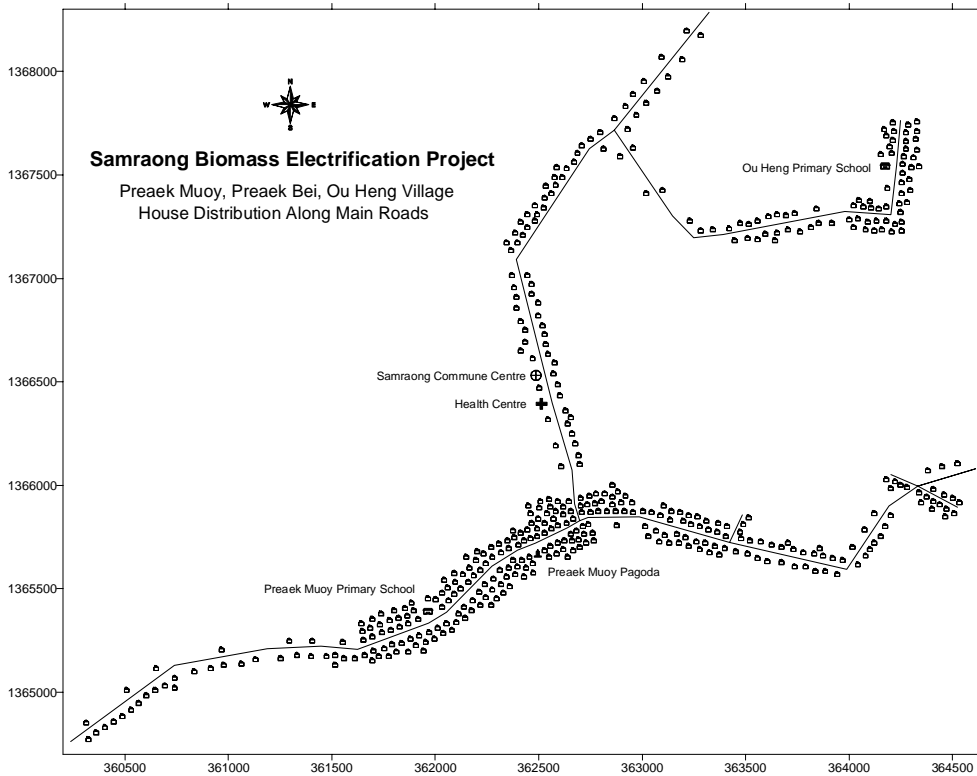
予算に制約がある場合を想定し、Preaek 1 村のみを対象とした計画である。対象区域を図 5.4 に示す。最も住宅が密集している Preaek Muoy 寺院や Preaek Muoy 小学校付近のみが電化される。504 世帯が計画 3 の対象地域内に位置する。約 64 kW の発電容量が必要となる。燃料供給に必要な植林面積は運転開始 2 年目で 13 ha、8 年後には 22 ha に上ると推定した。



(出典： 調査団)

図 5.4 電化対象地域における幹線道路沿いの家屋分布密度

(計画 2 および 3 の区域を楕円の点線で示す)



(出典： 調査団)

図 5.5 計画 1 および 2 の対象地域の家屋分布状況

(家屋調査は幹線道路沿いのみで実施した)

3つの計画の概要を表 5.13 に示す。

表 5.13 3つの代替開発計画の概要

フェーズ	計画名	総世帯数	設備容量	燃料木必要栽培面積 @10 kWh/世帯/月 (2年次-8年次の計 画栽培面積)
1 + 2	計画 1	1,536 (6 村)	180 kW	25 ha (35-57 ha)
-	計画 2	1,088 (4 村)	120 kW	15 ha
1	計画 3	504 (1 村)	64 kW	10 ha (13-22 ha)

(出典： 調査団)

電力需要の高いと思われるレストランや商店などは、プルサット、プノンクラバーン、Veal Veng 郡都へ通ずる道路の三叉路周辺に集中している。この三叉路と、最も住宅が密集している Preaek Muoy 寺院や Preaek Muoy 小学校付近を含んだ Preaek 1 村のみを電化する「計画 3」が最も経済性に優れた計画である代わりに、裨益世帯数は小さくなる。「計画 2」は「計画 1」と「計画 3」の中間規模となり、「計画 1」が最も裨益世帯数が大きい計画となる。住民自らの出資による事業を計画する場合、投資の回収期間が最も短かくて済むと予想される「計画 3」が電化の第 1 ステップとして勧められる<sup>3</sup>。給電地域の拡張は、収益を積み立て、また拡張対象地域の住民が予め貯蓄によって所期拠出金を用意してから実施することが望ましい。

発電所は幹線道路からあまり距離が離れていないところであれば（配電線コストを抑えるため）、特に場所を選ばない<sup>4</sup>。燃料材の集積場と調整作業スペースを含めて、およそ 1,000 m<sup>2</sup> 以上の土地が必要であろう。将来の規模拡張の可能性を考えると、土地は広いほど良い。

配電線は幹線道路沿いに延伸する。各計画の配電線延長、ルート沿いの世帯数、同世帯当たりの配電線延長を以下に示す。

計画 1 – 14.0 km、1,229 世帯、11.4 m

計画 2 – 7.2 km、870 世帯、8.3 m

計画 3 – 2.5 km、403 世帯、6.2 m（低圧線だけで配電）

### 2.3.2 バイオマスガス化発電所建設費用

バイオマス発電施設建設コストは、代替計画毎に算出した（第 5 巻 H-4 の表参照）。

<sup>3</sup> 燃料木栽培面積を拡大して発電機を増設し、給電地域を拡大できることが、バイオマス発電のひとつの特徴である。

<sup>4</sup> ただし、排ガス、排水があるので、民家密集地は避ける。

表 5.14 バイオマス発電・配電施設建設費

	計画 1	計画 3
設備容量	180 kW	64 kW
発電設備費	\$573,700	\$143,900
配電設備費	\$519,300	\$75,400
合計	\$1,093,000	\$219,300

(出典： 調査団)

## 2.4 燃料の供給

組合員による燃料木の栽培により燃料供給を賄う（バイオマス発電の詳細は第 5 巻 C 参照）。栽培された燃料木は組合（CEC）が \$20/t の価格で買い取るものと想定する。調査団が開催した住民集会では、多くの人々が燃料木の栽培と CEC への販売に強い関心を示した。サムラオンコミュニティでは幾つかの NGO がアカシアや *Leucaena* の植林支援を行っており、人々は育苗や植林に関する知識や経験を持っている。プルサット州都の 1994 年から 2001 年までの平均年間降雨量は 1,518 mm (JICA 2005 Weather observation data.) であり、この程度の雨量があれば熱帯地域で、チップ用材や燃料用材として一般によく栽培されている樹種の内の大半は問題なく生育するものとする。近年サムラオンコミュニティで栽培されたアカシアや *Leucaena* は旺盛に生育しており、年間 10 t/ha 程度のバイオマス成長量は得られるであろうと予想する。燃料木としての栽培には、以下の樹種が勧められる。

畑地やその周辺での栽培： 萌芽枝の継続的収穫: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*

中期的な伐採サイクルによる幹を中心とした収穫： *Acacia* spp., *Eucalyptus* spp. *Casuarina equisetifolia*

サムラオンコミュニティは広大な面積を有するにもかかわらず、未利用の灌木林は世帯当たり 0.022ha しかない（草地は存在しない）。これはマスタープランにおけるバイオマス発電による電化対象村落としての選定基準の 0.02ha/HH よりも僅かに大きいのみである。これはサムラオンコミュニティの殆どが森林地帯であることが理由である。森林の木質資源が身近にあるので、森林からの燃料材の供給を利用しない取り決めを厳にする必要がある。一方、幹線道路から観察できる距離にある森林は殆どが伐採跡の劣化が激しい二次林であった。バイオマス燃料の生産とこれら劣化した二次林の回復事業を組み合わせれば、環境と開発において相乗効果が期待できる。

## 2.5 工事計画

図 5.6 に Samraong 電化計画の想定される工事計画（案）を示す。計画 3 を対象として工事計画を策定した。



	Year	Case: Plan 3			
		1st	2nd		
<b>1 Preparatory Works &amp; Establishment of Organization</b>					
<b>1.1 Establishment of Organization</b>					
1) Establishment of Implementation Organization		■			
2) Establishment of O&M Organization, Tariff Setting, etc.			■		
<b>1.2 License Application/ Procedures, Land Preparation, etc.</b>		■	■		
<b>2 Biomass Power</b>					
<b>2.1 Tree Farming</b>					
1) Spread/ Enlighten & Guidance		■	■		
2) Tree Farming & Harvest		■	■	---	→
<b>2.2 Construction of Biomass Power Plant</b>					
1) Review of Pre-FS, D/D (Demand Forecast, Cost Estimates, etc.)		■			
2) Field Investigation, Topo. Survey, etc.		■			
3) Tendering & Procurements			■		
4) Construction of Biomass Power Plant			■		
5) Installation of Biomass Power Facilities				■	
6) Test & Training on O&M				■	
<b>2.3 Start Operation</b>				▲	
<b>3 Mini Grids (Transmission &amp; Distribution Lines)</b>					
3.1 Design & Cost Estimation		■			
3.2 Procurements		■			
3.3 Construction of MV & LV Lines, Service Wires			■		

(出典：調査団)

図 5.6 Samraong電化計画の工事計画（計画3）

### 3 経済・財務評価、料金設定

3つの代替案のうち、計画3が最も規模が小さく、パイロットプロジェクトとして適している。事業の経済性・持続可能性を評価するために経済評価を実施した。

表 5.15 計画1と3の経済評価

フェーズ/計画	EIRR (%)	FIRR (%)	夜間料金 (\$/kWh)	備考
フェーズ1 / 計画3	37.3	4.9	0.270	配電線が LV だけで安価
フェーズ1 + 2 / 計画1	32.8	5.9	0.380	MV ラインが高い

(出典：調査団)

経済価格はバイオマスガス化発電所と配電線の初期投資（建設費）であり、運転費用は運転員の給与や燃料代である。便益は、代替ディーゼル発電所の建設・運営に必要なコストとして評

価した。ディーゼル発電所に比べてバイオマスガス化発電所は運転維持管理費用（O&M コスト）が低く押さえられるため（ディーゼルのおよそ 7 分の 1）、運営の持続性向上に貢献する。経済的内部収益率（EIRR）は 37.3%と高い。

対象地域の支払い能力を考慮し、料金を設定して財務性を評価した。料金水準を\$0.270/kWh と設定すると、財務的内部収益率（FIRR）は 4.9%となる。25%の補助金と CDM 効果（CER 販売収入）を算入した、本電化事業を実施・運営する CEC からみた財務収益率は 9.3%であり、この料金水準でコストを回収して持続的な運営ができるであろうことを示している。なお、この料金水準はオフグリッド地域の小規模電化事業としては低い水準である。Samraong 電化事業は（計画 1 も 3 も）高い経済的フェージビリティを持つ。また提案する財務支援（初期投資の 25%の補助金と 60%のソフトローン）を得ることができれば、財務的にも持続的な運営が可能と判断する。

## 4 環境社会配慮

環境社会配慮にあたり、JICA 環境社会配慮ガイドラインにしたがったカテゴリの決定や環境影響評価を行った。また、カンボジア国の環境関連規則である“Sub-Decree No.72 ANRK. BK.”（August 11, 1999）の Annex で示された“List of the Project Require an IEIA and/or EIA”やその他諸規則にも準じて評価を行った。

一方、同国では初期環境影響評価（Initial Environmental Impact Assessment, IEIA と称され、IEE に相当する）報告書の作成に関する詳細な指針がないため、ここでは同国の EIA に関する規則（“Guideline for conducting Environmental Impact assessment (EIA) Report” stipulated by the “Prakas on Guidelines for preparing EIA Report”, No.49 BST.SSR dated March 9, 2000）を準用することが必要となる。

ただし、Samraong バイオマス発電プロジェクトは、環境スクリーニングの結果、以下に記述するように IEIA を必要としない。したがって IEIA は省略する。

### 4.1 Samraong バイオマス発電計画に関する環境スクリーニング

表 5.16 に本計画に関する環境スクリーニングの結果を示す。

- (1) 以下の事項から本計画の IEIA を行う必要がないと判断する。
  - 1) JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリ C に該当すること。
  - 2) 出力が最大で 180 kW であり、IEIA や EIA を要する MOE の規定値（5 MW）未満であること。
  - 3) 立地点が環境保護区外に位置すること。
- (2) 本年 6 月同国首相によって承認された MOE の環境行政の再構築関連法令で、本計画のような場合で計画の全投資額が 2 百万米ドル未満であれば、プロジェクトの実施機関／組織は州政府に計画の環境関連承認申請を行う。その際、IEIA は不要と考えられる。

## 4.2 環境スクリーニングの結果および所見

### (1) 自然・社会環境へのインパクト

- 1) 立地点が環境保護区外にある。一方、2005年9月7日に、立地点一帯のコミュニの代表者や村民達と行ったインタビューで、その地域では保護野生動物は見つかっていないとの情報を得た。したがって、本計画による保護野生動物や生態系への影響はないと結論される。
- 2) 本計画の最大出力は180 kW(計画1)であり、それに要する植林面積は約35-57 haである。この植林用土地を組合が購入しようと計画する場合には、その入手に地権者との利害上の矛盾が生じる可能性がある<sup>5</sup>。そのような場合には、プロジェクトの実施機関／組織は土地の入手に問題が生じないようにすること。そのためには、プロジェクトの実施機関や組織は事前に関連コミュニティの代表者および村民達と討議することが必要である。
- 3) 本計画の出力が小さいので、地域一帯の大気や水質への悪影響はない。
- 4) 本計画による地下水への悪い影響は無い<sup>6</sup>。

### (2) 発電所の建設による環境社会への影響

- 1) 地域の農業への悪影響は無い。
- 2) 地域社会への好ましい影響
  - i) 労働力としての雇用機会が生じる。
  - ii) 建設中、村民達の商業活動の機会が生じる。
- 3) 建設中に粉塵の発生があり得るが、散水することでその発生を抑制することができる。

### (3) 発電所運転中の環境社会への影響

- 1) 一般論としては、燃料不足時に違法な周辺の森林伐採や市場からの燃料用薪の大量購入が発生する余地があるが、本計画では燃料は全て栽培され、更に備蓄林も用意される。この燃料供給計画を確実に実施するために、プロジェクトの運転管理規定の作成と遵守が必要である。燃料木栽培計画の確実な実施と、村全体で備蓄燃料を確保することにより周辺森林への悪影響は回避される。
- 2) 発電所の運転で浮遊微粒子が排出される可能性がある。その量はディーゼル発電所の場合よりかなり少量と思われる。ただし、その排出量が予想外に増加した場合には、浮遊微粒子のフィルターを設置することが望ましい。なお、発電所地点は住宅地を避けて選定される。
- 3) 発電中、ある程度の循環廃水が生ずるが、閉サイクルシステムが計画されているので、周辺環境への悪影響は予想されない。

5 実際には、希望農家との契約栽培か、あるいは公有地の2次林の植林で賄う予定であり、土地の売買は不要である。

6 ただし、ガス化炉の排水の最終処理には十分な注意が必要である。

- 4) 本計画による地域農業への悪影響はない。

表 5.16 Samraong 電化計画における環境スクリーニング

(The check list for the candidate power project.)

1. General Information

Name of the proposed project: Phnum Kravanh Biomass Power Project  
 Name of Project owner/proponent: not decided yet  
 Project Execution Organization : not decided yet  
 Name of authorized person(s) responsible for the project : not decided yet  
 Information regarding the project site  
 Name of the village, commune, district and province :  
 Samraong, Leach, Samtrease and Rokat Communes, Phnum Kravanh Districts, Pursat Province

2. Outline of the Proposed Project

2.1 Information on project characteristics

(1) Needs involuntary resettlement		
	Yes	Scale: households, persons
●	No	
(2) Groundwater pumping		
	Yes	Scale: m <sup>3</sup> /year
●	No	
(3) Land reclamation, land development and land cleaning		
	Yes	Scale: hectors
●	No	
(4) Logging		
●	Yes	Scale: about 0.5 hectors for power house space
	No	

2.2 Description of the project

Main design specifications:

This is a bio-mass gasification power plant project. The project will utilize farmed trees as fuel wood. The trees will be cultivated continuously after each cut. Generating capacity will be about 180 kW, for which 35-57 ha of farming land will be needed. There will be 1,536 HHs to be electrified by the project.

2.3 Is the project consistent with the higher program/policy ?

●	Yes	(outline of the higher program/policy) Rural electrification plans of MIME in the Province
	No	

2.4 Any alternatives considered before the project ?

●	Yes	(outline of the alternatives) Svay Bakav Community Forest (CF) potential power site in Kampong Chhnang Province, and others. However, the more urgent need of electricity is in the concerned Communes.
	No	

2.5 Did the project proponent have meetings with related stakeholders during the project planning ?

●	Yes	(mark the corresponding stakeholders)	
		●	Administrative body/local government
		●	Local residents/villagers
			NGOs
			Others (to specify)
	No		

2.6 Are any of the following areas located inside or around the project site ?

	Yes	(mark related items listed below)	
		<input type="checkbox"/>	National park, wildlife sanctuary, bio-diversity conservation, and other protected areas designated by the government
		<input type="checkbox"/>	Virgin forests, tropical forests
		<input type="checkbox"/>	Ecological important habitat areas
		<input type="checkbox"/>	Habitat of valuable species protected by domestic laws or international treaties
		<input type="checkbox"/>	Likely salt cumulus or soil erosion areas on a massive scale
		<input type="checkbox"/>	Remarkable desertification trend areas
		<input type="checkbox"/>	Archaeological, historical or cultural valuable areas
<input type="checkbox"/>	Living areas of ethnic, indigenous people or nomads who have a traditional lifestyle or specifically valuable areas		
●	No		

2.7 May the project have potential negative impacts to the environment and local communities ?

	Yes	(brief description of the potential negative impacts)
●	No	
	Not identified	

2.8 Mark the related potential environmental and social impacts and describe briefly the contents of the impacts, if any.

Items of potential impacts		Items of potential impacts	
●	Air pollution		Local economy, employment, livelihood, etc.
	Water pollution		Land use and utilization of local resources
	Soil pollution		Existing social infrastructures and services
●	Waste (liquid and/or solid)		Poverty issue
	Causing noise and vibration		Ethnic and /or indigenous people
	Ground subsidence		Misdistribution of benefits
	Offensive odors		Local conflict of interests among villagers
	Geographical features		Gender issue
	Bottom sediment		Children's rights
	Biota and ecosystem		Natural and/or cultural heritages
	Potential conflict on water use rights		Infectious diseases such as HIV/AIDS, etc.
	Public health and hygiene		Others if any
	Global warming		
	Involuntary resettlement		

Remarks:

- 1) A certain amount of air polluting fine particles could be generated from power plant. The amount would be much less than the case of D/G plants. However, using some kind of dust filter is recommended if such fine particulates would become more than expected.
- 2) The liquid waste would be generated during construction from worker's camps at site. Such wastes must be treated before being discharged to the environment.
- 3) In addition, a certain amount of liquid waste might also be generated during plant operation, which will be treated by closed cycle treatment method.

2.9 Key results and findings of the environmental screening :

- (1) Considering the following three factors, carrying out IEIA(IEE) will not be required.

- 1) The project will belong to Category C of JICA Environmental Guidelines.

2) The project output capacity (180 kW) is less than the limit which will need IEIA or EIA defined by the MOE (5MW).

3) The project site is located outside of any Protected Area designated by the MOE.

Therefore, only the environmental screening result will be enough for the candidate project.

Based on the new Decree of the MOE regarding environmental regulatory reform, the project owner(s) will have to make project license application to the concerned Province, if the project cost will be less than 2 million US dollars. For the application, it is considered that IEIA will not be required.

(2) During plant operation, a certain amount of liquid wastes might be generated in plant facilities. If this will be case, such liquid waste will be treated by closed cycle treatment system before being discharged to the environment.

(3) A certain amount of air polluting fine particles could be generated during plant operation. The amount will be much less than the case of D/G facility. However, using some kind of filter is recommended, if such fine particulates would become more than expected.

## 5 実施組織

### 運営に向けたコミュニケーションのキャパシティ

CEC は、発電所の技術的な運転維持管理だけでなく、電気事業の運営のために支援する必要がある。電気料金の集金業務は既存 REE は常時実施していることであり、必要な標準化された訓練をすれば対処できることである。しかし、燃料用の樹木を管理することは、バイオマスガス化発電に新しく求められるスキルである。栽培用土地の手当ての可能性は確認済みであるので、燃料用樹木栽培のための土地は、土地収用などの大きな問題にはならないであろう。しかし、新しい定住者や林地不法入植の増加を考え、CEC は常に燃料用樹木と土地問題に対して注意を払う必要がある。

### バイオマスの運営・管理または組織に関する提言

目的意識があり訓練されたオペレータが、バイオマスガス化発電に向けて技術指導を受ける必要がある。バイオマスガス化発電の燃料はディーゼルエンジンとは異なるからである。CEC は、このトレーニングと必要な監督・支援を DIME、NGO/技術コンサルタントから一定期間受ける。CEC は適当な人材を選別し、要求業務ににかなう給料を支払うことが求められる。CEC 代表をはじめ、ガス化発電オペレータとその助手、財務と管理を担当する事務職とその助手が施設を常時運営するのに必要である。

## 6 結論と提言

### バイオマスモデルの妥当性

#### 支払能力

村民はディーゼル油やバッテリーなど既に入手可能なエネルギーを消費していることから、彼らが経済的で安全なエネルギー源の特徴をよりよく理解すれば、電気は貧困層にも受け入れられるであろう。しかし、比較的高価な初期接続費用については、貧困世帯へのマイクロクレジットや特別低利のローンの提供、あるいは配電線建設工事への優先雇用などの支援が必要である。

#### ・ デモンストレーション効果

この電化対象地域は州都から遠隔地にあり、道路交通利用は周辺住民に限定されるため、デモンストレーション効果は限られるであろう。

#### ・ 持続的運営への課題

協同作業の経験は限定的だが、カナダ政府出資による林業プロジェクトがまもなく開始する。現存の信用貸付・貯蓄活動とその他 NGO との協力で、CEC 設立に向けた組織能力向上が可能であろう。しかし、バイオマスガス化発電はトレーニングが必要である。一定期間の技術支援システムが必要である。



## 第4巻 プレフィージビリティ調査(Pre-FS)

<b>Part 1</b>	概 要
<b>Part 2</b>	Samlout 電化計画
<b>Part 3</b>	Bu Sra 電化計画
<b>Part 4</b>	Pramaoy 電化計画
<b>Part 5</b>	Samraong 電化計画
<b>Part 6</b>	Kampong Kor 電化計画
<b>Part 7</b>	Srae Ta Pan 電化計画

カンボジア国  
再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査

ファイナルレポート  
第4巻 プレフィージビリティ調査

目次

Part 6 Kampong Kor 電化計画

1	調査地域の社会経済状況.....	P6 - 1
1.1	Kampong Kor の基礎情報.....	P6 - 1
1.2	社会経済調査による Kampong Kor の家計の現状.....	P6 - 2
1.3	開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）.....	P6 - 7
2	電化計画策定.....	P6 - 8
2.1	グリッド延伸の可能性及び電気需要.....	P6 - 8
2.2	住民集会の結果（Kampong Kor）.....	P6 - 9
2.2.1	ワークショップ概要.....	P6 - 9
2.2.2	電気リテラシー.....	P6 - 9
2.2.3	バイオマス発電施設設置場所について.....	P6 - 9
2.2.4	初期接続料.....	P6 - 10
2.2.5	オペレータ.....	P6 - 10
2.2.6	会計・集金.....	P6 - 10
2.2.7	スタッフの選任方法.....	P6 - 10
2.2.8	燃料木栽培方法.....	P6 - 10
2.2.9	Kampong Kor におけるフィージビリティ.....	P6 - 11
2.3	開発規模.....	P6 - 11
2.4	発電所及び配電線.....	P6 - 12
2.5	バイオマス燃料供給.....	P6 - 13
2.6	工事計画.....	P6 - 16
3	経済・財務評価、料金設定.....	P6 - 16
4	環境社会配慮.....	P6 - 17
4.1	Kampong Kor バイオマス発電計画に関する環境スクリーニング.....	P6 - 17
4.2	環境スクリーニングの結果および所見.....	P6 - 18
5	組織制度.....	P6 - 23
6	結論.....	P6 - 24

付表目次

表 6.1	Kampong Kor の基礎情報.....	P6 - 2
表 6.2	主要収入源.....	P6 - 3
表 6.3	土地所有と資産.....	P6 - 3
表 6.4	項目別月家計支出.....	P6 - 4
表 6.5	月照明支出の現況.....	P6 - 5
表 6.6	バッテリー照明利用状況.....	P6 - 5
表 6.7	電化製品所有状況と将来需要.....	P6 - 6
表 6.8	コミュニティ活動と参加者数.....	P6 - 7
表 6.9	住民ワークショップの概要.....	P6 - 9
表 6.10	開発規模別の計画概要.....	P6 - 12
表 6.11	バイオマス発電・配電施設建設費.....	P6 - 13
表 6.12	季節的に冠水する土地に生育する樹種.....	P6 - 14
表 6.13	経済・財務評価.....	P6 - 16
表 6.14	Environmental Screening for Kampong Kor Biomass Power Project.....	P6 - 20
表 6.15	期待される便益.....	P6 - 23

付図目次

図 6.1	Kampong Kor コミュニのメインストリート.....	P6 - 1
図 6.2	計画対象地域.....	P6 - 2
図 6.3	月家計支出.....	P6 - 4
図 6.4	エネルギー利用状況.....	P6 - 5
図 6.5	初期費用への支払意思額.....	P6 - 6
図 6.6	月電気料金への支払意思額.....	P6 - 7
図 6.7	賃搦き精米所.....	P6 - 8
図 6.8	小型ディーゼル発電機を利用している例.....	P6 - 8
図 6.9	Preaek Prasab コミュニの街並（左）と携帯電話の中継アンテナ（右）.....	P6 - 12
図 6.10	密集して分布する Kampong Kor の住宅.....	P6 - 13
図 6.11	コミュニティフォレスト活動の様子.....	P6 - 15
図 6.12	Kampong Kor 電化計画の工事計画（フェーズ1）.....	P6 - 16

## Part 6 Kampong Kor 電化計画

クラティエ州 Preaek Prasab 郡、Kampong Kor コミューンにおけるバイオマスガス化による電化計画を作成した。Kampong Kor コミューンはクラティエ州都からメコン河の対岸にあたり、州都からのグリッド延伸による電化が 2020 年までに実現する可能性は極めて低い。同コミュニティには小水力のポテンシャルはないが、燃料木栽培のための未利用の土地は必要量を大きく上回って存在する。また同コミュニティではコミュニティフォレスト活動を行っており、この活動を通して燃料木の供給を行なうことも考えられる。同コミュニティと隣接するコミュニティにおいても多くの村が道路沿いに密集しており、それらの村落も計画に含めること、あるいは第二期、第三期として拡張していくことも可能である。対象コミュニティ及び電化計画の対象地域を図 6.2 に示す。



(出典：調査団)

図 6.1 Kampong Kor コミューンのマインストリート

(コミュニティフォレスト活動により多くの樹木が植栽されている。)

### 1 調査地域の社会経済状況

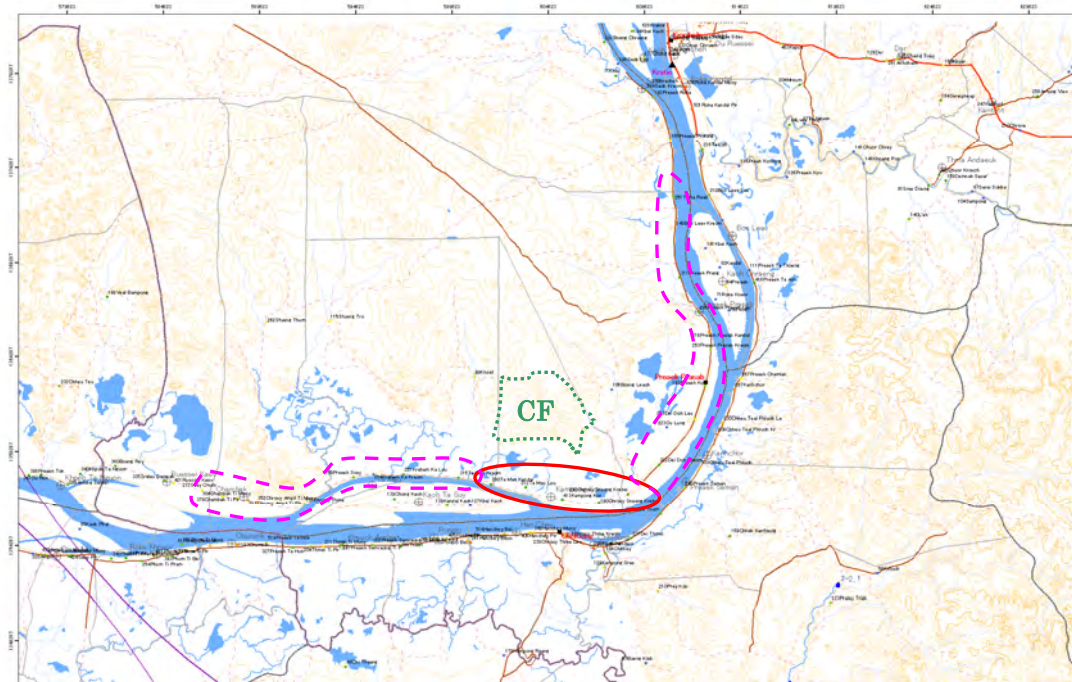
#### 1.1 Kampong Kor の基礎情報

Kampong Kor コミューンはクラティエ州 Preaek Prasab 郡に存在し、コミュニティは 4 つの村から成り立っている。人口の 96% がクメール人で残りが他州からの移民である。民家は主要道路沿いに位置している。

表 6.1 Kampong Kor の基礎情報

村名	世帯数	人口	テレビ所有世帯数	識字率
コミュニオン全体	1,115	5,804	230	96.2%
Chrouy Snaeng Krabei Kraom	193	932	54	93.8%
Chrouy Snaeng Krabei Leu	295	1,536	74	98.0%
Kampong Kor	415	2,249	0	95.4%
Ta Mau Leu	212	1,087	102	97.2%

出典: Seila Commune Database 2004



(出典： 調査団)

図 6.2 計画対象地域

赤線で囲まれた部分はフェーズ1 計画対象地。紫の破線で囲まれた部分がフェーズ2 拡張計画で加えられる地域。緑色の点線はコミュニティフォレストの境界を表す。コミュニティフォレストの面積は 1461ha。このうちの 90ha の草地に植林し、持続的に経営することで、拡張計画に含まれるおよそ 5000 世帯の電化に必要なバイオマス燃料を供給することができる。図中の目盛りは 5 k m 間隔。

## 1.2 社会経済調査による Kampong Kor の家計の現状

4つの村（Tamao Leu、Kampong Kor、Chroy Sneng Krobei Krom、Chroy Sneng, Krobei Leu）からランダムに選んだ 29 のサンプル世帯についてインタビュー調査を実施した。

(1) 家計経済

1) 主要な収入源（%）

表 6.2 主要収入源

Income source	1st	2nd	3rd
Agricultural produce (crops)	68.97	14.81	4.76
Livestock & poultry	6.9	25.93	38.1
Fishery	-	14.81	33.33
Forestry (timber non-timber forest products)	-	-	4.76
Home-based crafts	-	7.41	9.52
Repair shop	3.45	3.7	-
Bakery/ grocery	6.9	-	-
Food/ Restaurant business	3.45	7.41	-
Salary from public service	-	7.41	-
Wage from seasonal labor	6.9	3.7	-
Construction	-	3.7	-
Money lending	3.45	-	-
Vet	-	3.7	-
Traditional doctor	-	3.7	-
Vegetable processing	-	3.7	-
Rice mill	-	-	4.76
Rented land	-	-	4.76
Total	100.0	100.0	100.0

主要な収入源は農業、牧畜、漁業である。しかし、20%以上の回答者が第一の収入源として食料品店、季節労働、貸金業、修理工などのサービス業を挙げている。家内手工業、食料品店、野菜加工は住民の約20%の第二収入源となっている。このようなサービスや産業の経営者は潜在的な電気の

大口需要家である。

(出典： 調査団)

2) 土地所有と資産

表 6.3 土地所有と資産

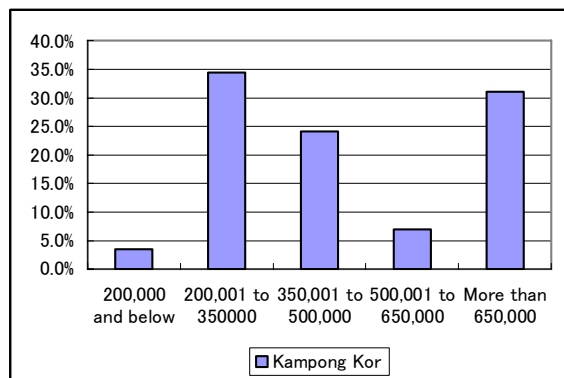
Asset		Land		
Type of assets	Ownership	Type of lands	Mean(ha)	Ownership
Horse/Ox cart	20.7%	Home-lot	0.122	100.0%
Bicycle	93.1%	Own paddy land irrigated	0.556	79.3%
Motobike	31.0%	Rented paddy land irrigated	0.059	48.3%
Boat with motor	3.4%	Own cultivated dry land (non-irrigated)	n.a.	41.4%
Boat without motor	41.4%	Rented cultivated land (non-irrigated)	0.036	48.3%
Generator	10.3%	Agricultural land renting to others	0.1	41.4%
Fishing net	41.4%	Own chamkar	0.163	62.1%
Diesel Water pump	20.7%	Rented chamkar	0.129	48.3%
Rice mill	10.3%			
Sewing machine	10.3%			

(出典： 調査団)

自転車とボートのほか、オートバイ、漁網が広く所有されている。精米機、発電機も16%の回答者が所有している。回答者のうち80%が灌漑された水田を所有している一方、かなり多くの回答者が農業用地を借りていることがわかる。

3) 月額家計支出額(リエル)

回答者全体の一ヶ月あたりの家計支出額の中央値は418,000リエル(100米ドル)であった。最も裕福な家庭は一ヶ月に400ドル以上を消費し、消費額が50ドル以下の層が全体の3.4%を占める。



(出典： 調査団)

図 6.3 月家計支出

4) 項目別月額家計支出額(リエル)

表 6.4 項目別月家計支出

Expense item	N	%	Minimum	Median	Maximum
Food	29	100.0%	60,000	150,000	300,000
Clothing	18	62.1%	2,500	27,500	230,000
Child care	10	34.5%	15,000	37,500	200,000
Education	27	93.1%	1,000	30,000	200,000
Medical treatment/medicines	26	89.7%	2,000	35,000	500,000
Transportation	22	75.9%	3,000	12,500	244,000
Amusement/recreation	13	44.8%	6,000	15,000	40,000
Fuel for lighting/cooking	23	79.3%	1,500	6,000	45,000
Personal care	29	100.0%	1,000	10,000	300,000
Water	13	44.8%	2,000	7,500	150,000
Debt/loan	12	41.4%	500	46,000	800,000
Saving	12	41.4%	10,000	40,000	400,000
Others	2	6.9%	13,000	46,500	80,000
Total expenses	29	100.0%	120,500	418,000	1,809,000

(出典： 調査団)

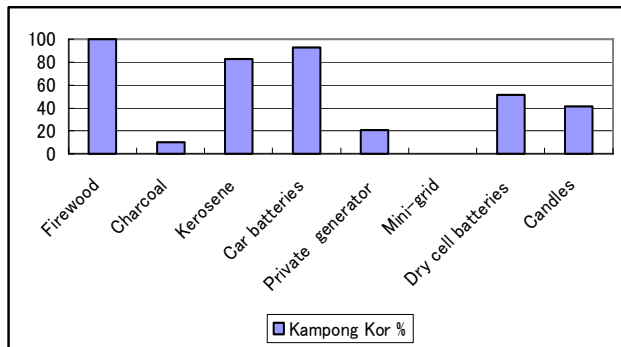
5) 信用貸付と貯蓄

50%以上の回答者が貸付を受けたことがあると答えた。貸付元はさまざまで、親戚(35%)、貯蓄グループ(30%)、貸金業者(25%)、銀行(10%)となっている。ほぼ半数が定期的に貯蓄をしている。

(2) エネルギー利用と需要の現況

1) エネルギー利用状況

ディーゼル油とバッテリーは両方とも 80%以上の回答者が答えたように広く使われている。平均してディーゼル油ランプは 1 日 6 時間使われ、月 5,500 リエルが支出されている。一軒当たりディーゼル油ランプ 1.4 個を所有している。バッテリーは 83%が所有しており 1 ヶ月に 6 回充電し、6,800 リエルかかる。



(出典： 調査団)

図 6.4 エネルギー利用状況

2) 主要灯源としてのディーゼル油ランプとバッテリー照明の使用現況

表 6.5 月照明支出の現況

Kerosene (N. of users: 24 share 83%)		Car battery (N. of users:27, share 93%)	
Cost of kerosene per liter		Number of batteries owned /household	
Mean	2,908.33	Mean	1.52
Standard Error of Mean	20.78	Standard Error of Mean	0.12
Minimum	2,800	Minimum	1
Maximum	3,000	Maximum	3
Liters consumed per month		Number of times recharging batteries per month	
Mean	1.88	Mean	5.93
Standard Error of Mean	0.19	Standard Error of Mean	0.59
Minimum	0.5	Minimum	2
Maximum	4	Maximum	15
Monthly expenses for month		Expenses for recharging batteries per month	
Mean	5,445.83	Mean	6,870.37
Standard Error of Mean	527.02	Standard Error of Mean	1,098.56
Minimum	1,400	Minimum	2,000
Maximum	11,200	Maximum	27,000

(出典： 調査団)

表 6.6 バッテリー照明利用状況

Type of battery	Number	Share	Cost of battery
12 Volt - 100 Ah	7	19.4%	184,286
12 Volt - 70 Ah	11	30.6%	126,273
12 Volt - 50 Ah	9	25.0%	83,000
6 Volt - 5 Ah	9	25.0%	16,500

(出典： 調査団)

使用されているバッテリーのタイプはさまざまで回答者の各家庭で平均 1.5 台所有されている。サーベイ結果を考慮し、かなりの数の家庭が一ヶ月当たり 2~3 ドルを照明および電気機器の利用のために支出している。バッテリーの初期購入費用である 20~40 米ドルの初期投資は各家庭で支払われている。発電機を保有しているのは約 20%だが、約 4 ドルを平均月額燃料代に使っており、ビジネス経営者は 20 ドル以上を燃料代として消費している。



3) 電気機器の現在の所有状況と将来の需要

電気照明器具と白黒およびカラーテレビは回答者の70%と広く所有されていた。炊飯器やアイロンなど電化後はエネルギーを消費する機器への実質的な需要がある<sup>1</sup>。これはターゲット地域全体の需要に直接的に影響してくる。エネルギー消費と村民が負担すべき電気料金についての情報、システム全体への影響は裨益者へ説明される必要がある。

表 6.7 電化製品所有状況と将来需要

APPLIANCE	Currently owned		Want to buy	
	n	%	n	%
Electric lighting	23	79.31	21	72.41
Electric rice cooker	1	3.45	16	55.17
Television (color)	8	27.59	14	48.28
Television (black and white)	14	48.28	1	3.45
Video (VHS/VCD)	11	37.93	8	27.59
Radio/radio cassette	5	17.24	9	31.03
Electric fan	7	24.14	16	55.17
Electric water pump for drinking/household	4	13.79	14	48.28
Electric water pump for irrigation	8	27.59	5	17.24
Iron	2	6.9	13	44.83
Refrigerator			7	24.14
Washing machine			3	10.34
Video game				
Karaoke	3	10.34	4	13.79
Grain/cereal/meat grinder	2	6.9	5	17.24
Others	-	-	1	3.45
Electrical pot	-	-	1	3.45

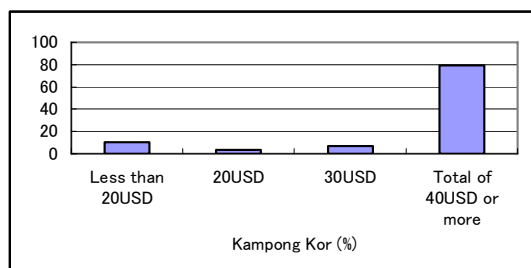
(出典： 調査団)

(3) 経済活動

Kampong Kor は農業中心のコミュニティで、牧畜、タバコやゴマなどの換金作物を収入源にしている。メコン河岸に位置し、漁業も重要な収入源である。食料品店や修理工場、大工などのサービス業のほか、30 ほどの精米所、製氷所 1 ヶ所、野菜加工工場が数ヶ所ある。市場がコミュニティの船着場近くにある。すべての地場産業はディーゼルエンジンを動力源としている。

(4) 電気供給に対する支払意思と能力

1) 初期費用への支払意思額



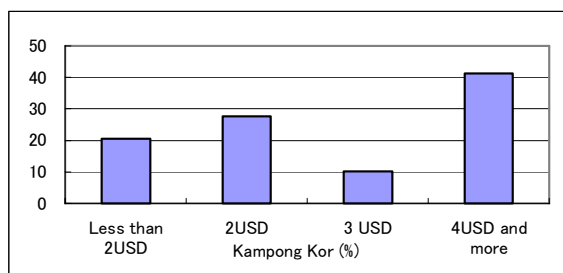
通常ワークショップの前に実施していた家庭調査をここでは後に実施した。村民が電気についての基本的な知識を得て、受益者負担の原則をワークショップで繰り返し説明したため、説明前に質問した村と比べて、支払意思額が高目に回答された可能性がある。

(出典： 調査団)

図 6.5 初期費用への支払意思額

<sup>1</sup> 使用電力が大きくかつ使用時間が短い炊飯器のような電熱製品は、電化事業の所要発電設備容量と発電原価を大幅に押し上げるため、原則使用禁止とすることが必要である。

2) 月額電気料金に対する支払意思と能力



多くの家庭が 2~4 米ドルの範囲でディーゼル油とバッテリーを充電費用に充てていることから、回答者は月額 4 ドル以上の料金を支払えるとしたものが 40%以上に及ぶ。

(出典： 調査団)

図 6.6 月電気料金への支払意思額

3) 期待される電気需要

電化により開始できると思われる事業についてのインタビューでは、24%が商店と野菜加工(ピクルス作り)に興味を示しており、続いて特になし(20%)、肉加工 (14%)、餅菓子作り (10%) となっている。昼間需要としては、これらの生産活動が将来的に想定されるが、その前に既存精米所、給水所、製氷所のディーゼルエンジンの電動モータへの転換需要が期待される。学校 (初級小学校 2、上級小学校 2、中学校 2)、コミュニンセンター1、寺院など公共機関も含まれる。保健所はコミュニン内にはないが、住民はその必要性を高く認識している。

1.3 開発計画と現在の開発努力 (コミュニティ活動)

コミュニン開発計画は特にないが、開発活動は現在 NGO や Seila コミュニン開発プログラムのもとで実施されている。州の関連部署によって組織された団体では水利用者グループ、保護者会、保健管理委員会がある。NGO はコミュニティ林業、稲のシードバンク、信用貸付と貯蓄グループを支援している。この地域においては、灌漑用水の不足や洪水が慢性的な問題であることから、水利用管理はコミュニンの最重要課題である。

表 6.8 コミュニティ活動と参加者数

TYPE OF ORGANIZATION	N=28	%	Organized by
Not a member'	11	39.29	
Rice seed bank	15	53.57	NGO
Credit and savings	4	14.29	NGO
Pagoda Committee	2	7.14	Commune
Water user group	2	7.14	Government
Forestry/fishery group	16	57.14	NGO
Parents Association	2	7.14	Government
Self-help / labor exchange group	6	21.43	Commune
Health Management committee	2	7.14	Government
Vegetable Group	4	14.29	NGO

(出典： 調査団)

## 2 電化計画策定

### 2.1 グリッド延伸の可能性及び電気需要

Kampong Kor コミューンはメコン河右岸に位置し、クラティエ州都からはメコン河の対岸となるため、州都からの送電線延伸が 2020 年までに実現する可能性は極めて低いと考えられる。一方、カンポンチャム州都とはメコン河の同岸になるものの、60km 程の距離があり、中圧線による系統延伸は経済的に困難であり、本計画で対象とする地域に近い将来系統接続が行なわれる可能性は極めて低い。これに対し、本計画対象地域の電気需要は高く、殆どの家庭で照明用にバッテリーが利用され、Kampong Kor コミューンのテレビ普及率は 41% (Seila 2003) となっている。また多数の家庭が小型ディーゼル発電機を所有し、照明、給水ポンプ、精米、製氷、バッテリー充電などに利用しており（図 6.7 および 6.8）、対象地域はバッテリー利用から、ミニグリッド電化への移行時期にあると考えられる。また、Kampong Kor コミューンの住民は通学や仕事などで、メコン河対岸のチュローン郡都へ頻繁に出掛けるが、チュローンでは REE がディーゼル発電による 24 時間ミニグリッド給電を行なっている。したがって、Kampong Kor の住民はミニグリッド電気についてある程度すでに親しんでおり、電化後の料金支払いなどに対する混乱も少ないであろうと予想される。

Kampong Kor コミューンと隣接するコミュニティにおいても、コミュニティ境界が分からないほど道路沿いに連続して住居が密集・分布しており、地域一帯の広域電化を行なう場合の対費用効果が高い。



図 6.7 賃搗き精米所



（出典： 調査団）



図 6.8 小型ディーゼル発電機を利用している例

図 6.7、6.8 の写真は電気の昼間需要としてのポテンシャルである。(上右)小型精米機 (下左) 製氷屋 (下右) メコン河からタンクにポンプアップした水を飲料水として購入に来た子供たち。発電所と併せて、給水施設が不足している地域では新設することにより、発電原価を引き下げるとともに、住民の生活衛生改善、利便性改善に資することができる。

## 2.2 住民集会の結果 (Kampong Kor)

### 2.2.1 ワークショップ概要

Kampong Kor コミュニティでワークショップを実施した。概要は以下のとおりである。

表 6.9 住民ワークショップの概要

コミュニティ名	日付	時間	参加者数
Kampong Kor	2005 年 11 月 23 日	10:00 – 17:00	46

(出典： 調査団)

### 2.2.2 電気リテラシー

全参加者は 6V もしくは 12V のバッテリーを所有している。12V バッテリー所有者は 43 人中 37 人である。一方、6 人は 6V バッテリーしか所有していない。6V を所有している人は 14 人いる。したがって、8 人は 12V と両方所有している。TV 所有者は 22 人である。

コミュニティ内に 5 箇所の BCS がある。コミュニティ内に 4 村あり、内 1 村は BCS がないが、バッテリーの回収・配達システムがあるので問題がない。

1 回当たりのバッテリー充電代金はおおよそ 2,000 リエル程度であり、月 3-5 回程度充電する。月の充電代金は概ね 5,000-9,000 リエル程度である。一方、12V のバッテリー購入価格は約 35\$ で、平均寿命は 1.5 年であることから、月約 8,000 リエル程度のバッテリー代金となる。したがって、バッテリー照明代金として、13,000-17,000 リエル程度を負担していることになる。この他、ろうそくやディーゼル油ランプを併用している家庭もあり、全体としての照明代金はこれを上回るものと考えられる。

### 2.2.3 バイオマス発電施設設置場所について

有望な設置場所を村人に聞いたところ、3 箇所が候補としてあがった。1 箇所は幅 16m、奥行きは特に制限のないところ。もう 1 箇所は幅 8m、奥行き 50m。もう 1 箇所は幅 20m、奥行き 40m。

このコミュニティには公有地があるが、すべて北側の河川後背地にある冠水地域であるため、設置場所として不適切である。したがって、民有地を利用する以外にない。参加者からは 3 箇所が候補としてあげられたが、空き地になっているのは 1 箇所だけである。1 箇所については参加者の中に所有者がおり、年間\$50 の借地料をもらえれば構わないとのことであった。

一方、北側の河川後背地は農地になっているため、様々な候補があり得るものと思われる。また、

エンジン排ガスと騒音があるため、民家から少し離れた後背地が望ましい。

発電施設用建物として 20m x 25m = 500 m<sup>2</sup> の建物を建設するためには、約 7000 ドルの材料費が必要である。

#### 2.2.4 初期接続料

初期接続料約\$50 が支払えるかとの質問に対し、皆すぐには不可能と回答した。どのようにこの費用を捻出するかを協議した結果、当初4回の分割払いとの意見が出たが、最終的には毎月 10 ドルを 5ヶ月間で貯めることができるとした。

また、毎月の貯蓄はコミュニケーション、村長の責任のもと集められ、管理する方法が望ましいとした。

#### 2.2.5 オペレータ

このコミュニケーションにはディーゼル発電機、精米機等の機械を所有している人が多数おり、機械の運転は可能である。船外機エンジン等の修理をできる人もいる。そのため、トレーニングを実施すれば、運用開始後故障した際には修理が可能と考えられる。発電機所有者等に対し、政府が研修指導をしてくれればオペレーションをやる人材は何人も存在する。

#### 2.2.6 会計・集金

会計が出来る人材はこのコミュニケーションに多くいる。集金方法について議論したところ、僧侶から、各村にサブコミッティを設立し、村ごとに集金をしてはどうかとの提案がなされた。また集金係が各家庭を訪問し集金する方法と、各家庭が事務所に支払いに来るのとどちらが良いかも含めて議論が行われた。

最終的には、各家庭が事務所に支払いに来る方法を選択した。理由は、集金係が集金する場合、約 1,000 世帯もあり、集金係の給料が大きくなり、経費がかかること、また集金係が集金した金を使い込んでしまう恐れがあるためである。

#### 2.2.7 スタッフの選任方法

誰がこれらスタッフとして適任か聞いたところ、この会議の場で誰ということは出来ず、みなで選挙をして決めることが望ましいとした。

#### 2.2.8 燃料木栽培方法

燃料木を植えることが出来る場所を確認したところ、コミュニティフォレストの土地が利用可能であるとの回答があった。ここに集約的に栽培する方法と、各家庭で栽培する方法、選ばれた契約農家が栽培する方法など、さまざまな方法を例示した上で協議した結果、全組合員が栽培することが望ましいとされた。

全組合員で栽培する場合、1世帯約 0.02ha 必要であると説明した上で、各家庭でそれだけの土地が用意できるか確認したところ、約 80%の世帯が可能と回答した。その場合、土地が用意できない 20%の家庭は栽培による副収入を得る機会が与えられなくなるが、問題ないか質問し、協議した結果、土地を用意できない家庭はコミュニティフォレストの土地を利用し、全組合員平等に副

収入を得る機会を提供することが望ましいとされたものである<sup>2</sup>。

### 2.2.9 Kampong Korにおけるフィージビリティ

支払い能力の観点、すなわち初期費用負担計画ならびに現在の照明用支出額から判断して、本計画は財務的に妥当であると考えられる。電気リテラシーの観点からも、バッテリー所有率、テレビ所有率が高く、また対岸の町ではミニグリッド電気が普及しており、多くの住民が通勤・通学で対岸に行くことから、ミニグリッドに対する理解とミニグリッド電気に対するニーズが高い。

また、Kampong Kor では村落の地理的配置が河沿いの道路沿線に住宅が立地していることから配電線の建設効率が高く、ミニグリッドを設置した場合、受電希望世帯のすべてに接続可能である。

人材面、技術面の観点から、オペレータ、会計はトレーニングを受ければ実施できる人材は存在する。

したがって、電化準備度は高く、資金支援、技術支援、運営指導が得られれば CEC 方式によるミニグリッド電化事業は十分実施できるものと考えられる。

## 2.3 開発規模

### 主計画（フェーズ1）

本計画では Kampong Kor コミューンのための電化を行なう。同コミュニティでは 4 村、1,107 世帯、2,865 人が生活している。このうちの 80%の世帯が接続を希望すると仮定すると必要な発電容量は 120 kW となる。必要とされる燃料木の栽培面積は、一世帯当たりの月平均電気使用量を 10 kWh、年間バイオマス成長量を 10 t/ha と仮定するとおよそ 15 ha となる。この面積は需要の伸びにつれて増加し、8年後には 39 ha が必要と推定される。本計画の対象地域は図 6.2 の赤線で囲まれた範囲である。

### 拡張計画（フェーズ2）

フェーズ2の拡張計画では Kampong Kor に隣接する3つのコミュニティの電化を行なう。プレックプラサブコミュニティは Kampong Kor の北側に隣接し、主要道路沿い 17.9 km の間に 9 村、2,382 世帯、5,946 人が生活している。家屋は Kampong Kor との境界から北側の境界まで連続的に密集して分布している。コミュニティの中心はプレックプラサブ郡都でもあり、多数の商店、ワークショップなどが軒を並べている。携帯電話の中継基地が 2 基あり（局番 011 と 012 向け）、1 基はディーゼル発電機、もう一機は太陽光とディーゼル発電機のハイブリッドで電気を賄っている。これらは昼間需要のポテンシャルと考えられる。タマウとチャンバックコミュニティは Kampong Kor の西側に隣接している。主要道路沿い 15.4km の間に 10 村、2,613 件、6,381 人が生活してお

<sup>2</sup> これは、まだ説明用のビジュアルガイドが作成されていないことから、住民が燃料木栽培収入に過剰な期待を抱き、収入の規模を誤解した結果である。全員で栽培する場合には、その栽培燃料木の購入費用は自分が支払う電気代から賄う結果となる。例えば、平均的な月消費量である 10 kWh/世帯の場合、自分が支払う電気料金は 3 ドル前後となるが、受け取る燃料木代金は 0.3 ドルに過ぎない。平均で 10 世帯に 1 軒程度の貧困世帯と優先契約して栽培すると、そのような貧困世帯は電気料金を、この燃料木販売収入で賄うことができる。

り、家の分布は密集している。上記の3コミュニティを主要道路沿いに電化する場合、対象世帯数は4,995（12,327人）となる。80%が接続を希望すると仮定して、必要な発電容量は520kWとなり、燃料木の栽培に必要な土地の面積は、一世帯当たりの月平均電気使用量を10kWh、年間バイオマス成長量を10t/haと仮定すると、75haと想定される。本計画で対象となる地域は紫（破線）で図6.2に示す。村や家屋はチャンバックコミュニティから更に西に向けても継続して分布しているが、調査団が現場踏査を行なっていないので、計画の対象外とした。

表 6.10 開発規模別の計画概要

計画名	総世帯数	設備容量	燃料木必要栽培面積 @10 kWh/世帯/月 (2年次-8年次の 計画栽培面積)
主計画（フェーズ1）	1,107 (1コミュニティ, 4村)	120 kW	15 ha (24-39)
拡張計画（フェーズ2）	4,995 (3コミュニティ, 19村)	520 kW	75 ha (108-175)
合計	6,102 (4コミュニティ, 23村)	640 kW	90 ha (132-214)

(出典： 調査団)



(出典： 調査団)

図 6.9 Preaek Prasab コミュニティの街並（左）と携帯電話の中継アンテナ（右）

## 2.4 発電所及び配電線

Kampong Kor コミュニティの村はメコン河と季節的に冠水する地域との間に立地しており、利用可能な土地は限られている。フェーズ1の主計画における発電所は村落内に設置することが可能であるが、規模の大きくなるフェーズ2拡張計画の場合は季節的に冠水する地域の北側の広大な未利用地に設置することが必要となろう。発電所用地には主計画の場合1,000 m<sup>2</sup>以上、拡張計画の場合3,000 m<sup>2</sup>程度以上の用地が必要と考えられる。

中圧配電線（22kV）はメコン河沿いの主要道路に沿って建設する。村が河と季節的な冠水地に挟まれた狭い地域に立地するため、殆どすべての家屋は主要道路沿いに分布している。中圧線の延伸距離、接続家屋数、1件あたりの接続に対する中圧線の距離などは、第5巻H-1参照。

表 6.11 バイオマス発電・配電施設建設費

	フェーズ 1	フェーズ 1 + 2
設備容量 (kW)	120	640
発電設備費 (\$)	385,200	1,794,500
配電設備費 (\$)	303,900	1,481,100
合計 (\$)	689,100	3,275,600

(出典： 調査団)



図 6.10 密集して分布する Kampong Kor の住宅

## 2.5 バイオマス燃料供給

CEC メンバーによる燃料木栽培によって燃料供給を行なう。Kampong Kor コミューンには 1 世帯当たり 0.75ha の灌木地があり、これは持続的な燃料供給に必要な世帯当たり 0.02ha の植林面積の 20 倍近くにも達し、十分な土地がある。植林木は CEC が買い上げる。購入価格は \$20/t あたりが妥当と考えられる。Kampong Kor コミューンは 2001 年よりコミュニティフォレスト活動を行なってきており、植林も多く行なわれてきた (図 6.11)。したがって住民は植栽方法や植林木の管理に関する知識を持っている。クラティエ州都における 1997 年から 2001 年までの平均年間降水量は 1,992 mm (JICA 2005) であり、熱帯でチップや燃料材用に広く植栽されている樹種の殆どは問題なく生育することが見込まれる。Kampong Kor で近年に植栽されたアカシアは旺盛な成長を見せており、少なくとも年間 10 t/ha のバイオマスの生産は見込めると思われる。

Kampong Kor では広い面積にわたって、季節的に水没する (年間 3 ヶ月程度)。これらの土地で農業に利用されているのはごく一部である。これらの土地にも特定の樹木が生育しており (表 6.12)、それらの樹種の殆どが萌芽更新の特徴を持ち、人々は薪炭材として利用している。住民によると幾つかの樹種は非常に早い成長を示し、植林も容易であるという。これらの樹種を未利用の季節的に冠水する土地に植栽してバイオマス燃料の生産を行なうことも考えられる。カンボジアには季節的に冠水し、農業に適さない土地が全国で相当面積広がっている。もしこういった



土地でバイオマス燃料を生産する仕組みが Kampong Kor で実践できたならば、全国に応用可能なモデルとなりうる。

拡張計画では 5 千軒近くの世帯の電化が想定されている。この計画で持続可能な燃料供給を行なうために必要な植林面積は 75 ha である。この面積は需要の伸びにつれて増加し、8 年後には 175 ha が必要になると予測される。Kampong Kor コミュニティフォレストには 1461ha のコミュニティフォレストがある（図 6.2 緑の点線で表示）。しかしコミュニティフォレスト内で林間が閉鎖したような林地は僅かに点在しているだけで、土地の殆どはひどく劣化した灌木林か草地であり（図 6.11）、畑として利用されてしまっている土地も多くある。コミュニティフォレスト内の草地はいずれにせよ植林が必要であり、コミュニティフォレスト区域の 10%に満たない土地のしかも草地に植林し、持続的に管理していくことで 5,000 世帯の電気を供給することができる。広大な面積の劣化したコミュニティフォレストを適切な予算措置も無しに管理するのは不可能であり、バイオマスによる電化はコミュニティフォレストを適切に管理していく上での効果的な方策の一つとなりうる。

植林推奨樹種は以下の通り。

畑地などでの短伐期（<1 年）の枝打ちによる収穫と萌芽更新: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*（マメ科）

数年以上の伐採サイクルによる管理: *Acacia* spp.,（マメ科） *Eucalyptus* spp.（フトモモ科） *Casuarina equisetifolia*（モクマオウ科）

季節的な冠水地での栽培: *Barringtonia acutangula*（サガリバナ科）と *Combretum quadrangulare*（シクンシ科）が住民への聞き取り調査の結果特に有望であることが解った。その他のポテンシャル樹種を表 6.12 に記す。

表 6.12 季節的に冠水する土地に生育する樹種

Scientific name	Family	Khmer Name
<i>Barringtonia acutangula</i>	サガリバナ科	Reang
<i>Peltophorum dasyrrhachis</i>	マメ科	Trase:k
<i>Combretum quadrangulare</i>	シクンシ科	Sangkae
<i>Combretum trifoliatum</i>	シクンシ科	Trahs
<i>Hymenocardia wallichii</i>	トウダイグサ科	Phnom Phnaeng
<i>Pithecellobium dulce</i>	マメ科	Ampil tuk
<i>Zizyphus mauritiana</i>	クロウメモドキ科	Putrie
<i>Gmelina asiatica</i>	クマツヅラ科	Anncha:nh

（出典：調査団）



(出典： 調査団)

### 図 6.11 コミュニティフォレスト活動の様子

(上左) 寺院に設置された苗畑。右手前がチーク。左奥がアカシア。(上右) コミュニティフォレスト活動を推進するタマウ寺院の僧侶と植栽されて1年足らずのチーク林。(下) コミュニティフォレスト内の草地と農地。

#### 参考文献

SEILA. Seila commune database 2003. ([www.seila.gov.kh](http://www.seila.gov.kh))

JICA. 2005. Weather observation data.

## 2.6 工事計画

図 6.12 に主計画（フェーズ 1）の想定される工事計画を示す。

	Phase Year	Phase-I		
		1st	2nd	3rd
<b>1 Preparatory Works &amp; Establishment of Organization</b>				
<b>1.1 Establishment of Organization</b>				
1) Establishment of Implementation Organization		■		
2) Establishment of O&M Organization, Tariff Setting, etc.			■	
<b>1.2 License Application/ Procedures, Land Preparation, etc.</b>		■		
<b>2 Biomass Power</b>				
<b>2.1 Tree Farming</b>				
1) Spread/ Enlighten & Guidance		■		
2) Tree Farming & Harvest			■	
<b>2.2 Construction of Biomass Power Plant</b>				
1) Review of Pre-FS, D/D (Demand Forecast, Cost Estimates, etc.)		■		
2) Field Investigation, Topo. Survey, etc.			■	
3) Tendering & Procurements			■	
4) Construction of Biomass Power Plant				■
5) Installation of Biomass Power Facilities				■
6) Test & Training on O&M				■
<b>2.3 Start Operation</b>				▲
<b>3 Mini Grids (Transmission &amp; Distribution Lines)</b>				
3.1 Design & Cost Estimation		■		
3.2 Procurements			■	
3.3 Construction of MV & LV Lines, Service Wires			■	

（出典： 調査団）

図 6.12 Kampong Kor 電化計画の工事計画（フェーズ 1）

## 3 経済・財務評価、料金設定

主計画（フェーズ 1）ならびに拡張計画（フェーズ 2）のうち、MP では、フェーズ 1 をパイロットプロジェクトとして先ず実施することを提案している。前項で見積もった建設費から関税、付加価値税を差し引き、経済価格に変換し、経済評価を行った。コストを回収できるように料金水準を設定して、財務分析を行った（第 5 巻 H-1 参照）。

表 6.13 に主計画、拡張計画のそれぞれの経済・財務評価指標ならびに料金水準を示す。

表 6.13 経済・財務評価

フェーズ	EIRR (%)	FIRR (%)	夜間料金	備考
フェーズ 1	30.9	5.2	\$0.350/kWh	発電所までの道路改良と配電線の固定費負担が重い
フェーズ 1 + 2	35.6	5.2	\$0.310/kWh	

（出典：調査団）

経済コストはバイオマスガス化発電所と配電線の建設費としての初期投資であり、運転コストは運転員の給与、維持管理費、燃料代を含む。便益は、代替ディーゼル発電に要する費用として評価する。ディーゼル発電に比べてバイオマスガス化発電の燃料コストが安い（およそ7分の1）、経済的内部収益率（EIRR）が30.9%と高い経済効率を示している。

対象地域住民の支払能力を考慮しつつ、料金水準の検討と財務分析を実施した。料金水準を\$0.350/kWhと設定すると、財務的内部収益率（FIRR）は5.2%となる。料金水準はオフグリッド地域の電化計画としては低く抑えられており、Kampong Kor計画（フェーズ1と2）は財務的にもプロジェクトとして成り立つ。

## 4 環境社会配慮

本環境社会配慮にあたり、JICA 環境社会配慮ガイドラインにしたがったカテゴリの決定や環境影響評価を行った。また、カンボジア国の環境関連規則である“Sub-Decree No.72 ANRK. BK.”（dated August 11, 1999）の Annex で示された“List of the Project Require an IEIA and/or EIA”やその他諸規則にも準じて諸評価を行った。

一方、同国では初期環境影響評価（Initial Environmental Impact Assessment, IEIA と称される、IEE に相当する）報告書の作成に関する詳細な指針がないため、ここでは同国の EIA に関する規則（“Guideline for conducting Environmental Impact assessment (EIA) Report” stipulated by the “Prakas on Guidelines for preparing EIA Report”, No.49 BST.SSR dated March 9, 2000）を準用することにした。

ただし、Kampong Kor バイオマス発電プロジェクトはここで行った環境スクリーニングの結果、以下で記述されるように、IEIA を必要としない場合にあたるので、IEIA は省略することになった。

### 4.1 Kampong Kor バイオマス発電計画に関する環境スクリーニング

表 6.14 に本計画に関する環境スクリーニングの結果を示す。

- (1) 以下の事項から本計画の IEIA を行う必要がないと判断する。
  - 1) JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリ C に該当すること。
  - 2) 出力が最大で 640kW であり、IEIA や EIA を要する MOE の規定値（5MW）未満であること。
  - 3) 立地点が環境保護区外に位置すること。

- (2) 本年6月同国首相によって承認されたMOEの環境行政の再構築関連法令で、本計画のような場合で計画の全投資額が2百万米ドル未満であれば、プロジェクト実施機関／組織は州政府に計画の環境関連承認申請を行うことになる。その際、IEIAは不要と考えられる。

## 4.2 環境スクリーニングの結果および所見

### (1) 自然・社会環境へのインパクト

- 1) 立地点が環境保護区外にある。一方、2005年9月15日に、立地点一帯のKampong Kor コミュニンの代表者や村民達と行ったインタビュー調査で、その地域では保護野生動物は見つかっていないとの情報が得られた。したがって、本計画による保護野生動物や生態系への影響はないと結論される。
- 2) 本計画の出力は最大で640 kWであり、それに要する植林面積は約90 ha（8年後には214 haまで増大）である。この植林用土地はコミュニティフォレストを計画している。他の私有地の使用が必要になった場合には、土地の手当で地権者との利害上の矛盾が生じる可能性がある。したがって、プロジェクト実施機関や組織は、そのような場合には土地の手当に際し問題が生じないようにすることが必要である。一方、上記インタビュー調査で、コミュニティチーフからコミュニティの公有地である約50 haを本計画用に提供できる旨の意思表示もあった。同コミュニティの承認を得ればそれが実現可能とのことである。したがって、プロジェクト実施機関や組織は本計画の具体化にあたって事前に再度コミュニティの代表者および村民達と討議を行うことが必要である。
- 3) 本計画の出力が小さいことから、地域一帯の大気や水質への悪影響はない。
- 4) 本計画による地下水への悪い影響は無い。

### (2) プラントの設計・建設による環境社会への影響

- 1) 地域の農業への悪影響無し。
- 2) 地域社会への好ましい影響
  - i) 労働力としての雇用機会が生じる。
  - ii) 建設中、村民達の商業活動の機会が生じる。
- 3) 建設中に粉塵の発生があり得るが、散水を用いて粉塵の発生を抑制することができる。

### (3) 発電所運転中の環境社会への影響

- 1) 一般論としては、燃料不足時に違法な周辺の森林伐採や市場からの燃料用薪の大量購入が発生する余地があるが、本計画では燃料は全て栽培され、更に備蓄林も用意される。この燃料供給計画を確実に実施するために、プロジェクトの運転管理規定の作成と遵守が必要である。燃料木栽培計画の確実な実施と、村全体で備蓄燃料を確保することにより周辺森林への悪影響は回避できる。
- 2) 発電所の運転で浮遊微粒子が排出される可能性がある。その量はディーゼル発電所の場合よりかなり少量と思われる。ただし、その排出量が予想外に増加した場合には、

浮遊微粒子のフィルターを設置することが望ましい。なお、発電所地点は住宅地を避けて選定されている。

- 3) 発電中、ある程度の循環廃水が生ずるが、閉サイクルシステムが計画されているので、周辺環境への悪影響は予想されない。
- 4) 本計画による地域農業への悪影響はない。

**表 6.14 Environmental Screening for Kampong Kor Biomass Power Project**

(The check list for the project.)

1. General Information

Name of the proposed project: Kampong Kor Biomass Power Project

Name of Project owner/proponent: not decided yet

Project Execution Organization : not decided yet

Name of authorized person(s) responsible for the project : not decided yet

Information regarding the project site

Name of the village, commune, district and province :

Four villages, Kampong Kor Commune, Preaek Prasab Districts, Kratie Province

2. Outline of the Proposed Project

2.1 Information on project characteristics

(1) Needs involuntary resettlement		
	Yes	Scale: households, persons
●	No	
(2) Groundwater pumping		
	Yes	Scale: m <sup>3</sup> /year
●	No	
(3) Land reclamation, land development and land cleaning		
	Yes	Scale: hectors
●	No	
(4) Logging		
●	Yes	Scale: about 0.5 hectors for power house space
	No	

2.2 Description of the project

Main design specifications:

- (1) The bio-mass power project will utilize 132 ha to 214 ha of land for fuel tree farming. Generating capacity will be about 640 kW, which will be able to supply electricity to more than 6,000 households.
- (2) Through interview carried out with the Commune Chief on September 15, 2005, it was known that at least about 50 ha of land would be available in the Commune for the bio-mass project. When needed, the project can install up to about 250kW output capacity. Tree species to be farmed will be *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Acacia* or *Eucalyptus*.

2.3 Is the project consistent with the higher program/policy ?

●	Yes	(outline of the higher program/policy) Rural electrification plans of DIME in the Province
	No	

2.4 Any alternatives considered before the project ?

●	Yes	(outline of the alternatives) Svay Bakav CF project in Kampong Chhnang Province, and Takeo Celagrid project in Kampong Thom Province. However, both of them are not cost effective as the case of Kampong Kor project.
	No	

2.5 Did the project proponent have meetings with related stakeholders during the project planning ?

●	Yes	(mark the corresponding stakeholders)	
		●	Administrative body/local government (MIME/DIME, Commune and villages)
		●	Local residents/villagers
		●	NGOs
			Others (to specify)
	No		

2.6 Are any of the following areas located inside or around the project site ?

	Yes	(mark related items listed below)	
			National park, wildlife sanctuary, bio-diversity conservation, and other protected areas designated by the government
			Virgin forests, tropical forests
			Ecological important habitat areas
			Habitat of valuable species protected by domestic laws or international treaties
			Likely salt cumulus or soil erosion areas on a massive scale
			Remarkable desertification trend areas
			Archaeological, historical or cultural valuable areas
			Living areas of ethnic, indigenous people or nomads who have a traditional lifestyle or specifically valuable areas
●	No		

2.7 May the project have potential negative impacts to the environment and local communities ?

	Yes	(brief description of the potential negative impacts)
●	No	
	Not identified	



2.8 Mark the related potential environmental and social impacts and describe briefly the contents of the impacts, if any.

Items of potential impacts		Items of potential impacts	
●	Air pollution		Local economy, employment, livelihood, etc.
	Water pollution		Land use and utilization of local resources
	Soil pollution		Existing social infrastructures and services
●	Waste (liquid and/or solid)		Poverty issue
	Causing noise and vibration		Ethnic and /or indigenous people
	Ground subsidence		Misdistribution of benefits
	Offensive odors		Local conflict of interests among villagers
	Geographical features		Gender issue
	Bottom sediment		Children’s rights
	Biota and ecosystem		Natural and/or cultural heritages
	Potential conflict on water use rights		Infectious diseases such as HIV/AIDS, etc.
	Public health and hygiene		Others if any
	Global warming		
	Involuntary resettlement		

Remarks:

- 1) A certain amount of air polluting fine particles could be generated by the power plant. The amount of such dust would be much less than the case of D/G plants. However, use of some kind of filter is recommended if such fine particulates would become more than expected.
- 2) The liquid waste would be generated during construction by worker’s camp at site. Such wastes must be treated before discharge to the environment. In addition, a certain amount of liquid waste could be generated within plant facilities during operation. If this will be case, closed cycle treatment method should be used.

2.9 Key results and findings of the environmental screening :

Considering the following three factors, carrying out IEIA(IEE) will not be required.

- (1) The project will belong to Category C of JICA Environmental Guidelines.
- (2) The project output capacity (640 kW) is less than the limit which will need IEIA or EIA defined by the MOE (5MW).
- (3) The project site is located outside of any Protected Area designated by the MOE.

Therefore, only the environmental screening result will be enough for the project.

Based on the new Decree of the MOE regarding environmental regulatory reform, the project owner(s) will have to make project license application also to the concerned Province, if the project cost will be less than 2 million US dollars. For the application, it is considered that IEIA will not be required.

## 5 組織制度

### コミュニンの運営能力

Kampong Kor は国際ドナーから現地 NGO を通して既にさまざまな資金支援を受けている。コミュニティ林業プロジェクトが、NGO の KAFDOC と僧侶をリーダーとする村人によって進められている。特に活発で広く住民の参加を得ている活動である。これはコミュニンにプロジェクト管理や運営をする経験と能力をもたらした。村民は既に森林環境管理と植林について訓練を受け教育されている。栽培林における適正な燃料木の収穫管理が、供給の持続性において重要なポイントとなることから、この経験はバイオマスプロジェクトには大きな利点になる。

### 支払い能力

村民が既にディーゼル油ランプやバッテリー照明など入手可能なエネルギーを消費していることから、月料金の支払い上の問題はほとんどないだろう。しかし、高価な初期接続費はマイクロレディオットや特別低利でのローン提供、あるいは工事用労力として貧困世帯を優先雇用することなどの支援を行う必要がある。

表 6.15 期待される便益

	Strongly disagree		Disagree		Neutral		Agree		Strongly agree	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Our life will be better if our village is electrified							4	13.79	25	86.21
It is important for information (TV, radio)							10	34.48	19	65.52
Children can study at night							5	17.24	24	82.76
Working at night make cash income					2	6.9	10	34.48	17	58.62
Some electric appliances reduce work loads					2	6.9	13	44.83	14	48.28
Food can be better preserved					6	20.69	11	37.93	12	41.38
Reduction in door air pollution caused by lamps					4	13.79	10	34.48	15	51.72
Fan prevent malaria and make good sleep					2	6.9	10	34.48	17	58.62
Electricity is important for better water supply							11	37.93	18	62.07
Electricity is important for our health center							1	3.45	28	96.55
It will improve security at night							11	37.93	18	62.07
It will improve social relations between neighbors							12	41.38	17	58.62
It will create work-time for productive endeavor					1	3.45	10	34.48	18	62.07
It will provide more time for family gatherings							14	48.28	15	51.72
I want to start business after electrified	1	3.45			7	24.14	7	24.14	14	48.28

(出典： 調査団)

社会経済調査の結果、村民が電化後に期待する利益は上表の通りである。彼らは保健所、村の一般的な生活と教育の向上を期待している。

### デモンストレーション効果

現在の Kampong Kor へのアクセスはボートのみである。バイオマスによる電気供給が始まれば、DIME が同スキームをクラティエ州内のほかの地域にも適用することに大きな関心を示している。多くのミニグリッドが高い燃料代という深刻な問題に直面しているからである。国境周辺の郡におけるグリッド拡張プログラムを経験しているクラティエ州の DIME は、既に郡・コミュニン代表と需要調査と技術移転に携わってきた。この対象地域の DIME とコミュニン代表は、電化スキーム情報を他地域に提供する能力を持つと考えられる。

## 持続可能な運営への課題

対象地域のコミュニティは既にコミュニティ林業プロジェクトを経験している。

## 6 結論

フェーズ1として Kampong Kor コミューンを中心とした地域を電化することを提言する。提言する開発シナリオを以下に示す。

- 1) 電化計画を2つのフェーズに分けて実施する。
- 2) フェーズ1は Kampong Kor コミューンの4村を対象とする。
- 3) フェーズ2は電化対象地域をさらに3コミュニティ、19村を対象とし、合計4コミュニティ、23村を電化する。
- 4) フェーズ1はパイロットプロジェクトとして、CECによるバイオマス電化事業と支援制度の実証、啓蒙・広報等を目的とする一方、フェーズ2の実施へ向けての準備段階でもある。

## 第4巻 プレフィージビリティ調査(Pre-FS)

<b>Part 1</b>	概 要
<b>Part 2</b>	Samlout 電化計画
<b>Part 3</b>	Bu Sra 電化計画
<b>Part 4</b>	Pramaoy 電化計画
<b>Part 5</b>	Samraong 電化計画
<b>Part 6</b>	Kampong Kor 電化計画
<b>Part 7</b>	Srae Ta Pan 電化計画

カンボジア国  
再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査

ファイナルレポート  
第4巻 プレフィージビリティ調査

目次

PART 7 Srae Ta Pan 太陽光発電 BCS 電化計画

1	調査地域の社会経済状況.....	P7 - 1
1.1	Srae Ta Pan 村の基礎情報.....	P7 - 1
1.2	Srae Ta Pan 村の家計現況.....	P7 - 1
2	太陽光発電 BCS.....	P7 - 5
2.1	計画の所在地.....	P7 - 5
2.2	住民ワークショップ.....	P7 - 6
2.2.1	住民ワークショップの概要.....	P7 - 6
2.2.2	村内のコミュニティ構成.....	P7 - 6
2.2.3	電気リテラシー.....	P7 - 7
2.2.4	BCS 設置場所.....	P7 - 7
2.2.5	BCS 建物.....	P7 - 7
2.2.6	支払能力.....	P7 - 8
2.2.7	BCS の運用.....	P7 - 8
2.2.8	Srae Ta Pan 計画の社会的フィージビリティ.....	P7 - 8
2.3	日射量およびシステム設計パラメータ.....	P7 - 9
2.4	太陽光システム設計.....	P7 - 10
2.5	システム構築費用.....	P7 - 11
2.6	充電計画.....	P7 - 13
2.7	充電管理計画および充電記録.....	P7 - 13
2.8	設置計画.....	P7 - 15
3	経済・財務評価、充電料金水準.....	P7 - 16
4	環境社会配慮.....	P7 - 16
4.1	Srae Ta Pan 社会電化計画の環境スクリーニング.....	P7 - 17
4.2	環境スクリーニングの結果および所見.....	P7 - 17
4.3	廃棄バッテリー処分.....	P7 - 18
5	BCS の管理組織.....	P7 - 23
5.1	コミュニティの運営能力.....	P7 - 23
6	結論と提言.....	P7 - 23
6.1	BCS 社会電化事業モデルの妥当性.....	P7 - 23
6.2	デモンストレーション効果.....	P7 - 24
6.3	持続可能な運営に向けた課題.....	P7 - 24
6.4	維持管理面の提言.....	P7 - 24

付表目次

表 7.1	太陽光BCSの設計パラメータ.....	P7 - 9
表 7.2	世帯数、充電するバッテリーの数と容量、太陽光BCSのシステム容量.....	P7 - 10
表 7.3	6 Vのバッテリーを充電する為に必要な太陽光BCSの容量.....	P7 - 10
表 7.4	Srae Ta Pan地域の月日射量（1983年～1993年の人工衛星資料）.....	P7 - 11
表 7.5	4 kWp太陽光BCS構築費.....	P7 - 12
表 7.6	各バッテリーの記録表のサンプル.....	P7 - 14
表 7.7	月毎の記録表のサンプル.....	P7 - 15
表 7.8	財務評価.....	P7 - 16
表 7.9	Environmental Screening for Srae Ta Pan Solar Power Project (The check list for the proposed project.).....	P7 - 20

付図目次

図 7.1	Srae Ta Pan 村落の位置.....	P7 - 6
図 7.2	カンボジア全国の年平均日射量(kW/m <sup>2</sup> /日).....	P7 - 9
図 7.3	Srae Ta Pan 太陽光 BCS 設置計画.....	P7 - 15
図 7.4	廃棄バッテリーの収集・処理処分およびリサイクルプロセス.....	P7 - 19

## Part 7 Srae Ta Pan 太陽光発電 BCS 電化計画

### 1 調査地域の社会経済状況

#### 1.1 Srae Ta Pan 村の基礎情報

世帯数	人口	識字率	一般道までの距離	一般道までの所要時間
95	480	49.8%	2 km	45 分

(出典: Seila Commune Database 2004) \*For 4 wheel motor vehicles. No household is reported to own TV.

計画対象地域である Srae Ta Pan 村はストウンレン州 Sesan 郡 Samkhuoy コミューンにある。Sesan 郡は7つのコミュニティで構成され、人口は全体で 13,704 人である。Samkhouy コミューンには4つの村があり、人口は404人である。Srae Ta Pan 村は Sesan 川の北岸に位置し、雨季にはボートでのみアクセスが可能である。人口の 88%はラオ語系少数民族で 12%がクメール人である。小学校以外の公共施設は存在しない。

#### 1.2 Srae Ta Pan 村の家計現況

本調査で実施した社会経済調査により、Srae Ta Pan の家庭におけるエネルギー消費も併せた経済状況と電気に対する支払い意志を確認した。同調査では 26 のサンプル家庭を村から抽出し、インタビューを行った。

##### (1) 家計経済

全体の 80%以上の回答者が重要な収入源は農業と回答し、漁業がこれに続く。畜産と林業（木材以外の製品の採集）が第二の収入源である。いくつかの家庭では、季節労働、助産婦、ビジネス、NGO からの給料などを得ている。

##### 1) 主要所得源(%)

Income Source	Primary	Secondary	Tertiary
Agricultural produce (crops)	84.6	7.7	5.9
Livestock & poultry		73.1	29.4
Fishery	7.7	19.2	41.2
Wage from seasonal labor	3.8	-	-
Midwife	3.8	-	-
Forestry (timber non-timber forest products)	-	-	17.6
Salary from private business/ NGO	-	-	5.9
Total	100	100	100

2) 土地所有と資産

かんがいされた水田を有しているのは 60%だったが、かんがい施設の状態は良好とはいえない。すべての家庭が住宅用の土地を所有している。80%以上の回答者が漁獲用網を持っている。ほぼ半数が船外エンジン付きのボートを持っている。自転車か馬用の荷車を持っていると答えたのは回答者の 30%以下であった。数人が自家用発電機、精米機、オートバイを所有している。

3) 一ヶ月当たりの家計支出額(リエル)

Monthly expenditure (Riel)	n	%
200,000 and below	17	65.38
200,001 to 350000	7	26.92
350,001 to 500,000	2	7.69
Median	100,850.00	
SE Mean	23,376.11	
Minimum	22,000.00	
Maximum	433,100.00	

65%以上の回答者が 5 米ドル以下の支出であった。100 米ドル以上と回答したものは 2 人に留まった。コミュニティ内で裕福な家庭は多くない。

4) 一ヶ月当たりの品目ごとの家計支出額(リエル)

消費品目別の月支出額を下表に示す。

Expense items	n	Min	Median	Max
Food	26	8000	30001	210,000
Clothing	11	2000	10000	70,000
Child care	3	2000	3000	3,500
Education	6	3000	14400	120,000
Medical treatment/medicines	15	3000	12000	80000
Transportation	23	2000	10000	180000
Amusement/ recreation	14	1500	6750	35000
Personal care	26	700	4500	30000
Saving	8	5000	20000	30000
Others	3	11200	36000	360000
Total	26	22000	100850	433100

5) 融資と貯蓄

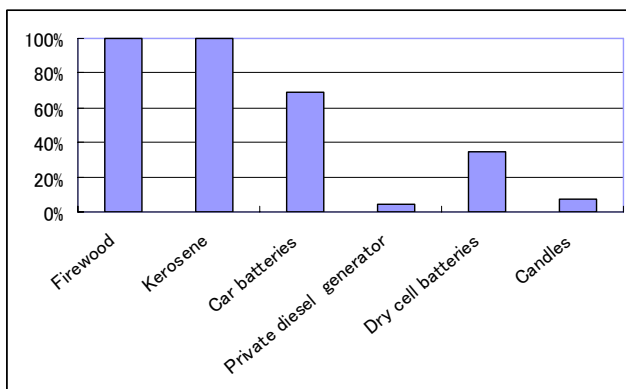
100%の回答者が 貸付を受けたことはないと答えている。信用貸付組織は存在すると報告されているが、貯蓄をしていると答えたもののうち、20%は金を自宅に保管していると答えた。



(2) エネルギー消費の現状と需要

1) エネルギー消費

100%の回答者が答えているように、照明源としてディーゼル油ランプが広く使われている。



2) 主灯源としてのディーゼル油ランプとバッテリー照明の使用現況

Kerosene (N. of users: 26 share 100%)		Car battery (N. of users: 18, share 70%)	
Cost of kerosene per liter		Number of batteries owned /household	
Mean	2,862	Mean	1.3
Standard Error of Mean	44	Standard Error of Mean	0.1
Minimum	2,400	Minimum	1.0
Maximum	3,200	Maximum	2.0
Monthly consumption		Recharging times per month	
Mean	2	Mean	6.9
Standard Error of Mean	0	Standard Error of Mean	1.0
Minimum	1	Minimum	3.0
Maximum	4	Maximum	20.0
Monthly expenses		Monthly expenses for recharging	
Mean	4,527	Mean	3,611.1
Standard Error of Mean	489	Standard Error of Mean	520.1
Minimum	1,500	Minimum	1,500
Maximum	12,000	Maximum	10,000

Type of battery	Number	Share	Cost of battery
12 Volt - 100 Ah	—	0%	—
12 Volt - 70 Ah	1	6%	130,300
12 Volt - 50 Ah	0	0%	83,000
6 Volt - 5 Ah	18	100%	25,000

平均して一軒で一ヶ月当たり 4,500 リエルを支出し、2つのランプを所有して、一日当たり 3.4 時間使用している。70%がバッテリーを所有し、一ヶ月に 3.5 回充電し、3,600 リエルを支出している。大部分(19 軒中 18 軒)が所有しているバッテリーは 6 V の狩猟用であり、家庭照明用ではない。

3) 電気機器の現在の所有状況と将来の需要

APPLIANCE	Currently owned		Want to buy	
	n	%	n	%
Electric lighting	6	24	24	96
Electric rice cooker	-	-	12	48
Television (color)	1	4	19	76
Television (black and white)	-	-	3	12
Video (VHS/VCD)	1	4	6	24
Radio/radio cassette	-	-	11	44
Electric fan	-	-	10	40
Electric water pump for drinking/household	-	-	7	28
Electric water pump for irrigation	-	-	10	40
Iron	-	-	2	8
Refrigerator	-	-	1	4
Karaoke	1	4	2	8

電気機器を所有しているものは 24%と未だに少数である。ビデオデッキ、カラオケは自家用発電機を持っている者には人気のある機器である。電化後は、95%の回答者が照明器具を購入すると答え、扇風機、炊飯器と続く。電動給水ポンプ、テレビ、ビデオデッキも需要が高かった<sup>1</sup>。

(3) 経済活動

Srae Ta Pan 村では稲作、畜産、漁業による自給自足となっている。精米・製粉は唯一存在する産業である。

(4) 電気への支払い意志と能力

1) 初期費用と充電料金への支払い意志

Willingness to pay for initial cost for getting the electricity	N=25
Mean	84,400
Standard Error of Mean	7,960
Minimum	10,000
Maximum	150,000
Willingness to pay for monthly electric consumption?	
Mean	5,360
Standard Error of Mean	486
Minimum	2,000
Maximum	10,000

20 ドル以上の初期費用の支払いについては非常に消極的である<sup>2</sup>。これは、多くの家庭が灯油の消費もしくはバッテリーの充電に一月あたり 1 から 2 ドル使用していることを考えても想像で

1 BCS で充電するバッテリーで使用可能な電気製品は照明とせいぜいテレビだが、電化計画を説明しないで実施する村落調査であるため、このような過大な期待が寄せられた。

2 太陽光 BCS では初期接続料は不要である。住民集会で議論されたように、立派な BCS 用建物を新設する場合でも、世帯当りの材料費負担は5ドル程度。実際には、既存建物を利用すれば、さらに安価となる。BCS 機器は、MP の支援制度により無償設置し、保守費用程度のリース料金を徴収することになっている。したがって、住民が負担することが必要な初期費用は、既存建物の一部改築費とパネル周囲の木製フェンスの材料費に留まる。

きる。BCS を設置するのに必要な初期費用を得るのに、借金をすると答えたものはほとんどなく、80%はむしろなにがしかの製品を売ると答え、30%は自身の貯蓄から捻出すると答えた。

## 2) BCS への期待される需要

64%の回答者は新しいビジネスを始める可能性はないと答えた。「ある」としたものの、挙げたビジネスの種類は、商店を始める、餅菓子作り、精米・製粉、飲食店、オートバイの修理工、夜間の漁網の製作であった<sup>3</sup>。

## 3) 持続可能な BCS 運営のための充電料金水準

料金は初期費用など基本的なサポートが必要なより貧しい家庭について考慮しながら、周辺市場での水準を反映したものでなくてはならない。

## (2) 開発計画と現在の開発努力

村落開発計画は現在ないが、教育や保健、水供給と衛生といったいくつかの開発活動が国際NGOやコンサルタントによって実施されモニタリングされている。一番需要の高かったサービスはかんがい、続いて道路、電気であった。

## 2 太陽光発電 BCS

遠隔地域では生活に余裕がある住民が照明やテレビ等の電源にバッテリーを利用している。しかし、遠隔地域では支払能力が低いか利用者が少ないことからディーゼルBCSの数も少ない。従って国道沿いや郡都所在地あるいは人口の多い町に比べ、地方ではバッテリーの充電に際し長距離の移動が必要であり、さらに高い充電料を支払っている。太陽光BCSの場合、主に太陽電池モジュール、充電装置を利用することにより数ワットから必要に応じた容量の設備を遠隔地域でも簡単に設置することが可能である。現在 BCS にアクセスできないあるいは困難な村落が太陽光 BCS の設置対象である。太陽光 BCS の 2 次的な効用として、BCS へのアクセス容易になるとともに、運搬の負担軽減が上げられる。また、バッテリーの電圧と容量に合った、並列充電による適切な充電が可能となる。

### 2.1 計画の所在地

太陽光 BCS を設置するにあたり、条件に見合った設置可能なサイトの選定を行った Stung Treng 州, Sesan 郡, Samkhuoy コミュニンの Srae Ta Pan 村落を選定された。Srae Ta Pan 村落は Stung Treng 町の港から約 12km, Sesan 川の上流に位置している。港から村までボートで約 30 分かかる。村は川岸から約 50 m 内陸側に位置、セサン川北岸に沿って全長約 5 km の範囲で上下流方向に分布している。村落内では、民家は密集せず点在している。村落の位置を図 7.1 に示す。

3 同様に、BCS で充電したバッテリーで可能となる夜間ビジネスは、夜間の漁網の製作だけである。住民の期待は、一足飛びにミニグリッド電化を志向している。

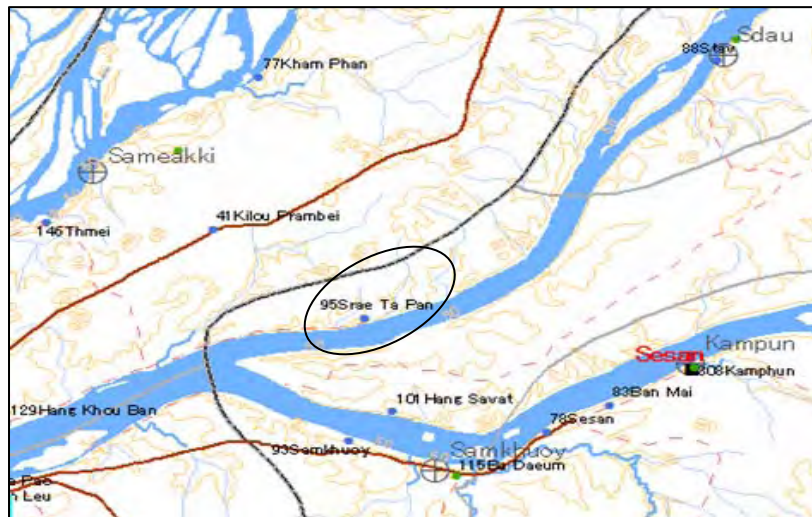


図 7.1 Srae Ta Pan 村落の位置

## 2.2 住民ワークショップ

### 2.2.1 住民ワークショップの概要

Srae Ta Pan 村で住民ワークショップを実施した。その概要を以下に示す。

住民ワークショップの概要

村落名	日付	時間	参加者数
Srae Ta Pan	2005 年 11 月 21 日	9:00 – 16:30	29

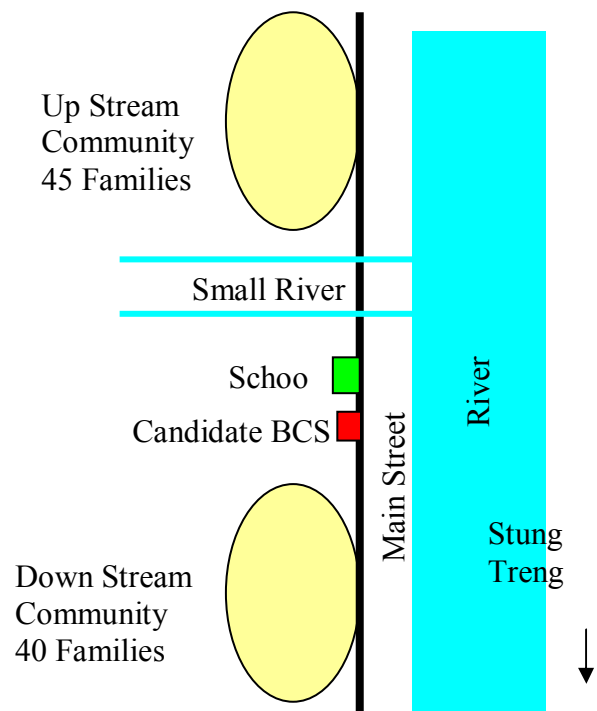
### 2.2.2 村内のコミュニティ構成

Srae Ta Pan 村は大きく上流集落と下流集落に分かれている。村長は下流集落に属しており、ワークショップ開催場所の集会所も村長宅の横に位置している。

上流集落は 45 世帯、下流集落は 40 世帯を持つ。小学校はほぼ中央に位置している。小学校からはそれぞれの集落まで徒歩約 30 分の距離である。

この村には車はなく、バイクが 3 台、自転車は約 25% の世帯が所有している。一方、全世界帯が手こぎボートを所有しており、約 15% の世帯が船外エンジン付きボートを所有しており、ボートが主要な交通手段となっている。

下流集落の人は、しばしば上流集落に行く。それは上流集落側に農地を所有しているためである。



一方、上流集落の人が下流集落に来ることは滅多にない。したがって、社会経済的なつながりは各集落と Stung Treng 町との間の方が強い。

### 2.2.3 電気リテラシー

全世帯が 6V の小型バッテリーを所有しており、釣り、携帯ライトなどに利用している。約 5 世帯が 12V バッテリーを所有している。充電は学校付近に新しくできたの村内 BCS か Stung Treng で行う。村内 BCS は充電できる台数が限られており、かつまた毎日定期的には営業していないため、Stung Treng にも行かなければならない。

村民はもともと月に 2-4 回程度、Stung Treng に買い物に行き、そのついでに充電を行っている。充電のみを目的に Stung Treng に行くことはない。

TV 所有は約 10 世帯である<sup>4</sup>。TV 電波はこの村には届かないため、ビデオ・VCD を利用する。

6V バッテリー所有者に対し、BCS が設置されたら 12V のバッテリーを買いたいか、質問したところ、全員が欲しいと回答した。しかし、実際に購入可能か聞いたところ、現時点では不可能と回答し、12V バッテリー代 30 ドルの現金を準備するのは非常に難しい。

### 2.2.4 BCS 設置場所

BCS の設置場所を協議した。午前中、下流集落参加者のみで設置場所について議論したところ、前回ワークショップで候補地に上がった学校近くの土地の所有者以外は、もっと下流集落側に設置すべきとの意見に達した。それは、自分たちにとって都合がよいことと、上流集落の人々はこの事業に協力しないであろうことが理由であった。

一方 BCS 候補地の土地所有者は、自分の家はこの村のほぼ中央（一応この家も下流集落に属する）に位置しているため、上流集落の人でも利用が可能であること、十分な土地があること、自分がオペレータを担当できることから、自分の庭に設置することを主張した。午後になり、上流集落より 2 名の参加者が来た後、引き続き議論をしたところ、一転して村の中央に位置する人の家の庭に設置することに全員が合意した。理由は、上流の人にとっても公平な位置にすべきであるためと回答された。

### 2.2.5 BCS 建物

建物が 3 m x 8 m = 24 m<sup>2</sup> で材料費が約 450 ドル必要になり、1 世帯約 5 ドル程度の資金準備が必要になる。参加者 25 人の内、この資金が準備できると答えたものは 2 名のみであった。内 1 名は設置場所の所有者である。もう一人は上流集落の比較的裕福な世帯であった。ほとんどの人が払えないので、どうすれば良いか聞いたところ、最悪の場合は上流集落の裕福な参加者が全額を負担してもよいと表明した。貧しい住民は建設時の労働力提供と、運用後少しずつ返済すればよいとのことであった。

4 12V バッテリーの保有世帯情報(5世帯)と矛盾する。

### 2.2.6 支払能力

建設費1世帯約5ドルは25人中、23人が支払いできないと回答した。6Vバッテリーしか持っていない世帯の人は、30ドルする12Vバッテリーは購入不可能と回答した。したがって、支払能力は極めて低いものと判断される。

### 2.2.7 BCSの運用

BCSのオペレータは、土地の提供者が担当することが望ましいということになった。この人の庭であることに加え、1ヶ月前にディーゼルBCSを始めた経験もあり、参加者は望ましいと考えた。会計をできる人はこの村に何人もいる<sup>5</sup>。会計係が不正なことをしないようにどうすればよいか質問したところ、CECの中に小さな委員会を立ち上げ、委員が交代で売り上げの確認をし、チャックする体制を整備すると回答した。この村には銀行はないが、Stung Trengにはある。ただし、この村で口座を持っている人は存在しない。

### 2.2.8 SRAE TA PAN計画の社会的フイージビリティ

電化準備度の指標となる支払い能力は低い。12Vバッテリー（約30\$）の購入が困難である。建物建設費の約\$5/世帯も、25人中23人が負担困難である。しかし、半数の約40世帯分を充電することを目標とすると、毎日の充電バッテリー数は8台程度となるので、わざわざ専用の建物を建築することは不要だろう。雨をしのげれば足りるので、軒先利用程度で済むことから、建物の費用は問題とならないだろう。

アクセスの観点から当初提案されたBCS設置場所ではフイージビリティは低い。対象地域がひとつの村でありながら2集落に分断されており、Accessに約30分かかる。生活スタイルから、陸上交通手段は徒歩が中心であるため、集落間交流に乏しい。むしろ、船によるStung Trengとのつながりが強く、買い物のついでにStung Trengで充電することが可能で、またアクセスの観点から大幅なメリットが見込めない。BCSを2箇所の集落に分割して配置するか、配達制度の潜在需要を検討することによって、BCSへのアクセス問題を解決することが必要である。

CEC方式による運営の観点からは、集落間の相互共同意識が乏しいこと、地理的に隔たりがあることから友好的・協力的運営の面で懸念される。この点では、BCSを2箇所の集落に分割することが望ましいといえる。

2箇所に分割するか、配達制度を導入するかは事業実施段階で、住民によるさらなる検討に委ねることが必要である。

オペレータ、会計を担当できる人材はいる。ただし、一定のトレーニングは必要である。

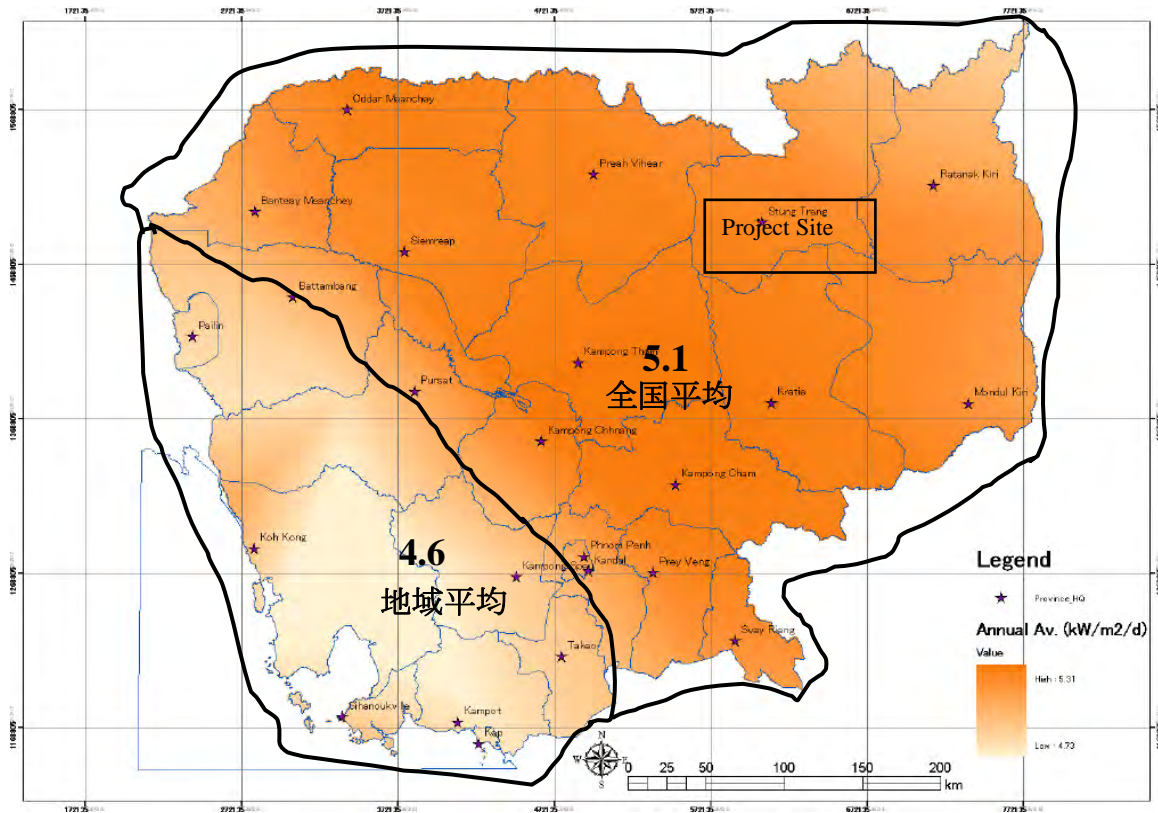
土地・建物は準備できるが、土地のフェンスと建物の費用を全員で平等に負担することができない恐れがある。ただし、一部裕福層が多めに負担しても構わないと発言したため準備することは可能である。

建物建設費約\$5/世帯の負担が困難とのことであった。これは新規に建設することを想定したものであったが、既存建物（オペレータの自宅など）を利用するなどの工夫により解決が可能である。

5 実際には、独立した会計係は不要で、オペレータが会計係を兼務する。

## 2.3 日射量およびシステム設計パラメータ

システムの設計に当り標準パラメータを設定する必要がある。入手できた衛星データおよび全国調査のデータを基にシステム設計パラメータを決定した。日射量については、全国年平均 5.1 kW/m<sup>2</sup>/日を基準としシステムの設計を行った。図 7.2 は全国での年平均日射量の分布を示し、表 7.1 では基準システム設計パラメータを示す。



(出典：NASA ホームページ)

図 7.2 カンボジア全国の年平均日射量(kW/m<sup>2</sup>/日)

表 7.1 太陽光BCSの設計パラメータ

Item	Parameter	Value	Unit	Remark
1	Horizontal irradiation	5.1	kWh/day	Country average (satellite data)
2	Module derating factor	10	%	Decrease of output due to dirt, years of uses and so on.
3	Columbic efficiency	90	%	To charge battery effectively.
4	Consumption by Charge controller (C/C)	20	mA/day	Depends on manufacturer
5	Depth of discharge (DOD) of battery	50	%	Manufacturers recommendation for shallow cycle lead acid batteries
6	Charging interval	5	days	To control deep discharge manually
7	Voltage from C/C	13.5 & Up	V	To charge battery effectively
8	C/C capacity (Minimum)	12	Amp	To charge battery effectively in a day

(出典：調査団)

## 2.4 太陽光システム設計

太陽光BCSの構築の為には、標準設計パラメータ以外にも世帯数、推定利用バッテリー数および容量等も重要な項目である。世帯数、充電するバッテリーの容量および概算した基本システムの容量を表7.2に示す。具体的なシステム設計を添付資料—B、表AP—B.1.9に示す。

**表 7.2 世帯数、充電するバッテリーの数と容量、太陽光BCSのシステム容量**

対象世帯数	充電バッテリーの割合 (%)			1日当りの充電バッテリー数	設備容量 (kWp)
	50 Ah	70 Ah	100 Ah		
89	30	50	20	18	3.3

(出典：調査団)

村に既存の6V、5～7Ahのバッテリーの充電を行うこと考慮した場合、表7.3に示すシステム容量となる。具体的なシステム設計を添付資料—B、表AP—B.1.10に示す。

**表 7.3 6Vのバッテリーを充電する為に必要な太陽光BCSの容量**

対象バッテリー数	充電間隔 (日)	1日当りの充電バッテリー数	設備容量 (kWp)
89	3	30	0.1

(出典：調査団)

上記6Vのバッテリーを充電するための容量を、表7.2の基本システムに加算すると、太陽電池の合計容量は3.4kWpとなる。

年毎に天候が異なるので、需要を満たすためにはこのような天候状況も考慮する必要がある。人工衛星の10年間の観測記録に基づく、Srae Ta Pan地域の月平均日射量を表7.4に示す。



表 7.4 Srae Ta Pan 地域の月日射量 (1983年～1993年の人工衛星資料)

Boundary (In degree)		Average Elevation (m)	Month	Monthly Average Solar Irradiation (kW/m <sup>2</sup> /day)	Maximum difference within the data recording period (10 Years)	
Latitude	Longitude				at Minimum side (%)	at Maximum side (%)
13 S - 14 N	106 W - 107E	107	Jan	5.51	-5	3
			Feb	5.99	-4	5
			Mar	6.16	-5	3
			Apr	6.01	-3	4
			May	5.51	-4	5
			Jun	4.91	-8	13
			Jul	4.95	-8	9
			Aug	4.50	-14	15
			Sep	4.69	-11	11
			Oct	4.72	-14	11
			Nov	4.98	-14	8
			Dec	5.17	-3	5
			<b>Average</b>			<b>5.26</b>

(出典：NASA ホームページ)

上表における最大差異値（最右2列）は、10年間記録の平均値に対する、最高および最低値の割合を示している。Srae Ta Pan 地域の衛星データから最低では平均で 7.8%の差があり、これはシステムの運用期間中、度々生じる可能性がある。従って、これを前出の太陽電池の容量 3.4kWp に加算した場合、全体の容量は 3.7kWp となり、小数点以下をくり上げた場合 BCS Model 76～100 と同じ容量の 4.0kWp となる。これによって Srea Ta Pan 村落の太陽光BCSの容量およびカバーできる世帯数は以下ようになり、村落に存在する 6 V の小型電池も充電可能になる。

- ・ 太陽光BCSの設備容量 : 4.0 kWp
- ・ カバーする世帯数 : 89 HH

## 2.5 システム構築費用

カンボジアで購入する場合の 4 kWp 太陽光BCS構築費の見積りを表 7.5 に示す。

表 7.5 4 kWp 太陽光 B C S 構築費

Item	Description	Qty.	Unit (US\$)	Total (US\$)
<b>Equipment &amp; PV cost</b>				
1	PV module (Crystalline Module)	4 kWp	5,400	21,600
2	Charge Controller PL20 (LCD with memory)	20 pcs	250	5,000
3	Multi-meter	1 pcs	20	20
Sub-Total				26,620
<b>Installation of PV &amp; material cost</b>				
4	Structure for PV 4 kWp (Galvanized, C100 & C75 x 2.1mm)	1 set	570	570
5	M12 nut bolts & M6 nut bolts (Stainless), 200 sets each	400 pcs	1	400
6	Cable 6mm <sup>2</sup> (Single) made in Singapore	160 m	0.5	80
7	Flexible conduit #16	200 m	0.35	70
8	Joint box {0.3m(H) x 0.3m(W) x 0.15(D)} plastic	4 pcs	5	20
9	Cable Ties 300mm	8 packet	4	32
10	Terminal connector	48 pcs	1	48
11	Installation cost (including foundation for PV*)	1 set	1160	1,160
(* 1.5m(H) x 0.2m(B) x 0.2m (W) with anchor bolt 24 pole				
Sub-Total				2,380
<b>Installation of Charge controller &amp; material cost</b>				
12	Circuit Breaker 2P 30 Amps with box	20 pcs	20	400
13	Flexible wire 10mm <sup>2</sup> (for battery)	40 m	1	40
14	Crocodile clip	40 pcs	1	40
15	Trucking 100mm x 50mm (For wiring)	8 pcs	5	40
16	Terminal connector bar	20 pcs	4	80
17	Installation cost	1 set	400	400
Sub-Total				1,000
<b>Under ground work (PV array to Charge house) Cost</b>				
18	Wire 25mm <sup>2</sup> (20 pair x 25m)	500 m	1.5	750
19	Conduit PVC 13. type #42mm (with connector)	60 m	4	240
20	Joint box {0.3m(H) x 0.3m(W) x 0.15(D)} plastic	4 pcs	5	20
21	Terminal connector	40 pcs	1	40
22	Installation cost	1 set	60	60
Sub-Total				1,110
<b>Grounding work cost</b>				
23	Steel Rod 1.6m	20 pcs	3.5	70
24	Rod Connector	20 pcs	1	20
25	Ground wire 6m <sup>2</sup> (Singapore made)	120 m	0.5	60
26	Installation cost	1 set	200	200
Sub-Total				350
<b>Battery Charging station Construction cost</b>				
28	Wooden fencing	1 set	100	100
30	Construction of Charge house (1 door & 2 windows)	Lump sum		200
Sub-Total				300
<b>Grand Total</b>				<b>31,760</b>

(出典：MIME/調査団)

上記の表から 4kWp の太陽光 B C S を構築する為には US\$31,760 がかかることが分かる。バッテリー充電用小屋を簡素なものにすることにより建屋の費用は US\$300 のみとなる。費用の大半は充電機器の費用となる。なお、設備構築の費用にプノンペンからサイトまでの運送費は含まれていない。

## 2.6 充電計画

バッテリーの過放電を防ぐ為、住民が一般的に使用している自動車用バッテリーは、その充電容量の約 50%を放電した時点で充電することが望ましい<sup>6</sup>。6 V の小型電池も 12 V の電池と同じ要領で充電する。太陽光 BCS でバッテリー充電を行う際の要領および留意点を以下に述べる。

- ・ チャージコントローラー（充電装置）の数は 20 個とする。
- ・ 一日で充電可能な 12 V バッテリーの数は 18 個である。
- ・ 12 V バッテリーの充電周期は平均で 5 日に一回（100Ah バッテリーを基準とし、その 50%放電で充電）とする。
- ・ 一日で充電可能な 6 V バッテリーの数は平均で 30 個とする。
- ・ 6 V バッテリーの充電周期は平均で 3 日に一回とする。
- ・ 充電料は、充電された電気量に比例して徴収する。これは PL20 型充電装置の LCD 窓で確認できる。従って、各バッテリーの放電量（使用量）に比例して充電代が徴収される。
- ・ PL20 の充電装置の LCD 窓で、入力および出力電流量を確認できるため、6V のバッテリーも電圧を調整するだけで同時に充電可能である。そのため充電装置の出力電圧 12 V を 6 V に落とすか、あるいは二つの 6 V の小型電池を直列に接続し 12 V にして充電する。
- ・ 6 V のバッテリーの充電容量は小さいため、40～50Ah のバッテリーの充電中に、同じ充電装置で 6 V バッテリーも充電可能である。
- ・ 6 V の小型バッテリーを 12 V-100 Ah の大型バッテリーと同時に平行して充電することは推奨できない。
- ・ 太陽光 BCS では、日の出から充電可能だが、現実には朝 8 時から夕方 4 時までの間に充電を行うのが効率的である。

## 2.7 充電管理計画および充電記録

システムの運用は、村落あるいはコミュニティで管理組合を発足させ、運用管理をするのが好ましい。その際の注意点を以下に記す。

- ・ 太陽光 BCS は、雨期の悪天候下では、一日の発電量でバッテリーの充電を完了できない可能性がある。このため、村落管理組合が充電周期および順番等を調整する必要がある。
- ・ 管理組合は、毎日の充電作業を担当する運転員兼会計係を選ぶ。
- ・ 管理組合は、システムの運転状況を定期的に DIME に報告する。
- ・ 管理組合は、機器が故障した場合、DIME を通じて政府支援機関に報告するとともに、必要に応じてサプライヤに直接連絡し、保守技術員の派遣・修理を依頼する。

6 自動車用バッテリーは、専門用語では Shallow Cycle Battery であり、浅い充電・放電深度での使用に適している。一方、電気機器の電源として用いる専用バッテリーは Deep Cycle Battery であり、深い充電・放電深度での使用に適している。



表 7.7 月毎の記録表のサンプル

Village: Commune:		District: Province:	Date: Site Name:				
Serial No.	Name of Battery Owner	Standard Battery Capacity (Ah / V)	Total Electrolyte refilled (L)	Total Charged current (Amp)	Rate (R / Amp)	Total Amount (R)	Remarks (If any)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

## 2.8 設置計画

図 7.3 に想定される設置作業計画を示す。太陽光パネルとバッテリー充電器の設置には時間を必要としない。電化組合の設立と運営体制の準備により多くの時間を必要とする。

Month	1st	2nd
<b>Establishment of Organization</b>		
1) Establishment of Implementation Organization	■	
2) Establishment of O&M Organization, Tariff Setting, etc.		■
<b>Installation of Solar Battery Charging (BCS) Station</b>		
1) Field Investigation, Cost Estimation, Land lending etc.)	■	
2) Preparatory Works, Tendering & Procurements		■
3) Construction of Solar BCS (4 kWp, Concrete Basement)		■
4) Installation of Solar Panels and Battery Charging Facilities, etc.		■
5) Test & Training on O&M		■
6) Start Operation		▲

(出典：調査団)

図 7.3 Srae Ta Pan 太陽光 BCS 設置計画

### 3 経済・財務評価、充電料金水準

太陽光 BCS は、村落電化率向上のためのツールであり、*社会電化*として位置づけられる。バッテリー照明の普及に伴い住民の生活水準が次第に向上すると、地域の人々はやがてミニグリッド移行する支払い能力を持つようになる。このようにしてオフグリッド地域で、バッテリー照明を含む村落電化率と、グリッド品質の世帯電化率が平行して向上していくことが望ましい。

*社会電化*事業は実質的には無償事業として、政府による機器費用の全額補助のもとに実施する。住民は、BCS シェルターとフェンスを現物出資する。BCS 機器の保守に必要な経費程度のリース金を徴収する。実際には、充電コントローラなどの定期的な更新費用が必要となる。このような費用の一部を賄うために、住民は、商業ベースのディーゼル BCS 程度の充電料金を負担することが求められる。そのような初期現物出資やリース料を初期投資総額の 10%と想定し、すなわち、90%を政府の補助金として適切な料金水準を探るために財務評価を実施した。なお、経済評価については、政府の補助金が大半を占める事業であるため実施しない。

財務評価の結果、想定料金水準は\$0.447/kWh となり、この水準を適用する場合、財務収益率 (FIRR) は 12.2%となる (表 7.8 参照)。

表 7.8 財務評価

想定料金	FIRR
\$0.447/kWh	12.2%

### 4 環境社会配慮

本計画の環境社会配慮にあたり、JICA 環境社会配慮ガイドラインにしたがってカテゴリの決定や環境影響評価を行った。また、カンボジア国の環境関連規則である“Sub-Decre No.72 ANRK. BK.” (dated August 11, 1999) の Annex で示された“List of the Project Require an IEIA and/or EIA”やその他諸規則にも準じて評価を行った。

一方、同国では初期環境影響評価 (Initial Environmental Impact Assessment, IEIA と称される、IEE に相当する) 報告書の作成に関する詳細な指針がないため、ここでは同国の EIA に関する規則 (“Guideline for conducting Environmental Impact assessment (EIA) Report” stipulated by the “Prakas on Guidelines for preparing EIA Report”, No.49 BST.SSR dated March 9, 2000) を準用することにした。

ただし、Srae Ta Pan 太陽光発電プロジェクトは、ここで行った環境スクリーニングの結果、以下で記述するように、IEIA を必要としない。したがって、IEIA は省略した。

## 4.1 Srae Ta Pan 社会電化計画の環境スクリーニング

表 7.9 に本計画に関する環境スクリーニングの結果を示す。

- (1) 以下の事項から本計画の IEIA を行う必要がないと判断する。
  - 1) JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリ C に該当する。
  - 2) 出力が 4 kWp であり、IEIA や EIA を要する MOE の規定値（火力で 5 MW、水力で 1 MW）未満である。
  - 3) 立地点が環境保護区外に位置する。
- (2) 本年 6 月同国首相によって承認された MOE の環境行政の再構築関連法令で、本計画のような場合で、計画の全資金が 2 百万米ドル未満であれば、プロジェクト実施機関や組織は州政府に計画の環境関連承認申請を行うことになる。その際、IEIA は不要と考えられる。

## 4.2 環境スクリーニングの結果および所見

- (1) 自然・社会環境へのインパクト
  - 1) 立地点が環境保護区外にある。一方、2005 年 9 月 12 日に立地点一帯の Samkbuoy コミューンおよび Srae Ta Pan 村の代表者や村民達に行ったインタビューで、この地域では保護野生動物は見つかっていないとの情報を得た。したがって、本計画による保護野生動物や生態系への影響はないと結論される。
  - 2) 本計画の出力は 4 kWp であり、それに要する施設用地面積は約 350 m<sup>2</sup> である。一方、上記インタビューで、同村の 1 村民から自分の所有地である約 600 m<sup>2</sup> を本計画用に提供できる旨の意思表示があった。実際にその土地の検分を行った結果、利用可能と判断できた。本プロジェクト実施機関や組織は本計画の具体化に際して、事前に再度同コミュニティの代表者および同村民との討議を行うことが必要である。
  - 3) 本計画の出力が小さいこと、および太陽光発電であることから、地域一帯の大気や水質への悪影響はない。
  - 4) 本計画による地下水への悪影響はない。
- (2) プラントの設計・建設による環境社会への影響
  - 1) 地域の農業への悪影響はない。
  - 2) 地域社会への好ましい影響
    - i) オペレータとしての雇用機会が生じる。

ii) 設置工事中、村民に多少の商業機会が生じる。

(3) 充電作業中の環境社会への影響

- 1) 本計画は太陽光発電であり、運転時に環境社会への悪影響は皆無と判断される。
- 2) 本計画による地域農業への悪影響はない。

### 4.3 廃棄バッテリー処分

廃棄バッテリーの処分問題は、都市部や地方村落の共通の課題になっている。バッテリーは 1-2 年間使用すれば充電が不可能になり、廃棄することになる。この廃棄バッテリーはまず回収業者が収集し、各種処理処分を行う工場に搬送する。そこで分解し、各種部品の選別とそれらの処理、最終的な液体や固体廃棄物の処分を行い、鉛やプラスチックは再生工場に持ち込む。

廃棄バッテリーの不法投棄を防ぐため、関連村落で廃棄バッテリーを収集し、リサイクル業者に引き渡すシステムを構築することが必要である。そのため、村民を指導し、リサイクル業者を支援する制度の確立が不可欠である。

以下に廃棄バッテリーの処理やリサイクルに関する手順を示す。

- 1) 地方行政機関（DIME）が関連規則を制定し、廃棄バッテリーの不法投棄を防ぐ。
- 2) 廃棄バッテリーの収集業者を登録・認可制にする。
- 3) 収集された廃棄バッテリーの分解処理業者を登録・認可制にする。
- 4) 可燃性廃棄物の焼却場を登録・認可制にする。
- 5) 再使用可能な物質のリサイクル業者を登録・認可制にする。
- 6) 以上の認可済み業者により、廃棄バッテリーの収集、各種処理処分およびリサイクルを行う。

以下に廃棄バッテリーの収集、各種処理処分、およびリサイクルの全プロセスを示す。



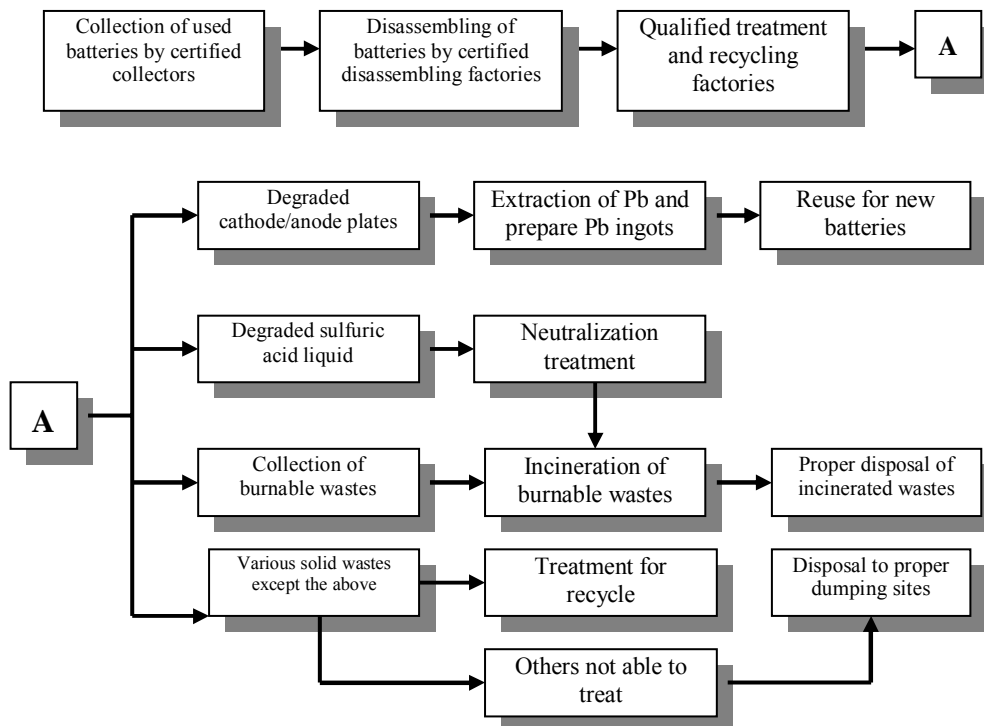


図 7.4 廃棄バッテリーの収集・処理処分およびリサイクルプロセス

**表 7.9 Environmental Screening for Srae Ta Pan Solar Power Project (The check list for the proposed project.)**

1. General Information

Name of the proposed project: Srae Ta Pan Solar Power Project

Name of Project owner/proponent: not decided yet

Project Execution Organization : not decided yet

Name of authorized person(s) responsible for the project : not decided yet

Information regarding the project site

Name of the village, commune, district and province :

Srae Ta Pan Village, Samkbuoy Commune, Sesan District, Stung Treng Province

2. Outline of the Proposed Project

2.1 Information on project characteristics

(1) Needs involuntary resettlement		
	Yes	Scale: households, persons
●	No	
(2) Groundwater pumping		
	Yes	Scale: m <sup>3</sup> /year
●	No	
(3) Land reclamation, land development and land cleaning		
	Yes	Scale: hectors
●	No	
(4) Logging		
●	Yes	Scale: about 0.06 hectors for photo-cell boards and power house/BCS space.
	No	

2.2 Description of the project

Main design specifications:

The project will utilize photo-cell system to generate electricity. Generating capacity will be 4kW for providing electricity to 76 households. The system will be used for BCS for the villagers. The village does not have BCS now, so the villagers have to get their batteries charged in nearby villages.

At the time of interview conducted with the Village Chief on September 12, 2005, it was known that a private land with about 20m x 35m (0.07ha) space would be offered by a villager.

2.3 Is the project consistent with the higher program/policy ?

●	Yes	(outline of the higher program/policy) Rural electrification plans of MIME/DIME in both of Provinces
	No	

2.4 Any alternatives considered before the project ?

●	Yes	(outline of the alternatives) La Meuy Solar project in Rattanak Kiri Province. This will be to supply 82 households by 4kW. However, the project will be less cost benefit.
	No	

2.5 Did the project proponent have meetings with related stakeholders during the project planning ?

●	Yes	(mark the corresponding stakeholders)	
		●	Administrative body/local government
		●	Local residents/villagers
			NGOs
			Others (to specify)
	No		

2.6 Are any of the following areas located inside or around the project site ?

●	Yes	(mark related items listed below)	
			National park, wildlife sanctuary, bio-diversity conservation, and other protected areas designated by the government
			Virgin forests, tropical forests
			Ecological important habitat areas
			Habitat of valuable species protected by domestic laws or international treaties
			Likely salt cumulus or soil erosion areas on a massive scale
			Remarkable desertification trend areas
			Archaeological, historical or cultural valuable areas
			Living areas of ethnic, indigenous people or nomads who have a traditional lifestyle or specifically valuable areas
●	No		

2.7 May the project have potential negative impacts to the environment and local communities ?

	Yes	(brief description of the potential negative impacts)
●	No	
		Not identified

2.8 Mark the related potential environmental and social impacts and describe briefly the contents of the impacts, if any.

Items of potential impacts		Items of potential impacts	
	Air pollution		Local economy, employment, livelihood, etc.
	Water pollution		Land use and utilization of local resources
	Soil pollution		Existing social infrastructures and services
	Waste (liquid and/or solid)		Poverty issue
	Causing noise and vibration		Ethnic and /or indigenous people
	Ground subsidence		Misdistribution of benefits
	Offensive odors		Local conflict of interests among villagers
	Geographical features		Gender issue
	Bottom sediment		Children's rights
	Biota and ecosystem		Natural and/or cultural heritages
	Potential conflict on water use rights		Infectious diseases such as HIV/AIDS, etc.
	Public health and hygiene		Others if any
	Global warming		
	Involuntary resettlement		

Remarks:

1) No any negative environmental impacts will be foreseen by the project.

2.9 Key results and findings of the environmental screening :

(1) It is noted that 95% of households are Lao people. Only 4 households are Khmer people. Through interview conducted on September 12, 2005, it was also known that all of the villagers are in urgent condition to have their own BCS for charging batteries. Therefore, they are all positive to the project.

(2) The project location is outside of any Protected Area.

Considering both the environmental regulations of JICA and the MOE, carrying out IEIA(IEE) will not be required.

## 5 BCS の管理組織

### 5.1 コミュニティの運営能力

過去に小規模橋梁と深井戸が NGO から供与されたが、これらの活動にはキャパシティビルディング活動が付帯していなかった。また、ラオ語少数民族の言語の壁を考慮して、政府および支援する NGO は、最初から適切な準備を計画すべきである。

## 6 結論と提言

### 6.1 BCS 社会電化事業モデルの妥当性

#### 需要

Srae Ta Pan 村の需要はまだ小さいが、70%の回答者が6 V-5Ah のバッテリーを狩猟目的や携帯ライトとして使用している。12V-50Ah のバッテリーを使用しているものはほとんどいない。BCS の効果を増幅するためには、12V-50Ah バッテリーを購入可能にし、さらに照明用だけでなく情報を得るためのラジオや白黒テレビを使用できるようになることが肝要である。そのためには、充電料金の剰余金の積立金を原資とするマイクロクレジットにより、毎年少しずつでも 12V-50Ah バッテリーを普及していくことが、現実的な手段と考えられる。ただし、それを実現するためには、DIME や NGO による指導とモニタリングが欠かせないだろう。

#### 支払能力

村民には、農業、林業、漁業産品を売るなどの生計手段があるが、充電サービスの開始時に必要となるバッテリー購入のための\$30を一括用意することは困難である。購入資金の支援スキームが必要である。前述のマイクロクレジットの適用可能性を検討すべきである。

### 期待される便益

	Strongly disagree		Disagree		Neutral		Agree		Strongly agree	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Our life will be better if our village will be electrified							10	40	15	60
It is important for information (TV, Radio)							8	32	17	68
Children can study at night							8	32	17	68
Working at night makes cash income					5	20	5	20	15	60
Some electric appliances reduce work loads					1	4	10	40	14	56
Food can better be preserved					1	4	9	36	15	60
Reduction in indoor air pollution caused by lamp							7	28	18	72
Fan prevents malaria and make good sleep					1	4	9	36	15	60
Electricity is important for better water supply					3	12	11	44	11	44
Electricity is important for our Health Center							5	20	20	80
It will improve security at night					1	4	7	28	17	68
It improves social relations between neighbors							11	44	14	56
It will create work-time for productive endeavor					2	8	12	48	11	44
It will provide more time for family gatherings					1	4	8	32	16	64
I want to start business after electrified	6	24	3	12	8	32	3	12	5	20

第一に保健関連施設の電化への期待が高い。続いて室内大気汚染の低減となっているが、これは現在燃料や照明源を薪やディーゼル油に頼っているためである。また、教育、治安、情報通信への期待もある。

### 6.2 デモンストレーション効果

このプロジェクトサイトは州都から遠くはないが、雨季にはアクセス手段がボートしかない。アクセスの不便はあるが、BCSのパイロットシステムは国内の遠隔地の未電化村にインパクトを与えるであろう。

### 6.3 持続可能な運営に向けた課題

Srae Ta Pan村では、開発プロジェクトを自ら実施した経験がほとんどない。CECを設立・運営するためには、DIMEや州政府の適切な指導とモニタリングが不可欠である。

### 6.4 維持管理面の提言

毎日のシステムの運用管理およびメンテナンスをスムーズにおこなうために以下の事項を提案する。

- ・ 予備の充電装置一式を供給する。
- ・ バッテリー電解液を購入・保管し、充電作業の一貫として必要に応じて各バッテリーに補充する。
- ・ バッテリーの過放電防止および発電力の無駄（idling）を抑えるために、充電周期を守ることが有効である。そのため、月に6回以上充電した利用者の充電量の値引きなどの特典も検討の価値がある。これにより各個人の充電管理のモチベーションが高まる。