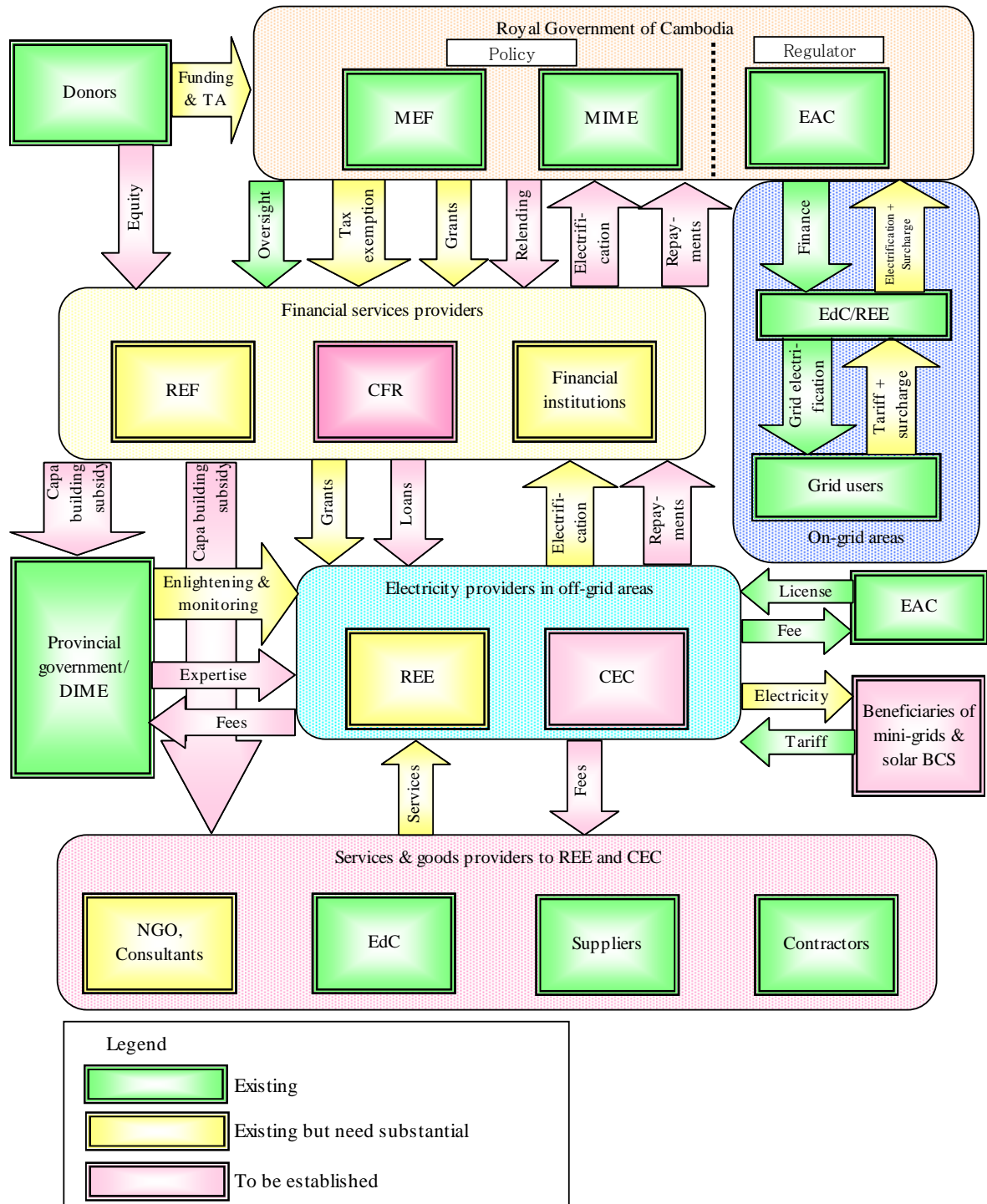


## 要約 添付資料リスト

添付資料-1	カンボジア電力セクターの組織と機能分担	A-1
添付資料-2	カンボジア電力セクターの強みと課題	A-2
添付資料-3	系統電化計画	A-4
添付資料-4	コミュニティ・ワークショップの結果概要	A-11
添付資料-5	村落電化組合による持続的電化実現の条件	A-19
添付資料-6	鉱工業エネルギー省(MIME)の組織強化策	A-22
添付資料-7	地方電化促進行動計画	A-25
添付資料-8	地方電化促進支援制度	A-27
添付資料-9	カンボジア国コミュニティ電化組合(CEC)の設立・運営支援業務	A-32
添付資料-10	バイオマス発電を主電源とする地方電化のための REF 補完基金構想	A-37
添付資料-11	再生可能エネルギーの地方電化電源としてのポテンシャル	A-39
添付資料-12	ミニグリッド候補電源の比較	A-40
添付資料-13	バイオマス発電パイロットの検証課題	A-42
添付資料-14	バイオマスガス化発電の技術・社会面の長所と課題	A-43
添付資料-15	電化と貧困削減	A-52

添付資料-1 カンボジア電力セクターの組織と機能分担



出典：調査団

添付資料-2 カンボジア電力セクターの強みと課題

強み	課題
<b>政府関連</b>	
① 斬新な 2001 年制定の電気法 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MIME-EAC-EdC による明確な役割分担</li> <li>■ 受益者負担の原則と民間開放</li> <li>■ 国民に対して電化機会を均等に提供</li> </ul>	① 系統延伸計画が国家計画として正式に承認されていないため、公表できず、住民はいつまで待ったら系統が村まで届くのか知ることができない。
② 地方分権	② 州政府と DIME の組織関係の確定
<b>地方電化の現況</b>	
③ バッテリー照明が普及し、ミニグリッドへの移行熟度が高い村落が多い。その結果、地方電化に対する高い電化ニーズと月 3-5ドルの支払能力を持つ世帯数が 80 万を超える。	③ 低い電化率
	④ EdC グリッドと地方部の REE ミニグリッドの料金間に大きな格差がある。
<b>資金面</b>	
④ MIME が再生可能エネルギーの導入に積極的で、輸入機器の免税を検討中	⑤ MIME/DIME の資金不足
⑤ EdC グリッド利用者からの相互補助に MIME が前向きで、調査団からの提案を待っている。	⑥ 地方部では一般的に現金収入が低く、支払い能力が限定される。特に初期拠出金の用意が困難である(ローンが不可欠)。
	⑦ 地方部では農業以外の経済活動が低水準にある結果、照明以外の電力需要が都市部と比べて低い(原価高の要因)。
	⑧ 地方電化初期には需要が夜間照明に集中するため、固定費負担が重くなり、発電原価が割高となる。その結果、支払能力が高く電気需要水準も高い地方都市部を除いてはビジネスとして採算性が低く、REE のミニグリッドが地方部に普及し難い。
	⑨ 世銀支援により REF が設立中だが、資金支援が 25% のグラントに限定されており、さらに商業ローンは高利・短期のため、現実には機能しがたい。
	⑩ REF 支援対象には、太陽光 BCS とバイオマス発電が含まれていない。

強み	課題
<b>組織面</b>	
⑥ 多数の NGO が活動しており、村落住民が支援を得られる	⑪ 再生可能エネルギー技術者の不足
⑦ DIME が各州に拠点を構えている。	⑫ REE の資金・技術・人材が限定されている。 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 金融システムが未成熟なため、REE が必要とする資金を提供できない。</li> <li>■ ディーゼル以外のミニグリッド電化技術が普及していない。</li> <li>■ 太陽光以外は、再生可能エネルギー技術者が育っていない。</li> </ul>
	⑬ 過去の歴史的経緯によるコミュニティ協同作業経験の不足
<b>技術面</b>	
⑧ ベトナム、タイ、ラオスからの安価な電力輸入により系統電化向け電源を確保	⑭ コンクリート電柱の不足と、小水力設備・ガス化炉のメーカーがない
⑨ ベトナム・タイとの国境地域では、配電線による輸入電力で直接電化が可能	⑮ 河川勾配が緩く、かつ乾季流量の低下が顕著なため、オフグリッド地域のミニグリッド電源としての小水力ポテンシャルは限定される。
⑩ PAGE 内に 80%超の国民が居住し、効率的な系統電化が可能	⑯ 風力ポテンシャルは低く、一部の風回廊に限定される。
⑪ 東部や南西部の山地では小水力ポテンシャルが得られる。	
⑫ 降雨、日射量、土地資源に恵まれバイオマスが豊富	
⑬ 日射量ポテンシャルが豊富	
<b>その他</b>	
⑭ NIS と Seila による村落データベース	⑰ 最新の村落電化情報の更新システムがない(バッテリー照明が 1998 年の国勢調査以降に急速に普及したため、最新のバッテリー電化状況が把握できていない)
⑮ GIS データベースが既存(含む縮尺 1:100,000 の地形図、土地利用図、既存配電線、村落電化計画など)	

### 添付資料-3 系統電化計画

(1) 政府の世帯電化目標および達成のための所要増加率

カンボジア政府は送電系統と同程度の質の電気による世帯電化の達成目標として、2030 年までに 70%という数値を掲げている。しかし、現在の系統規模による電気の供給は EdC および民間の電気供給業者により首都、州都および主要な地域に限定されており、電化率は 18.5%と未だ低い水準にある。この低い電化率から 2030 年の時点で 70%という電化率を達成するための年平均増加率を検証すると表 A-1のようになる。

表 A-1 電化率の所要増加率

地方電気事業者グループ	世帯電化率 (%)			平均増加率 (%)	
	2004	2020	2030	(1)	(2)
1. EdC only	8.4	31.0	70	8.4	10.6
2. EdC + Licensees of EAC	10.8	34.1	70	7.5	9.6
3. EdC + Licensees of EAC + Others	18.5	41.9	70	5.3	7.4

(注) (1):人口増加率が0%と仮定した場合の電化世帯数の年平均増加率  
 (2):人口増加率が2%と仮定した場合の電化世帯数の年平均増加率

一方、EdC の給電地域内の電化率の過去6年間の平均増加率は 11.4%であった(DIME からの移管区域を含めると 15%)。表 A-1の所要増加率はこの実績より低いことから、電化率目標を達成しやすいように見える。しかし、実際には EdC の過去の電化地域は人口が密集する都市部だけに限られており、かつ日本などの支援により電源増強・配電網拡張を進めてきた結果である。今後、地方部の電化を進めるためには、一層の努力が必要である。

(2) 系統電化計画対象地域 (PAGE)

上記の低い電化率の向上の促進には、全州への送電系統の延伸および各州の主要都市および需要密度の高い地域への副送電系統(22kV)の延伸が急務である。本 MP では、需要密度の低い地域では 50-60km 程度までの範囲の供給が技術的に可能であるが、将来の需要増加を見越し、副送電線路の供給可能範囲を変電所(GS)から 40km とした。この 40km という数値はカンボジアの電力セクターの種々の計画書に示されている数値でもあり、技術的・経済的に妥当と判断した。

送電系統の延伸計画は極く初期の段階にあり、送電系統を全国に延伸し、その地域の電化の向上を図る場合、需要密度の最も高い各州都に変電所(GS)を建設することは妥当である。

全国 24 州の州都を中心とする半径 40 km の円を描くと、この内部は送電線および副送電線の延伸により技術的に電気を供給できる地域といえる。本 MP では、この半径 40km の円内を系統拡張ポテンシャル地域 (Potential Area of Grid Extension, PAGE)と呼び、図 A-1に示す。

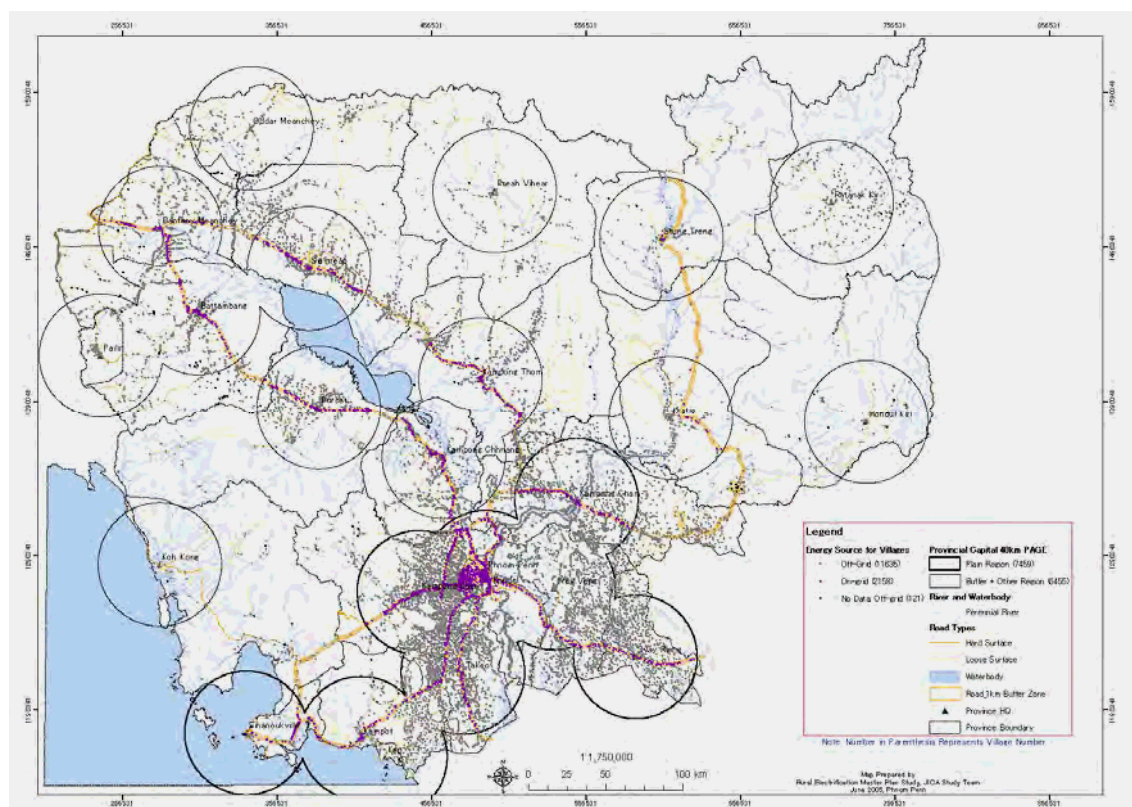
この PAGE 地域内に全国の 80%以上の村落と世帯が位置する。国民の 80%以上がこの地域内に生活することから、電力系統拡張のために必要な初期資本を調達できるならば、カンボジアでは送電系統延伸による地方電化を極めて効率的に実施可能といえる。

(3) オフグリッド地域

本 MP では、送電系統延伸による電化(グリッド電化)と、オフグリッド地域における分散型ミニグリッドおよび BCS による電化(オフグリッド電化)を、地方電化の両輪として計画した。

PAGE は、中長期的に EdC が系統延伸計画を検討する対象地域であるが、PAGE 全体の送電系統による電化(グリッド電化)をコミットしたものではないことに留意すべきである。GS から 22kV 線路を延伸し、変圧器を介して低圧線(400/230V)に電気を供給する場合、その供給可能範囲には電圧降下による制限があり、需要密度の低い地域でも変圧器から 1km 以内である。すなわち、22kV 線路から両側 1km の範囲が電化対象地域となり、線路より1km以上離れた地域には既存の 22kV 線路から改めて 22kV 線路を延伸する必要がある。換言すると、PAGE 内には 22kV 線路の両側1km以内のオングリッド地域とその外側のオフグリッド地域が混在することになり、22kV 線路の延伸によるオングリッド地域の拡張につれて、その比率が随時変化してゆくことになる。

以上より、本 MP の対象となるオフグリッド地域は、PAGE 内の 22kV 線路が敷設されていない地域および PAGE 外の全ての地域を包含することになる。特に、PAGE 内は EdC の系統電化専用地域とするのではなく、REE や CEC に開放し、系統電化の優先順位の低い村落にも独自電化の機会 (Equal Opportunity) を与えるものである。



出典：調査団

図 A-1 PAGE、オングリッド地域、オフグリッド地域

#### (4) 送電系統拡張計画

カンボジアでは潜在需要が多いが電源不足が慢性化しており、送電系統を地方部へ拡張し、電化率の向上・需要の増加を図ることがなされてきていない。さらに、多くの中大規模の工場やホテルの大口需要家は送電系統からの接続が抑制されており、高い電気料金と相俟って、自家発電設備により供給されている。

一方、従来の系統拡張計画は電源開発とリンクさせた計画となっており、地方電化促進を主題とする拡張計画の策定がなされてきていない。これは、確かな電源の裏付けがない系統拡張計画は無意味であり、当然のことといえる。

このような状況において、現在、隣国からの電気の輸入を目的とした以下の送電計画が進行中である。これらの送電線で輸入される電気の料金は約 US\$7.0/kWh であり、国内の発電原価の大幅な低下を図ることが可能となり、送電網の拡張を阻害してきた要因(供給力と価格)を解消するものである。

- 1) ベトナム-プノンペン 230kV 2cct 送電計画: 2005 年にコンサルタントによる設計作業が開始された。輸入する電力は当初 80MW であるが 200MW まで増加される計画となっている。
- 2) タイ-カンボジア西部 115kV 1cct 送電計画: 民間の BOT 方式で 2005 年 12 月に建設が開始され、2007 年末の完成予定である。輸入電力は需要地のバンテイミンチャイ、バットアンバン、シムリアップの需要により決定されるが、技術的に 80MW 程度の輸入が可能である。
- 3) ラオス-カンボジア北東部 115kV 1cct 送電計画: 拡大メコン流域計画の一部として建設される計画であり、2005 年末現在 F/S を実施中である。

本 MP では、送電網拡張計画の内容の特定、入札書類の作成、入札、建設に必要な時間等を考慮して、EdC の最新の送電系統拡張計画をレビューし、2008、2012、2016、2020 年の時間的断面で、孤立した州都に向け順次送電系統を拡張する計画を策定した。その結果を図 A-2 に示す。ただし、コッコンおよびパイリンの州都は民間の供給業者によりタイからの輸入電力で既に電化されており、需要レベルも低く、経済的見地より 2020 年までの拡張計画から除外した。

#### (5) 副送電系統の延伸計画

本 MP では、各州の電力供給業者の全国送電網への取込みおよび未電化地域の電化促進を図るため、以下の 3 段階にわけて 22kV 線路の EdC の供給地域外への延伸計画を策定した。

第一段階:

①一級国道沿い(但し、明らかに過疎の地域の国道沿いは除く)、②郡都(District Town)に至る道路沿いに優先的に延伸する。なお、この段階の副送電線の延伸計画は、HV システムの延伸計画の一部として、資金調達、設計、建設を実施することを提案する。

第二段階:

第一段階で延伸された副送電線沿いの未電化村落の電化を積極的に進め、既存設備の有効活用を図る。併せて、人口密度の高い地域から順次電化を進める。この段階の副送電線の延伸と、民間または電化組合等の分散型ミニグリッドの取り込み(EdC 系統への接続)は、GS から

半径 40km 以内の村落が全て系統に接続されるまで継続されるべきである。

第三段階:

PAGE の外側に郡都が存在する場合、または、上記段階で敷設した MV 線路が需要の増加により、末端部分において電圧降下等の弊害が顕在化してきた場合に送電線の延伸、GS の新設、副送電線の延伸を組み合わせ、電化地域の拡大、電圧降下等の弊害の除去を図る。

各州別の第一段階の副送電線路の延伸計画を検討した。その結果を表 A-2 および図 A-3 に示す。

表 A-2 副送電線路拡張計画

国家送電系統に地域取り込まれる地域	Up to 2008	Up to 2012	Up to 2016	Up to 2020	Total
州の数	8	6	5	3	22
郡都	40	30	21	11	102
登録免許業者(2004 時点)	43	25	8	1	77
22kV フィーダー数	28	16	13	7	64
22kV 線路長(km)	1,127	755	498	272	2,652

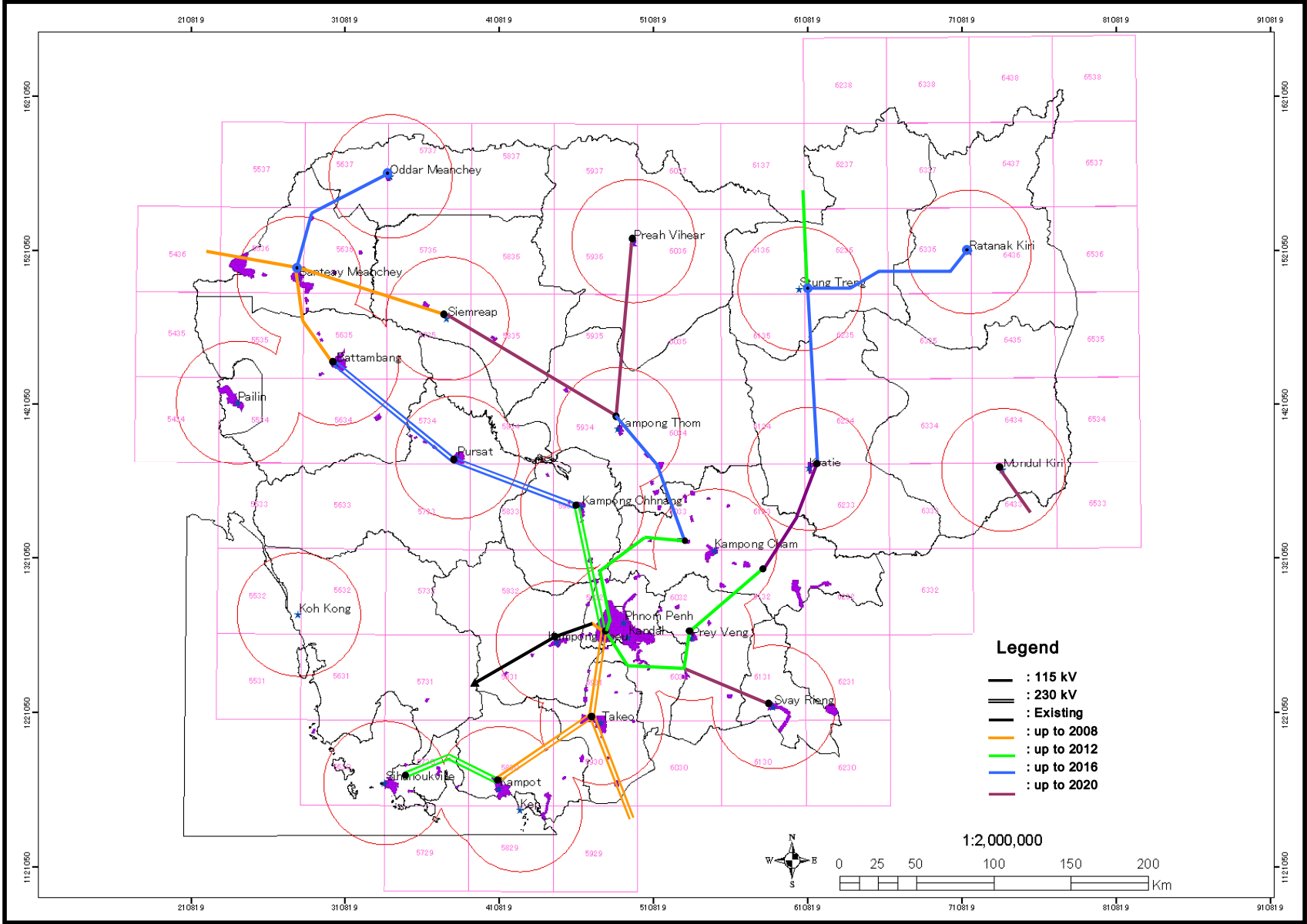
出典：調査団

(5) 送電系統の需要予測

本 MP では、基準年を 2004 年とし、上記(3)項の送電系統拡張計画に基づいて、送電系統により供給される地域の電力需要を想定した。送電系統と同等な質の電気の 2004 年の需要は① EdC の供給地域の需要、②EAC の免許業者の供給地域の需要、および③無免許業者による供給地域の需要の 3 つのグループに分けて考えた。なお、無免許業者による需要は調査団が全国の DIME 宛に実施した質問書による回答を基に推定した。

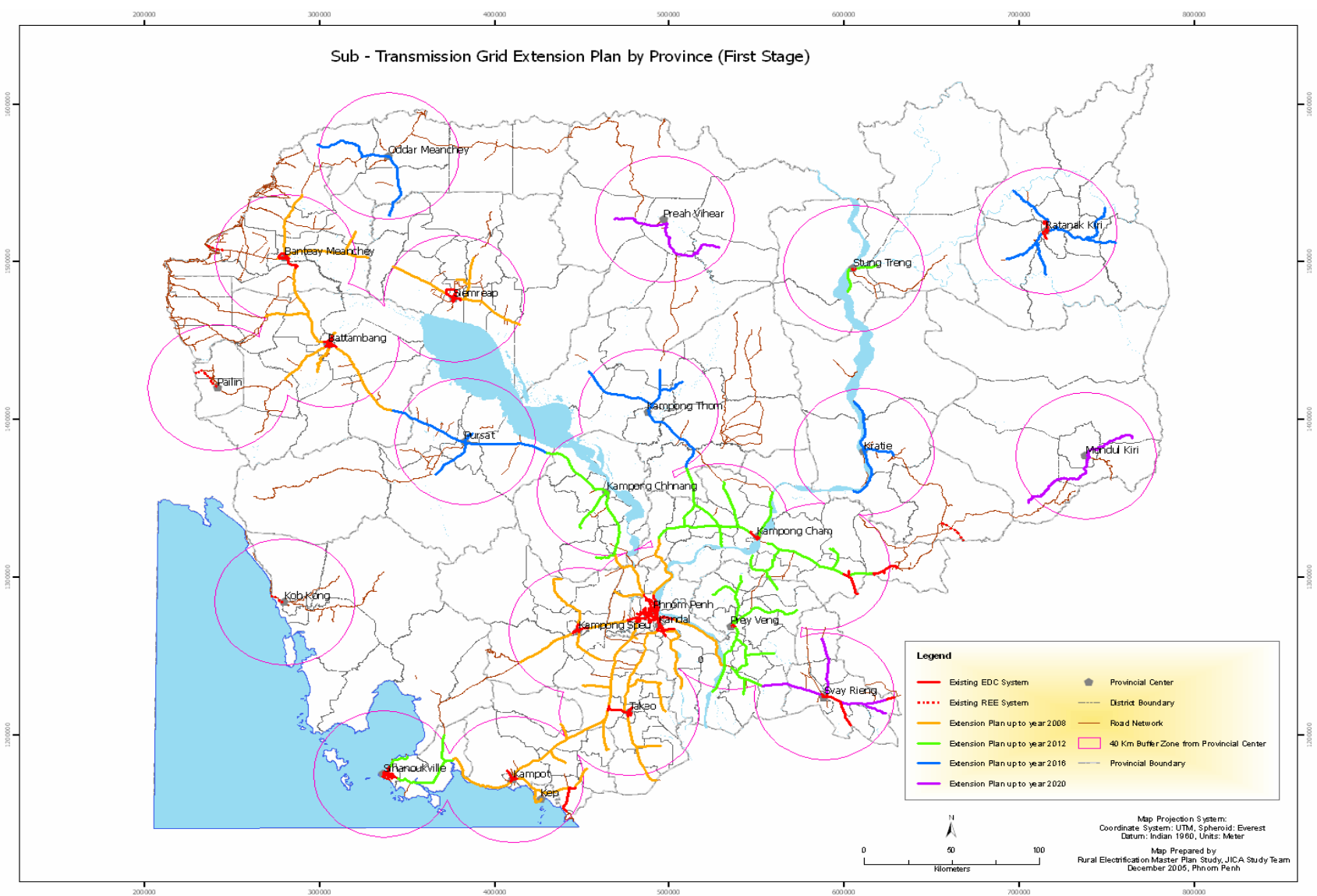
全国系統の拡張に伴う需要予測結果を表 A-3 に示す。





出典：調査団

図 A-2 地方電化のための送電線延伸計画 (案)



出典：調査団

図 A-3 系統電化のための副送電線延伸計画(案)

表 A-3 カンボジア全国電力系統の需要予測サマリー (2004-2020)

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Averaged Increase Rate	
<b>I. Number of Domestic Customers by Province</b>																				
Up to 2008	Phnom Penh/Kandal	157,438	169,201	181,891	195,533	211,671	228,450	245,752	263,510	281,657	300,125	318,850	337,770	356,829	375,977	395,173	414,380	433,570	6.54	
	Kampong Speu	5,295	5,700	6,127	6,587	7,507	8,557	9,748	11,095	12,617	14,332	16,263	18,431	20,859	23,574	26,598	29,959	33,682	12.26	
	Banteay Meanchey	44,808	48,280	51,901	57,010	62,417	68,114	74,087	80,317	86,786	93,473	100,356	107,414	114,624	121,967	129,423	136,975	144,608	7.60	
	Battambang	17,228	18,516	19,904	23,653	26,659	29,998	33,696	37,778	42,268	47,187	52,555	58,388	64,699	71,494	78,775	86,538	94,772	11.24	
	Siem Reap	12,650	13,594	14,614	16,575	18,780	21,248	24,001	27,065	30,464	34,220	38,357	42,896	47,855	53,249	59,091	65,386	72,139	11.49	
	Takeo	10,108	10,872	11,687	12,564	14,171	15,971	17,980	20,218	22,703	25,457	28,500	31,852	35,533	39,559	43,948	48,712	53,861	11.02	
	Kampot	7,767	8,358	8,985	9,658	10,901	12,297	13,856	15,592	17,521	19,659	22,022	24,623	27,479	30,602	34,004	37,694	41,680	11.07	
Up to 2012	Stung Treng	2,376	2,554	2,746	2,952	3,173	3,411	3,824	4,278	4,774	5,312	5,894	6,521	7,192	7,908	8,667	9,467	10,308	9.61	
	Sihanoukville	9,556	10,272	11,042	11,870	12,761	13,718	15,160	16,694	18,323	20,045	21,857	23,754	25,732	27,786	29,911	32,101	34,352	8.33	
	Kampong Chhnang	6,285	6,758	7,265	7,810	8,395	9,025	9,702	10,429	11,188	12,040	12,924	13,840	14,789	15,771	16,790	17,847	18,943	10.47	
	Kampong Cham	31,624	33,973	36,521	39,260	42,204	45,369	48,772	52,430	56,347	60,542	65,037	70,000	75,410	81,259	87,522	94,186	101,049	9.45	
Up to 2016	Prey Veng	10,337	11,122	11,957	12,853	13,817	14,854	15,968	17,165	19,251	21,586	24,176	27,042	30,205	33,685	37,502	41,677	46,226	9.81	
	Pursat	7,325	7,868	8,459	9,093	9,775	10,508	11,296	12,143	13,054	14,033	15,179	16,429	17,800	19,299	20,919	22,666	24,547	9.21	
	Kampong Thom	7,956	8,559	9,201	9,891	10,633	11,430	12,287	13,209	14,200	15,265	16,400	17,611	18,900	20,267	21,713	23,241	24,852	9.54	
	Oddar Meanchey	949	911	979	1,052	1,131	1,216	1,307	1,405	1,511	1,624	1,746	1,876	2,014	2,161	2,317	2,483	2,659	9.57	
	Ratanakiri	2,141	2,301	2,473	2,659	2,858	3,072	3,303	3,551	3,817	4,103	4,411	4,742	5,099	5,484	5,897	6,339	6,810	7,310	9.04
	Kratie	2,758	2,967	3,189	3,428	3,686	3,962	4,259	4,579	4,922	5,291	5,688	6,114	6,554	7,011	7,489	7,998	8,538	9,109	9.31
Up to 2020	Svay Rieng	6,256	6,730	7,234	7,777	8,360	8,987	9,661	10,386	11,165	12,002	12,902	13,870	14,910	16,029	17,229	18,510	19,874	8.26	
	Previhear	750	829	891	958	1,030	1,107	1,190	1,279	1,375	1,478	1,589	1,708	1,836	1,974	2,121	2,277	2,444	8.92	
	Mondolkiri	430	462	497	534	574	617	664	713	767	824	886	953	1,024	1,101	1,184	1,273	1,367	8.69	
Whole Country	Total	344,037	369,825	397,562	431,717	470,503	511,912	556,513	603,837	657,709	715,039	777,489	843,842	914,855	990,101	1,070,574	1,155,625	1,245,322	8.37	
	New Customers	-	25,788	27,737	34,155	38,787	41,409	44,601	47,324	53,872	57,330	62,451	66,353	71,013	75,246	80,473	85,051	89,677	-	
	Total Households (1000)	2,290.3	2,335.9	2,382.6	2,430.3	2,478.9	2,528.7	2,579.5	2,631.4	2,684.4	2,738.6	2,793.9	2,850.4	2,908.2	2,967.2	3,027.6	3,089.2	3,152.2	2.02	
	Electrification Ratio (%)	15.02	15.83	16.69	17.76	18.98	20.24	21.57	22.95	24.50	26.11	27.83	29.60	31.46	33.37	35.36	37.41	39.51	6.23	
<b>II. Sold Energy for Domestic Customers on Grid by Province (MWh)</b>																				
Up to 2008	Phnom Penh/Kandal	257,185	276,474	297,209	319,500	345,870	373,287	401,559	430,575	460,228	490,404	521,001	551,916	583,059	614,346	645,713	677,097	708,453	6.54	
	Kampong Speu	1,251	1,345	1,446	1,554	1,772	2,019	2,301	2,618	2,978	3,382	3,838	4,350	4,923	5,563	6,277	7,070	7,949	12.25	
	Banteay Meanchey				7,183	7,865	8,582	9,335	10,120	10,935	11,778	12,645	13,534	14,443	15,368	16,307	17,259	18,221	7.25	
	Battambang				17,101	19,274	21,689	24,362	27,313	30,560	34,116	37,997	42,215	46,777	51,690	56,954	62,567	68,520	11.15	
	Siem Reap				21,266	24,095	27,261	30,793	34,724	39,085	43,904	49,212	55,036	61,398	68,318	75,814	83,890	92,554	11.87	
	Takeo					3,925	4,424	4,980	5,600	6,289	7,052	7,895	8,823	9,843	10,958	12,174	13,493	14,919	11.77	
	Kampot					3,957	4,464	5,030	5,660	6,360	7,136	7,994	8,938	9,975	11,109	12,343	13,683	15,130	11.54	
Up to 2012	Stung Treng							1,147	1,283	1,432	1,594	1,768	1,956	2,158	2,372	2,600	2,840	3,092	10.42	
	Sihanoukville							17,918	20,767	22,794	24,936	27,190	29,550	32,011	34,566	37,209	39,934	42,734	9.08	
	Kampong Chhnang									5,557	6,303	7,140	8,075	9,116	10,272	11,551	12,961	14,510	12.75	
	Kampong Cham									22,184	24,790	27,648	30,771	34,171	37,855	41,830	46,099	50,662	10.87	
Up to 2016	Prey Veng									7,007	7,857	8,800	9,843	10,995	12,261	13,651	15,170	16,826	11.57	
	Pursat											6,296	7,050	7,874	8,741	9,699	10,650	11,696	11.34	
	Kampong Thom											5,492	6,185	6,955	7,807	8,747	9,781	10,912	12.12	
	Oddar Meanchey											744	850	972	1,109	1,265	1,441	1,639	14.07	
Up to 2020	Ratanakiri													1,543	1,741	1,959	2,200	2,463	12.40	
	Kratie													4,096	4,651	5,274	5,972	6,752	13.31	
	Svay Rieng															11,963	13,354	14,879	11.52	
Up to 2020	Previhear																1,508	1,721	1,965	14.15
	Mondolkiri																377	430	489	13.91
	Total																			
<b>III Total Energy Demand and Peak Demand</b>																				
Domestic Energy (MWh)		258,436	277,819	298,655	366,605	406,758	441,727	497,425	538,663	615,408	663,253	725,660	779,093	840,311	898,772	973,288	1,037,804	1,104,667	9.50	
Other Energy Demand (MWh)		294,617	323,659	355,400	445,425	504,380	558,784	641,679	708,341	824,647	905,340	1,008,667	1,102,416	1,210,048	1,316,700	1,450,199	1,572,274	1,701,188	11.58	
Total Energy Demand (MWh)		553,054	601,478	654,055	812,029	911,138	1,000,511	1,139,104	1,247,004	1,440,054	1,568,593	1,734,327	1,881,509	2,050,359	2,215,472	2,423,482	2,610,078	2,805,855	10.68	
Sent Out Energy (MWh)		655,277	710,547	770,383	953,646	1,066,907	1,168,139	1,326,082	1,447,480	1,666,730	1,810,263	1,995,774	2,158,932	2,345,948	2,527,635	2,757,096	2,960,951	3,174,044	10.36	
Peak Demand (MW)		120.7	130.8	141.8	175.6	196.4	215.1	244.2	266.5	306.9	333.3	367.5	397.5	431.9	465.4	507.6	545.2	584.4	10.36	

### 添付資料-4 コミュニティ・ワークショップの結果概要

#### 1. 目的

6ヶ所のプレ F/S サイト、計 10 コミュニティにおいて、以下を目的に住民ワークショップを実施する。

- ① 村落電化組合方式(CEC)での事業実施可能性を検証、
- ② 問題点、課題、解決策を検討し、村落電化組合支援制度設計へフィードバックする。

#### 2. 概要

以下の要領でワークショップを実施した。

Site	Province	No. of Participants	Type of Electrification
Srae Ta Pan	Stung Treng	29	Solar BCS
Kampong Kor	Kratie	46	Biomass
Bu Sra	Mondul Kiri	51	MHP
Samlout (Ou Samrel)	Battambang	37	Hybrid
Samlout (Mean Chey)		116	
Samlout (Samlout)		27	
Samlout (Sung)		17	
Samlout (Tasanh)		46	
Pramaoy	Pursat	27	MHP/hybrid
Samraong	Pursat	28	Biomass

#### 3. ソーラーBCSスキーム

##### (1) 電化準備度

- ・ Srae Ta Pan計画の対象地域は全般に貧困度合いが高いため、支払い能力が支援対象判断の大きな鍵となる。
- ・ 判断指標として、①12Vバッテリーを購入可能かどうか、②設置施設(土地・建物)の負担(労働負担を含む)、③充電料金負担が可能かがあげられる。

##### (2) 家庭から BCS までの距離

- ・ 重いバッテリーをBCSまで運ぶ必要があるため、事業対象範囲、設置場所を検討する際に、家庭から BCSまでの距離が重要な検討項目となる。
- ・ 周辺のBCSと計画BCSまでの家庭からの距離の比較検討が必要となる。
- ・ 家庭からBCSまでの距離が長い場合は、収集・配達制度の検討も考えられる。しかし、既存のBCSの事例では、集配需要に応じて自然発生的に集配サービスが営まれている。集配料金は、BCSの充電料金に含めるのではなく、集配需要に任せたほうがよいだろう。

##### (3) その他

- ・ BCSの破損、盗難の際の責任負担の検討が必要。ただし、カンボジアでは無人の橋に設置された太陽光照明システムが、損傷・盗難にあうことなく維持されている。これは、政府要人を招いて竣工式を

実施したものについては、誰も手を出さないためと言われているが、村内の施設であれば、毀損・盗難のリスクは他国より低いだろうと考えられる。

- ・ 規約の中に、各組合員の補償責任額を明示するなど、責任の所在を明確にする必要がある。(ただし、実際の補償を期待することは困難だが、形式上、CECメンバーの責任を明確化する必要がある)

#### (4) Srae Ta Pan におけるフィージビリティ

- ・ 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。建物建設費負担約\$5/世帯も負担困難(25人中23人)。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。
- ・ 家庭からBCSまでの距離の観点から当初提案されたBCS設置場所では不便であり、利用度が下がるおそれがある。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、BCS設置候補地点まで約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、集落間交流に乏しく、ボートによるStung Trengとのつながりが強く、懐中電灯代わりの小型6Vバッテリーと同様にStung Trengで充電するであろうこと、家庭からBCSまでの距離の観点から大幅なメリットが見込めない。BCSを2ヶ所の集落に分割して配置するか、CECで配達制度の導入によって利便性を確保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ヶ所の集落に分割することが望ましいといえる。
- ・ 2ヶ所に分割するか、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(といってもバッテリーをつなぐだけだが)と会計を担当できる人材はいる。ただし、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出来ない恐れがある。ただし、一部裕福層が多めに負担することをコミット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) 政策的根拠

##### <社会電化事業＝電化福祉>

- ・ 村落電化率目標達成のための社会電化事業としての位置づけ、機材費は無償供与に近い形で実施することが望ましい。
- ・ ソーラーBCSスキームは最もkWh単価の高いバッテリー電源であるため、利用者はバッテリー購入費用と、充電サービスの市場価格程度を負担するものとする。ソーラーBCS設備の貸し出し料金水準の試算の結果、定期点検・保守料相当額のリース代を徴収して、支援ファンドに積み立てることが考えられる。

- ・ BCSバッテリー電源は、電灯、テレビなどが主な用途となり、ポンプなどの動力源としての利用が事実上不可能である。そのため、BCS設置による経済的投資効果は見込みにくい。
- ・ BCS設置の投資効果は、子供が夜勉強できるようになる教育効果と、今後ミニグリッド/グリッド電化へのステップアップ準備として電化成熟度を高める啓発効果がある。

#### < 電化準備度が低い場合は社会開発事業としての社会電化事業 >

- ・ 社会開発事業としてのBCSスキーム対象者は、支払い能力の観点から、12Vバッテリーが購入可能か否かで2層に分けられる。
- ・ 村落電化目標の観点からはBCSを設置しても、12Vバッテリーが購入できなければ意味がなく、それ以下の経済水準にある場合は、12Vバッテリーが購入できるようになるための社会開発事業が優先される。ただし、ほとんどの世帯が生計手段として6Vバッテリーを所有しているので、BCSを設置すれば、最初は社会開発事業としての効果を期待できる。そこで、BCSの充電料収入から、リース料金、オペレータ給料、故障時の修理サービス経費等の必要経費を差し引いた余剰金を12Vバッテリー購入のためのマイクロクレジットとして利用することが考えられる。
- ・ 支払い能力が低い世帯は、まずは6Vバッテリー充電をBCSで行い、マイクロクレジットを利用して12Vバッテリーを購入する。
- ・ したがって、このような層に対してBCSを設置することはマイクロクレジットによる社会開発の一環としての社会電化事業と位置づけることが出来る。

#### 4. ミニグリッドスキーム

##### (1) 電化準備度

###### 1) 自己資金負担能力

- ・ 自己資金(頭金)としての初期投資負担が大きな課題である。自己資金として\$50(約10%)準備が出来ると回答したのは9ヶ所中3ヶ所のみ。REFで想定している25%の自己資金の拠出は極めて困難と考えられる。したがって、長期低利ローンや追加補助金による資金支援の手当が必須といえる。
- ・ 一方で、最低限の自己資金の負担は必要であり、各戸への引き込み・屋内配線代に相当する\$50は妥当な金額と考えられる。
- ・ 農村部では、現金貯蓄の習慣がなく、毎日のケロシン代(正確にはディーゼル油代金)は捻出できても、1ヶ月分のまとめ買いのお金を準備することや1ヶ月の支払いで勘定することがやや困難である。しかし、支払いを半月ごとに実施しているREEも存在しており、そのような対策も一案である。
- ・ また、支払い後にサービスを受けるという前払いの考えも受け入れにくい部分もある。
- ・ しかし、啓発により理解と安心が得られ、コミュニティとしての目的確認、意志決定がメンバーに共有されれば、自己資金の拠出は決して困難なものではないと考えられる。そのためには、電気の効果、CECによる事業概要、支援制度の内容を支援組織が十分に説明し、初期設立時におけるCEC内部での公平性、公正性が確保できるようなコミュニティ外部の支援組織によるファシリテーションが必要である。

- ・ 外部支援組織による事業に対する啓発活動に加え、自己資金捻出のための貯蓄活動が重要となる。既に活動しているNGOによるマイクロクレジット活動や家畜飼育などによる生計向上事業との連携による自己資金の準備も有効と考えられる。
- 2) 電気リテラシー(電気に対する知識、利用経験、利用度合い)
- ・ ワークショップからは統計的判断が出来ないが、12Vバッテリーを持っている割合が低い地域(Bu Sra、Samraong)があり、そのような地域では、まずは各世帯におけるバッテリー電化を優先すべきと考えられる。
  - ・ ミニグリッドの計画給電地域内での12Vバッテリー所有率の確認も必要と考えられる。コミュニオン全体の所有率が低かったとしても、給電地域内世帯(メインストリート沿い)の所有率が高く、周辺地域の所有率が低い場合は、電気リテラシーの観点からは妥当と考えられる。
  - ・ ただし、その際はミニグリッドにBCS併設を奨励し、BCS機器も資金支援の対象にすることが望ましい。BCS併設により、コミュニオン内部での公平性確保と、周辺地域でのバッテリー照明普及率向上という副次的効果も支援政策の妥当性根拠となる。特にBCS併設による、ミニグリッドの昼間需要創出による発電原価低減効果と、BCS利用者に対するサービス向上効果による相乗効果が得られる。
- 3) 想定需要
- ・ 需要予測は事業の成否を握るひとつの鍵と考えられる。少なく予測すれば電力不足、多く予測すれば収入不足による料金値上げを強いられる。また、将来の消費電力増加、新規メンバー加入も予測される。
  - ・ 昼間需要の喚起(BCS、精米機、給水ポンプ、灌漑ポンプ、小規模産業)も、生計向上(経済便益)の観点から重要であり、社会開発事業との相乗効果を狙ったアプローチが有効である。
- 4) 月額料金支払能力
- ・ 大きな問題はないものと考えられる。
  - ・ 12Vバッテリー利用者の充電料金とバッテリー代(約\$30で寿命1.5-2年:約\$1.5/月)で、最低でも月3ドル程度負担している。さらに多くがディーゼルランプやろうそくを併用しており、十分な支払能力を持つと考えられる。
  - ・ これは初期投資に対する長期低利融資が得られれば、返済能力があることを示しており、長期低利融資が必要であるといえる。
  - ・ ただし、バッテリーはお金がなければ充電できないが、ミニグリッドは使いすぎれば高額な料金請求が来るため、ミニグリッド利用の啓発(つけっぱなし注意など)が必要となる。
  - ・ 5段階の月額料金モデルで、ほとんどの参加者が大きい電灯(20W)2つ、白黒テレビ(40W)もしくは扇風機(40W)を1日4時間、計18,200Riel(約4.5ドル)を選んだ。これを支払い能力と想定すると、ソフトローンによる支援があれば、料金で初期投資をほぼ返済可能な水準にあると言える。

## (2) 人材能力

- ・ オペレータを担当できる可能性がある人材はどの地域でも存在するものと考えられる(ワークショップ10ヶ所ですべて存在)。オートバイ・自動車の修理工など。また自家発電機やトラクターを所有している世帯もコミュニン内に数軒存在するものと考えられる。
- ・ 日常オペレーションについては大きな問題がないものと考えられるが、故障の際の修理など専門知識・技術が要求されるため、一定の研修は必須と考えられる。
- ・ ただし、外部支援者による定期的な巡回点検は必要と思われる。このような巡回派遣費用は建設費とともに計上し、支援対象とする必要があると考えられる。
- ・ オペレータは、現状の職業(修理工)との調整が必要。また多くは農地を持っているが、収穫など農繁期に家族のメンバー、他のCECメンバーが手伝えば(アルバイト)解決できる問題と考えられる。
- ・ 会計係が出来る可能性がある人材はどの地域でも数多く存在する。教師、商売人、学生、コミュニンスタッフなど。
- ・ ただし、料金設定の計算は出来るとは考えにくい。料金設定については外部支援者の支援を受けながら検討・設定する必要がある。
- ・ また数百世帯の料金計算などについては、誰でも確実に効率的に出来るような会計システムを提供し支援することが望まれる。
- ・ NGOのSMECがREE向けの会計ソフトパッケージを開発し、提供しており、研修サービスも行っている。このようなシステムの活用も一案と考えられる。しかしパソコンがない場合が多いことが想像されるため会計ソフト利用は限定的になると思われる。ミニグリッド設置後数年以内にパソコンを購入する人は出てくるものと考えられる。

## (3) CEC 参加メンバー構成と事業対象範囲設定

- ・ どの村落・集落(Sub-village)が対象になるか、どの世帯までが参加可能かの判断が課題として考えられる。
- ・ Kampong Korのように道路沿いに延々と住宅がつながる地域、Bu Sraのようにメインストリート沿いのみならず、周辺に家屋が分散する場合、Pramaoy コミュニンのStung Thmei Villageのように1村で5つのSub-village(集落)に分かれ、それぞれかなり距離が離れている場合など様々である。
- ・ コミュニティ内部(コミュニンもしくはVillage)での公平・公正で、透明な意志決定プロセスを担保することが極めて重要である。
- ・ そのためには、①技術的な判断基準(サービス帯幅=22kV配電線からの引込線の距離=技術的には1kmが目安など)、②資金的判断基準(世帯負担額\$50程度、距離密度=配電線の単位長さ当たりのサービス世帯数)、③推奨規模数(バイオマスでは200世帯以上)、④最低参加者比率(サービスエリア総世帯に対する参加世帯数(50%以上))など、客観的指標の提示が必要である。
- ・ Bu Sra コミュニン約700世帯の内、クメール人が30世帯、他はPhnong族等の少数民族である。このような地域で、中心地域に集住している30世帯のクメール人だけでCECを設立し、民族間の対立を生む可能性がないとはいえず、このようなことがおこらないような配慮が必要である。



- ・ そのため、村落(Village)、集落(Sub-village)を基本に合理的・経済的供給可能エリアをCECのサービスエリアとして設定することが必要である。これを担保するためには、REE/CECから支援要請が受理されたら、REF/CFRとEACが、サービスエリアの妥当性を確認することが重要となる。

#### (4) コミュニティ連帯による健全運営

- ・ REEと違いCECはコミュニティ内で協議・相談することによりフレキシブルな対応が可能であるが、一方で合意形成の困難さ、一部のメンバーの汚職等の不正行為などのリスクをはらんでいる。
- ・ 実際に倒産、逃亡したREEも存在する。
- ・ CECの強みである、コミュニティの連帯・相互扶助による健全運営のためには、公平性・公正性を担保するための透明な意志決定プロセスの確保と、会計と意思決定プロセスの透明性確保が最大の鍵といえる。
- ・ そのためには、外部ファシリテーターの関与、会計報告(発電施設での掲示板公開、会計帳簿の閲覧など)、外部会計監査、CEC規約による意志決定方法(議決権)のルール化(組合員半数以上の総会参加で、過半数の議決権)などが必要となる。
- ・ ただし料金については安ければよいとの理由から組合員の意見により自由に決められるものではなく、むしろ事業費、自己資金、金利、返済期間、消費電力等により必然的に最低水準が決まるものであり、その最低水準以上でCECが設定すべきものである(ただし、EACによる認可が必要)。

#### (5) バイオマス

- ・ 燃料木栽培はどの地域でも十分な土地確保が可能であると考えられる。
- ・ ディーゼル発電と比べ、燃料費が地域内経済として循環すること、副収入が得られることに対して大きな期待を持っている。
- ・ 過度な期待を持っていることも懸念されるため、世帯当たりどの程度の副収入になるのか(電化全世界で栽培すると世帯当たり月\$0.30-0.60に留まる)、どの程度の地域内経済効果が期待されるのかの説明が重要であると考えられる。

### 5. CEC方式総括

#### (1) CEC フィージビリティ

- ・ CECがすべて自力で実施することは、①資金調達、②技術能力(設計、料金設定など)、③公平・公正な持続的運営の観点から不可能であると判断される。
- ・ しかし、①資金協力、②技術協力、③運営指導協力が得られれば、CEC方式は十分可能であると判断され、支援制度の創設が必要不可欠である。
- ・ 9ヶ所のミニグリッド対象地域で開催したワークショップのうち、8ヶ所でCECを望んだ(TasanhのみREEを希望。ただし、身体障害を抱える1人の参加者を中心にCECを懸念する発言をしており、他参加者も同調していたもの。終了後コミュニティー、村長のみ残ってもらい、補足調査をした際は、全員CECを希望していた。)
- ・ CECを希望する理由は安いこと、REEは夜逃げするリスクがあることであった。バイオマスの対象地域では、燃料代が地域内部で循環することに対して好感を持っていた。

## (2) 資金協力

- ・ 自己資金負担、月額使用料の支払い能力は十分に見込むことが出来る。
- ・ 逆に、見込めないコミュニティは電化成熟度の観点から、まだステップアップの段階にないと判断され、支援対象としない。
- ・ しかし、負担可能コミュニティにおいて、REFによる25%の補助金(無償)で残りを自己資金(25%)ならびに市中銀行からの短期ローン(50%)を期待することは不可能に近い。
- ・ 補助金(無償)でなくとも、ソフトローンによる資金調達アクセスが確保されれば、月額料金による返済はかなりのコミュニティで可能であると考えられる。
- ・ したがって、ソフトローンによる融資制度が不可欠である。
- ・ CECの経営・キャッシュフローの観点から、軽視され潜在リスクになりやすい事項として、修繕積立金、トラブル時のコンサルテーション費、外部会計監査費などの予備費が上げられる。REF/CFRが公的意味合いから無償でサービス提供することも一案ではあるが、REF/CFRの持続性の観点、ならびにCECと外部支援組織(NGOなど)が対等な立場で関係を維持する上でも、これらサービスは有償サービスとし、CECがサービス料を支払うことが望ましい。したがって、潜在リスクになりやすい部分に対して補助金(無償)を拠出することが望まれる。その際、補助金はCEC資産となるものの、外部支援組織が管理する口座に預金され、用途制限付きの資金とする。そのため、修理会社、DIME、NGO、会計事務所などへの支払いは、形式上はCECから支払われるものの、実質的には外部支援組織が管理する口座から直接支払われるようにすることにより、CECの不正リスク、経営上のリスクを回避する。

## (3) 技術協力

- ・ 以下の内容について技術協力が必要である。
- ・ 初期計画、設計、積算、料金算定支援
- ・ 燃料木栽培指導
- ・ 調達・機材検収・保管支援
- ・ 電工トレーニング
- ・ 工事指導(住民の労働提供に対する指導、監督)
- ・ オペレータのトレーニング
- ・ 会計のトレーニング
- ・ 運転・維持管理指導

## (4) 運営指導協力

- ・ 運営指導協力はCECに対するファシリテーション機能として最も重要なものであり、この協力が必要不可欠である。運営指導については以下の内容の協力が必要である。
- ・ CEC方式で電化推進をはかる上の第一段階として、設立支援が必要である。これは、CEC設立に向けた発意を促すものである。発意を促すまではCECの担い手になるものが存在しないため(CECのオーナーシップ、責任が認識されていないため)、CEC設立に向けた発意を促すまでは外部支援組織の役割である。
- ・ どの範囲までを給電地域とするか、誰を組合員とするか、誰が組合長、オペレータ、会計係をやるかを、正式な組織が出来る前の、組織としての意志決定が出来る前の段階で、一部の有力者の利害に偏らず、公平・公正な組織が設立出来るよう、外部者、第三者のCatalystとしての調整、組織化のファシリテーションを行う。(育てる役割)

- ・ 運用開始後(離陸直後)、問題がないか、一部メンバーによる不正行為はないか、メンバー間で争いはないか、キャッシュフローは問題ないかなど、持続的な運営(安定飛行)に至るまでの定期的なモニタリングを実施する。(見守る役割)
- ・ 問題が起こった場合、直接的利害関係者、当事者ではない外部者として、Catalystとして、公平、中立の立場で仲裁、調停、技術的判断を行う。(問題解決機能)
- ・ 会計について適正かどうか、透明性をチェックする。(外部監査機能)
- ・ CECの年次総会など同席し、透明な意志決定プロセスが確保されているかチェックする。(外部監視機能)

6. プレ F/S 6 サイトの住民ワークショップ結果概要

プレ FS サイトでの住民ワークショップ結果概要

サイト	電化方式	村落組織面からの総合評価	人材	初期資金拠出能力	月料金支払能力	意欲	バイオマス栽培
Srae Ta Pan	ソーラーBCS	△	○	×	△	△	-
Bu Sra	小水力ミニグリッド	△	○	×	△	○	-
Samlout (Ou Samrel)	ハイブリッド・ミニグリッド	○	○	○	○	○	○
Samlout (Mean Chey)		△	○	△	△	○	○
Samlout (Samlout)		△	○	△	△	○	○
Samlout (Sung)		△	○	△	△	○	○
Samlout (Tasanh)		△	○	×	△	△	○
Pramaoy		○	○	○	○	○	○
Samraong	バイオマス・ミニグリッド	△	○	×	△	△	○
Kampong Kor		○	○	○	○	○	○

注：○ 可、△ 課題を解決すれば可、× 不可、- 該当せず

添付資料-5 村落電化組合による持続的電化実現の条件

項目	内容	備考
<b>CEC 設立・運営に必要な支援</b>		
資金支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ グラント(太陽光BCS)</li> <li>■ ソフトローン(一部のミニグリッド)</li> <li>■ グラントとソフトローンの組み合わせ(大部分のミニグリッド)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ MPが提案する自助努力が失われる懸念あり。そのような事態を避けるため、運転開始後の料金収入から、リース料金を徴収し、それをDIMEによる定期点検・モニタリングとBCS機器の保守費用に充てる。</li> <li>■ 月3-5ドルの料金支払い能力を持っているが、世帯当たり500ドル規模の初期資金を調達できない村落が多い。</li> <li>■ 現行REFで支援対象となっていない太陽光BCS、バイオマス・ミニグリッドも支援が必要。</li> </ul>
個別事業の支援組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CEC設立・運営、資金支援申請などでCECを支援</li> <li>■ CECが支援組織と契約し、有償で支援サービスを受ける。そのため経費も資金支援に含める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ カ国の歴史的経緯から、「協同組合」の設立支援が不可欠。</li> <li>■ DIMEとNGOなどによる支援が期待できる。しかし、DIME/NGO自体の活動資金が必要。その経費を、電化事業の建設費に追加して、支援する。</li> </ul>
技術・運営指導	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 需要調査、基本設計、調達、建設、料金設定、運転指導、定期点検、機器更新</li> <li>■ 検針、料金徴収、会計、資金管理、会計監査、モニタリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CEC設立段階から運転開始後1年間の運営指導まで、合計2年間の指導が肝要。</li> <li>■ その後もDIMEによる定期的なモニタリングが、持続性確保のために重要。</li> </ul>
支援制度の広報と、地方電化の啓蒙	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ オフグリッド地域の全コミュニティに支援制度を広報</li> <li>■ 再生可能エネルギーによるコミュニティ電化方法の啓蒙</li> <li>■ 電気の使用方法(就寝前の消灯など)の啓蒙</li> <li>■ 安全な使用方法の啓蒙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 個別事業の成否には直結しないが、電化率向上目標達成のキーとなる。</li> </ul>
<b>CEC のミニグリッド成功条件</b>		
CEC の持続的運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 理事長の責任と権限、メンバーの責任、議決権を組合格約で規定</li> <li>■ CECと契約したNGO等による運営指導(1年間)</li> <li>■ DIMEによる定期モニタリング(初年度3回、2年度以降は年に1回程度)</li> <li>■ ローン返済終了まで、CECはREF/CFRに毎年1回の会計報告(残高証明を添付)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CEC資金のボスによる単独管理の排除</li> </ul>

項目	内容	備考
需要予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 標準は1世帯100ワット</li> <li>■ 希望使用量を単純に聴取するとその数倍になることが多い。計画審査時に、チェックが肝要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 予測需要が過大の場合、発電設備容量が過剰となり、料金収入が不足し、赤字倒産リスクが伴う。</li> <li>■ 逆に、予測需要が過小の場合、発電機出力が不足し、停電の原因となる。</li> </ul>
電気へのアクセス確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ メンバーとして加入機会の均等提供(50%以上加入が支援条件)</li> <li>■ 50ドル程度の初期接続料が貧困世帯加入の障害となるので、労力抛出でもCECに加盟できるよう、CECを指導</li> <li>■ BCS併設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ コミュニティ集会での説明、加入募集</li> <li>■ 電灯ひとつなら、月料金が50セント程度となり、毎月の支払能力上の問題はない。</li> <li>■ コミュニティ全体へ電化効果が波及、BCSへの昼間給電によりCECの発電原価も低減する。</li> </ul>
自己資金負担	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1年程度の貯蓄活動により50-100ドルの初期抛出金(含む労力抛出)の積み立てを、支援条件とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 初期抛出金を用意できないコミュニティは、電化準備度が低いので、支援対象から外す。</li> <li>■ 自己負担の準備が出来るまでバッテリー利用を継続。</li> </ul>
料金徴収	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 不払い、支払い遅延世帯の供給停止</li> <li>■ 検針・料金請求と徴収金額のクロスチェック</li> </ul>	
資金管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CEC名義の銀行口座を開設</li> <li>■ 集金後直ちに預金、多額の現金を手許に置かない</li> <li>■ 積立金が貯まったら、家計収入向上策へのマイクロクレジット原資として活用する(ただし、無計画な貸し倒れとならぬよう、引出しには支援組織の同意を義務付ける)。</li> <li>■ 内部監査と報告</li> <li>■ DIMEによる会計監査</li> </ul>	
REF/CFR による計画の妥当性審査	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 組織審査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NGO等の個別事業支援組織の有無</li> <li>■ CEC理事長、オペレータ、会計系の経験と適性</li> <li>■ 組合規約</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 技術審査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 需要想定、サービスエリア、発電規模、燃料供給計画の妥当性</li> </ul>

項目	内容	備考
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 環境審査</li> <li>■ 資金審査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 環境保護区内に位置していないか、小水力の場合乾季維持用水の確保、バイオの場合排水処理方法など</li> <li>■ 自己資金の調達計画の確認</li> <li>■ 料金水準、ローン返済スケジュール</li> <li>■ 資金管理計画(銀行口座、会計報告、会計監査)</li> </ul>
EAC による審査と免許交付	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電・配電施設の技術基準への適合度審査</li> <li>■ 料金体系と水準の審査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設備完成後に審査を行う。</li> <li>■ ローン返済を含め原価回収が可能な水準か</li> </ul>
<b>太陽光 BCS の成功条件</b>		
BCS の持続的運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CEC理事長、メンバー、および BCS管理者の責任を組合格約で規定</li> <li>■ DIMEによる定期モニタリングと運営指導(初年度3回、2年度以降は年に1回程度。)</li> <li>■ 機器トラブルの場合、サプライヤに連絡</li> <li>■ DIMEからREF/CFRに、会計監査報告、リース料金の送付</li> <li>■ 組合格約に、破損・盗難に関する責任の所在を明示する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 通常時の作業はBCS管理者だけ</li> <li>■ DIMEのサービスは有償とする。CECが支払うBCS機器のリース料金から、DIME要員へフィーを支払い、残りのリース料金をDIME経由CFRに送付する。</li> <li>■ サプライヤの修繕費用は、前項のリース料金からCFRが積み立てる保守引当金を充てる。</li> </ul>
BCS へのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 村が複数グループから構成される場合、小型BCSの分割設置</li> <li>■ 総世帯の25%以上利用が支援条件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 配達制度は、自然発生(市場原理)に任せる。</li> </ul>
BCS 施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 初期費用節減のため、学校、寺院、住宅の軒先などを活用</li> <li>■ 村内ボランティアによる充電作業</li> </ul>	
バッテリー購入能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 購買力が不足する場合、充電料金売上から必要経費を差し引いた剰余金を原資として、バッテリー購入のためのマイクロクレジットを提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 懐中電灯代わりの6Vの小型バッテリーの充電ニーズが高い場合、それも充電対象とする。これは生計手段のひとつであり、バッテリー照明普及のステップと位置づけられる。</li> </ul>
充電料金負担能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 不足する場合、生計向上支援を優先</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 当面はBCSユーザにはならない。</li> </ul>
資金協力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BCS機器の無償設置が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ソフトローンでは充電単価が民間のディーゼルBCSより高額となり、普及が期待できない。</li> </ul>

## 添付資料-6 鉱工業エネルギー省(MIME)の組織強化策

MIME およびその州事務所(DIME)の組織形態は、2005年に施行された地方分権化政策の下で、現在MIMEが検討中である。その組織強化は、① 要員の確保、② 要員の能力強化、および③ 活動資金の確保にあると考える。調査団は、地方電化セクターおよびMIMEエネルギー局の強化策を以下に提案する。

### (1) DIME 要員の確保

オフグリッド地域の電化事業を推進する上で、特にCECの啓蒙や事業モニタリングでDIMEの果たすべき役割は大きい。ところが、DIMEの地方電化セクターに従事する要員数は極めて限られている。また、2005年に決定された地方分権化の政策に沿って、DIMEの組織形態が見直し中である。オフグリッド地域の村落を多数抱えるDIMEでは、最低でも1名の専従要員を確保することが必要であろう。

### (2) 組織の強化策

MIMEは、再生可能エネルギー行動計画の実施時には、世銀の資金支援を得て活発に行動した実績を持つ。調査団は、このMIMEの組織強化の最大の施策は(4)項で述べる活動資金の確保にあると考える。ただし、MIME/DIMEの政策と投資計画の立案・実施のための能力向上は必要である。要員の能力強化と指導が必要な領域として以下のものが含まれる。

- 地方電化推進のための実施ルールと規定の作成(関係機関の役割分担、資金負担方法、認可事項など)
- CEC/REEの実施支援細則の作成と実施監視
- 特定コミュニティのRPC(広域をカバーする地域電気事業者)やREEを公募する場合の提案要請状(RFP)、提案評価、RPC/REE選定、事業者の業績監視
- 政府と事業者で分担すべきリスクの特定とリスク低減方策(減免税、所得補償措置などの優遇・奨励措置)の検討

### (3) 要員の能力強化

MIMEと支援機関(REF、CFR、EdCなど)は、CEC/REEを支援・指導するDIME、NGO、コンサルタントなどを対象として、以下の項目についてパイロット事業の実施・運営を通じて教育訓練を行う。ポンペンにあるEdCの訓練センターも活用する。

- 地方電化制度
- 広報と啓蒙、CEC設立、運営指導
- 電化計画・支援申請書作成
- 設計と調達
- 工事
- 運転と保守
- 電気事業運営(検針、請求、料金徴収、会計、資金管理、会計監査)

調査団は、パイロット事業のこのような建設・運営を通じて地方電化の指導技術者を育成することが最も有効な技術移転の手段であると考えます。(設計・調達・建設・運営段階で技術協力が必要)

#### (4) 資金の調達策

組織を強化し、その機能を発揮するためには活動資金を確保することが不可欠である。

##### 1) 電化セクターの資金

- グリッド利用者への賦課料金(内部相互補助)と、地方電化への配賦
- 再生可能エネルギー機器に対する関税と VAT の免除<sup>1</sup>
- 財政資金(ソフトローン)の導入(MEFと協調)<sup>2</sup>
- ドナー資金の確保(特にソフトローン)

##### 2) MIME の活動資金

- 経常予算(MEFから)
- パイロット事業の建設資金と TA(MEF、ドナーなどから)
- 巡回啓蒙キャンペーン(当面は MEF 予算、数年後からは政府資金などで建設したパイロット事業の運営収入を充てる)
- 地方電化実態調査(Seilaに依頼)と電化進捗のモニタリング(同上)

##### 3) DIME 職員の技術・行政サービスへの支払い原資

カ国は、人口と比べて国土が広く、また地方部の道路・通信事情が悪い。このような状況下で全国における地方電化事業を管理するためには、各州都に存在する DIME 職員を活用することが、時間と資金と要員の効率利用につながる。中央から NGO、コンサルタント、サプライヤ等を契約ベースで派遣することは、移動に時間と経費を要し、タイムリーかつ効率的なサービスを期待し難い。そこで、啓蒙・点検・会計監査・モニタリングなどの一般管理業務には DIME を活用する。CEC の設立支援・運営指導や、機器の保守サービスなどは、NGO、EdC、サプライヤ等の専門組織を起用する。

CEC/REE に交付する補助金の一部については、技術支援や行政経費(モニタリングなど)として使途を限定して、CEC 口座に入金し、管理する。CEC/REE が事業の進捗に併せて必要な書類を提出することで、再生可能エネルギー促進に関与する公務員や NGO 等に対して、口座から対価(日当等)が直接支給される仕組みを支援制度に組み込む。DIME は以下の有償サービスを担当する。

- DIME 職員による太陽光 BCS の巡回点検保守・指導・会計監査サービスに対して、BCS リース料の引当金から代価を支払う(1回のサービスに対して平均 67 ドル程)

<sup>1</sup> これに関連して、一部の再生可能エネルギー機器(ガス化炉など)のライセンス生産の奨励策が望まれる。ガス化炉の価格は、製造費よりも開発経費負担が大きい。ライセンスの契約交渉次第だが、大きな価格引下効果が期待される。

<sup>2</sup> 環境税の創設と、再生可能エネルギー事業への配賦がアイデアとして考えられる。しかし、これは電化事業だけでなく、自動車やバイクの燃料代、電気代などを通じてあらゆる経済活動に影響すること、また、地方電化セクターだけでなく他の環境事業への配賦も必要であることから、政府全体の施策としての検討が必要である。この MP では将来の検討課題として提示することに留める。



度)。なお、DIME 職員の技術能力を超える修理作業が必要と判明した場合には、CFR が管理するリース料の積立金(年1ヶ所 200 ドル)を原資として、サプライヤを派遣するものとする。

- DIME 職員による CEC ミニグリッドの巡回点検・指導・会計監査サービスに対して、電気料金収入から前項と同程度の代価を支払う。

添付資料-7 地方電化促進行動計画

MIME は、本 MP の推奨施策を実施するために、以下の7分野について具体的な行動計画を作成し、実施することを提言する。

No.	分類	第1期の行動計画	第2期以降の行動計画
1.	政策レベル	① 調査団が作成した系統延伸計画案のレビューと承認、公表、モニタリング、更新 ② 付加料金制度の創設準備 ③ MP の進捗モニタリング制度の確立	① 付加料金制度の運用開始 ② MP の進捗モニタリング ③ MP の4年毎の更新 ④ 再生可能エネルギー促進法(含む環境税)の検討
2.	組織	④ 太陽光 BCS とバイオマスを対象として、ソフトローン等の資金支援と技術支援を目的とする REF 補完機能の設立準備	⑤ REF 補完機能の設立と運用開始 ⑥ MIME (エネルギー技術部)内に再生可能エネルギー相談室を設置 ⑦ 各 DIME に再生可能エネルギー技術 (RET) 啓蒙普及のための担当官を配置
3.	資金等	⑤ MEF に対して財政資金の配分と免税の働きかけと実現	⑧ 仲介銀行の審査能力向上支援
4.	技術・訓練	⑥ パイロットの実施を通じて MIME/DIME 要員の能力開発 ⑦ パイロットの実施を通じて技術基準(バイオマス発電の排出基準など)の作成	⑨ 再生可能エネルギーの応用技術開発支援(MIME)と普及活動の実施(DIME)
5.	資材調達	⑧ パイロット事業でガス化炉のライセンス生産の促進	⑩ 電気メーターの仕様の共通化と検定(EAC、EdCと共同) ⑪ コンクリート電柱の普及促進策

No.	分類	第1期の行動計画	第2期以降の行動計画
6.	広報・教育	<p>⑨ 全国展開可能な新技術とビジネスモデルを用いたパイロットプロジェクトの実施と運営</p> <p>⑩ JICA 調査団が作成する Visual Guide の DIME とコミュニティへの配布</p>	<p>⑫ 再生可能エネルギーの新聞・TV 等での紹介、および定期刊行物(例:RET News など)の発行</p> <p>⑬ 再生可能エネルギーに係る最新情報を紹介する Website の開設</p> <p>⑭ コミュニティと REE 向けセミナー/ワークショップを開催(その内容をテクニカルノートとして Website で公表)</p>
7.	組織化支援 (CEC)	<p>⑪ DIME がコミュニティに対する初期啓蒙活動を担当</p>	<p>⑮ NGO が、CEC 設立支援から運営指導を担当(運転開始から1年後まで)</p> <p>⑯ 運転開始後の定期モニタリングは DIME が担当</p>

## 添付資料-8 地方電化促進支援制度

カンボジアの地方電化推進のために、既存の REF に加えて、それを補完する REF 補完機能 (CFR と略称) を 2009 年までに設立する。REF との協調の下、CFR は以下の方針により特にオフグリッド地域の電化を支援することを提言する。

### (1) 支援対象組織

MIME が紹介し啓蒙する支援制度に沿って電化支援を希望する組織 (CEC/REE) を支援対象とする。

#### 1) REE

REE が電化事業を実施する場合、事業責任とリスクの負担者が明確である。その一方で、カンボジアでは事業者が逃亡し、初期接続料を払い込んだ住民が泣き寝入りしている事例もある。実際、2005 年 12 月に開催した住民ワークショップでは、10 ヶ所中の9つのコミューンが実施主体として CEC を選択した。この内6ヶ所は、50 ドル程度の初期拠出金の調達目処が立たないにも拘わらず、REE は信用困難<sup>3</sup>として CEC を選択したものである。

#### 2) CEC

CEC (コミュニティ電化組合) は、内務省に登録が必要な協同組合である。ただし、一般の協同組合とは性格が異なり、電気料金収入と発電所の運転維持管理やローン返済経費をバランスさせる電気事業の協同経営者、および電化の受益者となる。協同組合という用語は、カンボジアの過去の強制労働を連想させる面があることから、英語では Community Electricities Cambodia (CEC) という特別な表記を採用しているが、実態は、強制のない自発的に組織化される協同組合である。

組合員は実質的に出資金以上のリスクを負わないので、無責任体制になることが懸念される。責任の明確化 (リーダーによる臨機応変策の意思決定) が課題である。

カンボジアの村落では協同作業の経験が乏しいため、① 資金、② 技術、③ 運営指導による外部支援が必要である。外部支援組織による CEC 設立支援、要員の事前訓練、初期運営指導 (運転開始後1年間)、定期巡回点検・保守指導 (運転開始後5年間)、会計モニタリング (毎年1回)、発電設備更新時の指導 (運転開始後 10 年目) など、手厚い指導が必要である。

#### 3) 地域電気事業者 (RPC)

本 MP の目標年である 2020 年時点の想定オフグリッド地域内で、郡全体あるいは2つの郡をカバーする広域ミニグリッドが4ヶ所で特定されている。いずれも遠隔地に位置するか、配電線のメコン河やトンレサップ河横断が困難なことから、2020 年までの系統延伸の可能性は極めて低い地域である。その一方で、これらの地域は、それぞれ 6,000 世帯から 10,000 世帯を擁し、支払能力も比較的高い。このような地域全体を対象とする電化事業は、一般の REE/CEC では資金規模的に困難であり、RPC が発電所と 22 kV 配電線に投

<sup>3</sup> 過去の苦渋の歴史が影響していると考えられる。

資・運営し、REE/CEC がそこから買電して低圧で配電・小売りする電化方式が、種々のメリットを持つ。<sup>4</sup>

RPC は、民間が主体となる REE の一種である。政府機関(DIME や州政府)が部分的に参加することも可能であるが、電気法により経営主導権を握ることは許されない。

広域ミニグリッドを建設すると、地域全体の効率的な電化と、CEC の負担を軽減し、電化を促進する効果がある。単独の REE、CEC のミニグリッドが多数隣接することになる広い地域では、政府主導で企画し、民間事業者を公募する。DIME が入札により RPC を選定し、配電は REE もしくは CEC が担当する。

(2) 支援対象電化方式<sup>5</sup>

- ミニグリッド<sup>6</sup>
- BCS(社会電化)<sup>7</sup>

(1)項と(2)項の組み合わせにより、以下の3つの事業実施方式を採用する。

- REE 支援により、限られた資金支援で効率的に電化を実現
- CEC 支援により、ビジネスとして採算困難な地方部村落の電化を実現
- 社会政策として BCS の無償設置により村落電化率 100%を達成

(3) 支援対象コミュニティの採択基準

**優先順位**

コミュニティ主導の電化なので、支援要請が受理された場合、審査基準を満たす案件から申請の受理順に支援することを原則とする。申請が多く、かつ支援原資(補助金とソフトローン)が不足する場合には、以下の優先規準により支援順位を付ける。

- 1件で残支援予算を超える大型計画はフェーズ化を指導する。フェーズ化困難、あるいはそれでも予算を超える案件は待機リストに登録し、予算手当てを待つ。
- 計画熟度(サービス地域、受益者割合、電気需要、料金水準など)と、CEC 熟度(CEC 設立済み、拠出金の積立済みなど)でふるいわけ
- 申請事業のサービス地域内で受益者割合(ミニグリッドなら最低 50%以上、BCS なら 20%以上)で順位付け(一般的には、効率優先の REE より、コミュニティ電化の CEC を優遇する結果となる。)
- 受益者数で順位付け(支援原資が不足している状況下なので、一定残予算の下で資金効率を優先する結果となる。この基準により、一般的には、同じ支援資金額なら受益者数

<sup>4</sup> スケールメリットに加えて、ミニグリッド事業で最も手間のかかる発電事業から CEC が解放されること、予備力の共有により建設費を節約できること、ミニグリッドを順次拡大することができる、後からの加入希望者や単位需要の増加に対応して発電機を増設することが可能などの利点が上げられる。

<sup>5</sup> 既存 REF による支援は、SHS、小水力・ディーゼルによるミニグリッド、および系統延伸を対象としている。バイオマス・ミニグリッドと太陽光 BCS は現在対象外である。また、REF は 25%の補助金機能しか持たないように設計されているため、REF を補完するローン機能の実現が最重要課題となっている。

<sup>6</sup> ミニグリッドの場合には、昼間に BCS、給水ポンプ、精米所、かんがいポンプ、家内手工業などに給電することが可能となる。ミニグリッドは、単に照明実現だけを目的とするのではなく、昼間にこのような生産的需要にも供給することにより、村落の生計向上を図る村落開発事業として計画する。

<sup>7</sup> GIS により 1,720 ヶ所の BCS 候補村落が特定された。Seila による村落調査を通じて、実際のバッテリー普及率と村内での BCS の有無が判明すると、候補村落数が大幅に減少する可能性がある。

がより多い REE 事業が、受益者数が相対的に少ない CEC 事業と比べて優先される。)

- ミニグリッドと BCS の、それぞれの年間設置目標の達成率の低いほうを優先する。

### 支援適格条件

CEC/REE からの支援申請が REF/CFR に受理されると、計画の妥当性、想定料金で原価を回収できるか、実施組織の能力などを審査する。その際、以下の事項に基づいて支援の適格性と優先度を判断する。

- ミニグリッドは、その電化対象コミュニティの最低 50% (目標は 80% 以上) の世帯を電化することを支援の前提条件とする<sup>8</sup>。支援資金が不足する場合は、加入割合が高い計画から優先支援する。
- バイオマスによるミニグリッドは、加入世帯 200 世帯以上を推奨するが、計画内容と料金水準から運営可能と判断できれば 100 世帯程度の小規模計画も支援する<sup>9</sup>。
- BCS<sup>10</sup> の場合は、対象村落あるいはその副集落の 20% 以上 (目標は 25% 以上) の世帯がバッテリーの新規導入を希望していることを、支援の前提条件とする<sup>11</sup>。支援資金が不足する場合は、希望割合が高い計画から優先支援する。

#### (4) 資金支援の対象施設・サービス

- 夜間照明のための電化施設 (発電施設、中圧・低圧配電施設) の機材購入・設置費用を含む建設費、初期接続経費、CEC に対する技術・運営指導経費 (設計、調達、工事ガイドランスなどを含む)
- BCS 機器 (設計・設置費用、初期指導・モニタリング費用を含む)

#### (5) 資金支援の水準

##### ミニグリッド

- ミニグリッドは、当初は REF のように一定の支援水準<sup>12</sup>を採用することにより、電化率の効率的向上を目指す<sup>13</sup>。但し、2020 年までの期間中 (マスタープランの対象期間)、カ国の自

<sup>8</sup> 給電地域の最小単位 (世帯電化率の母数) は村落、次はコミュニティ、次は District とする。ただし、村落内あるいはコミュニティ内の世帯分布状況は、個々のケースで大きく異なる。支援機関が審査して、合理的な理由から世帯電化率が 50% に到達しないことが判明した場合は、そのような計画も支援する。

REE が参入を図るようなコミュニティでは、世帯電化率 50% 以上という支援基準が障害になることは稀と考えられる。例えば Kg. Kor は、100% の世帯が道路沿いに密集しているため、受電するかどうかは、料金水準と住民の ATP 次第である。

<sup>9</sup> 小水力ミニグリッドでは、推奨規模を特に設定することは不要。

<sup>10</sup> BCS は、村内に既存 BCS がなく、また周辺村落で充電サービスが受けられず不便していること、およびバッテリー照明の普及率が 20% 以下であることを、設置基準としている (本 MP)。

<sup>11</sup> スラエタパンの BCS の場合、村が 2 グループに分断されていることから、バッテリーの配達サービスを導入するか、小型 BCS を 2 ヶ所に設置することが考えられる。2 ヶ所とする場合には、建物とオペレータの件費が割高となる。また、ATP が低くて、6V バッテリーは所有しているが、12V バッテリーは購入できないとする世帯がほとんどである。まずは 6V バッテリーの充電サービスを提供し、充電料金は市価 (例えば 12V-50Ah で 1,500 リエル) よりやや低く設定する。その場合、経費を支払い後に多少の剰余金が発生する。この剰余金から BCS のリース料金を支払う。

<sup>12</sup> 限定的な支援資金を効率的に活用し、電化率向上の最大化を図るために、支払い能力等に基づく支援水準の調整は行わず、一定の資金支援水準により実現可能となる事業支援を優先する。但し、電源タイプ、事業主体 (CEC/REE) 等の違いに応じた一定の支援水準を検討することが必要である。

<sup>13</sup> ミニグリッドの計画地域内に居住する貧困世帯は、7ワットの省エネ電灯 1 灯を毎日 4 時間 (月 0.84 kWh) 程度使うと、月電気料金は 0.5 ドルで済み、バッテリーよりはるかに安価となる。1 世帯当たり 100 ドル程度の初期拠出金 (含む労力拠出) が必要となるが、そのような世帯には全額現物 (労力) 出資を認めるよう、CEC 内での協議を推奨する。

律的發展促進の観点から支援水準を低減していくことが望ましく、現時点で提案する資金支援水準についてはカ国の実状に合わせて定期的に見直しを行うものとする。

- 2020年以降：2020年までにBCS電化村落における所得向上等も期待できることから、世帯電化率70%達成(2030年まで)を目指して、カ国の現状に合わせて必要に応じて支援制度を見直すものとする。

## BCS

- BCSは社会電化事業として、機器の100%補助を目標とする。

## (6) 支援財源

- 政府予算(REF・DIME 職員の経常経費)
- REFのグラント資金(世銀、GEF)
- 地方電化促進ならびにクリーンエネルギー使用促進の観点から、再生可能エネルギー機器の関税(太陽光機器、小水力発電機器、ガス化炉など15%)とVAT(10%)の免除<sup>14</sup>。
- 全国グリッドの利用者からのcross-subsidy(付加料金)
- 事業税はCECについては免除することが望ましい。
- 援助機関からのグラント、ソフトローン、TA

## (7) 資金支援制度

- REE ミニグリッドは、REFの補助金割合(25%グラント)をベースとする。残る75%について、REFでは自己資金25%、Bank Loan 50%を期待しているが、再生可能エネルギー利用の場合には初期投資コストが高いことから、自己資金15%、Loan 60%を基本とする。
- 小水力によるCEC ミニグリッドは、そのポテンシャル地域の特徴から相対的に住民の支払い能力が低く、さらに建設費が1世帯当たり平均約1,229ドルと高いことから、REFの支援水準では普及困難である。機器の免税、50%の補助金、および40%程度のソフトローンの組み合わせが必要となる。そのような高額補助の場合、REEによる実施は適切でなく、CECによる実施を原則とする。外部ファシリテータによるCEC設立・運営指導と、外部専門家による技術指導が必須となる。
- バイオマスによるCEC ミニグリッドは、1世帯当たり初期投資総額約\$592(200-1,000世帯程度の規模、含む支援費用など)に対して、自己資金\$80(含む労力出資) + 免税\$47 + 補助金\$135 + ソフトローン\$330)程度を目安とする。
- ①現在商業的に購入可能なガス化炉の耐用期間は10年程度であること、②住民による返済期間は長いほど負担が小さくなるが20年あるいは30年は小規模電化事業としては長すぎる、③さらに返済期間が30-40年程度の長期低利ローンを原資とする場合には、

<sup>14</sup> 電化推進により、電化製品に対する関税とVATの歳入が増加する。免税措置により、電化セクターからの国庫歳入は短期的には延びないが、中長期的には増加が期待される。(1)政府としての免税(=財政負担)の意義は、①環境負荷の少ない再生可能エネルギーの使用、②地方電化・地方開発・地域格差是正などにある。つまり、環境対策や地方開発に将来必要となる財政支出を、再生可能エネルギーによる地方電化促進により抑制できるという意義がある。(2)関税という観点からは、①再生可能エネルギーによる地方電化が進まなければそもそも再生可能エネルギー利用の発電機器は輸入されず、もともと関税収入が期待できなかったため、税収減とはならない、②地方電化推進により家電製品の輸入が増加し、関税収入の増加が期待できる、(3)税収確保という観点からは、地方開発により地方部の所得向上、産業育成が図られることにより将来の所得税・事業税の増加を期待できる。

10-15年の返済期間とすれば2-3回リボルビングできる。ソフトローンの返済期間は10-15年程度が望ましい。金利は3%程度が望ましいが、現実には7%程度に留まる見込みが高い。したがって、補助金と組み合わせて実質金利を低下させ、普及を図ることとする。

- BCS機器は100%補助で設置し、民間充電料金の範囲内(平均1,500リエル)で料金を設定する。ローンでは充電料金が高くなりすぎ、利用を期待できない。社会電化の趣旨と無償設置に鑑み、CECによる運営を原則とする。また、外部ファシリテータによるCEC設立・運営指導が必要となる。リース料は、試算によれば、充電作業は無給のボランティアと想定しても、年1回の定期点検保守サービス代(1ヶ所当り1回200ドル)を賄う程度が限界である。ただし、CECの手許にも多少の剰余金が積みあがるので、バッテリーの購入促進や生計向上策のためのマイクロクレジット原資として活用することもできる。

#### (8) 料金体系

- REEとCEC毎に、ミニグリッドの電源と規模、また、資金支援内容と水準により、料金水準を設定する。
- 低減型の料金水準を採用する。1 kWhまでの第1ブロックをライフライン料金として半額にすることも考えられるが、料金計算が複雑になる。本MPでは、貧困世帯の初期拠出金の現物出資を認めることを、CFRがCECに推奨することで、貧困世帯の電気へのアクセスを確保する。
- 低減単価は、例えば0-10 kWhまでは1,500リエル、10 kWh超の単価は1,350リエル(15 kWh使う人も0-10 kWhまでは1,500リエルの単価を適用)とするものである。昼間需要については、さらに低い1,000リエル程度の単価導入を推奨する。<sup>15</sup>

<sup>15</sup> 既存アンロンタメイ村では、1,100リエルでCECからBCS業者に売電している。



### 添付資料-9 カンボジア国コミュニティ電化組合(CEC)の設立・運営支援業務

2005年12月に10ヶ所のコミュニティで実施した住民ワークショップの結果をフィードバックし、CECの設立・運営支援業務の必要な内容を以下に述べる。

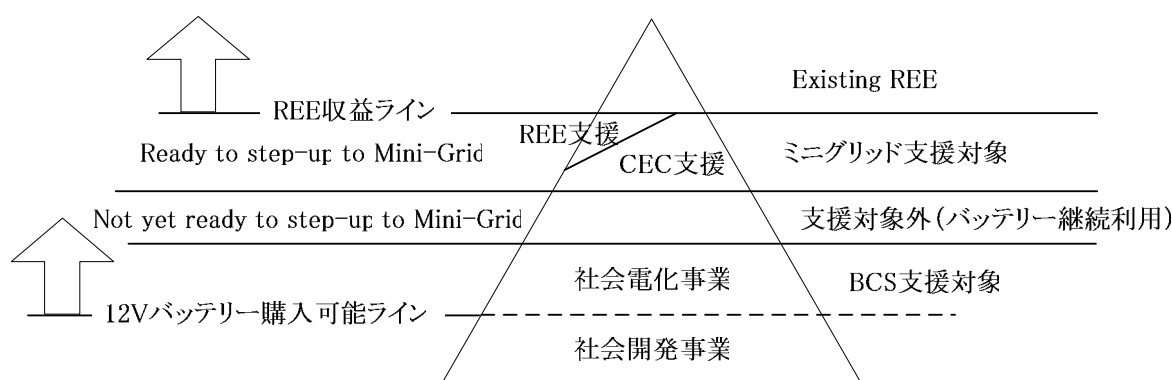
#### 1. 電化準備度に応じて支援

支援対象の電化準備度に応じて段階的に支援する。

- 電化準備度:

経済力・支払能力と電気リテラシー(電気に対する知識・理解、電気利用経験、バッテリー・TVの所有率など)から電化準備度を分類する。

電化準備度		政策対応
3	グリッド電気受電者	将来 Cross Subsidy を牽引
2	REE ミニグリッド受電者	将来グリッド移行
1+	バッテリー利用者で、ミニグリッドの自己資金支払能力あり	REE 支援対象
		ミニグリッド支援対象
1-	バッテリー利用者で、ミニグリッドの自己資金支払能力なし	当面は支援対象外 自己資金支払能力を獲得するまでバッテリー利用を継続
0+	未電化でバッテリーを割賦購入可能	BCS の設置支援対象(社会電化事業)
0-	未電化でバッテリー購入能力なし	BCS の設置支援対象外
		社会開発事業を優先



オフグリッド地域電化支援政策概念図

- 支援対象:

電化準備度0+, 1+を支援対象とする。0+段階は社会電化事業と位置づけ、充電料の余剰金を活用したマイクロクレジットにより12Vバッテリー購入を促進し、目標村落電化率25%の達成を目指す。

- ・ 支援対象外:

電化準備度 1-は支援対象外とする。この層は自己資金支払能力が出来るまでバッテリー利用を継続し、電気リテラシーを上げる。ただし、村内の 50%以上の世帯が 1+段階にあり、かつミニグリッドの電化対象として計画される場合には、支援対象とする。そのようなコミュニティ内の 1-層については、労力拠出を認めたり、バイオマス発電なら燃料木栽培を優先的に契約することにより、CEC の加入世帯拡大を図る。

## 2. CEC支援業務の概要

### (1) CEC支援の基本理念

- ・ CECが持続可能な組織として自立するまで支援する。ただし、CEC設立から2年間での自立を目標とし、それ以降はDIMEによる定期的なモニタリング態勢に移行する。
- ・ 支援はまず、その受け皿となるCECが存在しない段階から実施するため、大きく以下の3段階に分けられる(本文の図13参照)。
  - ①設立促進段階: 支援制度の広報・普及によるきっかけづくり(搭乗案内)
  - ②設立準備段階: CEC設立に向けた準備(搭乗応募・搭乗審査)
  - ③設立・運営支援段階: 自立出来るまでの支援(助走の後押し)
- ・ 当初段階では、支援の範囲が大きいのが、CECの能力向上とともに、支援の範囲は小さくなっていき、最終的には自立した運営を行う。(自立安定飛行)

### (2) CEC支援の基本3要素(本文の図11参照)

- ・ CEC支援は以下の3つの基本要素から構成される。
  - ①資金支援
  - ②技術支援
  - ③運営支援/ファシリテーション
- ・ 資金支援:
  - ①長期・低利融資
  - ②補助金
- ・ 技術支援:
  - ①設計・積算・調達・工事等の技術支援
  - ②運転・維持管理トレーニング
- ・ 運営支援:
  - ①CEC設立発意促進
  - ②組織化支援(育てる役割)
  - ③モニタリング(見守る役割)
  - ④仲裁、調停、技術判断(問題解決機能)
  - ⑤会計の透明性確認(DIMEなどによる外部監査機能)
  - ⑥透明な意志決定プロセス確保の確認(外部監視機能)

(3) 支援メカニズム(本文の図12参照)

(4) 支援段階と責任・役割

	ステップ	責任担当者	内容
設立促進	支援制度広報・啓発	MIME/DIME、REF/CFR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual Guideによる電化啓発活動ならびにCEC設立促進のための支援制度広報活動。</li> <li>コミュニンを窓口単位とする。</li> </ul>
設立準備 1	住民代表予備会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>コミュニンチーフが代表責任者</li> <li>コミュニン Councilメンバー</li> <li>コミュニン Boardメンバー</li> <li>村長</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民の代表者として、左記メンバーで概略事業案(給電地域選定など)を検討する。</li> <li>依頼に応じてDIMEが説明のために同席。</li> <li>必要に応じてDistrict、Province関係者も同席。</li> </ul>
	住民説明会議	同上	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民代表予備会議の結果として概略事業案、支援制度をコミュニン住民に対して説明する。</li> <li>住民の参加意思確認、合意形成が目的。</li> </ul>
	調査	同上	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual Guideに基づき申請に必要な調査を実施する。</li> <li>調査内容は、給電地域内の世帯調査(総世帯数、CEC加盟希望世帯数、バッテリー所有率、照明支出(含むバッテリー購入費と充電費)、家計総支出など)。</li> </ul>
	DIMEに事前相談	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本格的な事業検討に値するかを相談。</li> <li>提案された給電地域周辺の村落分布状況から近隣コミュニンとの共同電化の可能性があると判断される場合は、申請者に対して近隣コミュニンの意思確認、調整を助言する。</li> <li>必要に応じ、申請書作成をDIMEが直接支援するか、NGO等を紹介する。</li> </ul>

設立準備 2 申請	事業計画案作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コミュニティーが代表責任者</li> <li>・ コミュニティ Council メンバー</li> <li>・ コミュニティ Board メンバー</li> <li>・ サービスエリア内 村落村長</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 加入者数確認</li> <li>・ 使用を希望する電化製品と消費電力</li> <li>・ 需要予測</li> <li>・ 給電地域設定</li> <li>・ 発電設備容量の設定</li> <li>・ 配電線の延長推定</li> <li>・ 事業費概算</li> <li>・ 資金調達計画(案)の作成</li> <li>・ 電気料金水準(案)の設定</li> <li>・ 事業計画(案)作成</li> <li>・ CEC設立準備委員会のメンバー確認、加入同意書サイン。</li> <li>・ CEC役員の予備選任(代表、オペレータ、会計)</li> <li>・ 組合規約案作成</li> </ul>
	事業支援申請書類作成・提出(申請)	・CEC 設立準備委員会	・ 上記内容を含んだ申請書をCFRに提出する。
	審査	・ REF/CFR	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 審査</li> <li>・ 必要に応じて現地調査を行い、CECに修正を求める。</li> </ul>
運用準備 ・ 建設	CEC 正式設立	・ CEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設立総会を実施し、CECメンバー、役員、組合規約を決定する。</li> <li>・ NGOは外部監視役として支援する。</li> </ul>
	自己資金(頭金)支払い	・ CEC	・ CECメンバーが出資する自己資金を、CEC名の銀行口座に預金する。
	補助金・ローン支払い	・ CFR	・ 自己資金の払い込みを確認後、CFRからCEC口座へ補助金とローンが払い込まれる。
	建設・調達	・ CEC	・ CECが支援組織の技術サービスのもと実施。
	研修	・ NGOなど	・ 燃料木栽培、調達・機材検収・保管、電気、工事指導、オペレータ、会計、運転・維持管理の研修を実施。
運用	運用開始		
	運転・維持管理	・ CEC	・ CECが事業者であり、NGOなどの支援の下に、自らの責任において実施する。
	定期点検、モニタリング、外部会計監査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DIME</li> <li>・ REF/CFR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DIMEが年1回有償で実施する。これらの外部支援サービスに対するCECの報酬支払い義務は、支援条件に含めておく。</li> <li>・ CFRは、自ら点検・監査することもあるが、DIME以外にも、EdC、NGO、民間コンサルタントに定期点検、モニタリング、外部会計監査を委託することを基本とする。</li> </ul>

	保守	<ul style="list-style-type: none"> <li>EdC、業者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DIMEあるいはCFRは、CECの保守支援要請を受けた場合には、EdC、NGO、民間コンサルタント、業者、サプライヤを紹介する。</li> <li>その費用は、ミニグリッドの場合は機器更新・修理のための積立引当金から支払う。太陽光BCSの場合は、CFRがプールしているリース料金から支払う。</li> </ul>
	BCSリース料	<ul style="list-style-type: none"> <li>DIME</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>年1回のDIMEによる定期点検時に、CECが毎月の剰余金から積み立てたBCSリース料を、DIME経由CFRに送金する。</li> </ul>
	会計報告	<ul style="list-style-type: none"> <li>CEC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CECが自らの責任において実施し、毎年1回CFRに報告する。</li> </ul>
	ローン返済	<ul style="list-style-type: none"> <li>CEC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>毎月の料金収入からローン返済金をCFRに送金する。</li> </ul>

添付資料-10 バイオマス発電を主電源とする地方電化のための REF 補完基金構想

- (1) 機能： 地方における電気事業者に対する資金協力(投資、融資)と技術支援  
 資金協力は初期投資分とし、運転資金は電気料金で賄われるものとする。投資、融資はすべての案件に対しプロジェクトの所要資金の一定範囲内で同条件で供与される。技術指導においては日本のメーカーからの参画が期待される。
- (2) 原資： ドナーからの無償資金、借款とカンボジア政府の拠出金とする。ただし無償資金が個別プロジェクトの建設資金として提供された場合は、同金額を基金が出資したものとみなす。
- (3) 資金規模： 第1期分として45億円  
 バイオマス発電による電化が最適な村落数は約 3,000、それに必要とされる発電装置は 52 MW、総建設費は 120 億円規模となる。(発電機器は 1kW あたり平均 1,300ドルとなる)。
- (4) 基金の組織： すべての政策決定は Policy Committee(政府関係省庁代表と Fund Manager とからなる)が行い、Fund Manager(民間企業から選定)に日常業務の執行を委託する。Fund Manager は資金管理と技術指導を請け負う。
- (5) 法的位置づけ： 基金は MEF 内におかれ、資金の運用運営リスクは MEF が負う。

図 A-4 基金の概要図

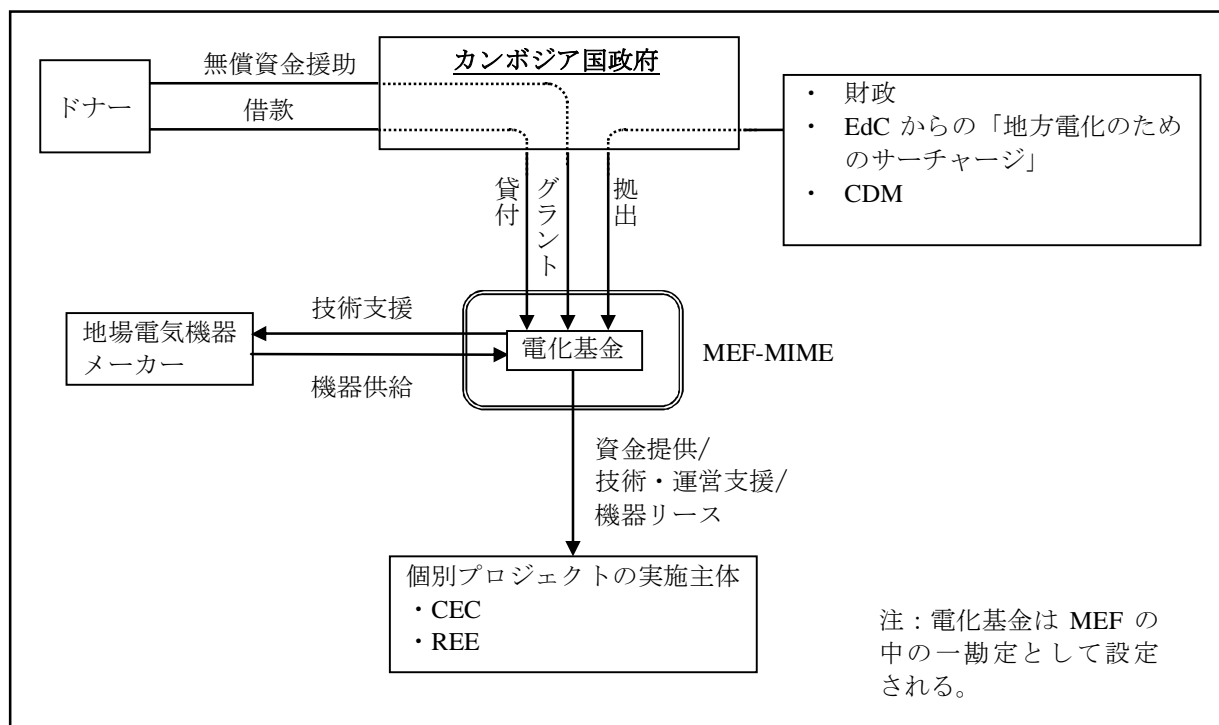


表 A-4 地方電化のための2つの資金計画案の比較

	ツーステップローン案	基金案
1 原資	借款	無償資金、借款、現地政府からの拠出金
2 適用先 ・ 資金協力形態 ・ 供与機関 ・ 適用金利 ・ リスクの負担	・ローン(グラントは REF から) ・市中銀行 ・市場金利 ・市中銀行	・グラント、ローン ・基金 ・優遇金利 ・MEF
3 プロジェクト実施主体	REE、CEC	同左
4 REFとの関係	REF はグラントを提供(但し 25%)、市中はローンを提供	電源別、あるいは地域別に棲み分け、合い補完して地方電化の浸透を図る。
5 対象電源	REF の対象電源である SHS を中心に小水力、ディーゼル、グリッド。(バイオマスも対象とすることが検討されている)	バイオマスを中心とする再生可能エネルギー源
6 その他 ・村落での実施能力の問題	・これが最大の懸念として、NGO の協力も得て、パイロットプロジェクトを実施し、コミュニティ組織の能力を検証する。	

(比較上の留意点)

1. 地方電化の普及、実現可能性(特にグリッドの延伸計画とのタイムラグを重視)
2. REFとの協同、連携

添付資料-11 再生可能エネルギーの地方電化電源としてのポテンシャル

No.	ポテンシャルの特徴
1.	<p><b>小水力(ミニグリッド)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ カンボジアにおける小水力ポテンシャルは山地・丘陵地域に限られ、平地部ではポテンシャルがない。そのため、ポテンシャルはあっても、近隣に需要地となる村落がない地点がある。</li> <li>■ 山地・丘陵地域では、村落の分布密度が疎で、村落規模も一般に小さい。その結果、ポテンシャルと比べて需要に限られる地点がある。</li> <li>■ 支払い能力が低いため、近隣にポテンシャルがあっても、まずは太陽光 BCS によるバッテリー照明を先行すべきと判断された村落がある。</li> <li>■ 落差と雨季の流量はあっても、乾季の流量低下が著しく、乾季末の出力が大きく減少し、需要を満たせない地点がある。</li> <li>■ モンドルキリ州などは別として、丘陵地域では一般的に勾配が緩やかなため、落差を開発・利用するために水路延長が長くなり、建設費が増大する。</li> <li>■ 以上の結果、オフグリッド地域の分散型ミニグリッドの電源としての適地に限られる。</li> </ul>
2.	<p><b>太陽光(BCS、SHS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 全国で豊富(月最低値の年平均 4.7 kWh/m<sup>2</sup>/day)</li> </ul>
3.	<p><b>風力(BCS、SHS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地上高 20 m で平均風速 2.6 m/s と乏しく、利用は一部の風回廊に限られる。</li> </ul>
4.	<p><b>バイオマス(ミニグリッド)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ カンボジアは、日射量、降雨、土地資源に恵まれるため、バイオマス資源は全国で豊富で、その栽培ポテンシャルも高い。</li> <li>■ 本 MP で提唱する農家との契約栽培方式で燃料を調達する場合、発電所は需要地に設置可能であり、場所を選ばない。</li> <li>■ 燃料は植えて1年後から 4-6 ヶ月おきに収穫可能となるので、発電機器や配電線の調達・建設工事と平行して栽培できる。</li> </ul>



添付資料-12 ミニグリッド候補電源の比較

No.	項目	小水力発電	ディーゼル発電	バイオマスガス化発電
1.	ポテンシャル	山地・丘陵地域に限定される。	地点を選ばない(燃料の運搬路が必要)	都市部および雨季中の長期間水没地域を除き、全国で栽培可能。
2.	技術面 技術熟度	完成技術	完成技術	バイオマスガス化技術全体としては実証段階から商業化の入り口。 第2次大戦型(WWII)と称される小型炉は、戦争中に100万台の実績があり、完成技術。 小型のダウンドラフト炉は、インド(木質バイオマスなど)、中国・ミャンマー(モミガラ中心)などで商業普及段階にある。
	3相交流	可能	可能	可能
	24時間運転	可能	可能	困難(2台の交互運転で可能)
	出力安定性	高い	高い	周波数変動あり <sup>16</sup>
	無人運転	可能(ただし、流木や落葉処理、発電記録、門番などで要員の常駐が必要となる)	可能(起動・停止は有人運転)	不可、オペレータによる有人運転が必須(燃料木のチップ化、炉への補給、周波数監視など)
安全性	高い	事故リスクがある(CO中毒、火災)	事故リスクがある(CO中毒、生成ガスの引火・爆発)	
商業化	世界中に多数のメーカーが存在	同左	WWII炉はその構造上大型化は困難。 2005年現在で、数社の製品が商業普及段階にある。 中国とミャンマーでも販売されているが、モミガラ専用。 欧米製は自動化され、クリーンだが、価格と保守技術面から地方電化には導入困難。 アジア製は自動化されていないが、地方電化ではむしろ雇用創出効果があり、保守が容易になるというメリットがある。	

<sup>16</sup> 既存アンロンタメイ村での2005年9月のメータの目視観測では、周波数変動は±1Hz程度以内でほぼ安定、時々-5Hz程度まで低下した。ただし、周波数変動は、発電所の管理のために系統では厳しく管理されているが、家庭の家電製品にはほとんど影響ない。なお、地方電化の場合には需要家端での電圧降下が問題となるが、アンロンタメイ村では発電所では400Vで安定、配電線も所要のサイズを満たしていることから、許容できない電圧降下は生じていない。

No.	項目	小水力発電	ディーゼル発電	バイオマスガス化発電
	環境影響	取水工から発電所までの河川区間の維持用水の放流が必要。	CO <sub>2</sub> 排出	森林に対する不法伐採プレッシャーの助長を避けるため、市場では燃料を購入しないことが必要。
	課題	一般的には、小さくなるほど kW 建設費が高くなる。 CEC にはポテンシャルの評価や計画が困難。	燃料価格変動リスクと、世界規模の需給逼迫時には供給が不足するリスクがある	ガスクリーニング装置からの凝縮液がタービンや殺菌作用(中程度の急性毒性)を持つフェノールを含むため、その最終処理方法が課題。 エンジン排気が燃え残った CO を含む。(住宅から離れた立地、発電所内の換気、ガス検知器などが必要。)
3.	発電設備の建設費	発電設備 \$4,000/kW	発電機器 \$500/kW	発電機器 \$1,300-5,000/kW EU では 10 MW クラスで 3,000 ユーロ/kW、MW クラスは 6,000 ユーロ/kW
	初期投資額 <sup>17</sup>	\$1,229/世帯	\$424/世帯	\$592/世帯(インド A 社製品の場合)
	発電原価 <sup>18</sup> (\$/kWh)			
	設備利用率 15%	0.85	0.59	0.56
	同 30%	0.40	0.40	0.28
	燃料費	ゼロ	\$0.23/kWh	\$0.03/kWh(コミュニティ内に還流するので、地域経済としてはゼロ)
4.	工期	2-3 年	1年(配電線)	1-2 年(ガス化炉、配電線、燃料栽培)
5.	発電機器の耐用年数	20 年(水質と仕様により 10-30 年、発電機は 30 年)	エンジンの設計仕様により 5-10 年	ガス化炉 10 年程度 <sup>19</sup> 、エンジンは設計仕様により 5-10 年
6.	CEC による計画・設計の可能性	計画、設計は CEC では困難	可能(配電線は困難)	本 MP で作成したビジュアルガイドに沿って概略計画は可能、設計は困難。
	実施	施工時に労力抛出は可能。	同左	同左
	運営	運転と事業運営は可能だが、定期点検・保守業務は困難。	同左	同左 (A 社製の場合、運転と日常メンテナンス技術はディーゼル発電機と同水準)
7.	需要増に伴う増設の可否	困難(既にポテンシャル全量を利用している場合は増設不可能)	容易	容易(増設分の燃料の追加栽培のために、土地と契約農家の確保が必要。栽培希望者が一般に多いので、特別な支障は予見されない。)

17 設計・施工管理、CEC 支援、行政経費、予備費を含む。

18 税込み、需要家端

19 A 社の場合、耐熱部品は運転 3,000 時間で交換が必要

添付資料-13 バイオマス発電パイロットの検証課題

No.	課題	備考
1.	CEC による運転・維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 計画どおりの燃料栽培ができるかモニタリング</li> <li>■ 計画どおりの発電ができるかモニタリング</li> <li>■ 安全手順どおりの運転ができるかモニタリング</li> <li>■ 発電所内 CO 濃度の測定、ガス化炉の点火前のガス管内のガス換気の履行状況など、安全面のモニタリング</li> </ul>
2.	CEC による電気事業運営	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 検針、請求、料金徴収、会計、預金、資金管理を指導・モニタリング</li> </ul>
3.	ガス化炉の排水処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 土中菌によるタール(有機物)の分解能力に依存可能か、それとも沈殿・乾燥させてガス化炉で再燃焼するなどのオプションが必要か、検証する</li> </ul>
4.	ガス化炉の運転・保守	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 運転・保守がオペレータに可能か</li> <li>■ 事故停電率は許容限度内か</li> <li>■ 保守作業に要する時間</li> </ul>

添付資料-14 バイオマスガス化発電の技術・社会面の長所と課題

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
<p><b>技術面</b></p> <p>1. ミニグリッド電源としての技術適性と経済性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオマスの調達上、分散型電源に適している(北欧では熱電併給が基本)</li> <li>■ 発電原価が他のミニグリッド電源より低い(発電時間が1日3時間のフル出力運転相当以上ならディーゼルより安価)</li> <li>■ 地場資源の活用(雇用と収入源の創出、燃料調達費用が地域内に留まる、外貨節約、CO<sub>2</sub>排出削減)</li> <li>■ インド、ミャンマー、中国、スリランカなどで地方電化に適用実績あり。インドで古いものは1997年設置、現在9年目。カンボジアでも2台導入済み。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 100%プロデューサーガス(バイオマスから発生させたガス)利用の場合、燃料代節約効果が高いが、負荷応答速度が遅い デュアルフューエルエンジンを使用すると、負荷応答速度が速いが、100%プロデューサーガス利用と比べて、油代が必要となり、かつ高くなる 安全対策</li> <li>■ 事故停電時の対応</li> <li>■ 需要増と給電地域の拡張に対応した発電機増設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ レベル2電化のミニグリッドでは、使用電気製品を照明およびTV等の軽負荷機器に限定(裕福世帯が電気釜やアイロン等の電熱製品を使用するリスクがある→計画段階にREE/CECが村落会議で説明し、加入希望者の合意を得ておく。契約アンペアを超える使用はブレーカで遮断することが基本だが、小容量過ぎて製品が市販されていない。 時間給電のミニグリッドでは、電源スイッチのオン/オフの習慣がつきにくい。就寝時にオフとすることにより、発電機の起動時の負荷を軽減できる。啓蒙活動が必要。 なお、100 kW 級以上の大きいシステムで、以下のいずれかの対策を施せば電熱製品の使用も可能と考えられるが、パイロットによる実証が必要 <ul style="list-style-type: none"> <li>① フライホイールの適用</li> <li>② ガスホルダーの設置(圧縮機と圧力タンクが必要となり、オフグリッドの村落電化には推奨できない)</li> <li>③ 応答速度の速い小水力とのハイブリッド(サムロー計画が該当、推奨できる)</li> </ul> </li> <li>■ 修理できるまでケロシンランプで我慢(複数台の発電機を設置する場合には、照明に限定して非常時給電することも考えられるが、情報提供とユーザの協力が課題)</li> <li>■ 複数コミュニティをカバーする規模の大きい広域ミニグリッドなら増設しやすい(複数発電機の並列運転と、22 kV 配電を導入済みなので、増設が容易)。広域ミニグリッドにより予備力の共用を図り、全体コストの低減と安定供給の向上を図ることが可能。</li> </ul>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 世界的には未だ中大型機(MW級)の実証段階</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ インドなどで実績の多い 100 kW 未満クラスを主な対象とする(10 kW 未満の小規模事業は推奨できない)</li> </ul>
<p>2. 燃料供給</p>			
<p>① 燃料木栽培型(REE・CBO が農家と栽培・供給・買上契約)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 安定供給</li> <li>■ 農家の追加収入(0.2 ha 栽培で年に 40 ドル程度の現金収入)</li> <li>■ 既存森林への不法伐採プレッシャーの回避(栽培木以外は買い上げない)</li> <li>■ 調理用燃料需要などと競合しない</li> <li>■ 他目的への供給も可能(調理用燃料、家畜飼料)</li> <li>■ 燃料木として想定している、マメ科を中心とした窒素固定を行なう樹木は、植栽した際、肥料木として土壌の養分状態を向上させる。アグロフォレストリーとして耕作地の生態的持続可能性を向上させる。</li> <li>■ 斜面への燃料木の植栽と萌芽更新を前提とした利用は、表層土壌流出防止に役立ち、また流域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 栽培土地と栽培農家の確保</li> <li>■ 種子、育苗、移植技術</li> <li>■ 栽培開始から 1 年以降しか収穫・発電できない</li> <li>■ 収穫量が成長とともに増加しやがて低下</li> <li>■ 地味、雨量、年により収穫量が異なる</li> <li>■ 燃料木の需給アンバランスのリスクを誰が負うか</li> <li>■ 過度の収穫による土壌劣化</li> <li>■ 輸送</li> <li>■ 土地買占めと独占供給者の出現リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ コミュニオン会議で説明、募集(バイオマス発電事業の基礎条件であり、支援申請時の前提条件となる)</li> <li>■ 多目的植林として発電以外でも栽培実績あり(カンボジア、ネパール)。CFR/NGO による指導・支援が必要(CFR は TA の機能も持つ)</li> <li>■ 電化計画が確定した時点で植林すれば、発電機の購入や配電線の建設にも1年程度の期間が必要なので、間に合う。</li> <li>■ 予備力を見込んで栽培計画を作成</li> <li>■ ha 当たり 10 トンを標準として、地味により加減(早魃年等に備え栽培計画に余裕を持たせる)</li> <li>■ 短期的には、REE・CEC が倉庫に備蓄</li> <li>■ 長期的には、村民全員で屋敷や、道路端、畑境界などに予備燃料木を栽培(energy reserve を保有する。大きく成長させて立木として備蓄、使うときに伐採・裁断。6年で大木となる)</li> <li>■ 一般に窒素固定樹木は土壌の養分状況を改善するが、過度の収穫は悪影響を与える可能性もある。持続可能な管理に関する指導が必要。</li> <li>■ 発電所を植林地に近接させて立地</li> <li>■ <u>カンボジア国内で法制度の不備から土地収用問題が多発しているため、組合員かつ居住農家だけを栽培契約対象とする。不在地主からは買わない</u></li> <li>■ (1,000 世帯の大規模計画でも所要土地面積は 20 ha かつ</li> </ul>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
	<p>の水資源管理に役立つ (洪水防止)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 栽培燃料木を盗伐し市街地で販売、ネタミからの放火・イヤガラセ</li> </ul>	<p>年間収入も 3,600 ドルのオーダーなので、社会的批判を被るリスクを冒して大地主が独占供給するメリットは小さいと思われる。たとえ土地を買い占めても、組合が不在大地主から燃料を購入する義務はない。それでも、地主が村民となんらかの利害関係を持ち、圧力をかける事態も想定されるので、<u>組合規約には栽培契約相手を居住組合員に限定し、さらに1契約当りの供給量上限を予め明記して、圧力排除の一助とする。また対象コミュニティを支援する DIME/NGO がモニタリング。</u>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 盗伐は対処困難</li> </ul> <p>貧困世帯との栽培契約を優先することが望まれる。貧困世帯ほど情報・知識に疎いことから、啓蒙が重要となる。啓蒙活動を村内の有力者(CDC メンバー)に任せるとはならず、対象地域に知見ある DIME、NGO、Seila コミュニオンアドバイザー等の協力を求める。また、配電地域をできるだけ拡大し、BCS の設置と充電サービスの提供等により受益者数の拡大を図る。</p>
<p>② 農業廃棄物(モミガラ、ゴムの木、トウモロコシ芯、落花生殻、キャッサバ茎、ヤシ殻等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 廉価 (ミャンマーではモミガラを利用)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 燃料の安定供給保証が困難、既存需要と競合リスク</li> <li>■ 排出が季節的なため、大きな倉庫が必要(所要備蓄1-10ヶ月分、モミガラは年間10ヶ月程度排出される)</li> <li>■ 輸送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既存ユーザと競合せず、かつ安定供給を見込める場合のみ、農業廃棄物を燃料として採用</li> <li>■ 屋根、風雨よけの壁、排水側溝を持つ倉庫(小屋)を建設 排出源農家での分散保管(保管料を含めて買い取り料金を設定)</li> <li>■ 排出源に隣接して発電所を立地</li> </ul>
<p>③ コミュニティフォレスト(CF) CFでも、栽培型を基本とする。コミュニティ活動、環境意識が発電事業維持に役立つ。CFからの余剰バイオマスの活用は考え</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 燃料木購入代金がCF活動へのインセンティブとなり得る</li> <li>■ 生活水準、生計向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発電燃料とすることがCF活動とみなされるか不明</li> <li>■ 違法伐採を助長する可能性</li> <li>■ 同一CF内で電化されな</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CF利用は法的に認められた場合に限る。それまでは栽培型を採用するか、実施を控える。</li> <li>■ 地元のCF組合からだけ買い上げる。</li> <li>■ 経済的に可能な限り配電線を延伸。BCSを設置して、受</li> </ul>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
る。		い村落がある場合、CFの共同管理が困難となる	電できない世帯や近隣小村落に充電サービスを提供。 既存の BCS ビジネスをミニグリッドに組込むよう、電化計画の初期段階から検討(既存アンロンタメイ村で実施中。夜間電力の約 50%相当を消費し、CEC の収支が改善した。バッテリーが1日長持ちするようになったと、利用者から好評。)
④ その他の燃料調達方法 ■ 近隣の樹木を伐採		■ 不法伐採を助長するリスク	■ コミュニティによる管理次第では可能だが、現時点ではリスクがあり、推奨できない(インドではこの方式も併用されている)
■ 市場から購入	■ 栽培努力が不要	■ 価格上昇と不法伐採リスク	■ まとめ買いとなるため価格上昇を回避すること困難。森林の不法伐採プレッシャーを助長するので、推奨できない
3. メンテナンス	■ ディーゼル発電機の維持管理技術と同等	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電力メータの信頼性</li> <li>■ フィルターの毎日清掃と、エンジンのメンテ</li> <li>■ メカニクス育成</li> <li>■ A 社製品の場合運転 3,000 時間毎にガス化炉のパーツ交換が必要</li> <li>■ スペアパーツの購入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 政府(MIME、REF 等)が一括購入してリース。EdC が検定設備を各州に保有。</li> <li>■ 高度ガス浄化機能のガス化炉を導入(小型機では困難→200 世帯以上を標準とする)</li> <li>■ オペレータ候補を選定し、精米所等でトレーニング(EdC、CFR、NGO の技術支援が必要)</li> <li>■ メーカーによる初期訓練と、NGO による支援(SMEC の技師は交換可能)</li> <li>■ メーカー代理店を通じて購入</li> </ul> <p>ガス化炉のライセンス生産、国内調達エンジンおよびフライホイールとのシステム化などで、国内企業育成と価格引下げが課題</p>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
<p>社会面</p> <p>4. 実施・運営組織</p>			
<p>① 地方電気事業者(REE)が実施・運営する場合</p> <p>公募方式を採用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 村民は、REE との受電契約、初期接続料および毎月の電気料金支払いだけで済み、手間と根気を要するコミュニティ支援活動は不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電気料金が高くなる(REE が負担する資金調達コスト、工事作業員の賃金、完工リスク、物価上昇リスク、支払い遅延リスク、利益分だけ高くなる)</li> <li>■ 信頼できる REE 業者と契約することが重要(主要都市の認可 REE でも零細業者が大部分で、配電施設は極めて貧弱)</li> <li>■ REE 業者の倒産・逃亡リスクと、完工リスク</li> <li>■ REE が契約する請負業者への村人の労力提供による建設費引き下げ案は機能し難い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CFR による補助金、低利ローン、技術指導の提供</li> <p>十分な支払い能力を持つ村に適用可能(50%以上のバッテリー普及率、料金単価 0.50 ドル/kWh、消費量を月 107 kWhとして、月 5ドルが必要)</p> <li>■ EAC あるいは REE 組合から実績ある業者を紹介して貰う。村人は既存ディーゼルミニグリッド施設と料金水準を確認してから、REE と契約交渉</li> <li>■ 完成するまで住民は初期接続料を支払わないので、実損は避けられる。</li> <li>■ 初期に現金で拠出するか、月々の料金に含める</li> <p>(村落道路で実例があるが、なぜ請負業者の仕事を代行しなければならないのか村人が理解できず、勤労意欲も湧かないため、うまく機能していないと言われる。これは、請負業者に拠出労力を使用させるという契約形態に問題の原因が潜むと考えられる。)</p> </ul>
<p>② コミュニティ電化組合(CEC)が直接実施・運営する場合</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電気料金を低くできる(工事作業への労力拠出、支払い遅延リスクは組合で負担、利益は不要、他)</li> <li>■ 機器更新費用の内部積立金をマイクロクレジットの原資とすること可能(地方電化基金への積み立てもオプション)</li> <li>■ 系統接続後は EdC に売</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電化組合の設立、MOI への登録、電化計画作成、DIME から投資許可取得、自己資金積み立て、支援申請書作成、配電機材・発電機器購入(サプライヤとの契約も可能)、工事、燃料確保、EAC から REE 免許取得、運転・維持管理、料金徴収、会計</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 調査団が作成し、全コムーニ等に配布予定のビジュアルガイドを用いて、DIME が啓蒙活動と情報提供(このサービスに対し、CFR が CEC 経由で補助金を支給)</li> <p>CFR/NGO による設立指導、技術・運営指導、モニタリング(CFR の TA 補助金から NGO へ報酬を支払う)</p> <p>パイロット計画の実施・運営によるデモ、想定外の課題と解決策を検討</p> <p>1計画 200 世帯以上を標準とする(小規模ミニグリッドは技術・原価・運営面で維持が難しい)</p> </ul>



項目	長所	リスク・課題	対策(案)
	<p>電することも可能(100 kW級以上の高信頼度発電機と並列装置が必要。発電原価を EdC 水準以内に低下させることが必要。)</p>	<p>のすべてを村民が担当することが必要。</p> <p>カンボジア村落の現状を考えると REF/バイオマス NGO の技術支援だけでは不十分。コミュニティ活動を支援している NGO、専門家との協力関係の樹立が課題。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ローン返済原資や機器更新費の積立金の管理・保管(銀行の倒産リスク、非生産的なタンス預金)</li> <li>■ グラント資金で建設した場合の料金も課題</li> <li>■ 決まった現金収入(定収)がないことから不払い、支払い遅延リスク</li> <li>■ 需要の過少予測による供給予備力不足・停電の可能性</li> </ul>	<p>複数コミュニティをカバーする広域ミニグリッドを建設し、多数の CEC/REE がミニグリッドから買電して小売だけを担当する方式が望ましい(Samlout 計画など。リスク分散。広域ミニグリッドや小水力発電所のモデルを、PPP 事業としてグラント資金で建設し、RPC に運営を委託、CEC が小売組合を組織することが望まれる)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 既存アンロンタメイ村では、Acleda Bank に預金。</li> <li>■ グリッドユーザからの相互補助金と同様に、REF/CFR にグラント資金の国内再配分として、拠金することが望ましい。この拠金は、CEC を支援する MIME/DIME の活動資金とすることを提案する。</li> <li>■ 例えば1ヶ月の支払い遅延で供給停止などの対策が必要。シェムリアップでは、農民が収穫時しか収入がないことから、6ヶ月以上の猶予期間を与えている(月消費量を最低の 1 kWh 未満に抑えれば月 0.5 ドル程度の支払いで済み、バッテリーよりも安価となる。課題は初期拠出金の手当てとなる。貧困家庭については全額労力拠出を他の CEC メンバーが認めることができれば、解決できよう。)</li> <li>■ 平均 100ワットの消費(所内電力、配電損失、予備力を加えて供給設備は 130 ワット)を標準とする(供給予備力 30%、発電機は複数台設置を基本とする)。世帯収入水準により 30-200 ワットの範囲で設定。計画段階で、各世帯の希望使用量と予測料金を確認し、加入契約を作成する。大型あるいは広域ミニグリッドは増設しやすい。</li> </ul> <p>電気使用上の注意： 安全面、推奨照明器具とその容量等</p>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 需要の過大評価による収入不足</li> </ul>	<p>について、説明資料、ポスターなどによる啓蒙。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 収入不足は電化事業の資金計画に大きな影響を与える。CFR が、支援申請を審査する際に需要予測をチェックし、過大と考えられる場合は再検討を求める。</li> </ul>
<p>5. 電化範囲</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 街道沿いに家屋が連続する場合や、村落間の距離が近い場合は一括電化可能</li> <li>■ PAGE と PAGE の中間地域や、将来的に系統延伸を見込めない陸の孤島の電化が可能(燃料輸送が不要)</li> <li>■ PAGE 内でも、系統延伸を長期間待つのではなく、村民の意欲と負担次第では早期電化が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 小村落がコミュニティ中心部から離れていたり(50世帯が1 km 以上離れていると配電線延伸は割高)、配電線から1 km 以上離れている分散家屋は電化困難</li> </ul> <p>コミュニティ内で道路沿いの比較的裕福な家庭の電化が優先される。貧困家庭はミニグリッド電化に参加できない可能性が高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 貧困世帯は組合に加入できない</li> <li>■ 初期接続料を支払えない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ミニグリッドを電源とする BCS を併設して、充電サービスを提供することを計画当初より検討し、貧困世帯への配慮を図る(ミニグリッドから受電する住民にとっても、昼間消費量が増えることは料金引き下げにつながり、歓迎できることを説明することが必要)。</li> <li>■ 月 1 kWh 未満(7ワットの電灯1つを毎日4時間使用相当)の低消費世帯には、労力出資を認めることが望ましい。他の組合員の同意がキーとなる。</li> <li>■ 本 MP では、CEC 方式の場合、初期接続料を建設費に加えて、補助金・ローン額を決定する。REE の場合には、CFR 補助金、マイクロクレジット(MC)の利用、村内の相互扶助により小作・賃金収入を得て初期拠出金に充当、初期拠出金を積み立て、支払い完了した時点で受電を開始する。</li> </ul>
<p>6. バイオマス電化事業による地域社会経済の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 家計月支出額が月 10ドル程度の世帯にとっては、0.2 ha で2トンの燃料木を栽培・供給すれば自分の電気料金程度は賄える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 燃料栽培を契約できる農家数は限られる(1世帯当り年間 0.2 トン程度の燃料消費なので、10 軒が受電してその内の1軒が栽培で自分の電気代</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 栽培希望者が多い場合は、低所得世帯を優先して契約することが望ましい(初期拠出金費用および電気料金の支払能力で優先度を判断。また、発電開始当初から燃料供給・買い上げを優先させることにより、加入を希望しながらも資金手当てができないでいる貧困世帯の初期拠出金の原資とすることを考える)。ただし、全員で栽培したら、1世帯当り</li> </ul>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1世帯が月に 10 kWh 使うと、年間 180 kg の燃料を消費、その購入代金は年 3.6 ドル。500 世帯の電化事業なら年間に 1,800 ドルが地域内に還流</li> <li>■ ミニグリッドなので、夜間照明だけでなく、手工業や給水ポンプ等の動力源とすることも可能</li> <li>■ 系統から遠く、小水力ポテンシャルがない地域にも電化機会 (Equal Opportunity) を提供 (社会的公正)</li> <li>■ コミュニティメンバーの相互協力確認の場</li> <li>■ 電化資金需要の小口化による実施促進</li> <li>■ 貧困削減への貢献 (MDG: 貧困軽減、健康と教育改善、環境保護)</li> </ul>	<p>を賄える)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 昼間需要による発電原価引き下げ</li> <li>■ 手工業促進策などの検討支援が必要なコミュニティが多い</li> </ul>	<p>の月収入は 30 セント(これが1世帯の燃料代)に留まる。10 世帯に1軒が栽培なら月3ドルに上るので、電気量の支払いに充てることが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ バイオマス発電の特徴として、使うほど発電原価が低くなる</li> </ul> <p>例えば、契約 100ワットで、月 10 kWh 超の多量消費者への優遇料金(低減単価)による需要喚起(長時間使用により、同じ発電設備で組合の収入増となる)。</p> <p>ただし、総運転時間が長くなるので、ガス化炉の耐熱部品の交換(インド製では 3,000 時間が目安)がより早く必要になり、エンジンも早く寿命に達することに注意。</p> <p>BCS、給水ポンプ、精米所、製氷所、木工所、他の手工業が存在する場合は、当初から電化計画に含める。昼間需要の有無は、電気料金に直接影響するので、DIME がビジュアルガイドで紹介・啓蒙し、CEC が計画段階で募集する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 生産活動推進、小規模の換金作物栽培のための給水ポンプなどの検討は、対象コミュニティだけでは一般に困難。電化計画時に、コミュニティの人的および水資源・観光ポテンシャル・農産物等を生かす方法をステークホルダーミーティング(CDC、Seilaプログラム、農業、観光、ハンドクラフト等の専門家、NGO)で検討することが必要。CDC(コミュニオン 開発評議会)が中心となって、各ステークホルダーの支援計画を共同作成。</li> </ul> <p>電化のポジティブなインパクトとして、ラジオ、TV による情報入手がある。その結果、農業、保健、教育の基礎知識を得られる。多くのコミュニティでカラオケ、ビデオ利用への期待が高いが、電気の利用方法について啓蒙が重要。</p> <p>電化は道路、保健、教育に劣らず個々の家庭に直接便益をもたらすため、実現意欲は比較的高い。情報が有力者のみに偏らないよう小規模集会を通して共有・参加を促進</p>

項目	長所	リスク・課題	対策(案)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 保健、教育セクターでの電化需要はあるが、料金負担が課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CDC が中心となり、各地域での保健、教育、環境保護、コミュニティフォレスト活動などのセクターの責任者を早い段階でステークホルダーとして CEC に取り込み、協力、意見を取り込む</li> </ul>

## 添付資料-15 電化と貧困削減

～ オフグリッド地域のミニグリッド電化が貧困削減にどう貢献するか ～

### 電気照明の直接効果

- 1) 家庭での夜間学習や英語塾、学校でのコンピュータ授業などを通じて、児童がより多様な勉学の場を持ち、将来より報酬の多い職を得て、家計収入向上に貢献する機会を与える。
- 2) 診療所や産院に夜間照明が設置されることにより、住民への保健衛生サービスが向上する。
- 3) 夜間に成人識字学校を開設できるようになる。

### 保健衛生面

- 4) 診療所のSHSなどにより毒蛇ワクチン等の冷蔵保管が可能となり、住民の緊急時に応急処置が可能となる。

### 貧困対策

- 5) ミニグリッドの初期拠出金として貧困世帯には全額労力拠出を認めることにより、貧困世帯もCECに加入し受電することが可能となり、バッテリーより安価で良質な電気照明を豊富に使用できる。
- 6) バイオマス発電の場合、燃料栽培を貧困世帯と優先契約することにより、貧困世帯の収入を向上できる。
- 7) 将来の機器更新のための積立金を原資として、貧困世帯の家計収入向上策にマイクロクレジットを提供できる。
- 8) 昼間需要への給電により、ミニグリッド全体の発電原価が低下する結果、各世帯の照明支出が相対的に減少する。貧困世帯も、バッテリー照明時より安価な料金でより多くの照明をより長い時間利用できるようになる。

### 家計収入向上効果

- 9) 夜間にも縫製業や木彫などの手工業が可能となり、家計収入向上に貢献する。
- 10) 昼間に、電気を動力として使用することにより、石材加工、木工などの作業効率と生産性が高まり、収入が向上する。
- 11) 給水ポンプ、精米所などのディーゼルエンジンを代替することにより、村外に流出していた燃料代を、村内の他の経済事業にまわせる。
- 12) 州都など最寄の市場までの運搬手段(トラック、ボート、仲買人)がある場合、かんがいポンプによる換金作物の栽培などにより、家計収入向上を図れる。