

## 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 2 SAMLOUT 電化計画

1	位置図と計画諸元.....	P2 - 1
1.1	計画対象地域.....	P2 - 3
1.2	電源ならびに配電設備計画.....	P2 - 5
2	調査地域の社会経済状況.....	P2 - 5
2.1	Samlout 対象地域に関する基礎情報.....	P2 - 5
2.2	社会経済調査により判明した Samlout の家計の現状.....	P2 - 6
2.3	開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）.....	P2 - 10
3	電化計画作成.....	P2 - 11
3.1	系統電化の可能性.....	P2 - 11
3.2	広域ミニグリッドの計画概念.....	P2 - 11
3.3	住民集会の結果（Samlout）.....	P2 - 14
3.3.1	ワークショップ概要.....	P2 - 14
3.3.2	NGO 活動とコミュニティ活動.....	P2 - 14
3.3.3	既存地方電気事業者（REE）.....	P2 - 14
3.3.4	電気リテラシー.....	P2 - 15
3.3.5	CEC 設立にあたって.....	P2 - 17
3.3.6	初期費用の支払能力.....	P2 - 17
3.3.7	希望する電気使用量と料金水準.....	P2 - 18
3.3.8	バイオマス燃料木栽培.....	P2 - 19
3.3.9	Samlout における CEC のフィージビリティ.....	P2 - 19
3.4	電気需要予測.....	P2 - 19
3.4.1	フェーズ 1 計画の需要予測.....	P2 - 19
3.4.2	フェーズ 2 計画の需要予測.....	P2 - 20
3.5	Sangke 小水力発電所.....	P2 - 21
3.5.1	図上検討の結果.....	P2 - 21
3.5.2	現地踏査によるポテンシャルの確認.....	P2 - 22
3.5.3	測水・水位観測.....	P2 - 24
3.5.4	雨量、乾季流量、洪水量、流送土砂.....	P2 - 25
3.5.5	小水力発電施設レイアウトの検討.....	P2 - 26
3.5.6	代替開発案の比較.....	P2 - 28
3.6	Ou Samrel バイオマス発電所.....	P2 - 29
3.6.1	バイオマスポテンシャル.....	P2 - 29
3.6.2	バイオマス発電設備の建設コスト.....	P2 - 30
3.7	配電線.....	P2 - 30
3.8	積算.....	P2 - 32
3.8.1	工事数量ならびに工事費の算定.....	P2 - 32
3.8.2	年間の運転・維持管理コストの算定.....	P2 - 32
3.9	実施工程.....	P2 - 35
4	経済・財務評価、料金設定.....	P2 - 36

5	環境社会配慮.....	P2 - 37
5.1	Sangke 小水力計画に関する環境スクリーニング.....	P2 - 37
5.2	Samlout バイオマス発電計画に関する環境スクリーニング.....	P2 - 39
5.3	Sangke 小水力計画に関する初期環境影響評価（IEIA）.....	P2 - 40
6	プロジェクト実施・運営組織.....	P2 - 55
6.1	事業実施体制.....	P2 - 55
6.2	運営組織の体制.....	P2 - 56
7	結論と提言.....	P2 - 57
7.1	段階開発.....	P2 - 57
7.2	小水力発電とバイオマス電化事業モデルの妥当性.....	P2 - 57

付表目次

表 2.1	電化対象村落、世帯数と需要規模.....	P2 - 4
表 2.2	電化施設の諸元.....	P2 - 5
表 2.3	各電源の特徴（利点と欠点）.....	P2 - 12
表 2.4	フェーズ1の需要予測.....	P2 - 20
表 2.5	フェーズ1および2の需要予測.....	P2 - 20
表 2.6	第1およびフェーズ2における年間給電量.....	P2 - 20
表 2.7	Sangke 川における流量観測結果.....	P2 - 24
表 2.8	Sangke 小水力の代替案の諸元.....	P2 - 26
表 2.9	工種別工事数量.....	P2 - 28
表 2.10 (1)	工事費算定（第1案）.....	P2 - 28
表 2.10 (2)	工事費算定（第2案）.....	P2 - 28
表 2.10 (3)	工事費算定（第3案）.....	P2 - 29
表 2.10 (4)	工事費算定（第4案）.....	P2 - 29
表 2.11	各代替案の発電単価比較.....	P2 - 29
表 2.12	各段階におけるバイオマス発電施設建設費.....	P2 - 30
表 2.13	フェーズ別工事費の算定.....	P2 - 32
表 2.14	フェーズ1のバイオマスガス化発電所の運転保守の年経費.....	P2 - 32
表 2.15	フェーズ1のバイオマスガス化発電の年経費.....	P2 - 33
表 2.16	小水力発電設備の年間運転・維持管理コスト.....	P2 - 33
表 2.17	フェーズ1・2のバイオマスガス化発電所の運転保守の年経費.....	P2 - 34
表 2.18	フェーズ2以降のバイオマスガス化発電年間運転・維持管理費用.....	P2 - 34
表 2.19	フェーズ1・2の配電線・変圧器の建設費と保守経費.....	P2 - 35
表 2.20	Samlout 電化計画の経済評価.....	P2 - 36
表 2.21	Sangke 小水力発電計画の環境スクリーニング.....	P2 - 47
表 2.22	Ou Samrel バイオマス発電計画の環境スクリーニング.....	P2 - 50
表 2.23	Sangke 小水力の初期環境影響評価結果.....	P2 - 53

付図目次

図 2.1	Samlout 電化計画対象地域のコミュニン名、ならびに全世帯数.....	P2 - 1
図 2.2	Samlout 電化計画対象地域の家屋分布状況（簡易 GPS による調査）.....	P2 - 2
図 2.3	フェーズ 1、フェーズ 2 の開発地域.....	P2 - 3
図 2.4	図上検討の結果による、Sangke 川上流部のポテンシャル地点.....	P2 - 21
図 2.5	図上検討における Sangke 上流、下流案のポテンシャル.....	P2 - 22
図 2.6	Sangke 川の測量結果.....	P2 - 23
図 2.7	Sangke 川における水位観測結果.....	P2 - 24
図 2.8	測量結果と導水路レイアウト案（断面）.....	P2 - 26
図 2.9	測量結果と導水路レイアウト案（平面）.....	P2 - 27
図 2.10	上流右岸より取水堰地点を望む.....	P2 - 28
図 2.11	導水路の基本断面.....	P2 - 28
図 2.12	サムロー電化計画の発電所、中圧配電線ならびに変圧器のレイアウト.....	P2 - 31
図 2.13	実施工程（案）.....	P2 - 35

## Part 2 Samlout 電化計画

### 1 位置図と計画諸元

サムロー電化計画の対象地域はバタンバン州、Samlout 郡、ならびに Rotanak Mondol 郡の南部を含み、7つのコミューンからなっている（図-2.1 Samlout 電化計画対象地域のコミューン名、ならびに全世帯数参照）。東西約 25 km、南北約 30 km の地域に 6,000 を超える世帯が居住している。一世帯あたりの人数を全国平均の 5 人と仮定すると、人口密度は 40 人/km<sup>2</sup> となり、全国平均の 2/3 である。都市部ほどの人口の稠密さは無いが、多くの家屋が幹線道路沿いに分布しており、ミニグリッドによる電化に適した集落分布となっている。（図-2.2 の Samlout 電化計画対象地域の家屋分布状況（簡易 GPS による調査）参照。）

小水力ポテンシャル地点は、州内を南西から北東方向へ流れる Sangke 川の上流域に位置する。

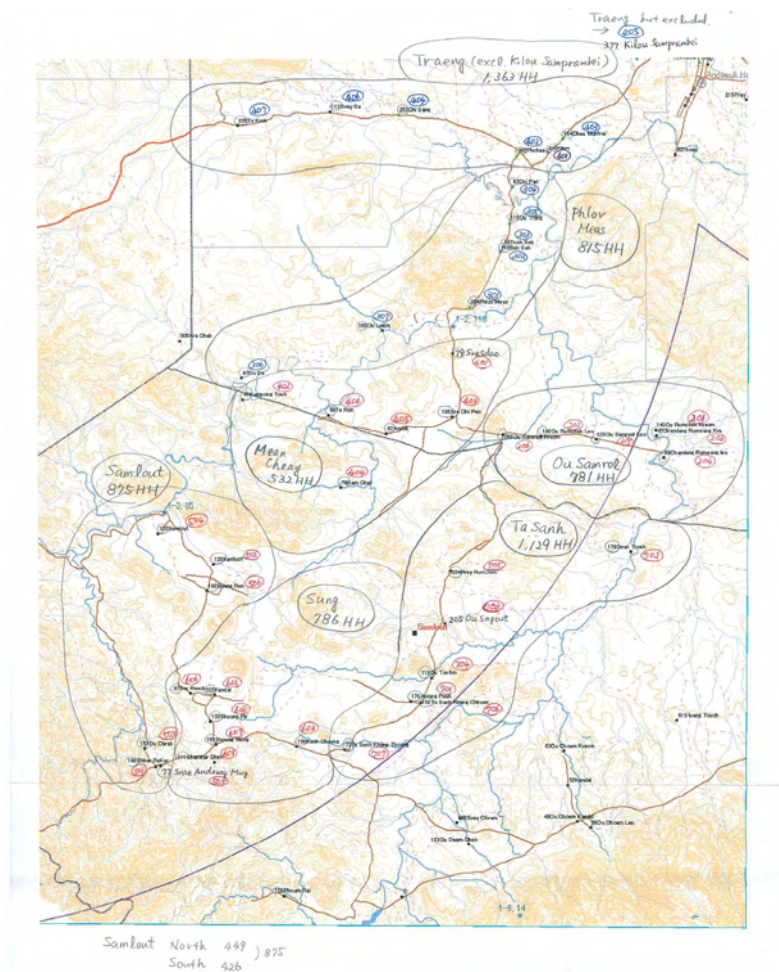


図 2.1 Samlout電化計画対象地域のコミューン名、ならびに全世帯数



### 1.1 計画対象地域

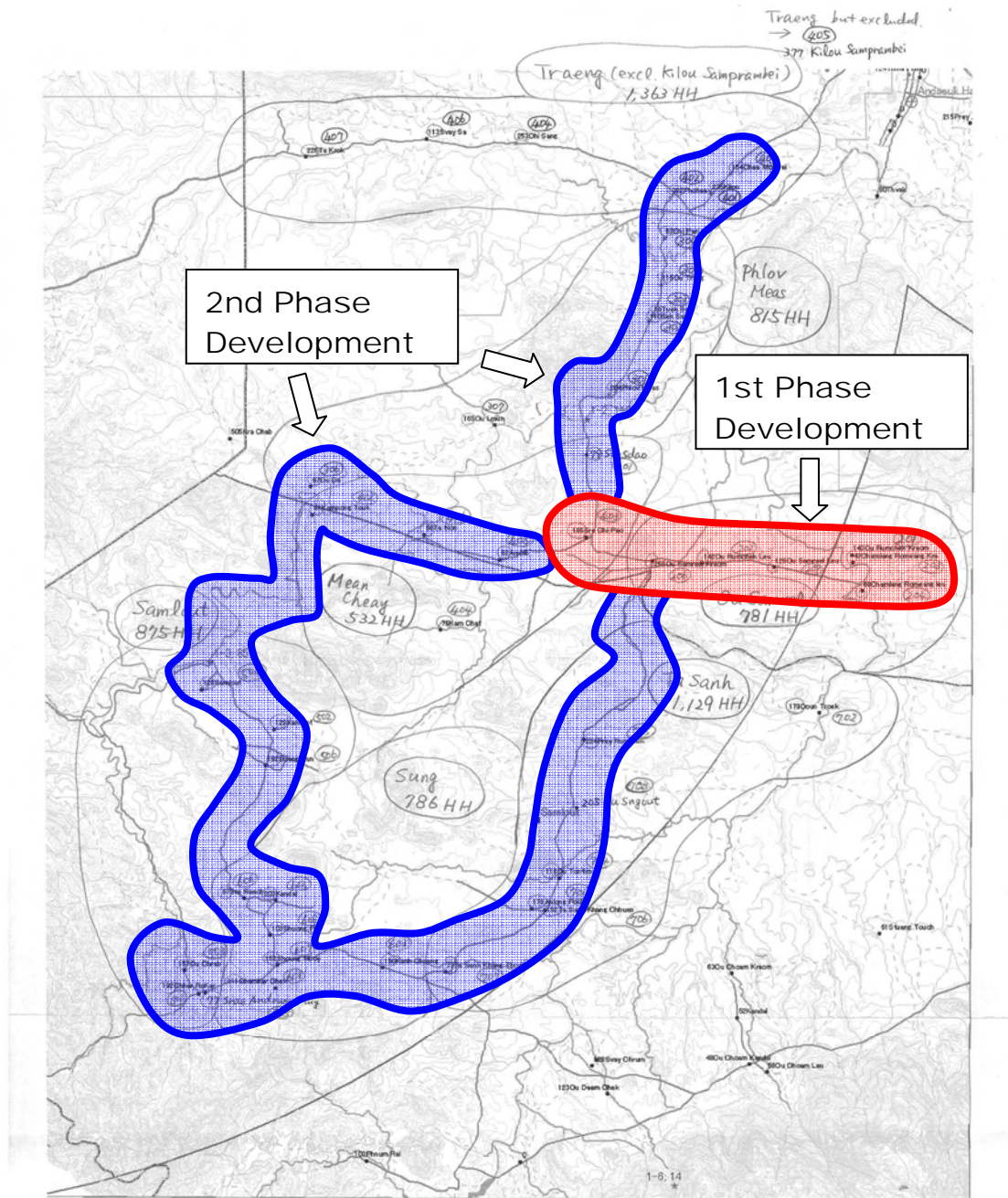


図 2.3 フェーズ1、フェーズ2の開発地域

計画対象地域はバタンバン州、Rotanak Mondol 郡南部および Samlout 郡の以下の7コミュニティとする。

- ①Ou Samrel コミュニティ, ②Mean Cheay コミュニティ, ③Ta Sanh コミュニティ, ④Phlov Meas コミュニティ, ⑤Sung コミュニティ, ⑥Samlout コミュニティ, ⑦Traeng コミュニティ

電化は2つのフェーズに分けて行う。すなわち、比較的集落密度が高く、電化意欲の高いと目される Ou Samrel コミュニティを中心とする地域をフェーズ1でバイオマスガス化発電所を建設し、

中圧・低圧配電線により配電する。フェーズ1で同時に小水力の詳細調査、設計を行い、フェーズ2で建設を行う。フェーズ2では、Sangke 小水力発電所を建設し、フェーズ1で建設した中圧配電線と接続し、さらに中圧配電線を延伸する。需要の伸びに応じてバイオマスガス化発電所の設備容量を増設する。

現地踏査、住民ワークショップの結果を踏まえて、2段階の電化計画地域を特定した。フェーズ1および2の電化対象コミュニティは下記の通りである。

表 2.1 電化対象村落、世帯数と需要規模

開発段階	村落名	コミュニティ名	総世帯数	電化対象世帯数 (総世帯数の80% と仮定)	需要規模(1世帯 100W +30% loss etc.)
第1段階	Ou Samrel Kraom	Ou Samrel	255	204	27
	Sre Chi Pao	Mean Cheay	186	149	19
	Ou Rumchek Leu	Ou Samrel	142	114	15
	Ou Samrel Leu	Ou Samrel	126	101	13
	Chamlang Romeang Leu	Ou Samrel	68	54	7
	Chamlang Romeang Kraom	Ou Samrel	47	38	5
	Ou Rumchek Kraom	Ou Samrel	143	114	15
		第1段階合計	967	774	101
第2段階	Sre Sdao	Mean Cheay	79	63	8
	Phlov Meas	Phlov Meas	204	163	21
	Prey Rumchek	Ta Sanh	224	179	23
	Ou Sngout	Ta Sanh	205	164	21
	Ou Tontim	Ta Sanh	118	94	12
	Ta Sanh Khang Chhuen	Ta Sanh	152	122	16
	Anlong Pouk	Ta Sanh	178	142	18
	Kampong Touk	Mean Cheay	61	49	6
	Ou Da	Phlov Meas	97	78	10
	Ta Non	Mean Cheay	68	54	7
	Ambib	Mean Cheay	62	50	7
	Samlout	Samlout	128	102	13
	Kantout	Samlout	129	103	13
	Bueng Run	Samlout	192	154	20
	Sre Reach	Sung	67	54	7
	Kandal	Sung	203	162	21
	Shuong Pir	Sung	103	82	11
	Shoung Muoy	Sung	152	122	16
	Chamkar Chek	Sung	111	89	12
	Srae Andoung Muy	Samlout	77	62	8
	Chhar Rokar	Samlout	192	154	20
	Ou Chrab	Samlout	157	126	16
	Kanh Chaang	Sung	150	120	16
	Ta Sanh Khang Tboang	Ta Sanh	73	58	8
	Sek Sak	Phlov Meas	110	88	11
	Tuek Sab	Phlov Meas	56	45	6
	Ou Treng	Phlov Meas	116	93	12
	Chi Pan	Phlov Meas	67	54	7
	Phcheav	Traeng	382	306	40
	Kilou	Traeng	235	188	24
	Chea Montrei	Traeng	154	123	16
		第2段階合計	4,302	3,443	446
		第1段階、第2段階合計	5,269	4,217	547

注：総世帯数は Seila 2003 の数値を使用した。

出典：調査団

電化計画作成に際して総世帯数の 80%が受電すると想定した。ミニグリッドの発電出力は、地方部の典型的な需要単位である世帯あたり 100 W に合計 30%（所内消費、送配電損失、および予備力）を加えて設定した。需要家数の割合、需要規模については実施段階において住民集会の



開催等により確認を行うことが必要である。表 2.1 の電化対象地域の需要規模を考慮し、表 2.2 に示す諸元を有する電化施設を建設する。施設の諸元の詳細については後述の各節で説明する。

## 1.2 電源ならびに配電設備計画

電化計画の主要諸元を下表に示す。

表 2.2 電化施設の諸元

	フェーズ 1	フェーズ 2	合計
バイオマスガス化発電所	120 kW (60 kW x 2 機)	282 kW (94 kW x 3 機)	402 kW
小水力発電所	—	180 kW	180 kW
合計	120 kW	462 kW	582 kW
中圧配電線のみ	6.3 km	53.9 km	60.2 km
中圧・低圧配電線併架区間	3.7 km	22.6 km	26.3 km
低圧配電線のみ	2.5 km	7.0 km	9.5 km
変圧器			
25 kVA (単相)	1 セット	10 セット	11 セット
50 kVA (3相)	3 セット	8 セット	11 セット

注) バイオマスガス化発電所は Ou Samrel コミューンに設置する。小水力発電所は Sangke 川上流部 Mean Cheay コミューン、Kampong Tuk 村に設置する。

## 2 調査地域の社会経済状況

### 2.1 Samlout 対象地域に関する基礎情報

All target areas		Household Number	Population	Number of TV -owned households	Literacy rate
District	Commune				
Total		7,284 (5,269*)	36,556	1,845	87.2%
Rotonak Mondol	Phlov Meas	882	5,065	148	77.2%
	Traeng	1,822	9,656	375	88.4%
Samlout	Ou Samrel	815	3,497	142	77.5%
	Mean Cheay	700	3,341	201	82.9%
	Samlout	948	4,648	264	93.3%
	Sung	831	4,102	372	90.2%
	Ta Sanh	1,286	6,247	266	94.4%

\*: Seila 2003 のデータを括弧内に示した。電化計画策定段階では、Seila 2003 のデータのみ入手可能であったため、電化計画策定、プレ FS では Seila 2003 のデータを使用している。

(出典： Seila Commune Database 2004)

Samlout プロジェクトは2郡（Samlout と Rotanak Mondol）、7 コミューン（Ou Samrel、Tasanh、Mean Cheay、Samlout、Sung [Samlout]、Phloy Meas、Traeng [Rotanak Mondol]）からなる地域をカバーしている。人口の42%以上が最近移住してきた移民である。地雷撤去が終わった地域に、国境付近のキャンプからの帰還民のうちの6%が居住する。

## 2.2 社会経済調査により判明した Samlout の家計の現状

Samlout 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いの意志について、本調査の中で社会経済開発調査を行った。この調査は Phlov Mea (Rotanak Mondol 郡 Phlov Mea コミューン)と Srae Andong Mui (Samlout 郡 Samlout コミューン)の2村の50軒のサンプルに対するインタビューにより実施した。

### (1) 家計経済

Srae Andong Mui では回答者全体の80%、Phlov Meas では同50%が、主要な収入源は農業と回答している。Phlov Meas では主要道路の分岐点に位置することから収入源が多様化しているが、Srae Andong Mui では農業と畜産に依存している。

#### 1) 主要収入源(%)

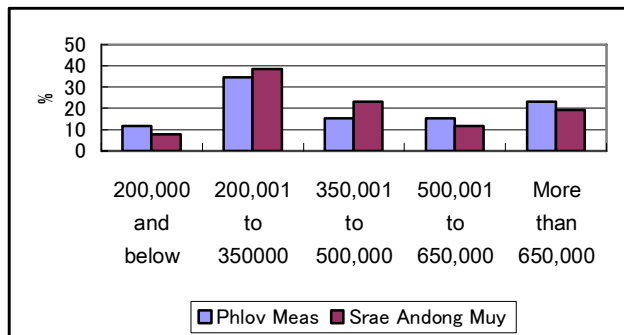
	Phlov Meas			Srae Andong Mui		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
Agricultural produce (crops)	50.0	21.7	18.8	80.8	12.0	
Livestock & poultry	3.9	17.4	25.0	3.9	68.0	15.8
Forestry (timber non-timber forest products)	3.9	13.0	6.3	-		10.5
Home-based crafts	7.7	4.4		3.9	4.0	
Rice/corn milling	-	4.4		3.9		
Repair shop	3.9			3.9		
Bakery/ grocery	23.1	13.0		-	12.0	
Food/ Restaurant business	-	4.4		-		
Salary from private business/ NGO	-		25.0	-		5.3
Salary from public service	-	8.7	18.8	3.9	4.0	36.8
Wage from seasonal labor	7.7	8.7		-		15.8
Construction		4.4				
Drug store			6.3			
Make vine						5.3
Other						5.3
Total	100.0	100.0	100.1	100.0	100.0	94.7

#### 2) 土地所有と資産

Asset			Land			
Type of assets	N	Ownership	Type of lands	N	Ownership	Mean(ha)
Tractor koyons/cars	14	26.9%	Home-lot	52	100.0%	0.133
Horse/ox carts	7	13.5%	Garden	1	1.9%	0.015
Bicycle	21	40.4%	Own paddy land irrigated	11	21.2%	0.766
Motorbike	27	51.9%	Rented paddy land irrigated	1	1.9%	1.500
Generator	4	7.7%	Own cultivated dry land (non-irrigated)	9	17.3%	0.646
Fishing net	9	17.3%	Agricultural land renting to others	2	3.8%	3.000
Diesel water pump	4	7.7%	Own chamkar	45	86.5%	1.637
Rice mill	2	3.8%	Rented chamkar	2	3.8%	0.850
Sewing machine	8	15.4%				
House for rent	2	3.8%	All land	52	100.0	2.001

灌漑された水田を所有するものは全体の 21%のみであった。調査世帯の多く（86%）は灌漑していない耕地に依存している。すべての調査世帯が自ら居住する宅地を所有している。自家用発電機と精米機の所有者は潜在的な大口電気消費者になりうる。

3) 一ヶ月あたりの家計支出額（リエル）



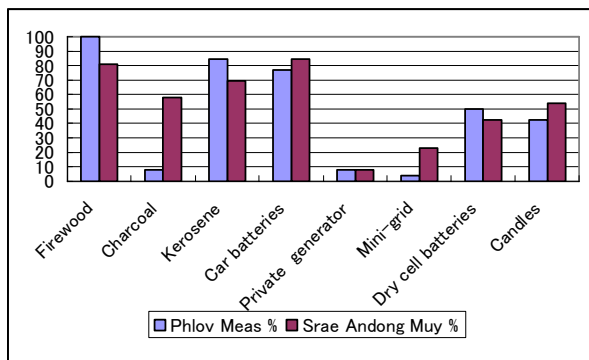
Phloy Meas と Srae Andong Muy では一ヶ月あたりの家計支出額について世帯分布が似通っている。100 ドル以上消費しているものが全体の 30%以上を占めている。一番貧困な世帯ではたった 15 ドルで、一番裕福なもので 350 ドルであった。食糧の基本的需要のほかは、医療費と教育費が大きい。

4) 世帯あたり月額家計支出額の中央値(リエル)

Expense item	n	%	Minimum	Median	Maximum
Food	52	100.0	15,000	30,000	600,000
House (rent/repairs)	2	3.8	400,000	400,000	400,000
Clothing	22	42.3	1,000	39,000	150,000
Child care	7	13.5	1,000	12,000	45,000
Education	41	78.8	1,000	20,000	480,000
Medical treatment/medicines	45	86.5	500	20,000	200,000
Transportation	29	55.8	5,000	50,000	300,000
Amusement/recreation	18	34.6	3,000	12,000	60,000
Fuel for lighting/cooking	44	84.6	1,000	6,000	120,000
Personal care	47	90.4	1,400	10,000	80,000
Water	6	11.5	10,000	16,000	50,000
Payment of debt/loan	26	50.0	4,000	42,500	700,000
Saving	21	40.4	1000	30,000	200,000
Lending	3	5.8	50,000	100,000	1,000,000
Others	9	17.3	8,000	23,000	200,000
Total expenses	52	100.0	63,000	405,550	1,483,000

5) 信用貸付と貯蓄

約 70%の回答者が貸付を受けたことがある。大部分は NGO からであり（56%）、続いて親戚（32%）、貸金業者（15%）となっている。回答者のうち半分は定期的に貯蓄をしているが、70%が家の中に金をとどめ、10%が銀行、約 15%が NGO や貯蓄グループを使っている。



(2) 現在のエネルギー使用量と需要

1) エネルギー使用

ディーゼル油ランプとバッテリー照明は 80%が回答しているように両方とも広く使われている。平均して 1 ヶ月あたりディーゼル油ランプは 5,760 リエル、一日当たり 4.3 時間使用していて、一世帯あたり 2 つのランプを所有している。バッテリーは 1 ヶ月あたり 5 回充電しており、11,300 リエル消費する。

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: 40 share 76%)		Car battery (N. of users:42, share 81%)	
Cost of kerosene per liter		Number of baterries owned /household	
Mean	2,523	Mean	1.33
Standard Error of Mean	24.67	Standard Error of Mean	0.07
Minimum	2,200	Minimum	1
Maximum	3,000	Maximum	2
Liters consumed per month		Number of times recharging batteries per month	
Mean	2.25	Mean	4.57
Standard Error of Mean	0.21	Standard Error of Mean	0.49
Minimum	1	Minimum	1
Maximum	8	Maximum	15
Monthly expenses for month		Expenses for recharging batteries per month	
Mean	5,760	Mean	11,257
Standard Error of Mean	565	Standard Error of Mean	2,139
Minimum	2,200	Minimum	1,000
Maximum	21,600	Maximum	84,000

Type of battery	Number	Share	Cost of battery
12 Volt - 100 Ah	3	5.9%	148,333
12 Volt - 70 Ah	18	35.3%	90,317
12 Volt - 50 Ah	15	29.4%	77,067
6 Volt - 5 Ah	15	29.4%	14,600

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	34	66.7	46	90.2
Electric rice cooker	-	-	41	80.4
Television (color)	11	21.6	35	68.6
Television (black and white)	13	25.5	1	2.0
Video (VHS/VCD)	13	25.5	14	27.5
Radio/radio cassette	20	39.2	19	38.0
Electric fan	4	7.8	39	76.5
Electric water pump for drinking/household	1	2.0	39	76.5
Electric water pump for irrigation	2	3.9	22	43.1
Iron	2	3.9	20	39.2
Refrigerator	-	-	16	31.4
Washing machine	-	-	15	29.4
Video game	1	2.0	4	8.0
Karaoke	2	3.9	13	25.5
Grain/cereal/meat grinder	-	-	10	20.0
Others	-	-	-	-
Water pump for washing moto	-	-	1	2.0
Motor for wood plane	-	-	2	4.0
Sewing machine	-	-	1	2.0
Electrical pot	-	-	-	-

電気照明、ラジオ、テレビは最も人気があり、20%が所有している。ビデオデッキ、カラオケは発電機を所有しているものには人気があるが、多くは未だに照明を必要としている。従って、電化後は90%の回答者が照明器具を買うとしており、続いて、炊飯器（80%）、扇風機（76%）、電動水ポンプ（76%）となっている。エネルギー消費量の大きい機器の購入を希望するものに対しては、電気需要と発電原価に直接影響することから、特に注意する必要がある。

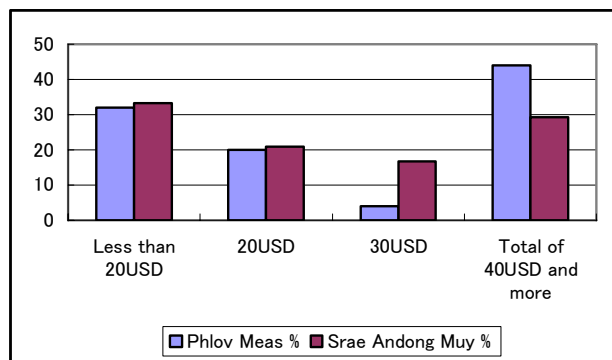
(3) 経済活動

対象地域では主に米、豆類、野菜、家畜を自家消費のために生産している。加えて、サービスセクターや国境の市場で売るための換金作物栽培をしているものもある。

(4) 電気供給への支払い意志および能力

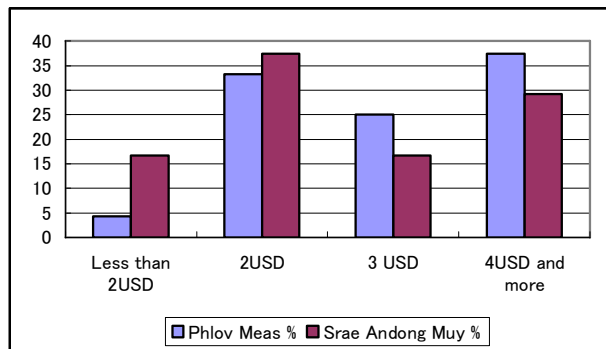
1) 初期拠出金への支払い意志

80%の回答者が20ドル以上するバッテリーを購入することができることから、20ドル以上支払う意志のあるものは70%以上である。



2) 月額電気料金の支払い意志

ディーゼル油を消費しバッテリーを充電するのに相当の世帯が一月あたり 3~5 ドルを支出している。ひとたびミニグリッドの効用と便利さを理解すれば、支払い意志は現時点の回答状況より高くなるであろう。



3) 想定需要

Population trend in the target area

Village	2003	2004	Annual growth rate
Total	6281	7284	13.8%
Phlov Meas	815	882	7.6%
Traeng	1363	1822	25.2%
Ou Samrel	781	815	4.2%
Mean Cheay	532	700	24.0%
Samlout	875	948	7.7%
Sung	786	831	5.4%
Ta Sanh	1129	1286	12.2%

家庭が電化されたら始めることが可能なビジネスについての調査では、商店・レストランの開業に多くが関心を寄せていて（35%）、続いて特になし（20%）、餅菓子作り、精米（19%）であった。日中の需要の一部はこれらの用途から期待される。家庭用消費は 7,000 世帯の 80% を目標にしているが、この他に学校、診療所などの公共機関からの需要が見込まれる。特に注目すべきことは、同地域の世帯数の増加率が、全国平均の 2% に対し、移民の集中により平均 13% 以上であることである。従って、需要調査は定住者の流入分を反映する必要がある。残念ながら、こうした人口増加の傾向は Tasanh と Mean Chey の 2 コミュニティは 1999 年創立で、1998 年の国勢調査には含まれていなかった。Treang と Mean Chey コミュニティの世帯数の増加は 2003 から 2004 年には 20% 以上であった。

4) 持続可能な運営に必要な料金水準

料金は kWh ベースで公平に設定する。貧困度合いが村ごとに違っているが、料金構造は、受益者負担の原則に従って、また管理システムを合理化するために統一しなくてはならない。

2.3 開発計画と現在の開発努力（コミュニティ活動）

本計画地域では NGO や Seila コミュニティ開発計画による幅広い領域の支援がなされている。Samlout 郡の 5 コミュニティにおける主情報源への調査によると、5 つの主要な NGO が対象地域で

活動しており、CARITAS、World Vision、HI（Handicap International）、CVD（Cambodian Vision for Development）、環境関連プロジェクトを実施するMJP（Madox Jolie Project）などがある。

コミュニオン別開発プロジェクト活動

Commune	Development activities
Ou Samrel	<b>CARITAS</b> Credit and Saving community: - Water users group - School committee/Parents association - Pagoda community
Meanchey	- Water users group, - School committee/Parents Association <b>World Vision:</b> Credit and saving community: - Self-help group - Women and Children Protection committee - Pagoda committee
Samlout	<b>CARITAS</b> community Forestry - Woman Association
Sung	<b>CARITAS and World Vision</b> -Credit and saving community: - Self-help group, - Forestry Protection group
Tasanh	<b>CARITAS</b> 1) Community Forestry, 2) Farming Tractor community, 3)Self-help group and disable people group <b>World Vision and Department of Social affair</b> -Saving children project: - Pagoda committee - Water users group

さまざまな開発プロジェクトにより、村民の多くは既にコミュニティ活動に参加しており、道路建設、井戸掘り、その他電気以外のインフラ関連の仕事を行ったことがある。多くの家庭は労働か金銭による貢献に慣れている。

### 3 電化計画作成

#### 3.1 系統電化の可能性

電化対象地域は地理的にはパイリン州の州都から 40 km 以内である。パイリンの州都は隣国タイから中圧配電線により電気を輸入しており、パイリン市内に供給することは可能だが、中圧配電線をさらに延伸することは技術的に困難である。また、州都バタンバンからは 40 km 以上離れており、PAGE 外に位置し、2020 年までに系統が延伸される可能性は極めて低い。

#### 3.2 広域ミニグリッドの計画概念

##### (1) 地域の特徴

集落の大半が道路沿いに分布しており、特に、国道 57 号線から南下する道路沿いでは家屋の分布密度が高い（図-2.2「Samlout 電化計画対象地域の家屋分布状況」参照）。

対象電化地域では、国内の他地域に比べてコミュニオン毎の結びつきが比較的強く、共同意識も強い。現に道路の改修作業などの共同作業をコミュニオン単位で実施した経験を持つ。このような地域においては、経済的観点から、村落やコミュニオンごとにミニグリッドを構築し電化を計画するよりも、まとまった需要地域に対して広範囲のミニグリッド（広域ミニグリッド）を計画するほうが望ましいと言える。すなわち、発電所を 1-2 箇所に集中し、中圧配電線網を構築して給電を

行う。需要増、ならびに需要地域の拡大に対しては、発電設備の増設、中圧配電線の延伸により柔軟に対応できる。具体的なメリットとしては以下の項目が挙げられる。

- 1) 発電所を 1-2 箇所にまとめることにより、
  - ① 運転・維持管理を集中化できる。個別コミュニケーションでは、電化事業で最も手間暇のかかる発電業務から開放される。
  - ② 系統の予備力の共有化により、全体の需給バランスの管理が容易となり、システム全体の安定した運用が可能となる。
  - ③ 運転要員の人数を減らすことができる。
- 2) 広域ミニグリッドの形成によりスケールメリットが得られるので、発電原価を低減できる。

(2) 広域ミニグリッドによる電化計画作成

本計画は以下の特徴を有する電化計画のモデルとなる。

- ① 小水力とバイオマスのハイブリッド電源のミニグリッド
- ② 広域ミニグリッドによる電化
- ③ 小水力発電によるミニグリッド

対象地域の電化計画の諸元を以下に整理する。

1) 電源構成

電化計画を作成する上で利用可能な電源は以下の通りである。

- ① 当該地域を流下する Sangke 川に 100~150 kW 程度の小水力発電のポテンシャルがあることを図上検討により特定した。小水力ポテンシャルの詳細は後述する。
- ② カンボジア全土の土地利用図ならびに現地踏査の結果によると、バイオマスガス化発電（燃料木栽培型）を行う上で、燃料木を栽培する土地面積は十分にある。したがって、燃料となるバイオマスのポテンシャルも十分にある。

2) 電源の特徴

電化対象電源としての小水力とバイオマス発電の特徴（利点・欠点）を以下の表にまとめる。

表 2.3 各電源の特徴（利点と欠点）

電源	小水力発電	バイオマスガス化発電
利点	①基本的に 24 時間給電可能。 ②燃料費がかからない。 ③バイオマスに比較して運転要員の作業量が少ない。	①小水力に比べて建設費が安い。 ②燃料木が地域で栽培可能。地域住民、特に貧困世帯の雇用確保と収入向上につながる。 ③需要増に対する増設が可能。
欠点	①建設費が割高。 ②調査、設計、建設に時間と高度専門技術を要する。 ③需要増に対する増設が困難。	①小水力に比べると運転員の作業量が多い（燃料木の処理、投入、廃水処理等）。 ②排ガス、排水がある。



### 3) 運転ルール

上記の特徴を踏まえて、雨季、乾季で以下のような運転ルールを考慮する。

#### ① 雨季（概ね6月～12月）

河川の水量が豊富な雨季には、小水力による24時間運転が可能である。小水力によるベース負荷対応運転を行い、バイオマスによるピーク負荷対応運転を行う。

#### ② 乾季（概ね1月～5月）

乾季には小水力発電所の使用水量に対して河川の水量が不足する場合がある。小水力発電による発電量を最大化しながら、バイオマスにより需要を補う運転が必要となる。乾季末には河川維持流量への配慮（放流）が必要である。

### 4) 開発体制

小水力発電計画は調査、設計、建設に時間を要するため、全体の計画を2段階に分けて実施する。

フェーズ1： バイオマス発電所の建設、中圧・低圧配電線の建設、小水力発電所詳細調査・設計

フェーズ2： 小水力発電所の建設、バイオマス発電所の増設、中圧・低圧配電線の延伸

フェーズ1の建設には1～2年、とフェーズ2は2～3年の工期を要する。

### 5) 運営体制

#### ① 発電所・中圧配電線の管理

発電所・中圧配電線は、地域電気会社（Regional Power Company：RPC）を公募して設立し、REEのミニグリッドと同様に自己資金に加えて支援機関の補助金と融資を受けて建設し、RPCが管理・運営する。

#### ② 低圧配電線の建設と管理

受電を希望する地域では、地元の小規模な電気事業者（REE）もしくは村落組織（CEC）が配電免許を得て、広域ミニグリッドから買電してユーザに配電する。低圧配電線、屋内配線等の建設および維持管理はREEもしくはCECが担当する。低圧配電線が、RPCの中圧配電線と平行する区間では、低圧配電線をRPCの電柱に併架することにより、費用を節減する。

上述の事項を考慮しつつ広域ミニグリッドの検討を行う。

### 3.3 住民集会の結果（Samlout）

#### 3.3.1 ワークショップ概要

サムロー郡の5つのコミューンにおいて住民ワークショップを開催した。概要を以下に述べる。

住民ワークショップの概要

Commune Name	Date	Time	No. of Participants
1. Ou Samrel	Dec. 2, 2005	10:00 – 16:00	37
2. MeanChey	Dec. 3, 2005	9:00 – 15:00	116
3. Samlout	Dec. 4, 2005	11:30 – 16:00	27
4. Sung	Dec. 5, 2005	10:00 – 14:30	17
5. T sanh	Dec. 6, 2005	9:00 – 14:30	46

#### 3.3.2 NGO 活動とコミュニティ活動

様々な NGO が様々な活動を行っている。主な NGO とその活動は以下のとおりである。

- ・ Karitas : Self-Help Group、Animal Raising、貯蓄グループなど
- ・ HI : 道路、水、インフラ、学校、Fish Raising など
- ・ MGP : Community Forestry など
- ・ Handicraft : 障害者支援など
- ・ ADA : 米銀行、Family Vegetable、獣医研修など
- ・ Charity : 獣医研修、農業技術指導など

コミュニティ活動は、伝統的相互扶助として、貧しい人や飢餓の人を助けたり、葬祭時に協力したりする以外は、コミュニティの自発的な活動は見られない。一方、NGO の支援により組織されたコミュニティ活動は行われている。主なコミュニティ組織とその活動は以下のとおりである。

- ・ Water Maintenance Committee : 井戸の維持管理を行う。
- ・ School Committee : 校舎の維持管理を行う。
- ・ Animal Raising Committee : グループで家畜飼育を行い、生計向上を目指す。
- ・ Farming Committee : 農機具をグループで利用して耕作を行う。
- ・ Credit Committee : グループでマイクロクレジットを運用する。

すべてコミュニティ自身で組織だった活動を行うことは、これまでの経験から困難と予測される。しかし、NGO などの外部支援が得られれば、コミュニティ組織による活動は可能と考えられる。

#### 3.3.3 既存地方電気事業者（REE）

数個の REE が存在するが、配電世帯が数軒から 10 軒程度の小規模なものがほとんどである。Samlout と Sung に配電していた比較的規模の大きい REE が 2005 年に存在したが、初期接続料を

徴収し、数ヶ月間給電した後に夜逃げした。そのため、この地域では REE に対する不信感が強い。

**既存 REE**

Commune Name	No. of REE	備考	REE に投資できる可能性がある人
1. Ou Samrel	1		No
2. MeanChey	1		No
3. Samlout	0	以前あったが夜逃げした	不明
4. Sung	2-3	以前あったが夜逃げした	不明
5. Tasanh	2	1つはすでに活動していない	No

3.3.4 電気リテラシー

多くの住民は 6V もしくは 12V のバッテリーを所有している。また多くのバッテリーを所有者はディーゼル油ランプもしくはろうそくを併用している。

ワークショップで1ヶ月のバッテリー充電料金やディーゼル油代を質問した際、回答できなかったり、不適切な回答がなされたりするケースが見られた。これは、消費スタイルが毎日あるいは数日をベースにしているため、1ヶ月単位で収入や支出を考えることに慣れていないことを示している。後で述べる初期費用支払について、\$50 という金額を聞くと、到底支払えないと受け取るが、日々消費しているバッテリー充電代やろうそく・ディーゼル油代を積み上げて計算していくと、1ヶ月に彼らの想像を超える金額を消費していることに驚く。

以下、バッテリー利用状況ならびに利用料金を示す。

**バッテリー利用 (Mean Chey)**

バッテリー利用状況	人数
6Vのみ所有	32
12V所有	46
バッテリーを持っていない	37
計	115

**バッテリー利用料金 (Mean Chey)**

月充電料金 (B)	人数
20	6
30	4
40	2
50	6
60	30
70	8
80	1

**バッテリー利用 (Samlout)**

バッテリー利用状況	人数
6Vのみ所有	6
12のみ所有	13
6Vと12Vを所有	10
バッテリーを持っていない	3
REE (自家発電含む)	5

利用金額 (Samlout)

利用形態	利用額	人数
バッテリー所有者	30B/月	2
	35B/月	2
	50	1
	70	1
	100	7
	150	2
	200	2
	60B/月	1
ろうそくのみ使用	75B/月	2
ディーゼル油ランプのみ使用	ディーゼル 1L/日 =3 時間/日	4

バッテリー利用 (Sung)

バッテリー利用状況	人数
バッテリー所有者	11
バッテリーがなく、ディーゼル油ランプを使用している人	1
自家用ディーゼル発電機を所有している人	4

利用金額 (Sung)

利用形態	利用額	人数
バッテリー所有者	100B/月	10
	150B/月	1
ディーゼル油のみ利用者	60B = 2L 月	1
自家用ディーゼル所有者	ディーゼル 1L/日=3 時間/日	4

自家用ディーゼル購入価格 (Sung)

No.	価格	備考
1	21,000B	
2	21,000B	
3	35,000B	トラクター組合で購入したものを夜、個人の自家発電に利用している。
4	20,000B	

バッテリー利用 (Tasanh)

バッテリー利用状況	人数	
バッテリー所有者	6Vのみ所有	10
	6Vと12Vを所有	10
	12Vのみ所有	14
バッテリーがなく、ディーゼル油ランプを使用している人	11	

利用金額 (Tasanh)

利用形態	利用額	人数
バッテリー所有者	100B/月以上	5
	40-100B/月	19
	40B/月以下	2
ディーゼル油	60B/月	1
	50B/月	1
	30B/月	18

バッテリー充電単価

種類		Riel
6V		500-800
12V	40A	2,000
	50A	2,500
	70A	2,500
	100A	3,000

また、バッテリーは平均すると 1.5 年程度の寿命であり、バッテリー購入価格は 30\$程度することからバッテリー代金は約 1.5\$/月かかっている。したがって 12V バッテリー所有者の場合、概ね月 3\$程度はバッテリー照明料金として支出していることになる。

3.3.5 CEC 設立にあたって

すべてのコミューンにおいて、オペレータ候補になる修理工が数人程度存在する。どのコミューンでも車とオートバイが見かけられることや、自家発電機を所有する世帯が存在するため、機械に対して多少の知識と経験がある人がいる。日常のオペレーションや簡単なメンテナンスはトレーニングを受ければ対応できるものと考えられる。大きな故障をした場合などの対応は困難であると考えられる。

また修理工場を営んでいる人が、その一方で田畑を耕作しているケースがある。このような場合に発電所のオペレータとして年中働けるか、集会で疑問が出された。しかし、農繁期はオペレータの家族が農作業することで対応し、それでも不足の場合は、コミュニティの人たちが協力することにより対応が可能とされた。

会計についても同様に、すべてのコミューンで会計候補になる人が存在する。会計候補は商売人、学校の先生、学生など数多く存在する。ただし、料金設定の計算を行ったりすることは困難であることが予想される。

3.3.6 初期費用の支払能力

初期費用の支払能力は、Samlout で\$50 と回答されたが、その他のコミューンでは以下に示すとおり\$50 未満であった。Tasanh では、初期費用を支払うことが困難なため、REE による実施を希望した。

初期費用の支払能力

Commune Name	初期費支払可能額 (US\$)	備考
1. Ou Samrel	25	
2. MeanChey	12.5	
3. Samlout	50	
4. Sung	37.5	
5. Tasanh	-	支払い困難なため REE 希望

3.3.7 希望する電気使用量と料金水準

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、下表に示す結果となった。

Samlout を除くすべてのコミューンで No. 3 の「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」を希望した人が大半を占めた。これは毎月約 4.6 ドルを支払えることを意味している。Samlout では 4.6 ドルを超える No. 4 を選択した人が最も多かった。

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	Ou Samrel	Mean Chey	Samlout	Sung	Tasanh	Total
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	0	0	0	0	0	0
2	20 ワットの電灯2つを毎日4時間使用	40	4.8	8,600	0	0	9	0	0	9
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	22	22	4	6	20	74
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	1	1	9	1	0	12
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	0	1	0	0	1
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	0	0	0	1	1
Total					23	23	23	7	21	97

### 3.3.8 バイオマス燃料木栽培

すべてのコミュニティで燃料木栽培に必要な土地を確保できることが確認された。またすべてのコミュニティにおいて契約栽培ではなく、各世帯で植えることを希望した。これは栽培による副収入を期待しており、このチャンスを各世帯で平等に共有する必要があるとの判断によるものである。ただし、家庭によっては栽培するのに十分な土地を持っていない世帯もある。この場合はコミュニティで所有する土地をこれら世帯に開放し、等しくチャンスを得られようにはどうかとの意見が出された<sup>1</sup>。さらに、2005年にディーゼル価格が高騰したこと、またバイオマスの場合燃料代がコミュニティ内で地域経済として循環することから、ディーゼルではなくバイオマス発電に対する強い期待があることが確認された。

### 3.3.9 Samlout における CEC のフィージビリティ

初期費用の支払能力の観点からは、Samlout 以外のコミュニティではやや困難が予想される。特に Tasanh では他のコミュニティに比べて貧しいため、初期費用の準備がかなり難しいものと考えられる。ただし、Tasanh を除くコミュニティでは少し時間をかけて貯蓄することにより、準備することは不可能なことではないと考えられる。特に各コミュニティでは NGO の支援により貯蓄活動やマイクロクレジット活動が行われており、CEC 設立に向けた明確な意志決定と目的意識が各メンバーに共有できれば、貯蓄による初期費用の準備は行うことが可能になるものと思われる。そのためには、電化計画段階での啓蒙活動が重要となる。

人材面、技術面の観点からは、オペレータ、会計を努めることが可能な候補者はいることが確認されたが、適切な訓練が必要と考えられる。運営面に関しては、Tasanh を除くすべてのコミュニティで、REE ではなく CEC による電化を希望している。また REE の場合夜逃げするリスクもあるが、CEC であればそのようなリスクがないため、CEC による運営を希望している。ただし、CEC を設立するには何をすればよいのか、どのような機械を購入すればよいのかなど、運営面、技術面に関する指導が必要である。したがって、外部支援者による教育・啓蒙活動により、CEC 設立に向けて目的を共有化し、貯蓄活動を指導し、オペレータ・会計係を訓練し、運営面・技術面での指導を実施すれば、CEC 方式による電化は可能と考えられる。

## 3.4 電気需要予測

### 3.4.1 フェーズ1計画の需要予測

表 2.1 で想定した需要規模について、現地踏査の結果、ならびに村落社会調査の結果を踏まえて以下の電気需要のパターンを想定する。

#### 1) 夜間需要は概ね 17 時～22 時の 5 時間

1 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かったことから、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その約 10% の 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よう。全員で栽培しては、貧困世帯のボトムアップ効果を実現できないだろう。

- 2) 電化数年後の昼間需要は他の集落の電化の例から夜間需要の 50%と想定し、その他に乾季における灌漑に必要な電力需要（灌漑ポンプ）等も考慮した。

表 2.4 にフェーズ 1 の需要予測を示す。

表 2.4 フェーズ 1 の需要予測

電化世帯数：774	月間戸別 需要 (kWh/hh)	月間需要 (MWh)	年間需要 (MWh)	発電所内 需要 (MWh)	年間総需要 (MWh)	
					夜間	昼間
夜間需要	15.0	11.6	139.3	13.9	153.3	159.4
外灯需要	0.6	0.5	5.6	0.6	6.1	
昼間需要(商用)	7.5	5.8	69.7	7.0	76.6	138.7
灌漑需要(乾季のみ)	6.1	14.1	56.4	5.6	62.1	
合計	29.2	32.0	271.0	27.1	298.1 MWh	

詳細は付属資料-H 参照。

出典：調査団

### 3.4.2 フェーズ 2 計画の需要予測

フェーズ 1 の開発区域の電化が先導的な役割を果たすことにより、フェーズ 2 の開発区域の電化が促進されることが期待される。表 2.1 で想定した需要規模について、フェーズ 2 開発後の需要予測をフェーズ 1 電化区域も含めて以下の通り想定する。

表 2.5 フェーズ 1 および 2 の需要予測

電化世帯数：4,216	月間戸別 需要 (kWh/hh)	月間需要 (MWh)	年間需要 (MWh)	発電所内 需要 (MWh)	年間総需要 (MWh)	
					夜間	昼間
夜間需要	15.0	63.2	758.9	75.9	834.8	870.2
外灯需要	0.6	2.7	32.2	3.2	35.4	
昼間需要(商用)	7.5	31.6	379.4	37.9	417.4	755.6
灌漑需要(乾季のみ)	6.1	76.9	307.4	30.7	338.2	
合計	29.2	174.4	1,478.0	147.8	1,625.8 MWh	

詳細は付属資料-H 参照。

出典：調査団

上述の計算をまとめると表 2.6 の通りである。

表 2.6 フェーズ 1 および 2 における年間給電量

	夜間	昼間	合計
フェーズ 1	159.4 MWh	138.7 MWh	298.1 MWh
フェーズ 1 および 2 合計	870.2 MWh	755.6 MWh	1,625.8 MWh



フェーズ1の開発中にフェーズ2開発区域の潜在需要が伸びる可能性がある。したがって、フェーズ2の開発計画作成の際には、夜間および昼間需要の見直し・確認を行うことが必要である。

### 3.5 Sangke 小水力発電所

Sangke 小水力発電所は、サムロー広域ミニグリッド計画のフェーズ2のベース負荷発電所として位置づけられ、負荷調整を担う基幹発電所である。

#### 3.5.1 図上検討の結果

5万分の1、10万分の1の地形図を用いた図上検討の結果によると Sangke (Sangke) 川の上流部 (トンレサップ湖への河口から約 100km、バットアンバン市内から約 50km) に 2 箇所の小水力のポテンシャル地点を確認できた(図-2.5 参照)。全体図を図 2.4 に示す。

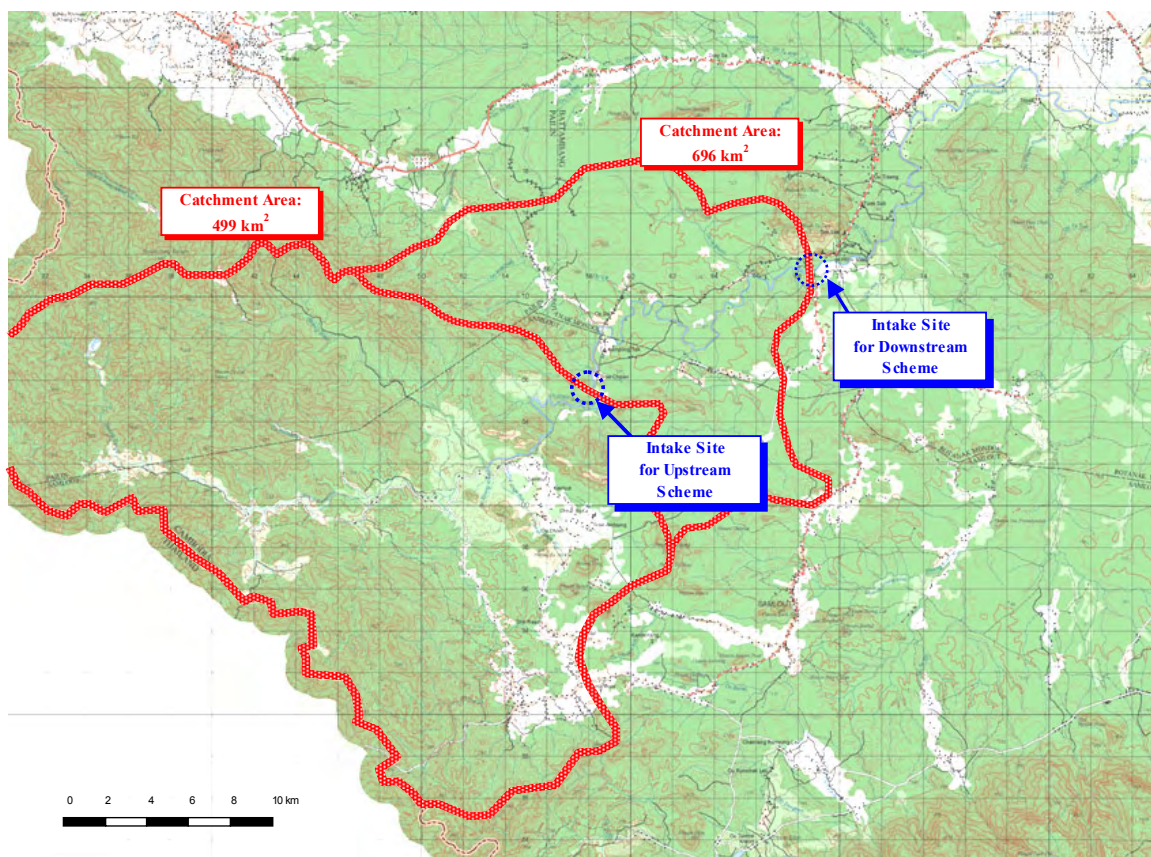


図 2.4 図上検討の結果による、Sangke川上流部のポテンシャル地点

	近傍村落名	落差	流域面積	水路長
(1) 下流側ポテンシャル地点	Phlov Meas 村付近	20m (EL. 60m ~ 40m)	696 km <sup>2</sup>	約 2 km
(2) 上流側ポテンシャル地点	Kampong Tuk 村付近	20m (EL. 100m ~ 80m)	499 km <sup>2</sup>	約 1.5km

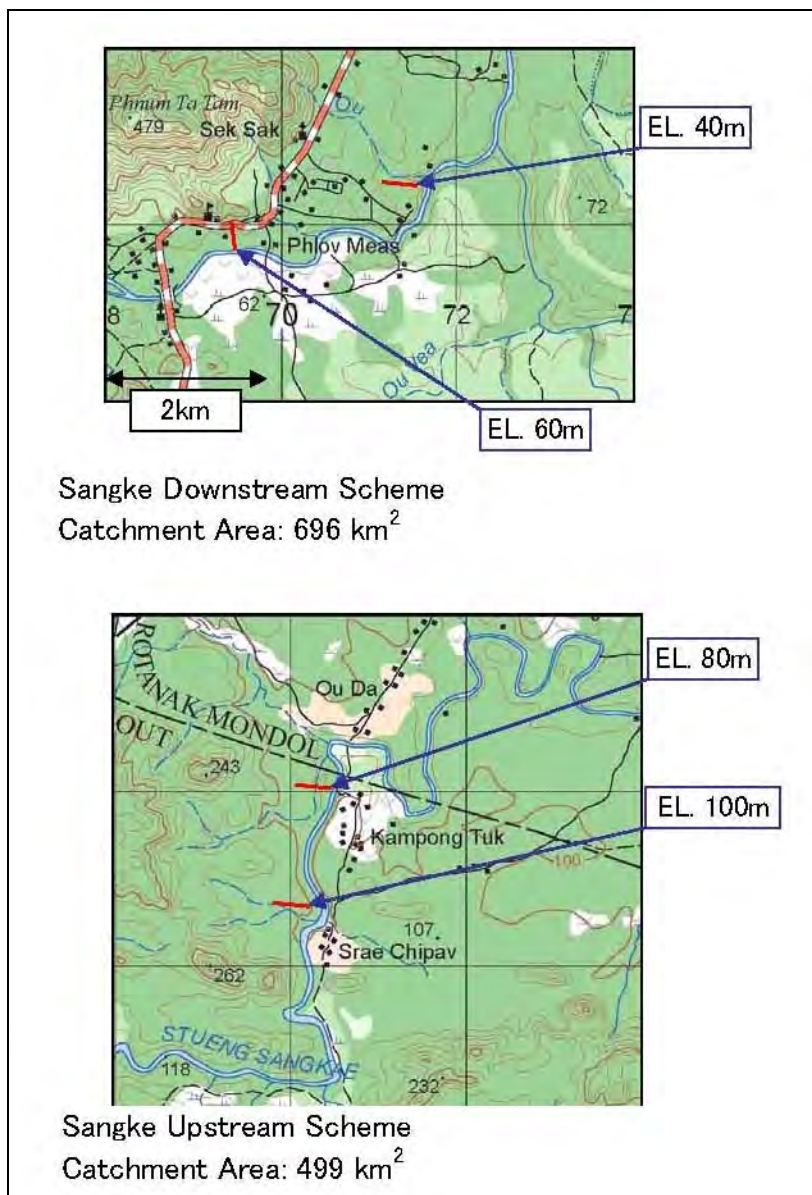


図 2.5 図上検討におけるSangke上流、下流案のポテンシャル

3.5.2 現地踏査によるポテンシャルの確認

(1) 簡易地形測量による落差の確認 (その1) (第2次ならびに第3次現地調査)

図上検討の結果を確認すべく第2次現地調査時(2005年2月)ならびに第3次現地調査時(2005年6月)に現地踏査を実施した。図上検討の結果に基づき簡易地形測量を実施し、落差の確認を行った。その結果、図上検討の結果と比べて以下の点が異なることが明らかとなった。

	図上検討での落差	簡易地形測量で確認した落差	図上検討測量の差
下流側ポテンシャル地点 (Phlov Meas 村付近)	20m	7.5m	-12.5m (-62.5%)
上流側ポテンシャル地点 (Kampong Tuk 村付近)	20m	5.5m	-14.5m (-72.5%)

図上検討と現地踏査の結果が異なり、発電ポテンシャルは図上検討の結果の半分以下となる。

第2次現地調査時までには、下流側ポテンシャル地点ではさらなる落差の存在は確認できなかった<sup>2</sup>。上流側ポテンシャル地点に関しては、Kampong Tuk 村の上流方向にさらなる落差の可能性が残されており、引き続き測量を行った。

第3次現地踏査時には、上流側ポテンシャル地点のさらに上流方向の落差を確認するため、Kampong Tuk 村からさらに7～8km上流の地点から河床を踏査した。地雷の危険地域であることから、CMACの地雷探知専門家2名が同行し、慎重に踏査した。ハンドレベルを用いて小規模な落差の瀬を数箇所確認した結果、落差の合計は10m以上であった。

(2) 簡易地形測量による落差の確認（その2）（第4次現地調査）

第3次現地調査時に確認した上流部の落差を精査するため、Kampong Tuk 村からさらに上流部の落差の測量（総延長およそ8km）を実施した。

この測量の結果、Kampong Tuk 村とのおよそ8km上流の Samlout 村の間に約38mの落差があることを確認できた。

Sangke 川は上流部において兩岸、特に右岸が河床に比べて20～30mも高く、一部断崖のようになっている。このように図上検討に用いた地形図に表しきれない微地形のため、落差（ポテンシャル）の確認作業に予想外の時間を要した。これに加えて、地雷の危険地域であるため、河床を除いて、限られた地域しか踏査できなかったことも落差確認の作業の妨げとなった。今後の追加調査に向けて調査対象地域内の地雷撤去をあらかじめ手配しておくことが必要である。

(3) 落差のまとめ

第2次から第4次現地調査の間に確認した Sangke 川の落差をまとめると図-2.6の通りである。

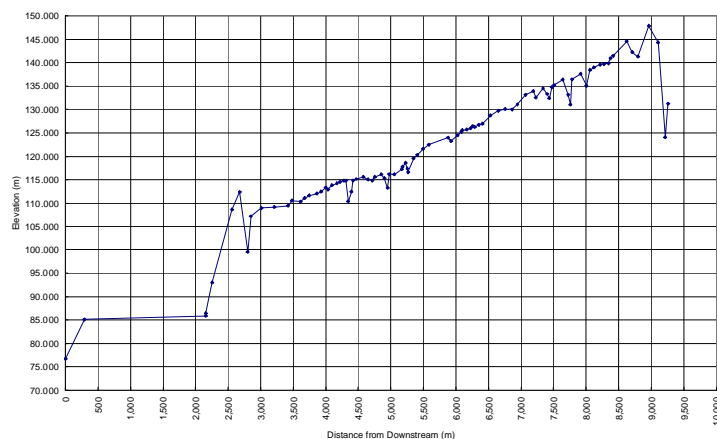


図 2.6 Sangke川の測量結果

(4) 流量観測

第2次現地調査時（2005年2月）から第5次現地調査時（2005年12月）にかけて流量観測を実施した。結果は以下の通り。

2 第4次現地調査で、この下流案のさらに下流側合流地点までの間に数mの落差があることを確認した。

表 2.7 Sangke 川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> )	取水堰地点での換 算流量 (m <sup>3</sup> /sec)
2005年2月5日	1.15	696	0.00165 (1.65 lit/sec/km km <sup>2</sup> )	0.72
2005年5月14日	2.83	696	0.0041 (4.1 lit/sec/km km <sup>2</sup> )	1.80
2005年5月15日	2.88	696	0.0041 (4.1 lit/sec/km km <sup>2</sup> )	1.80
2005年12月8日	8.43	499	0.0169 (16.9 lit/sec/km km <sup>2</sup> )	7.40

3.5.3 測水・水位観測

2005年4月9日にカウンターパートの協力を得て、Phlov Meas 村の近傍、流域面積 696km<sup>2</sup>の地点に量水標を設置し、水位観測を開始した。2005年11月までの水位観測結果を図 2.7 に示す。このグラフから、最乾季は4月ならびに5月であると推定される。水位観測は2006年2月まで継続した。

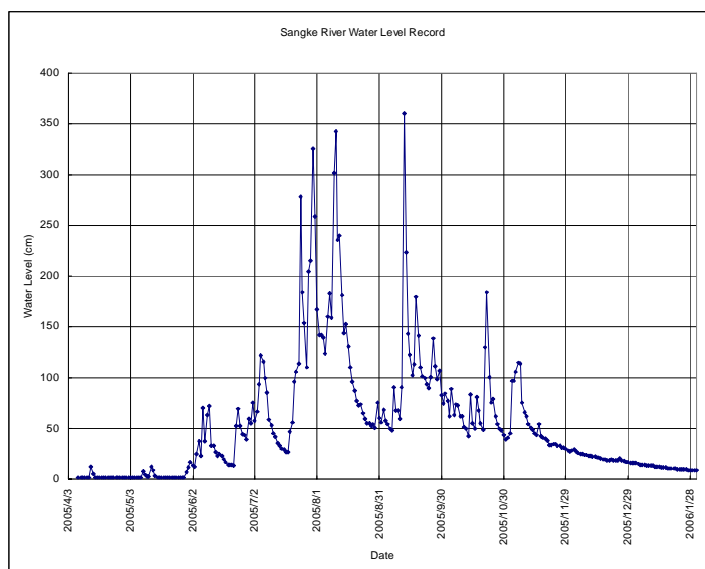
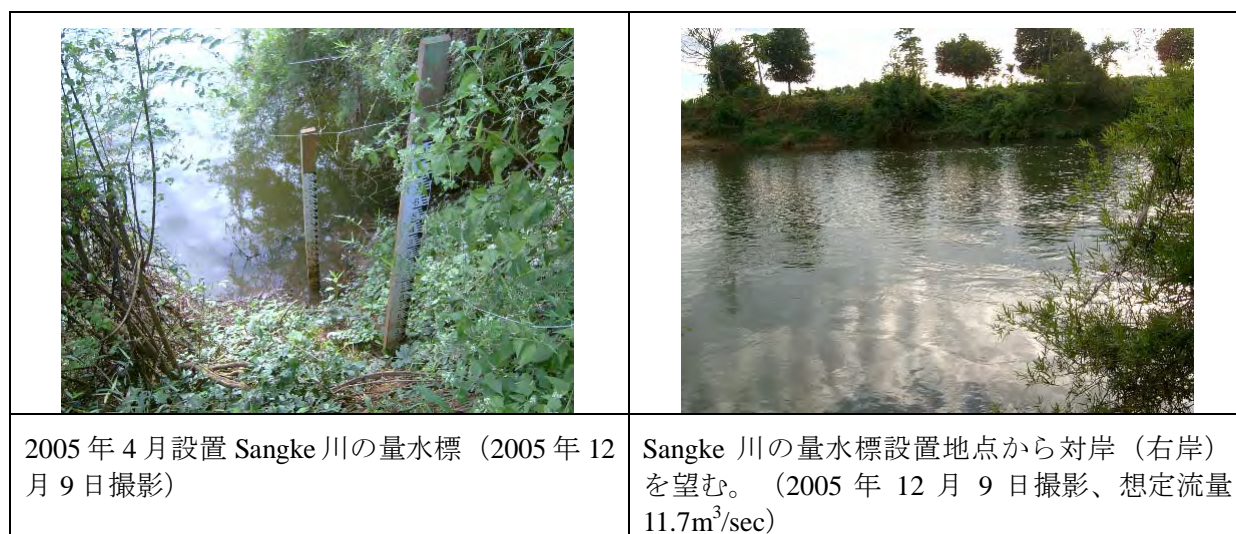


図 2.7 Sangke川における水位観測結果



### 3.5.4 雨量、乾季流量、洪水量、流送土砂

#### (1) 雨量

図-5.1.3 に示す等雨量線から見ると流域の年雨量は下流部で 1,600mm、上流部では 2,000mm を超えている。

#### (2) 乾季流量

量水標の水位から推定すると、最乾季は 5 月と見られる。このときの流量は量水標設置地点（流域面積 696km<sup>2</sup>）で 1.08 m<sup>3</sup>/sec と推定され、取水堰地点（同 438km<sup>2</sup>）に流域面積換算すると乾季流量は 0.68 m<sup>3</sup>/sec と推定される。

#### (3) 洪水位ならびに洪水量

発電所候補地点の Kampong Tuk 村での住民からの聞き取りによると、洪水期の水位は河床から約 5 m である。この地点の川幅がおおよそ 60 m、流速を 3~5m<sup>3</sup>/sec と仮定すると、洪水量は 900 ~1,500 m<sup>3</sup>/sec となる。

取水堰候補地点の Samlout 村での住民からの聞き取りによると洪水位は河床から 3.5~4m とのことであった。この地点の川幅がおおよそ 60 m、流速を 3~5m<sup>3</sup>/sec と仮定すると、洪水量は 720 ~1,200 m<sup>3</sup>/sec となる。

#### (4) 流送土砂

第2次現地調査(2月)から第5次現地調査(12月)にかけて合計5回の現地踏査を行ったが、河川の流水が濁っていたのは第4次現地調査の9月のみであった。このときも濁りの度合いは低く、河道内の露岩が透けて見えるくらいであった。雨季、特に洪水期を除いては、流送土砂、浮遊砂等はほとんど見られず、9月以外の時期は河床が透き通って見えるほど流水が澄んでいた。

河床に露頭している部分が多く、また、取水堰地点直上流に深さ 5m 以上に及ぶ深い淵があることから、乾季における取水施設への土砂流入は問題とならないであろう。

雨季中、洪水時期の土砂流入対策のみを考慮すればよいと思われる。

	
<p>取水堰地点直上流の流水の様子。この部分が深さ 5 m 以上の淵になっている。 (2005 年 9 月 7 日撮影)</p>	<p>取水堰～発電所間の河川水の様子。 (2005 年 9 月 7 日撮影)</p>

3.5.5 小水力発電施設レイアウトの検討

測量結果と現地踏査の結果をもとに地形図の等高線情報も加味してレイアウトを検討する。

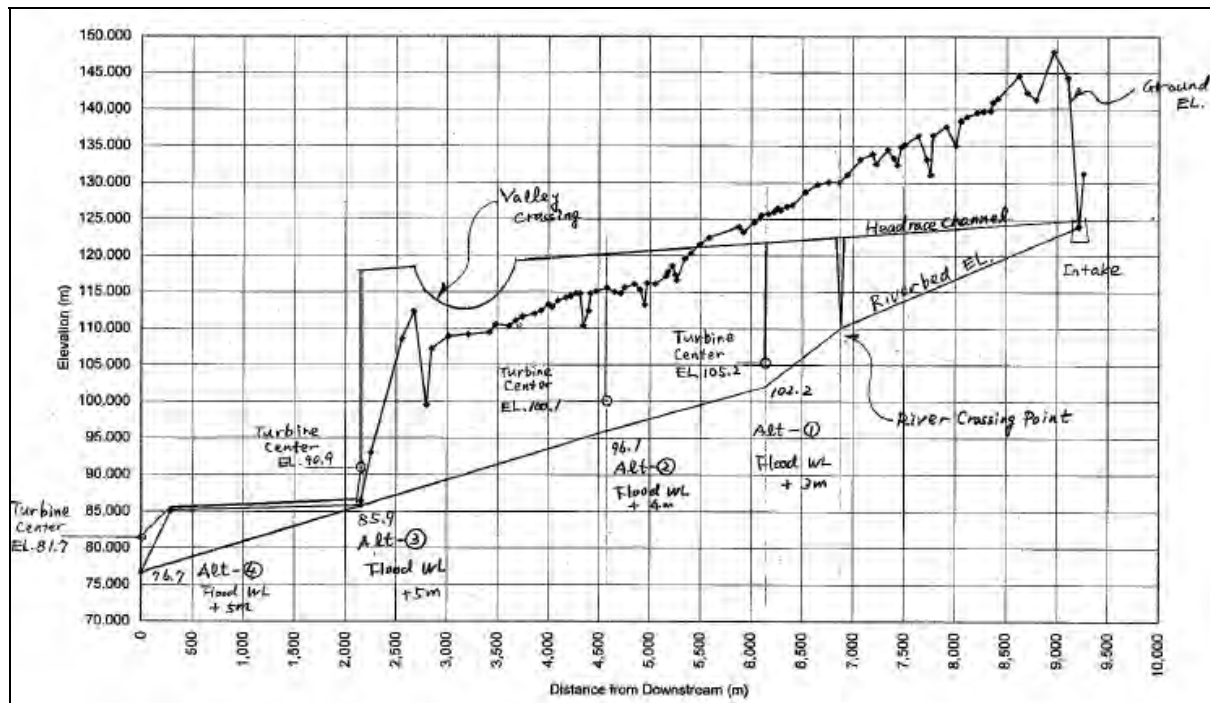


図 2.8 測量結果と導水路レイアウト案 (断面)

取水口の標高を EL. 125.0m に設定し、現地踏査の結果から、発電所を建設可能な代表点を 4 地点選定した。測量断面図上の距離で、取水堰から 3.1 km, 4.6 km, 7.0 km, 9.2 km の各地点に発電所を設置することを想定して、4 つの代替案を作成した。4 番目の代替案の場合、急遮断時の水撃圧を和らげるための方策が必要となる。

それぞれの地点の現地踏査結果から洪水位を算定し、水車の中心が洪水位以上となるように落差を定めた。表 2.8 に各代替案の諸元を示す。図-2.9 に各代替案の発電所の位置を示す。

表 2.8 Sangke 小水力の代替案の諸元

	Alternative-1	Alternative-2	Alternative-3	Alternative-4
Intake WL (m)	125.0	125.0	125.0	125.0
Turbine Center EL (m)	105.2	100.1	90.9	81.7
Gross Head (m)	19.8	24.9	34.1	43.3
Length of waterway (m)	4,400	5,900	8,400	10,350
Loss in waterway (m)	4.4	5.9	8.4	10.4
Misc. Loss (m)	0.2	0.3	0.4	0.5
Net Head (m)	15.2	18.7	25.3	32.5
Plant Discharge (m <sup>3</sup> /sec)	0.8	0.8	0.8	0.8
Power Output (kW)	83.4	102.6	138.8	178.1

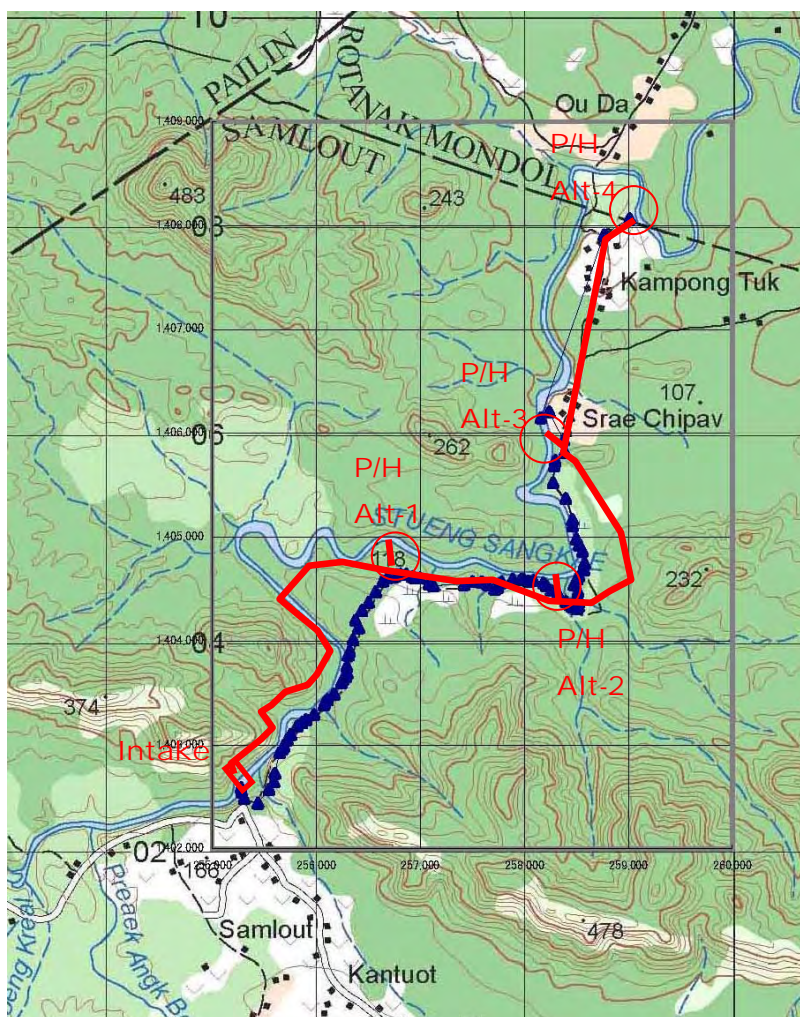


図 2.9 測量結果と導水路レイアウト案 (平面)

取水堰は Sangke 川上流部 Samlout 村の近傍で上流部がおよそ 1km にわたって淵になっており、特に直上流部分が 5m 以上の深さの淵になっている部分に設置することとした。以下に写真を示す。

取水堰からの導水路は緩やかな斜面勾配を有する左岸側に設ける。右岸側は断崖絶壁となっており、水路の建設は断崖の壁沿いにパイプを敷設する以外に方法が無く、建設が困難である。このため左岸をおよそ 2 km コンクリート水路で導水し、サイフォンにより河道を横断し、右岸に渡る。取水堰から約 500m 下流の地点に適地があることからこの地点に沈砂池を設置する。

導水路が右岸に渡った後は比較的平坦な地形が続いている。一部沢を横切る部分については、パイプを敷設することとなるが、それ以外の区間は基本的にコンクリート水路により導水する。

導水路の断面はロの字型の鉄筋コンクリートボックスカルバートとする。断面を以下に示す。

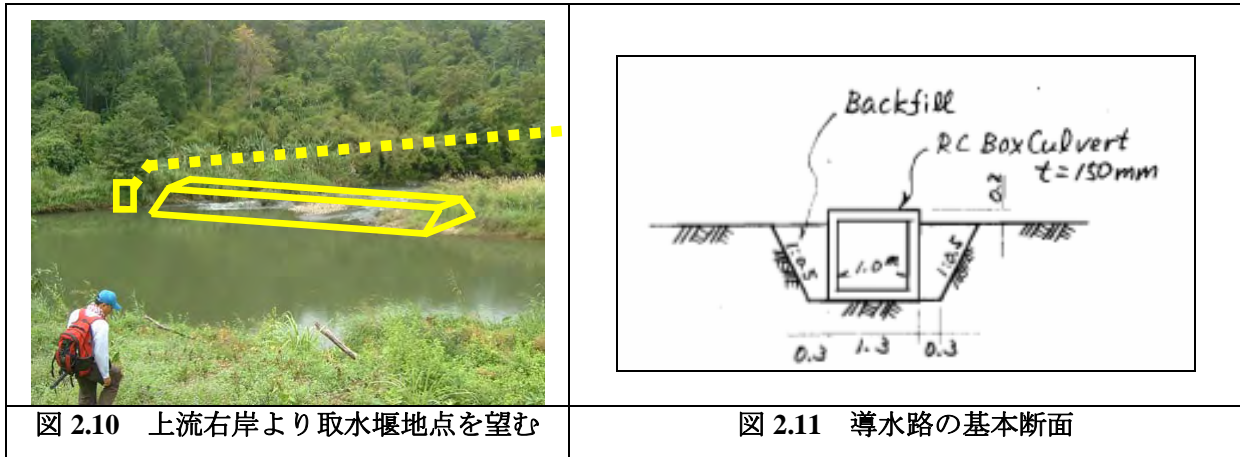


図 2.10 上流右岸より取水堰地点を望む

図 2.11 導水路の基本断面

3.5.6 代替開発案の比較

4つの代替案について比較検討を行う。各代替案の工事数量は新エネルギー開発機構の水力開発ガイドマニュアルを参照しつつ実施した。各代替案のコスト比較を表 2.9 に示す。

表 2.9 工種別工事数量

工種	単位	第1案 導水路長: 4.4 km	第2案 導水路長: 5.9 km	第3案 導水路長: 8.4 km	第4案 導水路長: 10.4 km
掘削	m <sup>3</sup>	25,231	30,724	35,964	37,886
盛土・埋め戻し	m <sup>3</sup>	14,953	17,683	21,169	23,416
マスコンクリート	m <sup>3</sup>	1,124	5,693	6,126	5,854
構造コンクリート	m <sup>3</sup>	3,523	4,569	5,002	4,730
鉄筋	ton	275.09	359.61	394.32	531.73
ゲート・スクリーン	ton	2.72	2.72	2.72	2.72
パイプ	m	400.00	400.00	2,300.00	4,300.00
水車・発電機	kW	85.0	105.0	140.0	180.0

上記の工事数量をもとに後述する工事単価を用いて算定した各代替案の工事費用を下表に示す。

表 2.10 (1) 工事費算定 (第1案)					表 2.10 (2) 工事費算定 (第2案)				
工事費算定 <第1案> 導水路長: 4.4km					工事費算定 <第2案> 導水路長: 5.9km				
工種	単位	数量	単価	小計	工種	単位	数量	単価	小計
掘削	m <sup>3</sup>	25,231	5	126,155	掘削	m <sup>3</sup>	30,724	5	153,620
盛土・埋め戻し	m <sup>3</sup>	14,953	6	89,718	盛土・埋め戻し	m <sup>3</sup>	17,683	6	106,098
マスコンクリート	m <sup>3</sup>	1,124	80	89,920	マスコンクリート	m <sup>3</sup>	1,124	80	89,920
構造コンクリート	m <sup>3</sup>	3,523	130	457,990	構造コンクリート	m <sup>3</sup>	4,569	130	593,970
鉄筋	ton	275.09	700	192,563	鉄筋	ton	359.61	700	251,727
				小計					小計
				956,346					1,195,335
				土木工事予備費(上記の20%)					土木工事予備費(上記の20%)
				191,269					239,067
				土木工事小計					土木工事小計
				1,147,615					1,434,402
ゲート・スクリーン	ton	2.72	1,200	3,264	ゲート・スクリーン	ton	2.72	1,200	3,264
パイプ(HDPE OD:630mm)	m	400.00	138	55,200	パイプ(HDPE OD:630mm)	m	400.00	138	55,200
水車・発電機	kW	85.0	660	56,100	水車・発電機	kW	105.0	660	69,300
				小計					小計
				114,564					127,764
				合計					合計
				1,262,179					1,562,166
				キロワット単価 (\$/kW)					キロワット単価 (\$/kW)
				14,849					14,878



表 2.10 (3) 工事費算定 (第3案)					表 2.10 (4) 工事費算定 (第4案)				
工事費算定 <第3案> 導水路長: 8.4km					工事費算定 <第4案> 導水路長: 10.4km				
工種	単位	単価			工種	単位	単価		
掘削	m <sup>3</sup>	35,964	5	179,820	掘削	m <sup>3</sup>	37,886	5	189,430
盛土・埋め戻し	m <sup>3</sup>	21,169	6	127,014	盛土・埋め戻し	m <sup>3</sup>	23,416	6	140,496
マスコンクリート	m <sup>3</sup>	1,124	80	89,920	マスコンクリート	m <sup>3</sup>	1,124	80	89,920
構造コンクリート	m <sup>3</sup>	5,002	130	650,260	構造コンクリート	m <sup>3</sup>	4,730	130	614,900
鉄筋	ton	394.32	700	276,024	鉄筋	ton	531.73	700	372,211
			小計	1,323,038				小計	1,406,957
			土木工事予備費(上記の20%)	264,608				土木工事予備費(上記の20%)	281,391
			土木工事小計	1,587,646				土木工事小計	1,688,348
ゲート・スクリーン	ton	2.72	1,200	3,264	ゲート・スクリーン	ton	2.72	1,200	3,264
パイプ(HDPE OD:630mm)	m	2,300.00	138	317,400	パイプ(HDPE OD:630mm)	m	4,300.00	138	593,400
水車・発電機	kW	140.0	660	92,400	水車・発電機	kW	180.0	660	118,800
			小計	413,064				小計	715,464
			合計	2,000,710				合計	2,403,812
			キロワット単価 (\$/kW)	14,291				キロワット単価 (\$/kW)	13,355

上記4案のキロワット単価を比較すると下記の表の通りである。

表 2.11 各代替案の発電単価比較

	第1案 導水路長: 4.4 km	第2案 導水路長: 5.9 km	第3案 導水路長: 8.4 km	第4案 導水路長: 10.4 km
建設費 (\$)	1,262,179	1,562,166	2,000,710	2,403,812
出力 (kW)	85.0	105.0	140.0	180.0
キロワット単価 (\$/kW)	14,849	14,878	14,291	13,355

上記の表から開発規模の大きい第4案(出力 180 kW) が最小費用単価の計画である。発電使用水量と発電設備の利用率は4つの代替案で共通であることから、kW 単価が最小の第4案が、kWh 単価でも最小となる。広域ミニグリッドにおける小水力発電所の役割を最大化する意味でも、第4案が最適である。また、第4案は、Sangke 川上流部に存在する有限水力資源の最大限の開発を実現するので、資源開発計画の観点からも第4案を推奨できる。

### 3.6 Ou Samrel バイオマス発電所

Ou Samrel バイオマス発電所は、Samlout 広域ミニグリッド全体に電力を供給する。フェーズ 1 では、設備容量 120 kW のバイオマスガス化発電機により、Ou Samrel コミューンを中心とする 774 世帯に給電するものである。

#### 3.6.1 バイオマスポテンシャル

##### (1) バイオマス燃料木供給

バイオマスのポテンシャルはその燃料木の栽培可能面積により支配される。対象地域において草地、かん木地の割合が世帯あたり 0.02 ha あれば、世帯当月 10 kWh 程度の電気需要に対して、燃料木を栽培してバイオマスガス化発電により供給するポテンシャルがある。Samlout 郡にお

る5箇所での住民ワークショップで調査した結果、月10 kWhの電気需要は大半の住民が希望する需要水準である。

電化対象地域のSamlout郡では、世帯当りの草地、かん木地の割合が0.36～5.85 haとコミューンにより数値が異なるが、いずれのコミューンも必要土地面積の基準を十分に満たしている。Samlout 広域電化計画の場合、広域ミニグリッドの中央部に位置するOu Samrel コミューンもしくは郡都が位置するTa Sanh コミューンに発電所を設置することが望ましい。

### 3.6.2 バイオマス発電設備の建設コスト

バイオマス発電施設の建設コストは発電設備容量に応じて算出し、予備費として5%を計上した。それぞれの開発段階における発電施設建設費は以下の通りとなる。

表 2.12 各段階におけるバイオマス発電施設建設費

	フェーズ1	フェーズ2	合計
発電設備	\$329,200	\$1,253,200	\$1,582,400
配電設備	\$229,800	\$1,112,200	\$1,342,000
合計	\$559,000	\$2,365,400	\$2,924,400

詳細は付属資料Hに記載。

出典：調査団

## 3.7 配電線

本広域ミニグリッドの建設は以下の2つのフェーズに分けて実施する。図2.11にフェーズ別の配電線のレイアウトを示す。

### <フェーズ1>

- ① Ou Samrel バイオマスガス化発電所の建設（設備容量：120 kW）
- ② 中圧配電線の建設 延長 10.0 km

### <フェーズ2>

- ① Sangke 小水力発電所の建設（設備容量：180 kW）
- ② Ou Samrel バイオマスガス化発電所の増設（設備容量：282 kW）
- ③ 中圧配電線の建設 延長 76.5 km

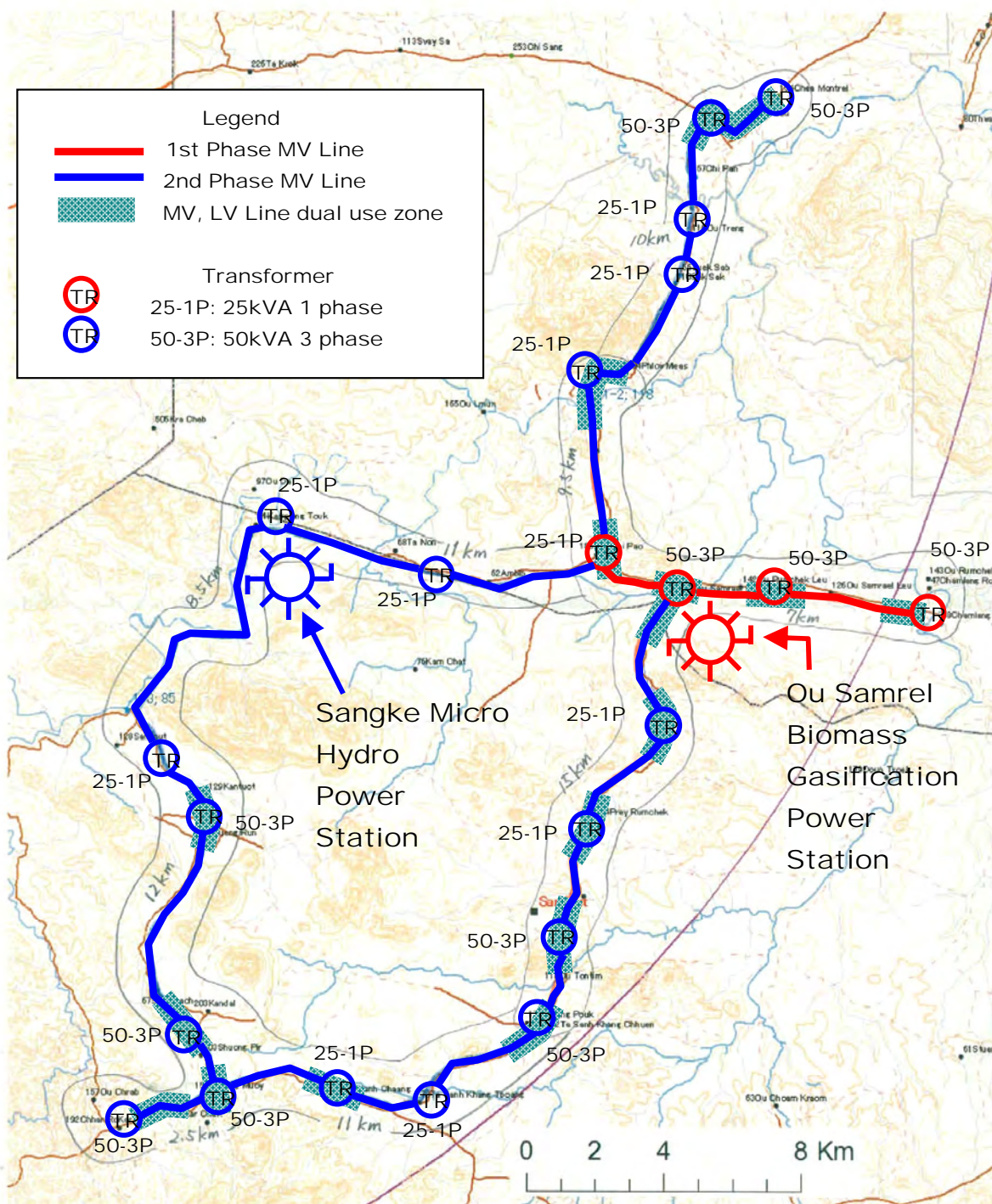


図 2.12 サムロー電化計画の発電所、中圧配電線ならびに変圧器のレイアウト

各開発段階における中圧配電線の諸元を村落ごとにまとめたものが表 2.2 示にした電源開発の諸元である。集落分布が道路沿いに密な部分では、中圧配電線と低圧配電線を共用し、コスト低減を図る（図中に緑色で示した部分）。変圧器の容量は電化対象世帯数により 25 kVA と 50 kVA の代表的なものを選定した。村落内の需要規模が比較的大きく、昼間需要が見込める区域では 3 相変圧器を設置し、昼間の動力需要にも給電する。フェーズ 2 の開発区域についてはフェーズ 1 の

開発終了後、需要を確認し変圧器の容量を見直す。低圧配電線は REE または、CEC が建設を行い、配電免許を取得し、受電希望世帯に配電する。

### 3.8 積算

#### 3.8.1 工事数量ならびに工事費の算定

Part 1 に示した単価を用いて工事費を算定すると以下の表のようになる。

表 2.13 フェーズ別工事費の算定

	フェーズ1	フェーズ2	合計
バイオマスガス化発電	\$559,000	\$2,365,400	\$2,924,400
小水力発電	-	\$2,403,800	\$2,403,800
合計	\$559,000	\$4,769,200	\$5,328,200

#### 3.8.2 年間の運転・維持管理コストの算定

##### (1) フェーズ1 開発

##### 1) バイオマスガス化発電設備の運転・維持管理コスト

設備容量 120 kWe

バイオマスの年間運転・維持管理コストを以下のように見積る（詳細は付属資料-E 需要想定・積算に記載）。

##### a) 運転・点検要員費用

発電機、ガス化炉の運転コストを下表に示す。

表 2.14 フェーズ1 のバイオマスガス化発電所の運転保守の年経費

	作業項目	費用
1	CEC 人件費（発電所運転員の給与等）	\$3,240
2	ガス化炉・エンジン発電機の保守費	\$13,410
	合計	\$16,650

##### b) 燃料代

フェーズ1 のミニグリッドはバイオマスのみを電源とし、想定給電量の年間 298 MWh をバイオマス発電で供給する。燃料費を以下に見積る。

$$298 \text{ MWh} \times 0.03 \text{ \$/kWh} \times 1,000 = \$8,943$$

したがって、年間のコストは以下のようになる。

表 2.15 フェーズ1のバイオマスガス化発電の年経費

項目	年間費用（\$/年）
運転・点検要員費用	16,650
燃料代	8,943
合計	25,593

2) 配電線、変圧器の年間運転・維持管理コスト

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 of 樹木の枝葉や下草を刈り取る作業がある。村落電化組合（CEC）が実施・運営する場合、この伐採作業は CEC メンバーが実施可能である。他の途上国の例も参考にして、建設費の 0.5%を保守費用として次のように見積った。

$$\$131,397 \times 0.5\% = \$657 / \text{年} \approx \$700 / \text{年}$$

伐採作業員の手当を\$2/日と想定するとこの予算で 450 人日の作業員を雇用できる。総延長 17.8 km の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 320 m 分を伐採することとなる。この地域の道路沿いの樹木の繁茂量を考えると妥当な作業量と考える。

(2) フェーズ2開発

1) 小水力発電設備の運転・維持管理コスト

設備容量 180 kW

小水力発電設備の年間運転・維持管理コストを以下のように見積る。

表 2.16 小水力発電設備の年間運転・維持管理コスト

	作業項目	費用内訳	費用
1	発電所全体の定期点検	2 名、年 1 回、\$500/回	\$500
2	発電所運転員の給与	5 名×\$40×12 ヶ月	\$2,400
3	土木構造物の維持管理要員手当	\$60/回/月×12 ヶ月	\$720
	合計		\$3,140/年 ≈ \$3,200/年

2) フェーズ2以降のバイオマスガス化発電設備の運転・維持管理コスト

設備容量 402 kWe (120 kWe + 282 kWe)

フェーズ2までのバイオマスの年間運転・維持管理コストを以下のように見積る。

a) 運転・保守経費

発電機、ガス化炉の運転・保守経費はフェーズ1分も含めて以下のように見積った。

表 2.17 フェーズ1・2のバイオマスガス化発電所の運転保守の年経費

	作業項目	費用
1	CEC 人件費（発電所運転員の給与等）	\$14,280
2	ガス化炉・エンジン発電機の保守費	\$65,010
	合 計	\$79,290

b) 燃料代

フェーズ1および2の合計で年間総給電量が 1,642.4 MWh となる。

バイオマスの燃料代を抑えるために、河川水を十分取水できる場合は、小水力発電所の出力と運転時間を最大化する。バイオマスガス化発電所は、需要との小水力発電所の発電量の差分だけ発電する。小水力は、1月～5月の乾季に流量が不足するため、河道貯留により夜間ピークに対応する運転も考慮する<sup>3</sup>。6月～12月の雨季の間は、24時間運転が可能である。

上記運転ルールを適用するが、燃料代の算定のため、ここでは、小水力 30%、バイオマス 70%と想定し、バイオマスによる給電量を以下のように算定した。

$$1,625.8 \text{ MWh} \times 70\% = 1,138.1 \text{ MWh}$$

フェーズ2以降のバイオマスによる給電量は年間 1,138.1 MWh となり、燃料費は次のようになる。

$$1,138.1 \text{ MWh} \times 0.03 \text{ \$/kWh} \times 1,000 = \$34,143$$

したがって、年間の運転・維持管理コストは以下のようになる。

表 2.18 フェーズ2以降のバイオマスガス化発電年間運転・維持管理費用

項目	年間費用（\$/年）
運転・点検費用	79,290
燃料代	34,143
合 計	113,433

3) 配電線、変圧器の年間運転・維持管理コスト

フェーズ2まで建設・設置する配電線・変圧器の年間保守費用はフェーズ1と同様に建設費の0.5%と見積る。

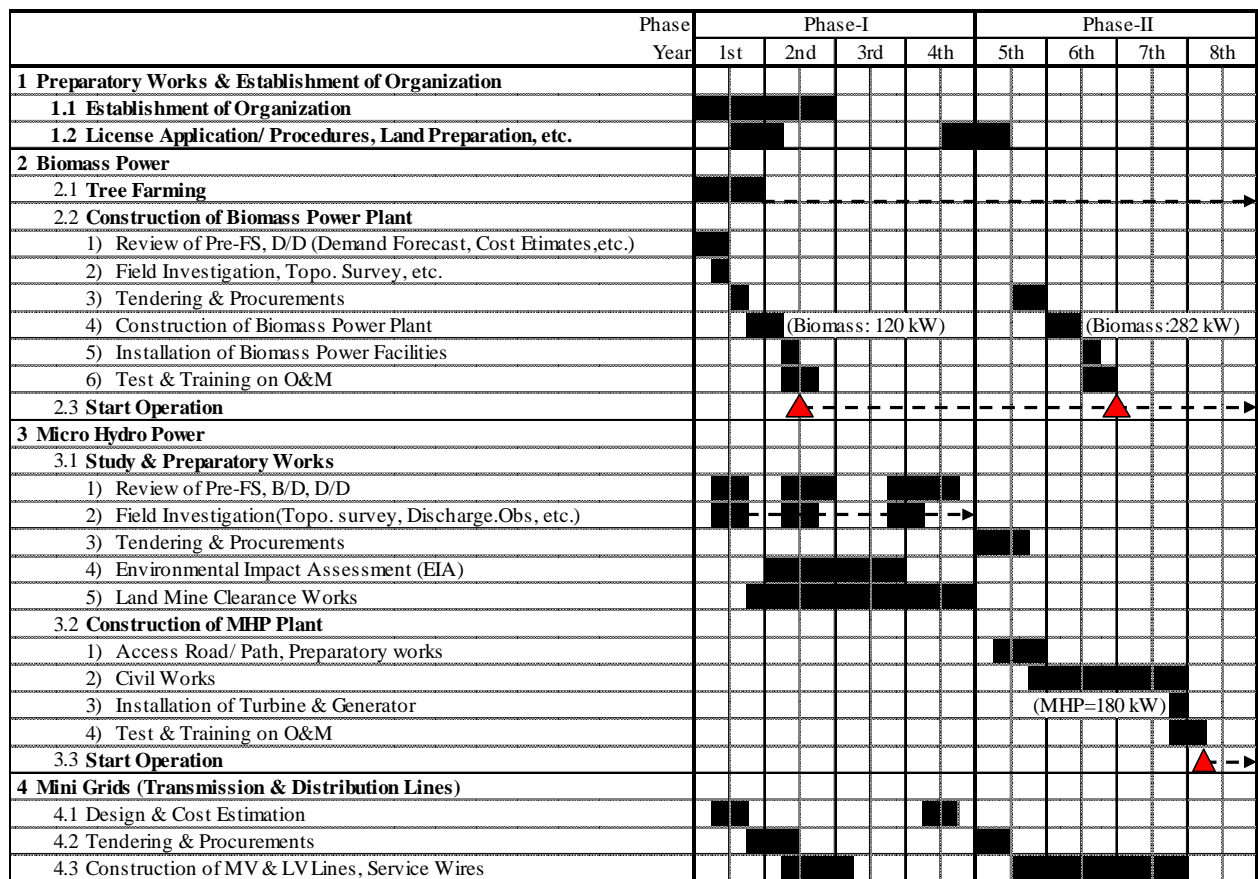
3 乾季の運転方法として次の2つのオプションが想定できる。① 小水力は24時間連続して一定出力運転、バイオマスは負荷に応じて運転台数と出力を調整、② バイオマスはベース負荷対応とし、小水力は夜間のピーク対応とする。想定しているバイオマスガス化発電機の場合、長時間連続運転には課題があると考えられるので、昼間需要の水準にもよるが、乾季にもオプション①の運転方法が妥当となるかもしれない。実際の需要と流量に応じて、運転方法を選択することが必要となろう。

表 2.19 フェーズ1・2の配電線・変圧器の建設費と保守経費

フェーズ	建設費	保守経費 (建設費の0.5%)
1	\$131,397	\$900/年
2	\$790,356	\$4,000/年
合計	\$921,753	\$4,900/年

### 3.9 実施工程

図 2.13 にフェーズ1 および2の想定実施工程を示す。



出典：調査団

図 2.13 実施工程（案）

## 4 経済・財務評価、料金設定

フェーズ1およびフェーズ2のそれぞれの段階での便益を評価するために、想定給電量を代替ディーゼル発電で供給する場合のコストを算定し、経済・財務評価を行った。

フェーズ1をバイオマスにより電化する計画について経済評価を行った結果を表2.20に示す。

表 2.20 Samlout 電化計画の経済評価

Year	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	19	20	21	22	29	30	Total	
<b>(Economic costs)</b>																					
<b>Initial costs</b>																					
Economic costs	447,976													178,308				178,308		804,592	
Supports to CEC	22,275	7,425																			
<b>Operation and maintenance costs</b>																					
Personnel costs	0	7,348	12,028	13,672	14,682	15,794	17,016	17,804	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	17,968	87,480
O&M of biomass gasification power plant	3,685	7,909	9,393	10,305	11,308	12,412	13,123	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	13,271	373,369
Maintenance of distribution lines, etc.	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	10,500
Biomass fuel cost	397	853	1,013	1,111	1,219	1,338	1,415	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	1,431	40,257
EAC license fee @ Riel 1.6/kWh	27	58	69	76	83	91	96	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	2,745
Monitoring of CEC by DIME	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Residual value</b>																					
														-17,831				-17,831		-44,798	-80,459
<b>Total expenditure</b>	470,251	14,800	12,086	13,741	14,758	15,877	17,107	17,901	18,065	18,065	235	196,373	18,065	18,065	235	196,373	18,065	18,065	-26,732	1,268,183	
<b>(Economic benefits as costs of alternative diesel mini-grid)</b>																					
<b>Initial costs</b>																					
Economic costs	305,374													91,308				91,308		487,990	
Supports to CEC	22,275	7,425																			
<b>Operation and maintenance costs</b>																					
Personnel costs	0	21,725	43,262	50,828	55,477	60,591	66,217	69,842	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	70,596	77,760
O&M of diesel power plant	1,651	3,545	4,210	4,619	5,068	5,563	5,881	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	5,948	167,334
Maintenance of distribution lines, etc.	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	10,500
Fuel cost	17,132	36,776	43,676	47,916	52,581	57,712	61,019	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	61,706	1,736,053
EAC license fee	27	58	69	76	83	91	96	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	2,745
Payment for technical supports	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	69,120
<b>Residual value</b>																					
														-9,131				-9,131		-30,537	-48,799
<b>Benefits from CER sales</b>		685	1,470	1,745	1,915	2,101	2,306	2,439	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	2,466	69,381
<b>Total benefits</b>	327,649	32,166	47,094	54,946	59,772	65,080	70,918	74,682	75,463	75,463	66,333	166,771	75,463	75,463	66,333	166,771	75,463	75,463	44,926	2,601,783	
<b>(Net benefits)</b>	-142,602	17,366	35,008	41,205	45,013	49,203	53,811	56,781	57,398	57,398	66,098	-29,602	57,398	57,398	66,098	-29,602	57,398	57,398	71,658	1,333,600	
<b>EIRR</b>	<b>27.4%</b>																				

(出典：調査団)

本計画の経済費用と、代替ディーゼルの経済費用として算定した経済便益を用いて経済評価を行った。経済的内部収益率（EIRR）が27.4%と高い数値を示している。

財務分析は、料金水準を\$0.335/kWhを想定すると、財務的内部収益率（FIRR）が5.6%となる。この料金水準は25%の補助金をベースとして計算した。

経済・財務計算の結果は以下の通りである（詳細は付属資料H参照）。

	EIRR	FIRR	料金
フェーズ1	27.4%	5.6%	\$0.335/kWh
フェーズ1+2	26.0%	5.6%	\$0.305/kWh

フェーズ1+2のケースではすべての対象村落をバイオマス発電により電化すると想定して評価を実施した。小水力とバイオマスのハイブリッドとした場合は、EIRRが8%台と経済性がやや劣る。しかしながら、負荷変動への追従性が良くなり、広域ミニグリッドへの電力の安定供給が実現できることから、小水力とのハイブリッド電源としての開発が望ましい。



## 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。

Samlout 広域電化計画は Sangke 小水力（上流計画 U/S と下流計画 D/S）および Samlout バイオマス発電によるハイブリッド発電計画である。ここでは小水力とバイオマス両方について環境社会配慮を行った。

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 Sangke 小水力計画に関する環境スクリーニング

表 2.21 に Sangke 小水力計画に関する環境スクリーニングの結果を示す。主な結果と所見は次のとおり。

- (1) 以下の諸事項から本計画では IEIA を行う必要がある。
  - 1) 上流側小水力は Samlout 環境保護区（Protected Landscape）の境界線上に位置する。
  - 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。

プロジェクトの実施機関／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. Sangke U/S 小水力計画は Samlout と称する景観保護区（面積は約 60,000 ha）の境界線上に位置する。ただし、本計画はマイクロ水力計画であり地下埋設式水路を採用することから、景観への影響は生じないと考えられる。一方、2005 年 9 月 6 日に、コミュニティの代表者、村民、および NGO の森林管理レンジャー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特別な影響はないと結論される。
  - b. 本計画は小水力であることから地域の気質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かんがい取水口がないので、この地域の農業への悪影響はない。
  - 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から、上流側計画一帯の景観への悪影響は生じない。
  - c. 本計画による好ましい影響
    - i) 地域が電化される
    - ii) 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し、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、乾季末期の河川水流量の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、野生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 Samlout バイオマス発電計画に関する環境スクリーニング

表 2.22 に本計画に関する環境スクリーニングの結果を示す。結果の要点および所見を以下に示す。

- (1) 以下の諸事項から本計画の IEIA を行う必要はないと判断される。
  - 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 402 kW であり、IEIA や EIA を要する MOE の規定値（5MW）未満である。
  - 3) 発電所の候補地点が環境保護区外に位置する。

本年 6 月カ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、本計画のように計画の全資金が 2 百万米ドル未満であれば、プロジェクト実施者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 は不用と考えられる。

## (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. 発電所候補地点が環境保護区外にある。一方、2005年9月6日に、周辺コミュニティの代表者や村民達と行ったインタビューでは、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。
- b. 計画出力は562 kWで、それに要する植林面積は約112 haである。この植林用土地の手当に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、プロジェクト所有者は土地の手当で問題が生じないようにすることが必要である。同日Sungコミュニティの秘書とのインタビューで、同コミュニティから約100 haの土地の用意が可能と知らされた。したがって、プロジェクト所有者は事前に再度同コミュニティとの討議が必要である。
- c. 本計画の出力はかなり小さいので、地域一帯の大気や水質への悪影響はない。
- d. 本計画による地下水への悪影響はない。

## 2) 発電所の建設・運転による環境影響

- a. 地域の農業への悪影響はない。
- b. 地域社会への好ましい影響
  - i) 地域が電化される。
  - ii) 燃料木栽培により、雇用と現金収入の機会が創出される。
  - iii) 運転・維持管理の労働力としての雇用機会が生じる。
  - iv) 建設中、村民達の商業活動の機会が生じる。
- c. 建設中に粉塵の発生があり得る。その低減措置として散水を行う。

## 3) 発電所運転中の環境影響

- a. 一般論としては、燃料不足時に周辺の森林の違法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、さら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。
- b. 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、発電所地点は住宅密集地を避けて選定する。
- c. 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<sup>4</sup>。

- d. 本計画による地域農業への悪影響はない。

### 5.3 Sangke 小水力計画に関する初期環境影響評価（IEIA）

#### (1) プロジェクトの概要

Stung Sangke 小水力計画と Samlout バイオマス発電計画は同州 Samlout 郡内に位置する。前者は 180 kW の出力、後者は 402 kW の出力を有する。合計出力は 582 kW である。

Stung Sangke 小水力は取水堰と導水路の一部が景観保護区（Samlout と称する）の境界線上に位置する。ただし、小水力であり導水路を地下埋設式として計画されているので周辺景観への影響がなくなる。

現地踏査や上記関係村落でのインタビューの結果等から、本計画はカンボジア国や国際機関の環境関連規則の枠組み内にあると考えられる。

#### (2) 本計画の目的

小水力とバイオマス発電両方で Samlout 郡の 4,216 の世帯に給電することが目的である。それは全世帯数の約 80%にあたる。

#### (3) プロジェクト計画に関する情報

##### ● 代替案

Battambang 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見出された。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。

- 廃棄物の量等に関する詳細は F/S 段階で計画される。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

##### a. 物理的な自然環境

- 1) この地域一帯には工業施設がなく、各種汚染物質の排出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。
- 2) 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。マイクロ水力および閉排水システムのバイオマスガス化発電なので、水質への悪影響は予見されない。

4 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。

## b. 生物環境

- 1) 現地踏査とコミュー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。
- 2) 本計画地点一帯の森林の大半は二次林であり、約 80%を占める。

## c. 社会経済環境

- 1) 2005年9月6日現在、関連4 コミューン（Ou Samrel, T sanh, Sung および Samlout）の総人口は 19,826 で総世帯数は 4,146 である。少数民族は存在しない。
- 2) Ou Samrel コミューンでは全世帯がバッテリーを持ち、2つの BCS がある。T sanh コミューンでは約 20%の世帯でバッテリーを持ち、その他には1基の D/G で約 40 世帯に給電している。Sung コミューンでは約 80%の世帯でバッテリーを使用し、2つの BCS がある。Samlout コミューンでは約 80%の世帯でバッテリーを使用し、5つの BCS がある。
- 3) コミューン代表者や村落民とのインタビューの結果、ほとんどの住宅地は私有地であり、所有権を有する。
- 4) Ou Samrel コミューンには1つの保健所があり、5人の保健師がいる。T sanh コミューンでは1つの保健所があり、看護師を含めて計約 30 人の保健師がいる。Sung コミューンでは保健所がない。Samlout コミューンでは1つの保健所があり、看護師を含めて計 13 人の保健師がいる。
- 5) Ou Samrel コミューンには6つの小学校と1つの中学校がある。T sanh コミューンには 11 の小学校と1つの中学校がある。Sung コミューンには四つの小学校と1つの中学校がある。Samlout コミューンには6つの小学校があり、中学校はない。
- 6) 関連4 コミューン 全体の平均として、1 世帯の月収額は約 US\$26 である。その主な収入源は農業である。主な穀物はコメと豆類。養豚や家禽類は自家用として行われている。バイク・タクシーのサービスも行われており、1 部の世帯の収入源になっている。

## (5) 住民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、DIME 技術者 1 名と本調査団員からなるグループで関連コミューンの訪問調査を行った。この訪問調査で関連コミューンの代表者や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、全コミューンで電化の必要性が訴えられ、また道路の補修と水の供給も重要であることが判明した。
- 2) Stung Sangke 川一帯の野生動物や生態の調査を行っている NGO (Wildaid Asia) の“Maddox Jolie Project”が存在する。同 NGO とはプレ FS 段階で協議し、相互協力を確認している。本計画の実施前には、同 NGO が企画・検討している地域開発計画の最新状況と調整し、シナジー効果の最大化を図ることが望ましい。

## (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. **Stung Sangke** 上流計画小水力は景観保護区（**Samlout** と称する）の境界線上に位置する。**Stung Sangke** 川はこの保護区の境界線になっている。この景観保護区へのインパクトが生じないように、導水路は、上流部の一部区間を除きこの河川の右岸側に沿った地下埋設式にする。右岸側はこの保護区外である。
- b. この河川の減水区間における生態系の保護のため、最小河川維持流量として乾季末の流量の10%を保持する。
- c. 以上の諸緩和対策により、本計画地点一帯の河川生態系への影響を最小限にすることが可能である。
- d. したがって、累積的環境影響は生じないと思われる。
- e. 本計画による河川上流域へのインパクトはない。
- f. 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し。
- g. 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・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影響はない。
- b. 既存の河川水利権との抵触はない。
- c. 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) 建設中村落民の商業機会の発生
- d. 作業員用キャンプからの排水による河川水汚濁発生の可能性がある。排水の処理を行う。
- e. 建設工事中に粉塵が発生する可能性がある。散水により粉塵発生を抑制する。

## 3) 発電所運転中の環境インパクト

- a. 乾季には河川水量がかなり減少する。この河川の減水区間における生態系への影響を防ぐため、最小河川維持流量として乾季末の流量の10%を保持する。
- 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悪影響はない。
- d. 野生動物が発電施設内に迷い込んでくる可能性がある。その防止に屋外電気設備や変電設備の周囲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 の詳細を Table IEIA-1 に示す。

(7) 環境影響緩和措置

環境影響緩和措置の詳細を同 Table IEIA-1 に示す。また以下の「環境管理計画」の節でも記述する。

- a. 前述のように、Sanke U/S 計画は景観保護区の境界上に位置する。この景観保護区へのインパクトが生じないように、導水路は、上流の一部区間を除いて、この河川の右岸側に沿った地下に埋設する。右岸側はこの保護区外である。
- b. この河川の減水区間における生態系の保護のため、最小河川維持流量として乾季末の流量の10%を保持する。

(8) 社会経済分析および環境価値

バイオマス発電計画部分を合わせて、本計画は 5,429 家庭に給電することが可能。それはこの郡全体世帯数の約 80%になる。それにより、バッテリーの充電や交換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、余剰電力は河川水のポンプ揚水に利用し、家庭への給水や田畑の灌漑に使用することができる。さらに、精米所、製氷所、製材所などの昼間需要も見込まれる。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・影響緩和措置

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 discharge 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)
Impacts to the landscape of Protected Area	Waterway will be installed underground along right bank of Stung Sangke river. The right bank is located outside of the Protected Landscape.	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>		
Protection of wildlife	Establish barrier nets around the outdoor electrical equipment and distribution facilities	Project IO/operator

Change in water quality (upstream and downstream)	Remove upstream pollution sources.	Project IO/operator
Potential impacts to ecology of the river	Keep “minimum maintaining flow” to be 10% of the flow of the end of dry season.	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 measures to avoid villagers entering 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>				
Wildlife protection	Observation	Outdoor electrical equipment and distribution facilities	Once per week	Project IO/operator
Reforestation condition	Observation	Site surrounding area used for reforestation	Once per six months	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
Keeping minimum river water flow	Observation and/or measurement	Water flow reduction section	Monthly during dry season	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) 本プロジェクトがない場合の状態

2005年9月6日日本プロジェクトに係る4 コミューン（Ou Samreul, Tashanh, Sung, Samlout）の訪問調査を行った。以下はその時点で得られたバッテリー照明の利用状況のデータを示す（全世帯数に対する百分率で示したバッテリー照明の利用割合）。

- 1) Ou Samreul : 80%
- 2) Tashanh : 30%
- 3) Sung : 80%
- 4) Samlout : 85%

4つのコミュニティを合わせた場合の平均値は約68%。ただし、BCSの数が不足し、遠距離にある民家へのサービスが困難になっている。

この4つのコミュニティの優先開発課題は1) 道路の修復、2) 家庭と灌漑用水の充足、および3) 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。その割合は30%から50%である。したがって、この地域では農業振興が重要な課題である。電化により灌漑用の電源が得られる。

#### (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・運営に要する組織体制の強化が不可欠と思われる。プロジェクトの実施支援機関／組織や運転・管理者に対して、EIAを行うための教育訓練が欠かせない。一方、プロジェクトの実施機関やその運転・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、実施支援機関／組織内に環境アセスメント部門を設立し、要員の教育と訓練を行うことが必要である。

#### (12) 結論および提言

- 1) 本計画は小水力とバイオマスガス化発電のハイブリッド計画であり、立地一帯の景観への影響は生じない。
- 2) 一方、関連村落では電化需要が極めて高い。本計画は、昼間にかんがい施設へ電気を供給することも可能であり、地域住民の貧困問題の解決にも貢献する。
- 3) 建設工事中に要する労働力はこの地域村落内から調達することが望ましい。
- 4) プロジェクトの実施機関／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および環境モニタリングプログラムが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が必要である。
- 5) 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 2.21 Sangke 小水力発電計画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: **Stung Sangke 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 :

45 villages, Ou Samrel and other Communes, Samlout and Rotonak Mondol Districts, Battambang Province

Other information regarding the village(s) the project site area belongs :

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:

The MHP will be composed of upstream (U/S) and downstream (D/S) projects of Stung Sangke River. U/S project will have about 110kW output capacity and D/S project will have about 35kW output capacity.

Considering possible fuel tree farming in this area, an independent biomass power plant could be constructed here to increase total power supply capacity. As th first step, this biomass project will have 100kW output capacity, for which about 20ha fuel tree farming land would be utilized. The output capacity of the biomass project could be increased more if more area of fuel tree land would become available.

From the above, total installed capacity would become about 700kW, which will be able to supply electricity to about 5,430 households.

Therefore, the project as a whole will become a hybrid system.

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 in the Province
	No	

2.4 Any alternatives considered before the project ?

<input checked="" type="radio"/>	Yes	(outline of the alternatives) Tributary Stung Cra Nhung MHP in Battambang Province. However, this project would be to supply electricity to about 675 households. Installed capacity will be about 88kW. Compared with the Stung Sanke project, it will be less cost benefit.
	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, wildlife sanctuary, <u>protected landscape</u> , and other protected areas designated by the government
			Virgin forests, tropical forests
			Ecological important habitat areas
			Habitat of valuable species protected by domestic law ワークショップ or international treaties
			Likely salt cumulus or soil erosion areas on a massive scale
			Remarkable desertification trend areas
			Archaeological, historical or cultural valuable areas
	No	Living areas of ethnic, indigenous people or nomads who have a traditional lifestyle or specifically valuable areas	

Remarks: The Sanke U/S project site will be located at the boundary of a Protected Area as marked above.

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

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

Remarks: As mentioned above, the Sanke U/S project site will be located at the boundary of a Protected Area, which is a “Protected Landscape”. Due to small scale of the project and its underground waterway design, it is considered that there will be no negative impact to the landscape of the area.

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) Dust would be generated during construction work. To avoid air pollution by the dust, water spray will be used to mitigate such impact.

2) During construction, liquid waste would be generated from worker’s camps. Proper treatment will be taken before discharge to outside environment.

Key results and findings of the environmental screening :

- (1) The upstream project site will be located at the boundary of Samlout Protected Area (Protected Landscape).
- (2) Considering both the environmental regulations of JICA and the MOE, carrying out an IEIA(IEE) will be required, and the report shall be prepared and submitted by project owner to the MOE for review and approval.
- (3) For more details, refer to Section 4.1 above.
- (4) Due to a lot of land mines are still remained in and around the area, attentions should be paid during carrying out detailed field surveys and construction work.

表 2.22 Ou Samrel バイオマス発電計画の環境スクリーニング

(発電計画のチェックリスト)

1. General Information

Name of the proposed project: Ou Samrel 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 :

Ou Samrel, Tashanh, Sung and Samlout Communes, Samlout Districts, Battambang 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 Biomass 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 562 kW, for which about 112 ha of fuel tree farming land will be needed.

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 ?

<input checked="" type="radio"/>	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 ?

<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 ?

	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 law ワークショップ 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		
<input checked="" type="radio"/>	No		

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

	Yes	(brief description of the potential negative impacts)
<input checked="" type="radio"/>	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 fine suspended particulates could be generated from the plant. The amount will be much less than that of the case of D/G facility.
- 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.
- 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 :

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 (402kW) is less than the limit which will need IEIA or EIA defined by the MOE (5MW).
- 3) The bio-mass project site will be located outside of any Protected Area designated by the MOE.

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

For more details, refer to Section 4.2 above.



表 2.23 (1/3) Sangke 小水力の初期環境影響評価結果

Environmental Factors	Potential Negative Impact	Mitigation Measures	Potential Environmental Impacts				Remarks
			Positive Impacts	Negative Impacts			
				Non, not significant or minor (C)	Moderate Impacts (B)	Significant Impacts (A)	
<b>I. Natural and Social Environmental Impacts</b>							
1. Watershed erosion and silt runoff/sedimentation	No negative impact			Non			
2. Encroachment upon Precious ecology	No negative impact			Non			
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	Small impact to water reduction section			Not significant			Keep 10% flow during dry season
7. Resettlement	Not needed			Non			
8. Impacts on tourism (potential) area	May have impact by Stung Sangke D/S site	Avoid plant operation during day time during tourism season			●		Need to consult with the resort facility owner in advance.
9. Encroachment upon natural/cultural heritages	No such heritages being existed			Non			
10. Impairment of navigation	No river navigation			Non			
11. Impairment of landscape of site area	It shall be noted that the U/S site is located at the boundary of Samlot Protected Area, which is a protected landscape. Due to very small scale of the facility, no negative impact on the landscape will be incurred.	Small scale weir and underground wateryay will be used.		Not significant			
12. Inundation of agricultural and/or pasture lands	No inundation will occur by the weir.			Non			
13. Water right conflicts	No conflicts			Non			
14. Other potential impacts	Not found			Non			
15. Held stakeholder meetings to inform and discuss on the project plan, and points of opinions and comments received	Found no negative impacts through interviews made with the Commune representatives and stakeholder meeting on September 6, 2005.			Non			

表 2.23 (2/3) Sangke 小水力の初期環境影響評価結果

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>II. Environmental Issues in connection with project design and construction activities</b>						
1. Held stakeholder meetings to inform and discuss on the project design and construction activities. Points of opinions and comments received.	No negative impacts. But need to improve communication/access road conditions.	Improve communication/access road conditions.	Yes			Improvement of access road will be much welcome by the concerned villagers.
1. Negative impacts to existing communication road/system of concerned villages	No impacts to existing communication road, but need rehabilitation. .	Improve road conditions before starting construction activities.		Not significant		Communication road will be improved.
2. Soil erosion/silt runoff	No negative impact			Non		
3. Noise during construction activities	Minor due to remote from villages			Non		
4. Air pollution during construction activities	Minor impact to the air around the site area.	Spray water to the dust generating work.		Minor		
5. River water pollution due to Construction activities	May have impact on the turbidity of downstream river water.	Minimize river bed work		Not significant		
6. River water pollution due to waste water discharged from workers' camp	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 and the villagers	Prepare sanitary measures.			●	
8. Impacts by quarry sites	Not much quarry will be needed.			Minor		
10. Odors to be generated	No such impacts			Non		
11. Employment of local villagers	Will create employment as construction workers		Yes			

表 2.23 (3/3) Sangke 小水力の初期環境影響評価結果

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>III. Potential Environmental Impacts during Operation</b>						
1. Downstream river water pollution	No such pollution			Non		
2. Downstream river bed erosion or sedimentation	No such impacts			Non		
3. Eutrophication of reservoir	No such impacts due to small weir.			Minor		
4. Air/water borne diseases	May cause such impacts	Avoid long term stagnation of reservoir water		Minor		
5. Protection of wildlife	May cause electric shock if wildlife would come into the plant facilities	Set barrier nets around outdoor electrical equipment and distribution facilities.		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 プロジェクト実施・運営組織

### 6.1 事業実施体制

各電化計画の特徴（規模、事業内容、電化範囲など）とコミュニティの嗜好と資源により、個別のコミュニティに適した支援制度の内容は異なる。プレ FS の候補事業については、次のような制度設計上のオプションを用意する。

- a. 信頼に足る REE が現れないときは、コミュニティ電化組合（CEC）をコミュニオンあるいは複数村落で設立し、発電と配電事業を運営する。
- b. ひとつの発電所と中圧配電線が広域に散在する複数の村落をカバーできる場合には、そしてコミュニオン住民がそう希望する場合には、前項の代替案として、地域電気会社（RPC）の一種となるコミュニオン所有の電気会社を設立し発電所と中圧配電線を運営し、複数の村落所有の低圧配電会社（CEC）が低圧配電線を建設・運営して小売する形態も考えられる<sup>5</sup>。
- c. ひとつの発電所と中圧配電線が広域に分布する複数のコミュニオンを効率的にカバーできる場合には、そしてコミュニティがそう希望する場合には、地域電気会社（RPC）あるいは郡電気会社を設立して発電所と中圧配電線を運営し、複数のコミュニオン所有の低圧配電会社（CEC）が低圧配電線を建設・運営して小売する形態が考えられる<sup>6</sup>。
- d. RPC は、RPC 自身が直接運営するよりも良好な給電サービスが得られる限りは、発電所および配電線の運営を民間セクターの REE や NGO に委託することが望ましい。

Samlout 広域計画は、最終的に2つの郡(Samlout と Rotanak Mondol)、総世帯数 6,300 を擁する7つのコミュニオン(Ou Samrel, Ta Sanh, Mean Cheay, Samlout, Sung, Phlov Meas, Traeng)をカバーする。本計画は、支払い能力と電化意欲を有する世帯分布と需要規模により、2つのフェーズに分けて実施される。

本計画に関係する地方政府当局者であるバタンバン州の DIME 局長、Samlout 郡役所の長官、関係するコミュニオンのチーフとの協議の結果、事業実施のために以下の体制が望ましいとされた。

- i) RPC が運営する発電・中圧配電事業と、各コミュニオンの CEC が運営する低圧配電・小売事業を分離する。
- ii) バイオマス発電事業を民間セクターの REE に、DBFO（design, build, finance, operate）方式の競争入札により委託する。

5 これは、相当地に規模の大きい村落が散在する場合であり、小規模村落が広域に散在する場合には、財務的に困難が予想される。また、村落単位で配電会社を設立・運営することも、人的資源から考えて、小さな村落では困難が予想される。

6 このような広域ミニグリッドの適地が4ヶ所特定されている。それは、① バタンバン州の Samlout 計画、② クラチエ州の Kampong Kor 計画のフェーズ2およびその西方地域、③ Kampong Cham 州の Srei Santhor 郡、および④ カンボンチュナン州の Kampong Leang 郡である。

- iii) 小水力発電事業を民間セクターの REE に、政府投資の下 DBO（design, build, operate）方式の競争入札により委託する。（これは、ODA プロジェクトのオーナーは政府／公共機関であることが求められることを考慮したものである。<sup>7)</sup>

## 6.2 運営組織の体制

前節にて述べた運営組織のうち、コミュニティ電化組合（CEC）ならびに地域電気会社（RPC）の組織体制は概ね以下の通りとなる。

### (1) コミュニティ電化組合（CEC）

CEC は、コミュニオン単位もしくはいくつかの村の集まりによって形成される受電地域の住民の電化組合である。CEC の主な役割は、EAC から配電免許を取得し、地域電気会社（RPC）が運営する中圧配電線（22 kV）から買電し、低圧配電線により配電して、電気の小売事業を営むことである。NGO 等によるガイダンスの下、訓練を受けた CEC の電気作業員が低圧配電線を建設し、屋内配線、電気メータの設置等を担当する。料金徴収担当者が、検針、請求、電気料金の徴収、会計、および資金管理を行う。

組織構成の一例を挙げると以下の通りとなる。

#### <CEC の人員構成例>

- 1) 代表者：1名
- 2) 会計担当者：1名
- 3) 電気技術者（配線）： 低圧配電線の延長距離 10～15 km に 1 名程度。
- 4) 料金徴収担当者： 会計が兼務。カンボジアでは、受益者が REE 事務所まで出向いて支払う方式が根付いている。人件費節減のために、この方式を踏襲する。

### (2) 地域電気会社（RPC）

サムローの地域電気会社は、本部事務所、Sangke 小水力発電所、バイオマスガス化発電所、そして中圧配電線を運営する。RPC の主たる役割は、① 発電設備の建設と、運転・保守、② 中圧配電線の建設と、配電・保守、の 2 点である。

想定される RPC の組織構成を以下に示す。

#### <RPC の組織構成例>

##### 1) 本部

- ① 代表者：1名、② 秘書：1名、③ 会計担当者：1名、④ 会計補助：1名、⑤ 財務担当：1名、⑥ 顧客担当：1名、⑦ 企画担当：1名

<sup>7)</sup> しかし、カンボジアでは、本計画クラスの小水力発電事業の設計・建設を担当できる民間セクターは存在しない。MIME にも経験ある技術者はいない。調査団は、小水力については技術・資金協力を得て、MIME が直営方式により人材育成を主目的として実施することを推奨する。

## 2) 小水力発電所

①発電所運転・保守主任技術者（土木・機械担当）： 1名、②発電所運転主任技術者（電力設備担当）： 1名、③オペレータ

## 3) バイオマスガス化発電所

①ガス化発電機運転・保守主任技術者： 2名、②燃料木収集担当者： 1名、③オペレータ

## 4) 中圧配電線

①電気主任技術者： 中圧配電線 20km ごとに 1名、②配電線および顧客施設の巡回点検員： 2名

# 7 結論と提言

## 7.1 段階開発

本電化計画はふたつのフェーズに分けて実施することを提言する。

フェーズ1で電化意欲と支払能力の高い **Ou Samrel** コミューンを中心とする地域を先ずバイオマスガス化発電により電化する。フェーズ1では 120 kWe の設備容量を持つバイオマスガス化発電所を建設し、延長 10 km の中圧配電線を建設する。バイオマスガス化発電所と中圧配電線は地域電気会社（RPC）が建設・運営する。コミュニティ電化組合（CEC）は、低圧配電線を建設し、配電免許を EAC から取得し、RPC から電気を買って小売業務担当する。

フェーズ2では、**Sangke** 小水力発電所の建設と、**Ou Samrel** バイオマスガス化発電所の増設により **Samlout** 郡の残りの地域と **Rotanak Mondol** 郡の一部の電化を行う。中圧配電線をさらに 76.5 km 延伸し、地域全体をカバーする広域ミニグリッドを構築する。

フェーズ1の運転開始後、電化により周辺地域の電化意欲と電化需要が急激に伸びることが予想される。このためフェーズ2の計画時には、夜間・昼間需要の見直しが必要である。なお、小水力発電所の追加調査、設計等は時間を要するため、フェーズ1で実施することが望まれる。

## 7.2 小水力発電とバイオマス電化事業モデルの妥当性

### 需要

**Samulout** 電化計画の対象地域は、戦後地雷除去が済んだ地域に新しく移住が進み、国家への統合が進められている。従って、世帯数の増加率は他の地域に比して非常に高い。裕福な世帯が炊飯器などの消費電力の高い機器の購入へ関心を示した一方、資金力のない大部分の住民の需要は照明とテレビである。日中の産業からの潜在的な電力需要については基礎資料が少ないが、給水、かんがい、精米、製材、製氷、商店、食堂などの需要が想定される。また、国境貿易の地域経済への影響を通じた需要喚起効果も期待される。

### 支払能力

村民は既にディーゼル油ランプ、バッテリー照明とテレビ、自家用発電機といった入手可能な照明源を使用している。現在ある信用貸付・貯蓄組織は、村民に将来必要となる初期費用のための貯蓄を促すために利用可能である。

### 期待される便益

社会経済調査により、村民の期待する電化便益が判明した。彼らは第一に診療所と学校に電気が供給されることを期待している。

Our life will be better if our village is electrified	-	-	-	-	-	-	8	15.7	43	84.3
It is important for information (TV, radio)	-	-	-	-	-	-	16	31.4	35	68.6
Children can study at night	-	-	-	-	-	-	12	23.5	39	76.5
Working at night make cash income	-	-	-	-	10	19.6	24	47.1	17	33.3
Some electric appliances reduce work loads	-	-	-	-	2	3.9	24	49	25	49
Food can be better preserved	-	-	3	5.9	2	3.9	31	60.8	15	29.4
Reduction in door air pollution caused by lamps	1	2	-	-	1	2	23	45.1	26	51
Fan prevent malaria and make good sleep	-	-	-	-	2	3.9	23	45.1	26	51
Electricity is important for better water supply	-	-	1	2	3	5.9	23	45.1	24	47.1
Electricity is important for our health center	-	-	-	-	-	-	6	11.8	45	88.2
It will improve security at night	-	-	-	-	-	-	25	49	26	51
It will improve social relations between neighbors	-	-	-	-	2	3.9	28	54.9	21	41.2
It will create work-time for productive endeavor	-	-	-	-	11	21.6	20	39.2	20	39.2
It will provide more time for family gatherings	-	-	-	-	-	-	30	58.8	21	41.2
I want to start business after electrified	2	4	1	2	7	14	23	46	17	34

### デモンストレーション効果

州都バットンバンから Samlout 地域への道路アクセスはよいものではなく、特に雨季には状況が悪い。小水力とバイオマスによる電気供給が始まれば、タイ国境付近に位置する利点を生かし、国境付近の市場を狙った半加工品産業を振興する素地がある。電気を利用した地方開発のパターンが示されるであろう。

### 持続可能な運営に向けた課題

本計画地域は地雷除去後に新しく定住が進んだ地域である。社会的流動率は他の地域に比して非常に高い。このことが社会構造や住民の経済レベルを確認するのに障害になっている。バイオマス栽培用の用地は CEC と農民自身が用意するものとして計画されているが、注意して確認する必要がある。同地域が属する国境地帯は不法伐採が問題となっているので、水資源保全のために森林の不法伐採や入植を規制する流域管理が重要である。