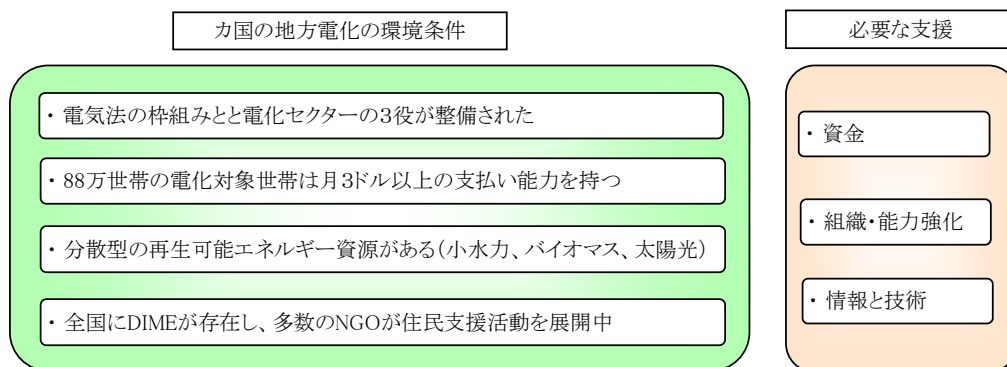


### ES1 国家計画の策定

本 MP は、JICA 調査団と MIME のカウンターパートが 2004 年 12 月から 2005 年 12 月までの現地調査に基づいて共同で作成した。JICA 調査団は、今後カンボジア政府が本マスタープランを国家計画として採用し、地方電化を推進することを提言する。

図7に示すように、過去の世銀などによる支援と政府や NGO の努力により、地方電化の環境は整ってきた。今、オフグリッドの電化を進めるためには、① MIME/DIME および NGO の能力強化と活動資金確保、② CEC/REE の電化事業への資金支援、CEC の設立・運営支援、および啓蒙と技術支援を提供すれば、政府の電化目標は達成可能であると、調査団は考える。



出典： 調査団

図7 カンボジア国地方電化の環境条件と必要な支援

### ES2 政府主導の系統電化<sup>18</sup>と民間主導のオフグリッド電化

カンボジア国の地方電化は次の2つの方式により、村落数と世帯数の電化目標を達成する。

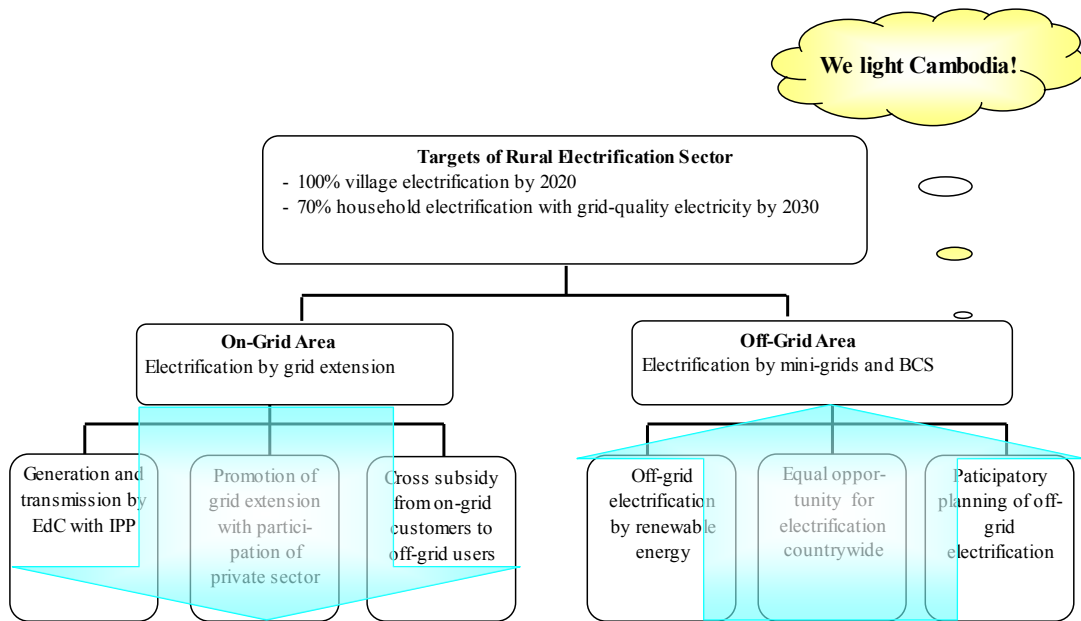
- ① **系統電化**： 系統延伸により 2020 年までに 6,411 村落、60 万世帯<sup>19</sup>を電化する。
- ② **オフグリッド電化**： ミニグリッドにより 2020 年までに 3,600 村落、20 万世帯を電化する。平行して、未電化の全村落<sup>20</sup>に対してそれぞれ 25%以上の世帯をバッテリー照明を含めて電化する。

図8に示すように、カンボジア国の地方電化はこの2本柱の戦略で進める。本 MP は、同図の右側に示すオフグリッド地域の電化を対象とする。

18 変電所からコミュニティへの中圧配電線の延伸は主として EdC が担当することになるが、民間業者が参入することも考えられる。

19 2005 年の推定世帯数約 250 万をベースとし、2020 年までの人口・世帯数の伸びを算入前の値。

20 1998 国勢調査資料と 2003 年 Seila 村落データベースから 1,720 村落を特定した。



出典：調査団

図8 カンボジア政府の開発ゴールと地方電化セクターの政策目標

地方電化の推進体制の主役は、大規模投資が必要となる系統電化では官（MIME-EdC）、小規模なオフグリッド電化は民（REE、含む CEC）とする。系統電化では、EdC が 2020 年までに送電系統を全国の州都・郡都まで延伸する<sup>21</sup>。REE がこの系統の安価な電力を電源として、収益事業として配電を担当する<sup>22</sup>。

オフグリッド電化は、2020 年までに系統が届く可能性が低い地域の村落に対しても電化機会を均等に提供するものである。政府は、本 MP で作成したビジュアルガイドに沿って住民を啓蒙し、住民が企画・実施する電化事業を支援する役割(enabler)を担う。

### ES3 実施体制・支援体制の確立

#### ES3-1 鉱工業エネルギー省(MIME)／同州事務所(DIME)の組織強化、人材育成

カンボジアの地方電化セクターの組織図と主要機能を図9に示す。MIME が全体を管轄し、REF/同補完機能(以下本 MP では CFR と略称)が資金支援と人材育成機能を担う。

DIME が住民に対する広報と啓蒙活動を担当する。REF/CFR による管理・資金支援の下に、NGO/コンサルタントなどが CEC の設立・運営支援と技術指導を担当する。

調査団は、MIME が組織強化のために以下の3つの施策を採用することを提言する<sup>23</sup>。

21 Koh Kong と Pailin の2州は、タイから直接給電を受けているため、送電系統延伸計画に含めない。

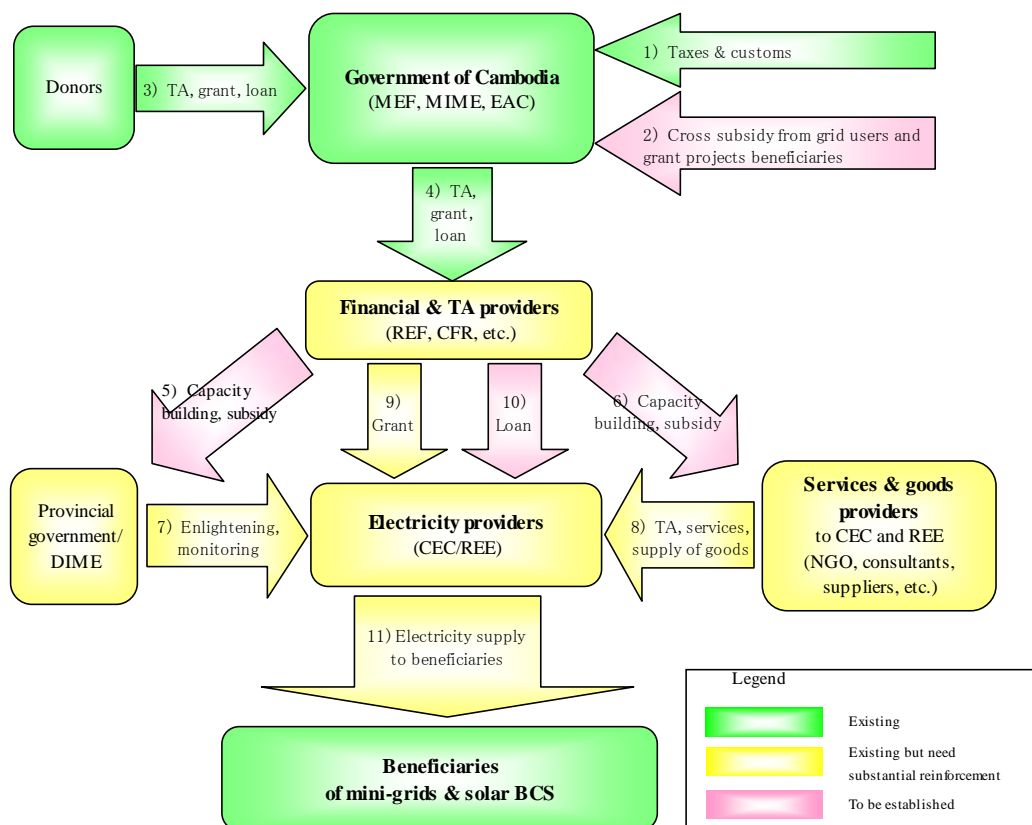
22 調査団が提案する、地方電化のためのカンボジア全国の送電系統延伸計画と副送電線延伸計画を含む、系統電化計画を添付資料-3 に示す。

23 MIME の組織強化策(案)を添付資料-6 に示す。

- ① DIME 要員の増強：特にオフグリッド地域対象
- ② パイロットプロジェクトの実施を通じて要員の能力強化
- ③ 活動資金の確保：パイロットとグラントプロジェクトの運営剰余金を MIMÉ/DIME の活動資金に充当する。また DIME による CEC 支援サービスに対して、REF/CFR から CEC 経由で資金支援

REF/CFR は、MIMÉ と EdC の協力を得て、DIME、NGO 等の CEC 支援組織を対象として、以下に示す分野でパイロット／モデル事業の実施を通じてトレーニングを実施する。

- ① 住民対話集会
- ② 地方電化制度の広報と啓蒙
- ③ CEC の設立啓蒙
- ④ 再生可能エネルギー技術の紹介
- ⑤ 設計と工事ガイダンス
- ⑥ 完成後の運転・維持管理、定期検査
- ⑦ 会計と資金管理の指導、および会計監査



出典：調査団

図9 地方電化セクターの関係機関と機能

ES3-2 コミュニティ電化組合(CEC) / 地方電気事業者(REE)：特に組合については設立支援

CECとREEの2つの実施主体

オフグリッド地域の村落社会の限られた支払い能力(月 3-5 ドル)と、実績ある REE 業者数が限定されている(2004 年で認可 REE は 107)現況に鑑み、次の2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より多くの村落を電化
- 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推進

図 10 に CEC による電化事業の実施とその外部支援が必要となる背景を示す。オフグリッド地域の電化需要としては、ミニグリッドだけでも 3,000 強の村落があり、かつこれらの対象村落ではバッテリー照明が 50%程度の世帯に普及し月 3-5 ドルの支払能力を有すると推定されている。ところが、この電化事業推進を市場原理により REE の民間事業だけに委ねた場合、その収益性が低いこと、また実績ある REE 業者数が限られることから、電化が一部の大きな地方都市に限定され、そのほかの村落では遅々として進まないことが予想される。かといって、政府 EdC は系統電化に注力することが必要なので、政府による系統延伸を待っていたのでは、電化が何時実現するか見当がつかない。したがって、ミニグリッドによる電化を早期に実現するためには、自助努力によりコミュニティ住民自身が CEC を設立して、初期費用を準備し、リスクを負うことによって、より低廉な電化を実現することが必要となる。

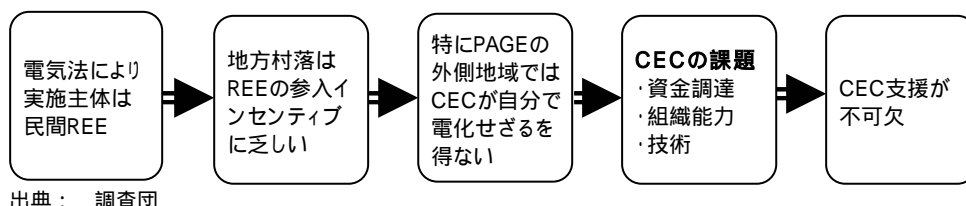


図 10 CEC の支援が必要な背景

CEC によるミニグリッド電化は、オフグリッド地域の電化促進のための有力な手段と判断する<sup>24</sup>。REE のミニグリッドでは、多少の資金支援により採算性がとれる事業を準市場原理で普及させる。太陽光 BCS は、保守費用相当額程度をリース料として徴収する。しかし、初期投資資金が高額となり住民による独自設置が困難なことから実質的には無償設置が必要となる。したがって、REE による営利事業ではなく CEC が運営するものとする<sup>25</sup>。

CEC の設立・運営支援

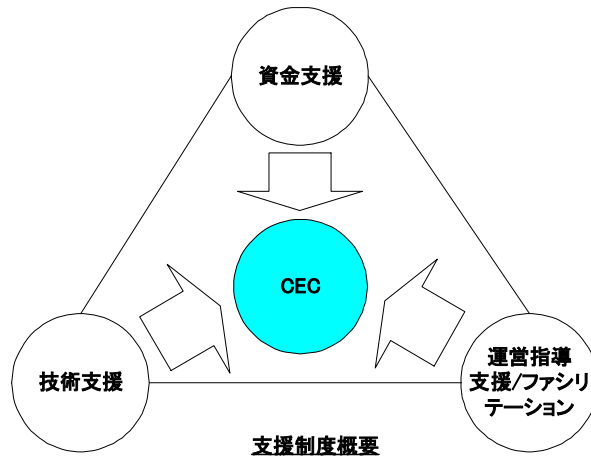
CEC に対する3つの支援を図 11 に、支援の枠組みと機能分担を図 12 に示す<sup>26</sup>。

24 住民の支払い能力、および REE に対する不信感から、より低い料金単価を実現できる可能性がある CEC 方式を選択するコミュニティが多いと予測される。2005 年 12 月に実施した住民ワークショップでは、9つのコミュニオン中8つが、REE は信頼困難などの理由により、初期資金調達が困難なことを認識しながらも、CEC 方式を望んだ。

25 SHS の場合には、Sales モデルや Service モデルの事例が他国に見られる。そのような事例では、サプライヤやプロバイダが高率の補助金あるいはソフトローンを得ない限り、購入者は所得ピラミッドの一部上位層に限られよう。BCS の場合には、CEC あるいは村の高所得者が個人で太陽光 BCS を導入することが必要となる。しかし、ディーゼルと比べてコストが割高となるため、地方部の小村では太陽光 BCS 導入へのインセンティブは働き難い。

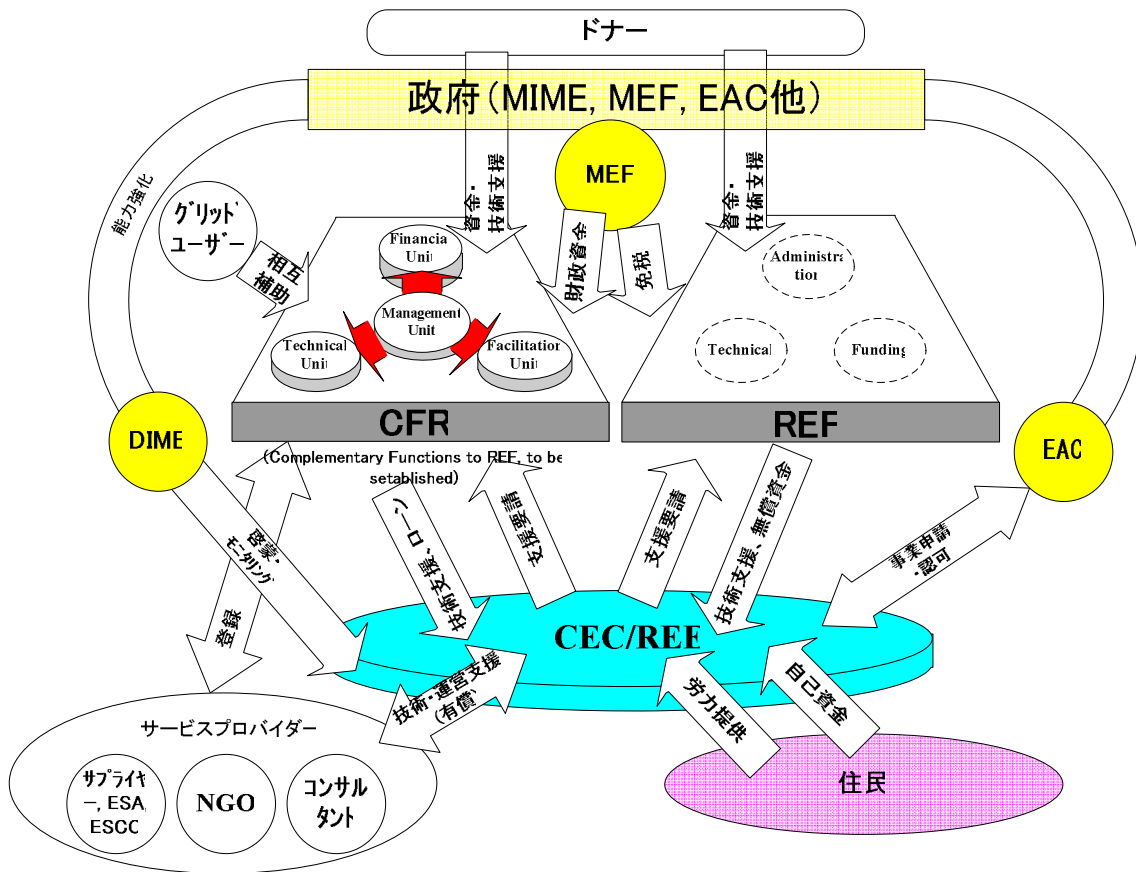
26 2005 年 12 月に 10ヶ所のコミュニオンで開催したコミュニティ・ワークショップの結果概要と、村落電化組合による持続的電化実現の条件を添付資料-4と5に示す。また、CEC 支援業務の細部を添付資料-9に示す。

図 13 に CEC の設立・運営支援の概念を示す。



出典： 調査団

図 11 CEC に対する 3 つの支援



出典： 調査団

図 12 CEC 支援の枠組みと機能分担

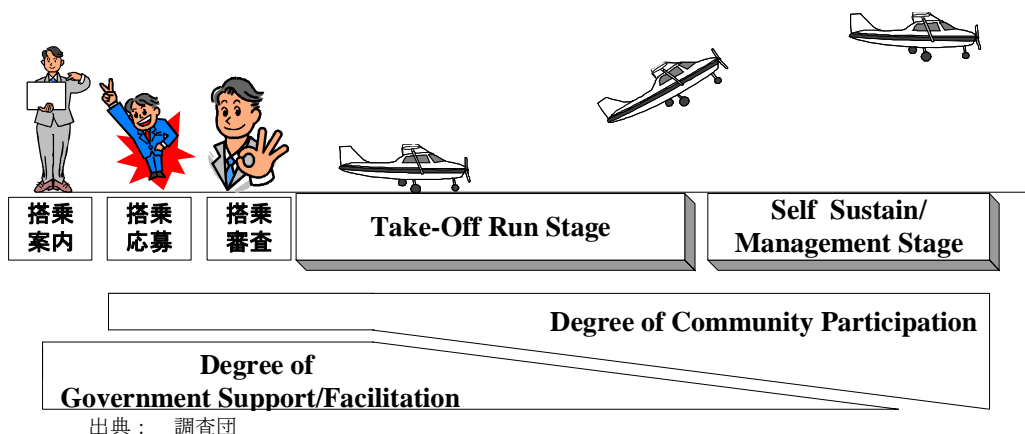


図 13 CEC の支援概念

- ① DIME が搭乗案内 (ビジュアルガイドによる啓蒙、支援制度の広報)
- ② NGO/コンサルタントなどが搭乗応募から離陸まで (CEC 設立、REF/CFR への支援申請書記入、事業実施、運用開始)
- ③ 水平飛行に移行後は DIME がモニタリング (年1回の定期点検、運転維持管理状況のモニタリング、会計監査、BCSリース料の徴収)

ES4 資金調達

ES4-1 資金調達：補助金原資の確保、ローン原資確保

MEF/MIME は、以下に述べる資金源から、表 2 に示すように総額約 427 百万ドル規模を調達することが必要となる。オフグリッド地域では約 147 百万ドルが必要となる。

表 2 2020 年までの地方電化の資金需要サマリー

(単位：1,000ドル)

電化方式	総費用	資金源		
		補助金	自己資金	ローン
系統電化	280,140	70,035	42,021	168,084
オフグリッド電化	146,887	54,219	20,903	71,764
合計	427,027	124,254	62,924	239,848

出典：調査団

補助金原資の確保

- ① 輸入再生可能エネルギー機器の免税 (2009-2020 年までの期間の輸入関税と VAT の免除合計で 13 百万ドル相当の支援効果)
- ② グリッドユーザーによる相互補助金 (同上期間で合計 40 百万ドル規模の原資)
- ③ パイロットプロジェクトの運営剰余金と、CEC から受け取る支援サービスに対するフィー (MIME/DIME の地方電化に係る活動資金とする)
- ④ ドナーのグラント資金、現物出資 (無償プロジェクト)<sup>27</sup>

27 無償プロジェクトの受益者からも、相互補助金相当額を徴収し、MIME/DIME の CEC 支援活動に充当することを、調査団は提案する。



**ローン原資確保**

MEFの財政資金 ドナーの融資/出資
-----------------------

**ES4-2 地方電化基金(REF)の機能補完: ローンへのアクセス改善**

REFのグラント機能を補完するために、長期・低利の融資機能の新設・追加が必要である。既存のREFは、その設立法によりグラントとTA機能に限定されている。そこで、融資機能を持つ新基金(Fund)、特別勘定(SA: Special Account)、あるいはノンプロフィットの特別目的会社(SPC)をMEF-MIME管理下に新設することを提言する。

既存商業銀行ローンは、よい条件でも金利20-30%、期間は1-2年が限度で、加えて高額な担保を必要とする。このため、既存REEミニグリッドやBCSのようにディーゼル発電による場合には、その初期投資が小さく投資回収期間も比較的短いため、一部で利用されている。しかし、再生可能エネルギーは初期投資が大きく、その回収のためにはより長い期間を必要とする<sup>28</sup>。

**ES5 コミュニティ電化組合(CEC)/地方電気事業者(REE)の実施支援**

**ES5-1 地方電化の啓蒙と事業運営のモニタリング**

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を起用することを提案する<sup>29</sup>。

カンボジア国は人口密度が低く、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、特にオフグリッド地域における地方電化事業を管理・モニタリングするためには、各州都に存在する州政府と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、あるいは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。

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)として用途を限定して、CEC/REE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、行政サービスや技術支援の対価(DIMEやNGO向け)が口座から直接支給される仕組みを支援制度に組み込む。

DIMEはCECに対して以下のサービスを有償で提供する。

BCSの年1回の巡回点検保守・指導・会計監査サービスを提供して、BCSリース料の引当金から代価を支払う <sup>30</sup> 。 CECミニグリッドの巡回点検・指導・融資機関の代理として会計監査サービスを提供し <sup>31</sup> 、CECは電気料金収入から前項と同程度の代価を支払う。
---

28 調査団の試算では、バイオマス発電の場合には、CFRの資金支援計画を、CEC自己資金15%、補助金25%、金利3%で期間15年のソフトローン60%とすれば、免税とグラントを組み合わせることにより、料金単価がほぼ35セント程度で返済できる見込みである。

29 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。

30 BCSの場合は平均1泊2日の定期点検等の巡回サービスに対して67ドル(交通費\$40、宿泊\$15、日当\$6x2日)と試算。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、支援機関が管理するリース料の積立金(平均年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。

31 EACは、電力セクターの監督機関として同様のサービスを提供している。DIMEによるこのようなサービスは、融資機関(CFR)の代理として提供するものであり、EACの監督機能を侵食するものではなく、EACと協同してCEC支援の最大化を目指す。

## ES5-2 コミュニティ電化組合(CEC)の設立・運営支援と技術指導

電化を希望するコミュニティは、本調査で作成したビジュアルガイドに沿って住民集会を開催し、以下の作業を実施することが必要となる。

- ① 受益者負担による電化意思の確認
- ② 実施主体(REEかCEC)の選択

以下は CEC 方式を選択した場合

- ③ CEC 設立・登録、需要調査、電化計画作成、初期拠出金積立、支援申請書作成
- ④ 設計、調達、建設、試験、EAC から事業免許取得、業者・専門家への支払
- ⑤ 運転・維持管理、電気事業運営、ローン返済<sup>32</sup>、免許料支払、会計報告、設備更新

このような CEC による地方電化事業の計画・実施・運営<sup>33</sup>を支援する機関と役割を表 3 にまとめる。

表 3 CEC の支援機関と役割分担

No.	組織	担当機能
1.	MIME	全国の電化事業の統括、技術基準の設定、進捗状況のモニタリング
2.	州政府/MOI	CEC の協同組合としての登録
3.	EAC	CEC ミニグリッドの発電・配電設備の技術審査、料金体系と水準審査、会計監査、REE 免許 <sup>34</sup> の発行、1-5 年毎の免許更新時に再審査
4.	DIME	住民に対する初期啓蒙と情報提供、完成後の定期点検・技術指導・会計監査、BCS リース料徴収
5.	REF/CFR	CEC/REE による地方電化事業への資金支援(補助金とローン)、NGO 等による支援活動資金も CEC の銀行口座経由で補助、DIME/NGO 等の人材の能力強化
6.	NGO/ コンサルタント <sup>35</sup>	CEC ミニグリッドの設立・運営および技術支援を、CEC と契約ベースで提供 <sup>36</sup> 。
7.	サプライヤなど	機材納入、据付。機器の保証期間完了後の故障時には有償で修理

出典：調査団

### (6) 地方電化プログラム

本 MP の作成基本方針に沿って作成した地方電化プログラムについて以下に述べる。

32 Acleda Bank が地方部に最大の支店数を持つ。これらの支店に CEC 名義で口座を開設すると、プノンペン支援機関からの資金受取や、ローン返済金の振込みに利用できる。

33 小水力案件は専門技術を必要とするため、CEC による計画・実施は困難であり、MIME が実施主体となりさらに技術協力を得て、人材育成を主目的として実施することが必要である。

34 電気法では EAC が免許を付与できるのは、会社、もしくは規模が小さい場合は個人のみである。この制度への対処方法としては、(1)代表者に権限を与え、認可者としての責任を負うか、または、(2)CEC を会社として登録することが考えられる。

35 MIME は、ESA (Energy Service Agent)、ESCO (Energy Service Company)等の民間会社の利用も検討している。

36 数年後には、Anlong Tamei 村のような既存 CEC による水平支援もオプションのひとつとなろう。



1) 3つの電化レベル

カンボジアにおける地方電化では、バッテリー照明の高い普及率と、2020年までには系統延伸の可能性が低い地域(PAGE外)に20%近い国民が生活することに鑑み、表4に示す3段階の電化方式を採用する<sup>37</sup>。

表4 地域別、レベル別電化基本方針

地域分類		電化計画				
		電化レベル	消費水準		形態	電源
			ワット	kWh/月		
全国	オングリッド	3	<400	50	系統	全国電力系統
	オフグリッド	2	100	10	分散型ミニグリッド	小水力、24時間連続が基本
			(村落経済水準により30-200)			バイオマスガス化発電、時間給電
1	10 (TVを使う世帯は40)	3	BCS、SHS、公共施設電化型	既存ディーゼルおよび新設太陽光BCSによるバッテリー照明、必要などきだけ使用		

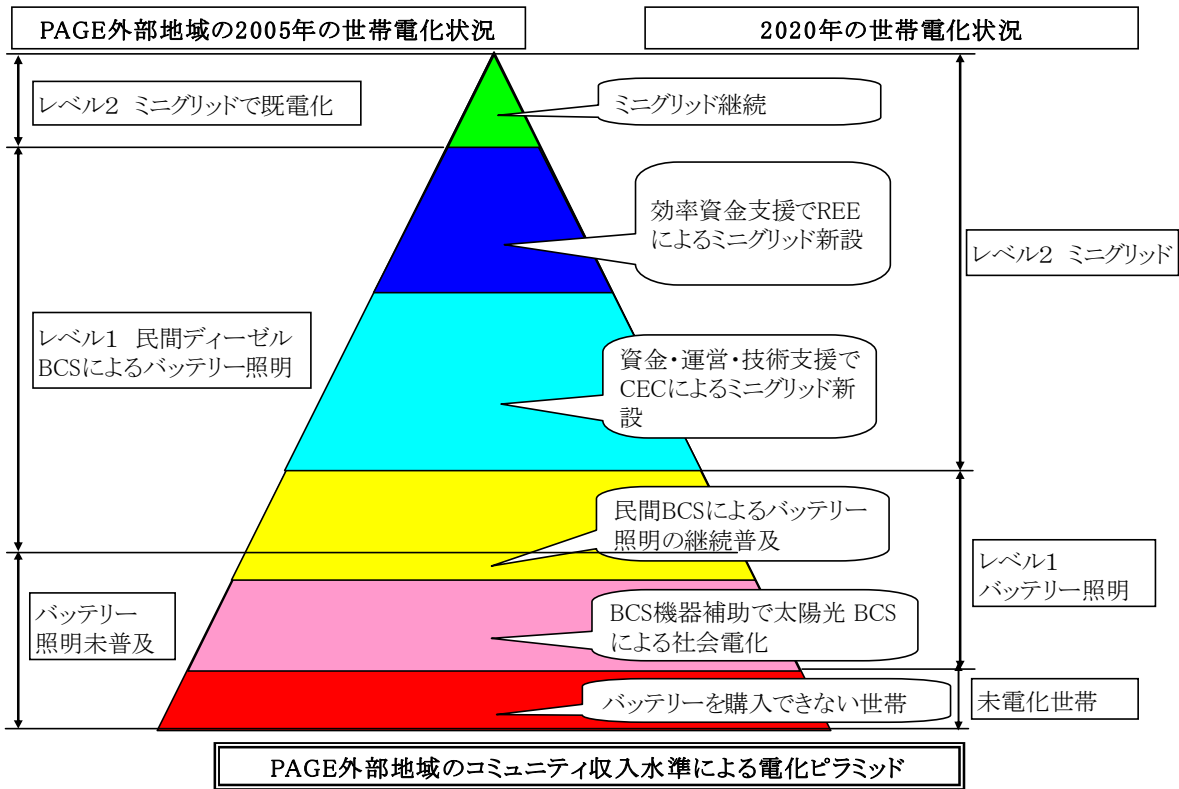
出典：調査団

図14に、2005年の世帯電化状況に応じた3段階の電化レベルの採用方法を模式的に示す<sup>38</sup>。オフグリッド地域の主要部分を占めるPAGE外側の地域を対象として、コミュニティの電化の現況を左側に、2020年の電化形態を中央の三角形に、またその電化レベルを右側に示す。家計収入の底辺層の村落<sup>39</sup>には、電化レベル1の太陽光BCSによるバッテリー照明を普及し、村落電化率100%の達成を図る。

37 表中でディーゼル発電も電源候補としている。都市部周辺やメコン河周辺の平地部では、小水力ポテンシャルも、またバイオマスを栽培する遊休土地も乏しい村落がある。また、1日3時間未満の短時間給電の場合には、ディーゼル発電が他の再生可能エネルギー源より安価となる。そのような村落のために、ディーゼル発電も候補電源オプションのひとつとして用意する。

38 図の面積は、実際の割合を代表していない。

39 この村落の分布状況は巻頭の位置図に示されるように、北部と東北部の州に集中している。この分布は、低い識字率の村落分布と高い一致を示している。村落の収入水準が、地理的位置に影響されていると推定される。



出典： 調査団

図 14 PAGE 外部地域のコミュニティの収入水準による電化ピラミッド

## 2) 再生可能エネルギーの活用

本 MP の作成基本方針に沿って、先ず再生可能エネルギーポテンシャルを概観し、次にカンボジアでは新規技術となるバイオマスガス化発電を紹介し、最後に電化レベル2のミニグリッドと同レベル1のBCSの電源について説明する。

### ① 再生可能エネルギーのポテンシャル

オフグリッド地域における再生可能エネルギーのポテンシャルとその特徴を表 5 および図 15-17 に示す<sup>40</sup>。図 15 は、衛星資料による日射量の月変動を示す<sup>41</sup>。図 16 の黒点は小水力ポテンシャルを、赤枠は環境保護区を示す。図 17 は、ピンク色以外の地域では、草地と灌木地だけでもバイオマス栽培に必要な土地資源を確保できることを示す<sup>42</sup>。

40 系統へ接続・給電する小水力や風力計画のポテンシャルは含まない。より詳細なポテンシャル情報を添付資料-10 に示す。

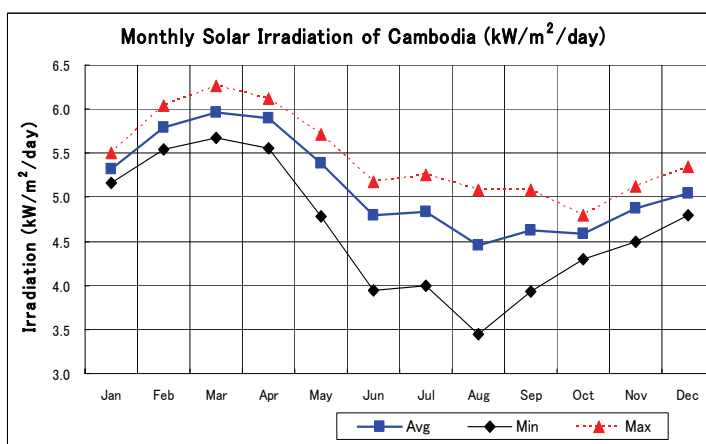
41 地上観測値との比較の結果、月最小値で計画すると安全側となることが判明した。

42 北東部の国境森林地帯などもピンク色となっているが、これは GIS 処理上、住民がいない地域をバイオマス発電には不適と便宜的に分類・表示した結果である。

表 5 再生可能エネルギーの分散型電源としてのポテンシャル

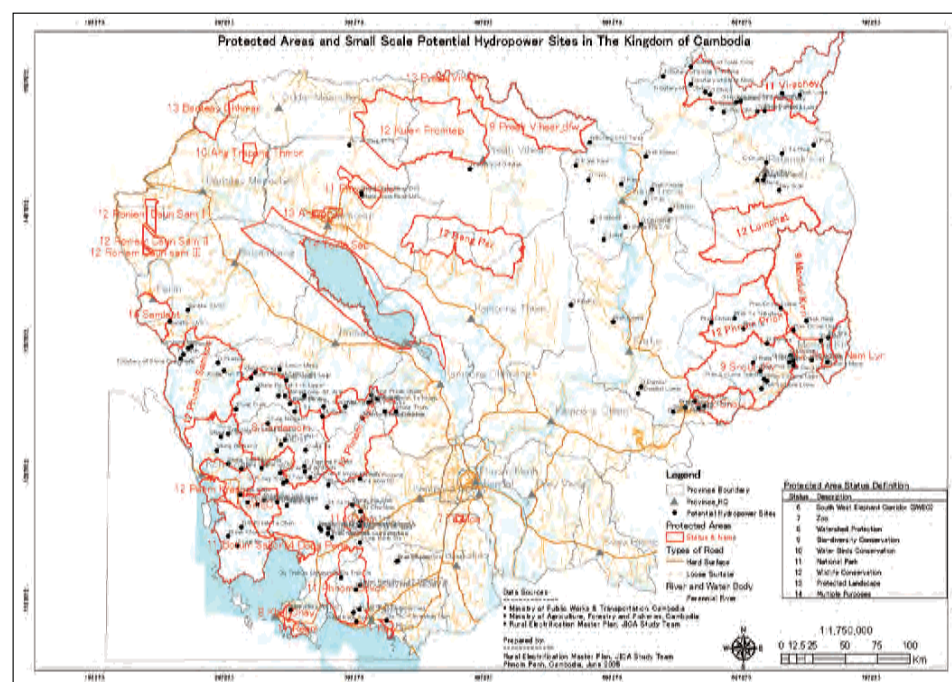
No.	エネルギー源 (利用方式)	ポテンシャルの特徴
1.	小水力 (ミニグリッド)	小水力ポテンシャルは東部・南西部等の山地・丘陵地域に限られ、過半を占める平地部ではポテンシャルがほとんどない。
2.	バイオマス (ミニグリッド)	日射量、降雨、土地資源(草地、灌木地だけでも十分)に恵まれており、バイオマス資源は全国的に豊富で、また栽培ポテンシャルが高い。
3.	太陽光 (BCS、SHS)	全国で豊富(月最低値の年平均 4.7 kWh/m <sup>2</sup> /day)
4.	風力 (BCS、SHS)	地上高 20 m で平均風速 2.6 m/s と乏しい。局所的な一部の風回廊では BCS 電源としての利用が可能だろう。

出典： 調査団



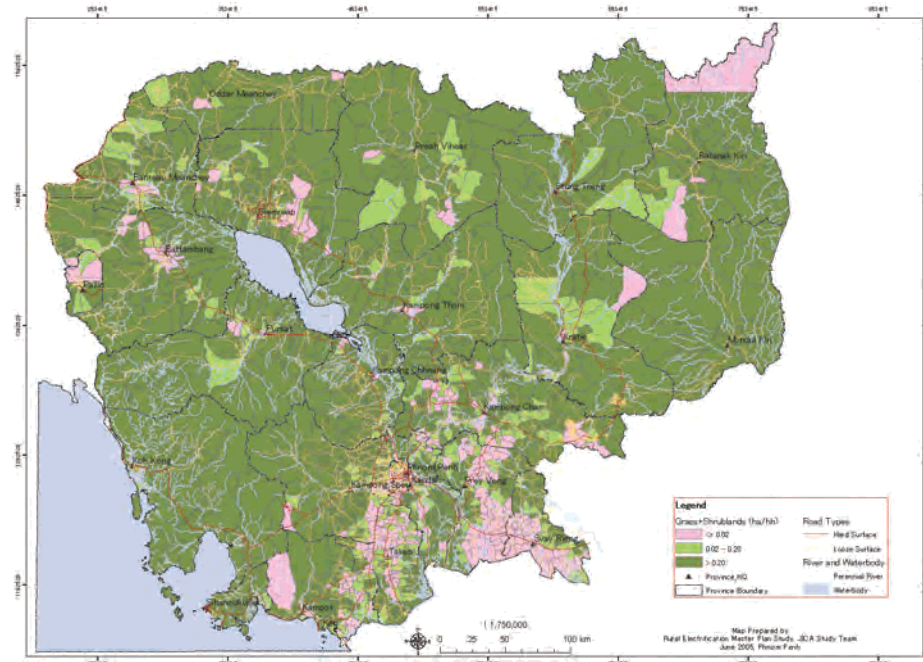
出典： NASA 衛星データから調査団が編集

図 15 カンボジアの日射量の月変動範囲



出典： 調査団

図 16 カンボジアの環境保護区と小水力ポテンシャル地点



出典： 調査団

図 17 草地・灌木地の世帯当たり面積

## ② バイオマスガス化発電

バイオマスガス化発電は、地方電化のための分散型ミニグリッドの電源として以下に示すような長所を持っている。

- カンボジアの半数近い村落では、草地とかん木地だけでも農業生産に影響を与えることなく必要な燃料木を栽培するために十分な土地面積があるので、栽培型のバイオマスガス化発電を適用できる。<sup>43</sup>
- 燃料木はコミュニティ内で栽培可能である。したがって、早魃年、火災、冠水などの事態に備えてエネルギーリザーブ（予備林）と組み合わせることにより、安定的かつ持続的な供給を期待できる。
- 数種の早生樹種は、枝を切るほど毎年新芽が伸びる養蚕用の桑の木に似て、植林の1年後から4-6ヶ月おきに収穫可能となる。
- 発電の燃料原価は\$0.03/kWh であり、ディーゼル発電の\$0.23/kWh と比べて安価である。この特徴が小規模電気事業の持続的な運営に貢献する。
- 燃料木購入のために栽培農家に支払われた代金はコミュニティ内に留まり、他の経済活動に使うことができる。
- 栽培農家との契約時に貧困世帯を優先することにより、燃料木販売代金から電気料金を賄えるようになるので、そのような貧困世帯も CEC に加入し受電することが可能となる。

<sup>43</sup> モミガラ等の農業廃棄物が、コミュニティ内で既存ユーザーと競合することなくかつ季節的・長期的に安定して得られる場合には、農業廃棄物が燃料の第1候補となる。



- ディーゼルエンジンと比べて一部のガス化炉の維持修繕作業は軽微であり、耐熱パーツの交換作業を除いては特別な専門技術を必要としない。
- 電気需要が増大した場合、発電設備を増設できる。

バイオマスガス化発電は、小水力のような 100 年を超える長い実績はないが、地方電化で必要となる小型機の一部の形式では、第 2 次大戦中に 100 万台を越える供用実績がある。またインド、中国、ミャンマーなどでは地方電化、かんがいポンプ、精米所等の動力源として適用されている<sup>44</sup>。カンボジアでは、バイオマスガス化の研究目的で 2004 年に、またバタンバン州のアンロンタメイ村の電化目的で 2005 年1月に、各1台の小型ガス化炉<sup>45</sup>が導入され、運転中である(図 18 の写真参照)。



出典：調査団

図 18 カンボジアのバイオマスガス化発電による地方電化の事例<sup>46</sup>

バイオマスガス化発電は、小水力・ディーゼル発電と比べると、実績やメーカー数が未だ限られている。その一方で、全国ほぼどこでも適用可能、燃料費がディーゼルの7分の1弱と安価、燃料はコミュニティで自給するため国際需給に影響されない、燃料購入代金がコミュニティ内に還流し他の経済活動に使うことができる、燃料栽培・収穫運搬・乾燥・ガス化炉の適性寸法への裁断作業(図 19 参照)での雇用創出効果などのメリットがある。バイオマス利用は、欧米でも雇用効果が高いと認識されており、カンボジアの地方部では特に期待される。ただし、商業化されている既存技術には排水の最終処理方法の妥当性の検証が必要と考える。調査団は、この検証と、さらに CEC による運転・維持管理のフィージビリティをパイロットで確認できれば、カンボジアにおいても地方電化の電源として適用可能と考える。2005 年 10 月 27 日に開催された世銀主催のカンボジアエネルギーセクター戦略ワークショップ

44 小型ガス化炉は、インド(合計 55,000 kW)、中国(熱利用中心)、ミャンマー(2000 年以降で計 135 セット、内発電が 25 セット)などで商業普及。バイオマスガス化発電技術の詳細は「第 5 巻:付属資料」の Appendix-C 参照。

45 連続定格出力 7 kWe

46 左がガス化炉、右は燃料木の栽培地

ップの第3分科会では、バイオマスエネルギーの重要性と政府による政策フレームワーク策定の必要性が確認された<sup>47</sup>。



出典：調査団

図19 ガス化炉用燃料木

バイオマスガス化発電はカンボジアでは未だ技術そのものがほとんど知られていない。MIMEは、本MP調査を通じて、カンボジアの地方電化においてバイオマスガス化発電が果たすべき重要な役割を認識し、その広報とカンボジアへの適用性を実証するために、2つのパイロット事業を実施することを企画している。ひとつはその規模が10kW、100世帯程度の小規模なものとなる見込みである。もうひとつの候補は政府施設の電化パイロットである。また、NGOのSMECも新設・増設の各1計画を検討中である。これらのプロジェクトは、本MPが平地部において推奨するバイオマスガス化発電によるミニグリッド計画の先駆けとなる。調査団が短期施策として提言する4つのバイオマス事業(2.2節のSP3参照)と合わせて、全国展開が必要なモデル/パイロット事業の一部となる。

### ③ ミニグリッドの電源

表6に示すように、小水力とバイオマス発電は、初期投資以外の項目に対しては、ミニグリッド電源に求められる条件を満たす<sup>48</sup>。また、発電設備の利用率<sup>49</sup>が12%以上の場合には、バイオマス発電の経済性がディーゼル発電を上回る(図23参照)。調査団は、小水力、バイオマス発電、およびディーゼル発電の3つを、オフグリッド地域におけるミニグリッドの電源とすることが妥当と考える。

47 同分科会には、MIME1名、世銀3名、JICA調査団2名、NGO6名が参加。Proceedings, Cambodia Energy Sector Strategy Reviews Workshop, October 27, 2005, Phnom Penh, Cambodia.

48 小水力、バイオマス、およびディーゼルの3つのミニグリッド候補電源について、ポテンシャル以外の適性の比較表を添付資料-11に示す。

49 ある発電設備をフル出力で毎日24時間運転すれば設備利用率100%、3.1時間なら12%となる。

表6 オフグリッド地域のミニグリッド電源の必要条件

No.	項目	ディーゼル	小水力	太陽光	バイオマス
1.	運転・維持管理が、訓練を受けた村落住民で可能	○	○	○	○
2.	燃料が不要か、持続的に購入・調達可能	△ <sup>50</sup>	○	○	○ (栽培型)
3.	投資額が、支払能力(月 3-5ドル)以内の料金で回収可能 (前提条件)	○ (ローン)	△ (高率補助金とソフトローン)	△ (全額補助金)	△ (ソフトローン)
4.	分散型独立電源として必要な規模(10-200 kW)の発電が可能	○	○	× <sup>51</sup>	○
5.	発電原価 <sup>52</sup> (\$/kWh) 設備利用率 15% 同 30%	0.59 0.40	0.85 <sup>53</sup> 0.40	- -	0.56 0.28

注：○ 可能、△ 条件付で可能、× 不可  
出典：調査団

#### ④ BCSの電源

本MPでは、BCSの電源として太陽光を推奨する。

BCSは、バッテリー照明がまだほとんど普及していない僻地村落を対象となることから<sup>54</sup>、その運転維持管理の容易さがキーとなる。太陽光は、発電機(パネル)の運転は不要であり、ほぼメンテナンスフリーである<sup>55</sup>。一方バイオマス発電は、BCSの所要出力規模 1-4 kWp が小さすぎて適用困難である他、運転とメンテナンスが必要となる。一部の風回廊では、風力も BCS 電源候補となる。その場合には、年間を通じての風況調査と、機械部品のメンテナンス態勢に留意が必要である。

再生可能エネルギーではないが、ディーゼル発電は BCS の小規模需要にも対応でき、発電機はローカル市場で購入可能であり、燃料の販売ルートも確立している。技術的に信頼性が高く、既存 BCS 業者はいずれもディーゼル発電を電源としている。しかし、僻地の小さな村の場合には、修理要員の確保、燃料の特に雨季中の運搬と価格変動リスク、および小規模 BCS の低い収益性という課題を抱えている<sup>56</sup>。したがって、ディーゼル BCS については、市場原理により民間業者の参入に委ねるのが適切と考える。

50 価格高騰、雨季中に道路閉鎖等による供給不足リスクがある。

51 技術的には可能、経済的に非現実的

52 税込み、需要家端

53 滝を利用した経済性の高い案件では 30 セント程度のポテンシャルもある。

54 巻頭の位置図で赤色の村落が、本 MP 調査の結果、レベル1のバッテリー照明(太陽光 BCS)の候補として選定された。太陽光 BCS はオフグリッド地域のどこでも適用可能である。候補村落の選定では、系統延伸の可能性、REE ミニグリッドの有無、電化率、テレビ普及率(バッテリー照明普及率の代用で支払能力の間接指標)を判断材料とした。太陽光 BCS は照明が主用途であり、本 MP では、バッテリー照明を利用できないでいる村落に社会事業として設置を計画した。既にテレビ普及率が 10%を超え、電気需要と支払い能力が高いと判断できる村落は、ミニグリッドの候補として計画した。

55 対象村落がミニグリッドあるいは系統電化された場合には、CFR からリースしていた BCS 機器を回収して、未電化村落に移設することができる。そのため、BCS の所有権は政府(REF/CFR)に留め、CEC に有償で貸し出す形式をとる。

56 ディーゼル発電は、ミニグリッドの電源としても BCS 電源と同様の課題を抱える。



3) 地方電化計画

カンボジア全国の約 14,000 に上る村落<sup>57</sup>を対象として、EdC グリッドを電源とする系統延伸、小水力、バイオマス、ディーゼルを電源とする分散型ミニグリッド、太陽光ホームシステム (SHS)、太陽光バッテリー充電システム (BCS) による地方電化計画を、GIS データベースを用いて作成した。その結果概要を巻頭の位置図と表 7 に示す。

表 7 カンボジアの地方電化計画

主対象地域	電源	対象村落数	対象世帯数 <sup>58</sup>	2020 年までの 目標電化世帯数
既電化地域 (2004 年) A	系統 / ディーゼル	2,588	623,523	350,000
<b>新規電化地域</b>				
系統延伸 <sup>59</sup> B	系統	5,885	1,007,291	600,000
<b>オフグリッド地域 (2020 年)</b>				
北東部・南西部 の山地・丘陵	小水力、ハイブリッド	137	18,541	9,000 (左の 50%)
トンレサップ沿岸 地域、他	バイオマスガス化発 電	3,071	501,636	168,000 (左の 33%)
	ディーゼル発電	392	69,390	23,000 (左の 33%)
ミニグリッド小計 C		3,600	589,567	200,000
北東部・北部州 等	太陽光 BCS	1,720	237,570	60,000
	SHS D			12,000
新規電化計画合計 E = B+C+D		11,205	1,834,428	872,000
合計 A + E		13,914 <sup>60</sup>	2,457,951	1,222,000

注： 太枠線内がオフグリッド地域。

本 MP 調査では局所的な風回廊の風力ポテンシャルは把握できないので、この MP 電化計画には含めてない。

出典： 調査団

図 20 の左側に示すように、2020 年までに 100% (13,793)<sup>61</sup>の村落を太陽光 BCS と SHS を含めて電化する<sup>62</sup>。同図の右側に示すように、2020 年時点までに系統電化により新規に 24%、ミニグリッドにより 8%の世帯を電化し、世帯電化率の中間目標 47%を達成する計画とする。

57 Seila の 2003 年公表の村落データベースによる。総村落数は、Seila 2003 データベースにない新規 4 村落を含め、本 MP では 13,914 村とした。

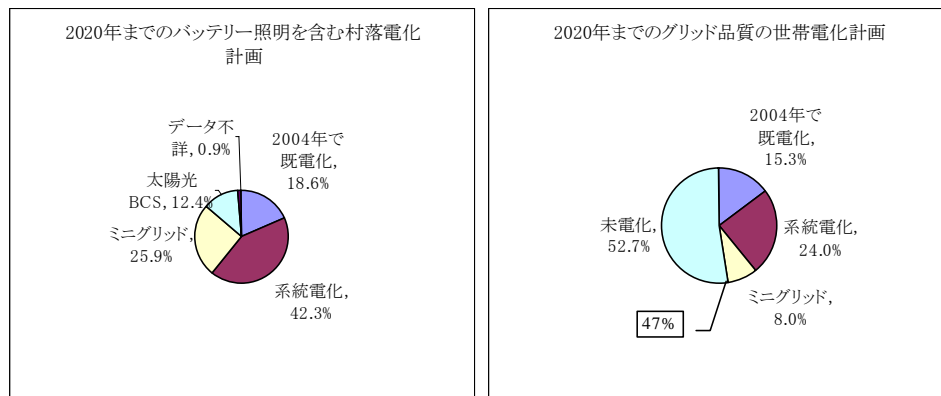
58 この世帯数は、ミニグリッドで電化されている村落内の総世帯数であり、電化世帯数ではない。

59 系統電化が第 1 オプション、バイオマス、ディーゼル発電によるミニグリッドが第 2 オプションとなる村落を含む。

60 データ不明の村落 121 を含む。

61 データ不詳の村落 121 を除く。

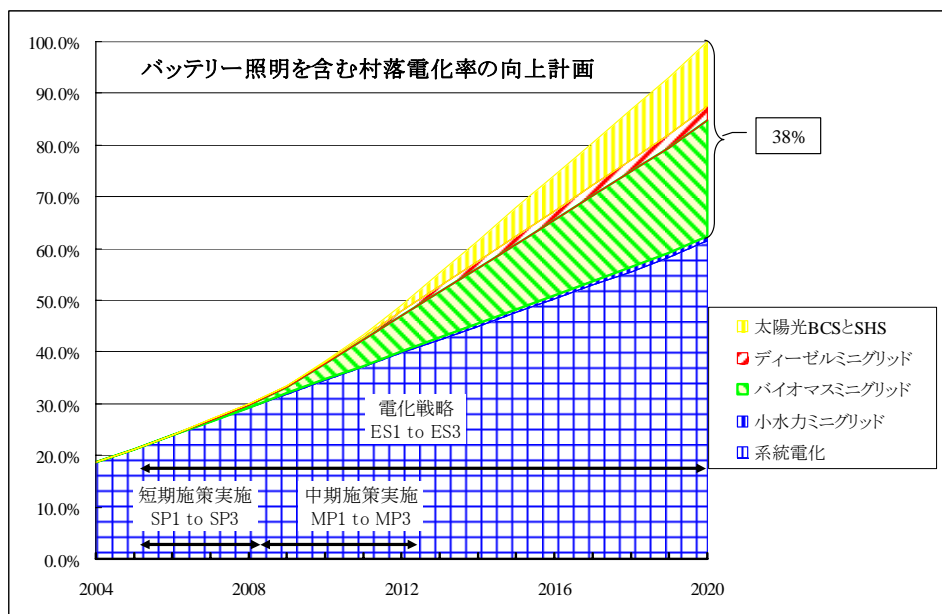
62 バッテリー普及率が 20%に達していない 1,720 村落には、BCS と SHS によりバッテリー照明を普及する。太陽光 BCS と SHS で合計 72,000 世帯を新規に簡易電化する。バッテリー照明は急速に普及しているため、対象村落数は年々減少が見込まれる。



出典：調査団

図 20 2020年時点の村落および世帯電化率の計画内訳

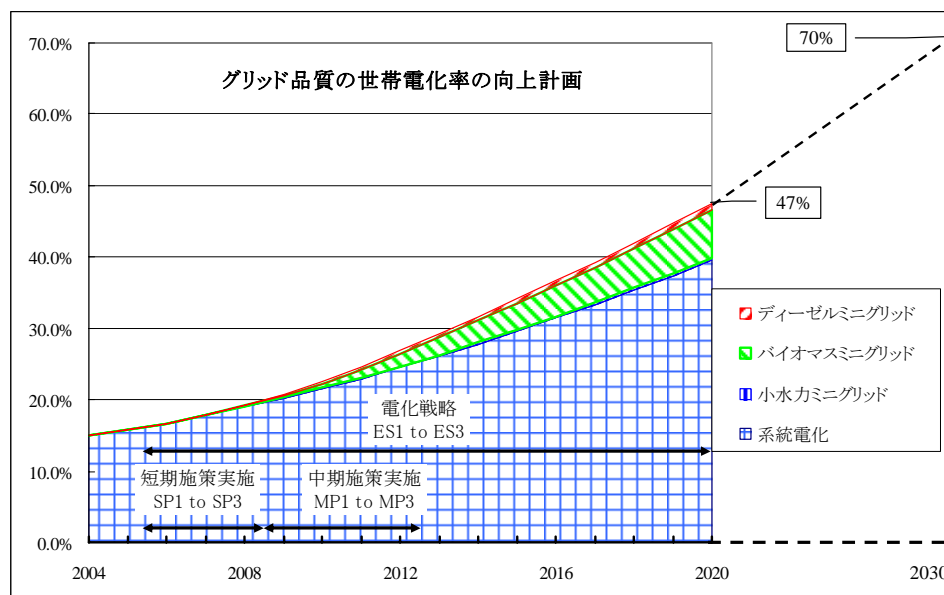
図 21 に村落電化率の向上計画を、図 22 に世帯電化率の向上計画を示す。両図から、電化の主要部分は系統電化が担うべきこと、しかし村落電化率ではミニグリッドと太陽光 BCS が合計約 38%の大きな貢献を求められていることが読み取れよう。ミニグリッドの世帯電化率への貢献は 8%で一見小さいように見える。しかし、PAGE 外の世帯数は全国の 20%弱であり、オフグリッド地域の世帯数の約 34%<sup>63</sup>をグリッド品質で電化するミニグリッドの意義は大きい。



出典：調査団

図 21 村落電化率の向上計画（バッテリー照明を含む）

63 表 7 のミニグリッド小計の世帯数から  $200,000 / 589,567 = 34\%$



出典：調査団

図 22 グリッド品質の世帯電化率の向上計画（バッテリー照明を除く）

電化目標を達成するため、2020年までの期間を以下の4つのフェーズ分け、MIMEが期間ごとに進捗状況をモニタリングし、MPを見直し・更新する<sup>64</sup>。

電化第1期	2005-2008
電化第2期	2009-2012
電化第3期	2013-2016
電化第4期	2017-2020

(7) 資金需要

表 8 に示すように、本マスタープランを実施するためには、2006年から2020年までの15年間に、地方電化セクター全体で総投資額約430百万ドルを必要とする。この内、系統延伸が280百万ドルを必要とする。本MPが対象とするオフグリッド地域では総額約147百万ドル(年平均10百万ドル)が必要となる。

オフグリッド地域では、小水力ミニグリッドは11百万ドル(世帯当り単価1,229ドル)、バイオマス・ミニグリッドは約100百万ドル(同592ドル)、ディーゼルは10百万ドル規模(同424ドル)の資金を必要とする。太陽光BCSの無償設置に約21百万ドル規模(同351ドル)の資金を必要とする。12,000セットのSHS補助金原資はREFが用意している<sup>65</sup>。

64 1期を4年間とする理由は、系統延伸とそれに伴う配電網の新設計画の作成、資金調達、実施の1サイクルがほぼ4年を要すること、したがって、オフグリッド地域も4年ごとに見直すことが必要なことである。また、オフグリッドの電化計画自体も進捗状況をモニターしながら更新することが必要ことから、系統計画と合わせて4年毎に更新するものとした。

65 75%の残金は、SHS導入世帯の自己資金とサプライヤーズクレジットなどで提供することが、普及の前提となる。

表 8 地方電化計画と電源別資金需要

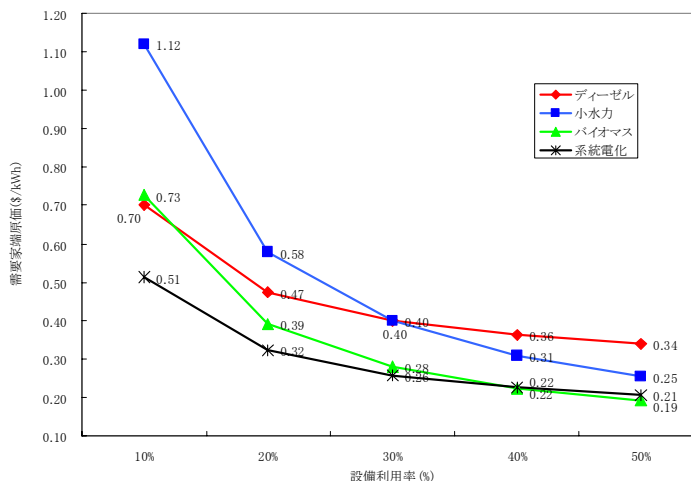
電化方式	対象村落数	2020年までの新規電化世帯数	総費用 (\$1,000)	世帯当り費用 (\$/世帯)	資金源 (\$1,000)		
					補助金	自己資金	ローン
2005年で既電化	2,062	(350,345)	-	-	-	-	-
新規系統電化	6,411	<b>600,000</b>	<b>280,140</b>	467	70,035	42,021	168,084
小水力/ハイブリッド	137	9,000	11,064	1,229	5,532	1,106	4,426
バイオマス	3,071	168,000	99,498	592	24,875	14,925	59,699
ディーゼル	392	23,000	9,760	424	2,440	2,440	4,880
ミニグリッド小計	<b>3,600</b>	<b>200,000</b>	<b>120,322</b>	<b>602</b>	<b>32,847</b>	<b>18,471</b>	<b>69,004</b>
太陽光BCS	1,720	60,000	21,045	351	19,993	1,052	0
SHS (世銀計画)		12,000	5,520	460	1,380	1,380	2,760
オフグリッド地域小計	5,320	<b>272,000</b>	<b>146,887</b>	540	54,219	20,903	71,764
村落データ不詳	121	-	-	-	-	-	-
合計	13,914	<b>872,000</b>	<b>427,027</b>	490	124,254	62,924	239,848

出典： 調査団

(8) 支払能力と電気の原価

2005年時点で、バッテリー照明の使用者はバッテリー購入費を含めると月に3ドル以上を支出している<sup>66</sup>。したがって、バッテリー使用世帯は、月 3-5 ドルの料金水準となるミニグリッドに対する支払い能力を有すると判断する<sup>67</sup>。

各電源タイプの需要家端の原価を、設備利用率を横軸にして図 23 に示す。推計結果は、グリッド延伸が 40% 以下の設備利用率において最も低コストである。設備利用率が 30% の場合を見ると、バイオマス発電が 2 番目、小水力発電が 3 番目に低コストとなる。ディーゼル発電については設備利用率が 10% 以下の場合、2 番目に低コストである。



出典： 調査団

図 23 設備利用率と需要家端原価の関係

(9) 社会環境配慮

カンボジアの環境影響評価基準では、小水力計画は発電設備容量が1MW を超える場合、火力発電(ディーゼル、バイオマス)では5MW を超える場合に、環境影響評価(EIA)が必要とな

66 照明だけの最小限使用でも、バッテリー代金として月に2ドル(最小の 12V-50Ah のバッテリーを 25ドルで購入して 1-2 年間使用)、充電料金が月 1-1.5ドル、補助ランプの合計で月に3ドル程度を支出している。

67 貧困世帯の場合、電灯ひとつに抑えると月料金は 0.5 ドル程度に納まり、バッテリー照明よりはるかに安価で良質となる。課題は、初期投資の手当てにある。

る。本 MP が推奨する小水力およびバイオマス計画はいずれも1MW 未満の規模であり、EIA は不要である。

カンボジアでは図 16 に示す環境保護区が設定されている。この保護区内に位置する小水力ミニグリッド計画(プスラ村計画など)は、まず環境スクリーニングの実施が必要である。また、JICA の社会環境配慮ガイドラインの規定により、少数民族が伝統様式を維持しながら生活する地域は Sensitive Area に該当する。モンドルキリ州のプスラ村は少数民族が主体の村なので、その生活様式に配慮した計画作りが求められる。

バイオマス発電は、① 燃料を早生樹の栽培により確保することを基本とする、② コミュニティフォレストを利用する場合、森林局・森林 NGO との連携・協力を前提とする、③ 農業廃棄物を利用する場合、既存ユーザーと競合しないことを前提条件とする、④ 薪炭市場で燃料を調達しない、ことを原則としているので、森林に対する特別な影響は生じないと考える。

太陽光 BCS は、廃棄バッテリーの処理が課題となる。カンボジアでは、商業ベースでのバッテリー回収・再処理業者が存在するが、その実態は十分には把握できていない。MIME の政策課題のひとつである。

## 2.2 地方電化推進のための短期施策

MP 実施上の課題に対処するために、REF の早急な運用開始に加えて、MEF と MIME が以下の短期優先施策を実施することを提言する<sup>68</sup>。

### SP1 資金調達

#### SP1-1 再生可能エネルギー機器の免税制度の創設

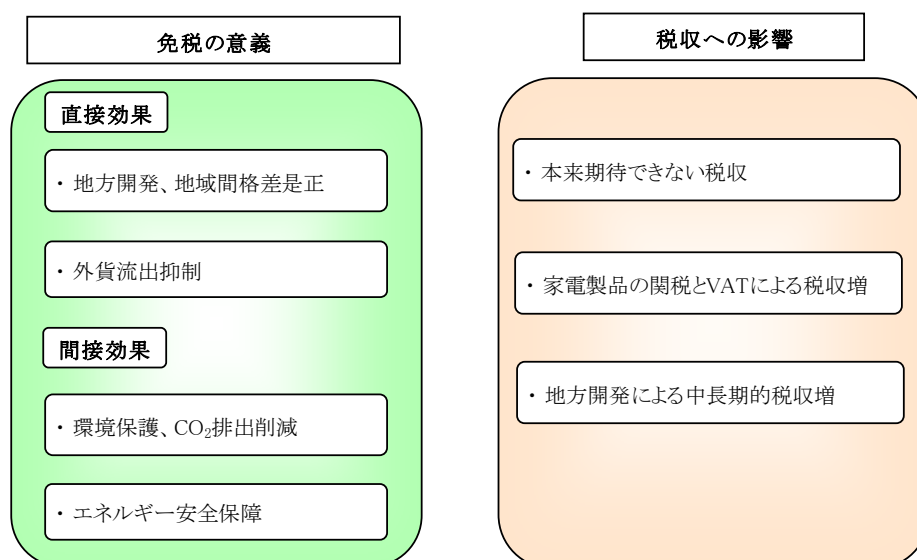
カンボジア政府にとって補助金の資金源に限られる中、ドナーによるグラントに依存するだけでなく、自国内で調達可能な資金源を確保する努力が極めて重要である。JICA 調査団は以下の理由により、MEF と MIME が再生可能エネルギー機器の輸入関税と VAT の免税制度を早急に検討・創設することを提言する<sup>69</sup>。

再生可能エネルギー機器は、現在カンボジア国内で製造されていないため、輸入が必要となる。多くの輸入製品には 15%の関税と 10%の VAT が課される。免税が実現すると、太陽光 BCS の場合には総費用のほぼ 25%の補助金に相当する支援効果が得られる。国内調達機材と建設工事が多いバイオマス・ミニグリッドの場合でも 10%弱の補助金に相当する支援効果が得られる。

政府としての免税(=財政負担)の意義は図 24 に示すように、① 環境負荷の少ない再生可能エネルギー利用促進、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予め抑制できるという意義がある。③このほかに、自国内で調達可能なエネルギー源を確保することによるエネルギー安全保障上の効果や、輸入燃料代替による外貨流出抑制効果というメリットも期待できる。

68 調査団提案の、地方電化促進行動計画と、地方電化促進支援制度を添付資料-7と8に示す。

69 MEF は、関税や VAT の課税原則は堅持するが、国際機関などによる資金協力プロジェクトの場合には、カ政府が通常 20%以内のカウンタパートファンドを準備して、これを税金支払いなどに充当することが可能としている。



出典： 調査団

図 24 免税の意義と税収への影響

次に税収という観点からは、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ないと予想される。その場合もともと関税収入は期待できず、単純な税収減とはならないという見方も可能である。② 地方電化推進により家電製品の輸入が増加し<sup>70</sup>、関税及び VAT 収入が増加するという効果が期待できる。③ 地方開発・産業育成・所得向上等の効果により中長期的な税収増が期待できる。

### SP1-2 相互補助制度の創設

2009 年以降に、ベトナム、タイ、ラオスからの電力輸入が本格化してグリッドの電力料金が引き下げられる機会に、オングリッド地域の都市住民が享受している外国からの資金支援などの便益の国内再配分として、オフグリッド地域の電化促進のために相互補助(電気料金の 1.5-2.0% 程度<sup>71</sup>の支援資金拠出)を行うことを提言する<sup>72</sup>。調査団の試算では、毎年約2百万ドル強の資金が得られる。系統電化の進捗につれて、その額は増大する。また、このグリッドユーザーからの相互補助金は、EdC の電気料金<sup>73</sup>に付加して徴収させ、一括して納付させるという方法が適用可能と考えられる。新たな資金の流れを作ることなく、円滑に進み易い。

MEF は、カンボジアの経済成長を促進するために工業セクターへの外資導入を優先政策手段としている。そのため、近隣諸国と比べてきわめて高い電気料金の引き下げを重視しており、わずかとはいえ料金に上乗せ課金する制度には反対である。一方、工業セクターの EdC 販売料金収入に占めるシェアは 12%に留まっており、大部分は家庭および商業需要である。工業セクターは相互補助金の課金対象から外してもその相互補助金総額に対する影響は小さい。ともにカンボジア政府の国策である工業振興と地方開発政策を両立させる方策として、相互補助金

70 既存の Battambang 州 Anlong Tamei 村のバイオマスミニグリッドの場合、2005 年2月の運転開始後3ヶ月で 95%の世帯にテレビが普及した事例がある。

71 相互補助制度および規模については、カンボジア政府および EdC との協議が必要。現在は、都市部の EdC 小ユーザーが相互補助の受益者となっている。

72 無償事業の受益者も同様の貢献が必要である。調査団は、無償事業の実施にも係る DIME が、将来他の CEC を支援するための活動資金とすることを、提案する。

73 EdC はグリッドに接続している個人と法人顧客から電気料金を、また REE からは卸電力料金を徴収するので、その料金の 1.5%を付加して徴収させることにより、全てのグリッドユーザーをカバーできる。

は、工業需要家以外の EdC ユーザーおよび EdC 系統から受電する REE ユーザーを対象として、課金することが現実的と考えられる。実際には、現在相互補助の受益者となっている都市住民に、逆に相互補助金の主要拠出者になることを求めることになる。

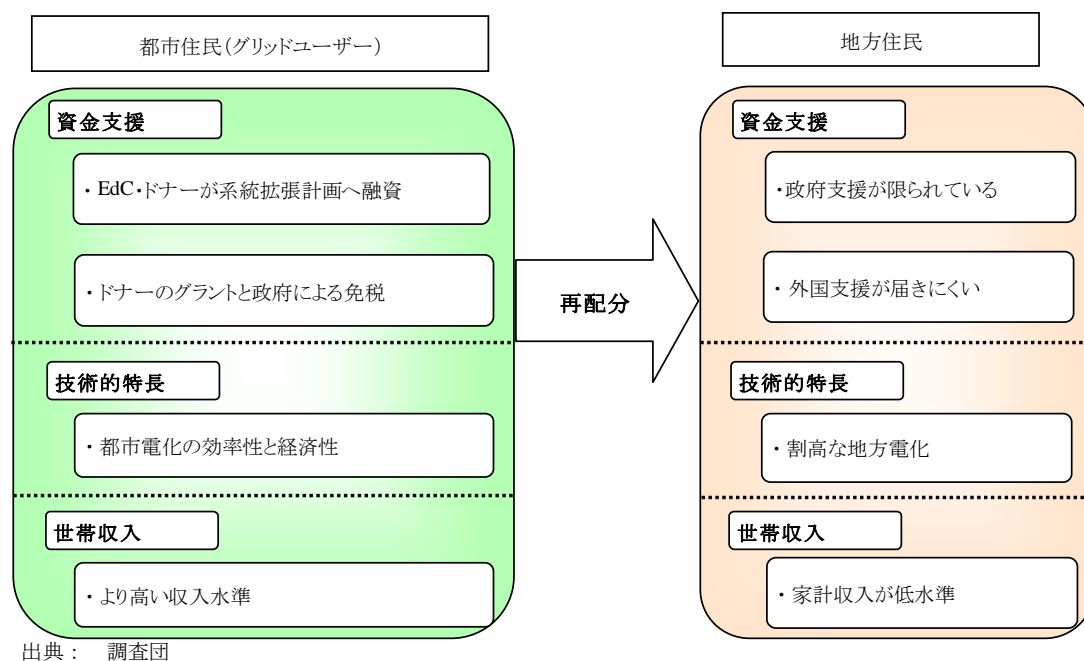


図 25 相互補助が必要な背景

図 25 に示されるように、都市住民は電化に係る様々な面で恵まれている一方、地方住民はハンデを負っている。調査団は、都市住民が享受する外国からの支援便益を、全国均一に配分する方策として、不公平でない国内再配分が必要と考える。発電・配電設備の利用が夜間の数時間に限定される地方電化事業は、固定費負担が重くなりコスト高となる。また、政府・国際援助機関からの支援が人口密度の低い地方部までは届き難い。さらに家計収入水準が相対的に低い。その一方、都市部住民は、グリッドのスケールメリットと国際融資機関からの資金支援の恩恵 (15 セント未満の料金単価) を享受している。無償資金で建設される電化事業の受益者も同様である。

地方電化推進という意義に加え、社会的公正の観点からも、先行してメリットを享受している層から、メリットを受けていない層への補助制度は、都市住民に対する十分な説明が必要だが、国民の理解を得られるものとする。こうした相互補助制度の設立のために、MIME は MEF、EAC と協議し、制度の立法化を 2007 年度中に実現し、遅くとも 2009 年から運用を開始することを提言する。

## SP2 地方電化基金 (REF) の補完機能 (CFR) の設立準備

### SP2-1 ローンへのアクセス改善

REF は、世銀支援により 2005 年 12 月現在設立準備中である。REF の機能は、初期投資額の 25% の補助金と技術支援に限定されている。さらに REF が支援するパイロット事業は、300 世帯



以上の系統延伸、SHS、小水力、およびディーゼル発電に限られる。既存 REF の支援対象を拡大し、小規模コミュニティと、太陽光 BCS およびバイオマスも含めることを提言する<sup>74</sup>。

調査団は、REF 補完機能(CFR)を MEF-MIME に開設し、上記 REF 枠組みを補完することを提案する。CFR の主機能は、1) ソフトローンの提供、および 2) 技術支援、特にバイオマス関連技術とコミュニティ(CEC)による電気事業管理面での支援である。調査団提案の CFR の特徴と機能を REF と対比して下表に示す。

表 9 既存 REF と調査団提案の CFR の機能

項目	地方電化基金(REF)	REF補完機能(CFR)
支援対象	地方電気事業者(REE)	村落電化組合(CEC)および REE
支援対象の電化方式	系統延伸	バイオマス発電によるミニグリッド
	小水力によるミニグリッド	太陽光BCS
	ディーゼル発電によるミニグリッド	その他
	太陽光ホームシステム(SHS)	
REF支援対象の拡張提案	バイオマス発電によるミニグリッド	
	太陽光BCS	
支援内容	REEに対して建設費の25%の補助金	CEC: 60%ローン+25%補助金
		REE: 50%ローン+25%補助金
	REEに対する技術支援	CECに対して、DIME・NGOを通じてバイオマス発電等に関する技術支援
注	300世帯以上の受益者を擁する電化事業を支援する。	バイオマス発電では200世帯以上が望ましいが、コミュニティの規模については支援上特に制約ない。

出典：調査団

### SP2-2 コミュニティ電化組合の支援体制の確立

調査団は、MEF-MIME が CFR の必要な機能と条件を検討し、明確に定義することを提案する。CFR は、2009 年あるいは可能ならそれ以前からでも本格運用を開始するために、遅くとも 2008 年までには設立することが必要である。調査団は、CFR が REF の支援枠組みを以下の機能で補完することを提案する。

- 1) 長期・低利のソフトローンの提供
- 2) MEFと仲介銀行の能力強化措置・支援
- 3) CEC/REE を支援・指導する外部ファシリテータ(DIME、NGO、コンサルタントなど)に対する組織と人材能力強化と、技術・資金支援
- 4) 再生可能エネルギーによる電化技術の導入・開発支援、啓蒙

JICA 調査団の CFR(案)を添付資料-10 に示す。

74 カンボジアの村落規模の中央値は 140 世帯である。オフグリッド地域ではさらに規模が小さくなることから、特に太陽光 BCS では、村落規模の制限を外す必要がある。また、太陽光 BCS は村落電化率目標達成の主要手段であり、一方バイオマスはオフグリッド地域のミニグリッドの主要電源である。したがって、これらも支援対象に含める必要がある。

### SP3 パイロットプロジェクトの実施

JICA 調査団は、本 MP 調査の一環としてプレ FS を実施した小水力ミニグリッド2案件<sup>75</sup>、バイオマスミニグリッド4案件<sup>76</sup>、および太陽光 BCS1 案件を、パイロットプロジェクトとして実施することを推奨する<sup>77</sup>。なお、これらパイロットプロジェクトの運営は CEC が担当することにより、その妥当性を検証するとともに、CEC 電化事業のモデルとする。

#### 1) 小水力パイロット

本調査でプレ FS を実施したブスラとサムローハイブリッド計画フェーズ2の小水力計画<sup>78</sup>を対象として、MIME が実施機関となり、パイロット事業を準直営方式<sup>79</sup>で実施することを推奨する。ただし、MIME には小水力の調査・計画技術はあるが、設計・施工管理の経験を持たないので、資金手当に加えて技術協力を必要とする。準直営方式での実施は、2つの電化事業の実現と同時に、その実施を通じて MIME 職員の能力強化・人材育成を図ることを主目的とする。そのため、2つ同時に実施するのではなく、先ずブスラを先行実施し、その次にサムローを実施することが経済効果と人材育成効果の観点から望ましい。

ブスラ計画は最も経済性の高い案件であるが、その一方で住民の支払能力は最も低い。

人材育成を主目的とするパイロットとして実施できれば、辺境の地に位置する寒村を電化することが可能となる。同地域の貴重な観光資源であるブスラ滝や原生林目当てのエコツーリストは、現在ほとんど日帰りです州都センモノロムから往復している。電化が実現すると数日間滞在型のエコツーリズムも可能となり、地域振興に貢献しよう。



出典：調査団

図 26 ブスラ計画発電所地点

サムロー計画フェーズ2の小水力は、サムロー広域ミニグリッドの基幹発電所となるものである。6,000 超の世帯を擁する地域を対象として、夜間だけでなく昼間需要に対しても 24 時間給電することが特徴である。ただし、kW 建設費が 13 千ドルと高いので、フェーズ1はバイオマス発電によるミニグリッドとし、広域ミニグリッドが地域全体をカバーするフ

75 プラマオイ小水力計画は、代替案の比較検討の結果、フェーズ1としてバイオマス 25kW を設置、フェーズ2では同2号機を設置する計画とした。なお、フェーズ2までに昼間需要が顕著に伸びる場合には、小水力を第2期に含めて検討することを推奨する。

76 2つのバイオマス計画(カンボンコーとサムラオン)についてプレFSを実施した。これに、サムローハイブリッド計画のフェーズ1のバイオマス計画と、プラマオイのフェーズ1のバイオマス1号機を加えて、計4案件となる。

77 電化計画の優先順位付けとプレFS計画の選定経緯は、Vol-2 マスタプラン、Part 2 の3章参照。

78 サムロー広域ミニグリッド計画のフェーズ1はバイオマス発電計画。

79 工事には、ブスラ滝下流の断崖での水圧鉄管の据付工事や、サムロー計画の流域面積 438 km<sup>2</sup> に上る大きな流域を擁する河川を横断する構造物工事等が必要なので、工事には地元業者に加えて、専門工事のガイダンスサービスも必要となろう。また、州都センモノロムからの道路は、雨季中のアクセスを確保するためブスラ滝の上流側を横断する橋の新設工事を含め、プロジェクト規模に迫るあるいは上回るような道路改修が必要となると推定される。そのため、道路改修工事や洪水による工期遅延などに柔軟に対処できる資金と実施体制が必要である。

フェーズ2に合わせて、地域全体の昼間需要に給電することが経済性を高める。その場合、ミニグリッドとしては安価な 20 セント程度の電力を供給できる。



出典： 調査団

図 27 サンケ河

両計画の総建設費は 5.3 百万ドルと見積もられる。

## 2) バイオマスパイロット

JICA 調査団は、バイオマスガス化発電を、① 先ずパイロット事業を実施してそのカンボジアへの適用性(CEC による運営面)と、技術課題を検証した後に、② 平地部におけるミニグリッドの主電源として採用することを推奨する。

プレFSを実施した6つのサイトの内、実施優先度順<sup>80</sup>にカンポンコー、サムロー計画フェーズ1、プラマオイ、サムラオンの4地点でバイオマス・ミニグリッドのパイロット事業を実施することを提案する。実施主体は MIMC とするが、完成後の運営は CEC に委託<sup>81</sup>するものとする。MIMC にはバイオマス技術者がいないので、FS、設計、建設段階で資金手当に加えて技術協力が必要である。4つのバイオマスパイロット事業の建設費は合計 1.6 百万ドルと推定される。

このバイオマスパイロットは、既存のアンロンタメイ村電化事業、MIMC が本 MP 調査と平行して企画中の2事業、NGO が計画する2事業<sup>82</sup>と合わせて、全国的に広報を目的とすることに加えて、小規模から大規模まで様々な事業規模とビジネスモデルによる運営を実証し、さらに技術面の課題を検証しようとするものである。

80 地元の支払い能力と電化意欲の観点からの優先順位。

81 サムロー計画については、広域計画となることから、発電所と 22 kV 配電線は地域電気事業者(RPC)に、低圧配電線は CEC に委託することを推奨する。RPC は公募する。

82 ひとつは、既存アンロンタメイ村電化事業の拡張計画。



出典：調査団

図 28 カンボンコー村の並木道と給水車

本 MP が提案するパイロット事業の目的は以下の4点である<sup>83</sup>。

- ① バイオマス発電の地方電化への適用性 (CEC の設立・運営面および技術面の課題と解決策) を検証する。
- ② MIME/DIME 職員および関連 NGO をパイロットの実施・運営に従事させることにより、パイロット以降の本格実施に向けて CEC/REE を指導する人材を育成する。
- ③ バイオマス電化事業の広報とデモ<sup>84</sup>。
- ④ パイロットの実施を通じて得られた知見に基づいて、カンボジアにおけるガス化炉の品質保証、ライセンス生産、合弁生産に向けてメーカーと協議する。

### 3) 太陽光 BCS パイロット

スラエタパン村での太陽光 BCS 事業の実施を提案する。この村落では、バッテリー照明の普及率が 5% に留まっており、社会電化事業のモデルとなる。懐中電灯代わりに使っている 6V の小型バッテリーはほとんどの世帯に普及している。しかし、12 V の家庭照明用のバッテリーは、初期の購入資金 (約 25 ドル) を工面できないために、普及率が低い。また、村が上流と下流の2つの部分に分かれていることから、4 kWp の BCS を1ヶ所に設置するか、それとも 2 kWp の小型 BCS を2ヶ所に設置するか、村落集会でさらに協議検討することが必要である。CEC の設立と運営面でのモデルとなる。

建設費は 0.032 百万ドルである。

83 パイロットの検証課題を添付資料-12 に示す。

84 将来的には、パイロットの事業収入から経費と機器更新積立金を控除した後の剰余金を、DIME の啓蒙活動資金とすることを提案する。





出典：調査団

図 29 スラエタパン村

### 2.3 地方電化の中期推進施策

2009 年以降は、さらに電化事業を加速させるため、以下の施策を実施することを提言する。

#### MP1 相互補助制度の運用開始

グリッドユーザーによる相互補助制度が実施されると、毎年2百万ドル強の規模の資金が得られる見込みである。300 世帯のバイオマス電化事業の建設費は約 20 万ドルなので、これを初期投資コスト 25%分の補助金に全て充当するとした場合には、約 40 ヶ所/年の初期投資コストに対する補助金原資に相当する。

#### MP2 REF 補完機能の設立・運用

オフグリッド地域の総資金需要は約 147 百万ドルである。JICA 調査団が提案する資金調達案を表 10 に示す<sup>85</sup>。

表 10 オフグリッド地域の電化資金の調達案

No.	資金源	金額(百万ドル)
1	免税効果	13
2	CEC/REEの自己資金(免税後の15-25%)	34
3	系統ユーザーの相互補助(料金の1.5%)	40
4	ドナーからの長期・低利借款	30
5	CEC/REEからの返済金(2010-2020)	30
6	既存REFのグラント資金	7.5
合計		154.5

出典：調査団

表 10 では、外国からの借款資金は、建設費の 60%分をカバーするための長期ソフトローンに全て充当すると想定した。また、運転開始後は、CEC/REE からのローン返済が始まるので、リボルビング効果が得られる。30 百万ドルの当初資金が全て期間 15 年で完済され、リボルビングファンドとして再融資されると仮定した場合、2020 年までには約 30 百万ドル規模の累積返済金をソフトローンに充当することが理論上は可能となる。

85 相互補助については、EdC が徴収する電気料金に 1.5%を付加する相互補助制度を想定し、EDC の売電予測(～2015 年)等を元に調査団が試算。

したがって、CFR には、オフグリッド地域の電化のために、ローン原資として 30 百万ドル規模で期間 30-40 年程度の低利借款が必要である。仮にリボルビング効果が上記のように得られるとした場合<sup>86</sup>、カンボジア政府の自己資金と合わせて資金需要の相当部分を賄えるといえる<sup>87</sup>。

### MP3 地方電化事業の本格実施開始

MIME は、電化第 1 期(2005-2008)期間中に実施したパイロットプロジェクトのモニタリングを継続し、村落電化組合による管理、およびバイオマスガス化発電とその燃料木栽培を含めた運営・維持管理面の教訓を吸収することが重要である。これら教訓を反映して、また REF と CFR による財務・技術支援計画を含めたオフグリッド地域の電化事業推進プログラムを作成する。

MIME はまた、このオフグリッド地域の電化事業推進と平行して、以下の課題については継続的に検討し、対策を実施する。

- 1) 監督官庁を含む関連組織の整備・強化
- 2) 財政投入検討および ODA 支援取り付けを含めた財源確保
- 3) 金融制度の整備・強化
- 4) 実施主体の育成支援
- 5) CEC に対する事業税、ライセンス料の免除(MEF、EAC)

## 2.4 目標電化率達成の見通し

全国レベルの電化事業に対しては、首都圏電源の緊急確保を目的とした従来の外国支援と異なり、外国資金支援は相対的に低下し、カンボジア政府と国民の自助努力が一層求められよう。

カンボジア政府の自己資金、すなわち再生可能エネルギー機器に対する免税(総額 13 百万ドル)、およびグリッド利用者からの相互補助金(2009 年～2020 年で約 40 百万ドル規模<sup>88</sup>)と、コミット済みの REF 資金(約 7.5 百万ドル)だけでオフグリッド地域における地方電化を推進する場合を想定すると<sup>89</sup>、2020 年の村落電化率<sup>90</sup>は 57.7%に留まるだろう。また、世帯電化率も 43.1%に留まると予測される。

これに、ドナー機関による資金支援として総額 30 百万ドルのローンがツーステップローンにて供給される場合(サブローンの返済期間 15 年程度を想定)、リボルビング効果(総額に対して 2 度目の融資が行われると仮定)により、合計 60 百万ドル規模のソフトローン原資に相当する。これを上述の資金調達可能額に加えると仮定すると、2020 年の村落電化率は 96.5%<sup>91</sup>、世帯電化率は 47.0%<sup>92</sup>にまで改善することが可能となる。

86 実際には、貸し倒れリスクの分だけ資金需要は増加する。

87 カンボジア政府による借款返済資金を考慮すると、グレース期間 10 年程度が望まれる。

88 EdC が徴収する電気料金の 1.5%の相互補助制度を想定し、EdC の売電予測(～2015 年)等を元に調査団が試算。

89 システム電化率について、別途資金手当てがなされるものと想定し、本 M/P 通り 24% 上昇(2005 年～2020 年)を見込む場合。

90 カンボジアでは、次の 2 つの電化手段の合計で、村内総世帯の 50%以上が電化された場合に、「村落電化」が達成されたと定義している。調査団は、この定義を 25%に引き下げを提案する。

1) 村落の一部が、系統あるいは EAC の認可を受けた分散型ミニグリッド(EAC が発足する 2001 年以前に DIME の承認を得た EAC 未認可のミニグリッドを含む)により、電化されている。

2) 自家発電機あるいはバッテリー照明により電化されている。

91 太陽光も含む

92 システムとミニグリッドによるグリッド品質の電化世帯を対象とし、太陽光は除く。

### 3. 有望電化事業のプレフィージビリティ調査

6つの計画をプレフィージビリティ調査(プレ FS)の対象として選定し、調査・検討した。各計画の位置を巻頭の位置図に、概要を表 11 に示す。またプロジェクトシートを添付する。<sup>93</sup>

表 11 有望地点のプレFS

No.	州	計画名	形態	電源	フェーズ1		フェーズ1+2	
					電化世帯数	設備容量(kW)	電化世帯数	設備容量(kW)
1	バットンバン	サムロー	広域	小水力+バイオマス	774	120	4,216	582
2	モンドルキリ	ブスラ	ミニ	小水力	936	80	936	80
3	プルサット	プラマオイ	ミニ	バイオマス	146	20	334	45
4	プルサット	サムラオン	ミニ	バイオマス	470	64	1,230	180
5	クラティエ	カンボンコー	広域	バイオマス	886	120	4,882	640
6	ストウントレン	スラエタパン	BCS	太陽光	89	4	89	4
合計	-	-	-	-	3,301	408	11,687	1,531

出典：調査団

#### (1) フィージビリティ

6つの計画の経済・財務指標を表 12 に示す。3つの小水力計画の内プラマオイ計画は河川流量が十分でない。代替案を比較検討した結果、バイオマス単独案が経済的と判断した。いずれの計画も CEC による運営を想定した<sup>94</sup>。今後、パイロットプロジェクトを実施して、バイオマス発電についてはその技術面の課題(排水の環境基準等)を検証する。また、CEC による運転維持管理および電気事業運営が可能であることを実証することが、電源の形式を問わない共通課題である。

#### (2) CEC の事業実施能力と課題

ブスラとサムローフェーズ 2 の 2つの小水力計画の設計・建設は、CEC が主体となって実施することは困難である。MIME が実施機関となり、準直営方式で実施することを推奨する。完成後の維持管理および電気事業の運営は、DIME と NGO の支援を得れば、CEC/RPC (Regional Power Company、広域電化計画の発電・送電を担当する大型 REE 事業者)が担当可能と判断する。4つのバイオマス計画と1つの太陽光 BCS 計画は、DIME と NGO の支援のもとに

<sup>93</sup> Seila 2003 の世帯数データベースと GIS 情報に基づいて縮尺 10 万分の一の全国村落世帯数マップを調査団が 2005 年に新規に作成し、MP 検討、巻頭図作成、およびプレ FS の給電計画に利用した。一方、Samlout や Pramaoy 地域では地雷除去の進捗に伴って社会移入による世帯数の年増加率が 10%を超えることが判明した。そのため、プレ FS の村落社会経済分析では最新の Seila 2004 の数値を採用した。Seila 2003 と Seila 2004 の 2つの数値があることに注意が必要。

<sup>94</sup> サムロー計画とカンボンコー計画のフェーズ1は、それぞれ広域ミニグリッド計画の一部となるので、フェーズ2では RPC が発電・送電を、CEC が配電を担当する。そのため、最初から RPC を公募して、参加させることが望ましい。



CEC/RPC が主体となって実施することが可能と判断する。ただし、いずれの計画も、パイロットプロジェクトとしての次の調査・計画段階で、実施を前提とした住民集会を開催して、プロジェクトの計画内容を説明・協議し、初期拠出金や料金水準について十分な理解と了解を得ることが重要である。

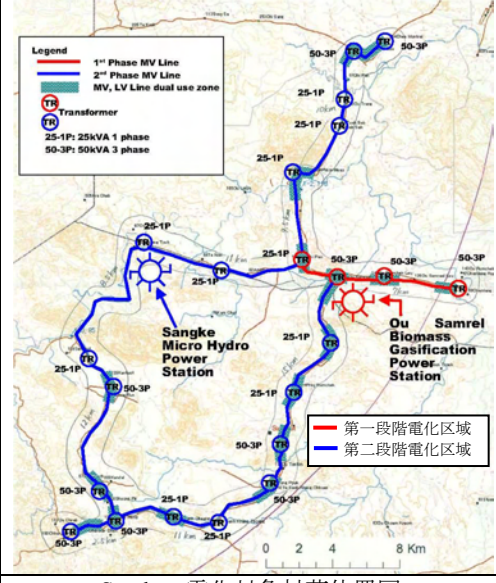


**表 12 有望地点の想定料金単価と経済財務指標（フェーズ 1）**

No.	州	計画名	建設費(\$)	EIRR(%)	夜間料金単価(\$/kWh)	FIRR(%)
1	バットンバン	サムロー	559,000	27.4	0.335	5.6
2	モンドルキリ	ブスラ	534,000	12.6	0.160	7.1
3	プルサット	プラマオイ	86,000	33.3	0.400	5.0
4	プルサット	サムラオン	219,300	37.3	0.270	4.9
5	クラティエ	カンボンコー	689,100	30.9	0.350	5.2
6	ストゥントレン	スラエタパン	31,800	-	0.447	12.2
合計			2,119,200	-	-	-

出典： 調査団

**Samlout 電化計画（バクタンバン州、小水力・バイオマスハイブリッド）** **プレFS要約シート** **1**

1. 計画対象地域：バクタンバン州、Samlout 郡、ならびに Rotanak Mondol 郡の一部

 <p>Samlout 電化対象村落位置図</p>	<p>&lt;電化対象コミュニティ名&gt;</p> <table border="1"> <tr> <td>Rotanak Mondol 郡</td> <td>Phlov Meas Traeng</td> </tr> <tr> <td>Samlout 郡</td> <td>Ou Samrel Mean Cheay Samlout Sung Ta Sanh</td> </tr> </table>	Rotanak Mondol 郡	Phlov Meas Traeng	Samlout 郡	Ou Samrel Mean Cheay Samlout Sung Ta Sanh	 <p>Sung コミュニティの街並</p>
	Rotanak Mondol 郡	Phlov Meas Traeng				
Samlout 郡	Ou Samrel Mean Cheay Samlout Sung Ta Sanh					
<p>&lt;電化計画概要&gt;</p> <p>第1段階(受益世帯:774) バイオマスガス化発電所 出力：120 kW (60 kW x 2)</p> <p>第2段階(受益世帯:3,442)</p> <p>小水力発電所, 出力：180 kW バイオマスガス化発電所 (追加) 出力：282 kW (94 kW x 3)</p>	 <p>Sangke 小水力取水堰地点</p>					

2. 村落社会経済の現況

- (1) 村落の主な収入源：農作物栽培（豆、米、ゴマ、バナナ）、畜産
- (2) 世帯数、人口、その他の電化に関する指標 注）世帯数は Seila2004 の数値

電化対象地域	世帯数	人口	テレビ普及率(台数)	識字率
2郡、7コミュニティ 合計	7,284	36,556	25.3% (1,845)	87.2%

3. CEC (村落電化組合) による実施・支払能力

Ou Samrel コミュニティは電化意欲が高い。共同作業で道路改修等のプロジェクト実施経験を有し、Commune Chief がリーダーシップを持つので、CEC で実施する素地を持つと判断する。世帯家計調査の結果から灯油ランプとバッテリーに月平均 4 ドル以上費やし、テレビ普及率が 17~45% と高い。ミニグリッドの平均使用量 10 kWh/月に対する支払能力を持つと推定する。

4. 電化計画

上図に示す通り開発は 2 段階に分けて行う。コミュニティ毎にミニグリッドを建設するよりも広域ミニグリッドを構成する方が、運転・維持管理等の面で有利と考える。発電所、中圧配電線は地域電力会社 (RPC) を公募し、運転・維持管理を行う。電化希望コミュニティは CEC を設立、低圧配電線を建設して EAC の配電免許を取得、RPC から電気を買って需要家に配電する。

**Samlout 電化計画の諸元**

	設備	諸元	受益世帯数
設備概要	電源	総出力：582 kW	4,216
	配電線	中圧配電線：60.2 km、低圧配電線：9.5 km、中低圧併架：26.3 km	
建設費	第一段階：559 千ドル (発電所：329 千ドル、配電線：230 千ドル) 第二段階：4,769 千ドル (発電所：3,657 千ドル、配電線：1,112 千ドル) 合計：5,328 千ドル (発電所：3,986 千ドル、配電線：1,342 千ドル)		

5. 経済財務分析 (第一段階)

EIRR	想定料金	FIRR	GHG 削減効果(30年)
27.4%	\$0.335/kWh	5.6%	9,912 t-CO <sub>2</sub>

6. 実施へ向けての課題

- (1) 技術面
  - 1) RPC の公募。ひとつの NGO が関心を示している。
- (2) 社会・環境面
  - 1) Sangke 小水力は水路の一部が環境保護区にかかるため、景観・環境保護面での設計配慮が必要。
  - 2) 電化対象地域は一部地雷の危険地帯となっている。地雷除去が必要。
  - 3) 地雷除去の進展に伴い、流入人口がコミュニティによって年間 10-20% (2003-2004 年) と非常に多い。裨益世帯数が多く、かつ移入人口が大きいので、各電化段階の実施前に住民ワークショップを開催し、計画の説明・協議を行うと共に、電化対象範囲、需要規模、初期拠出金について確認が必要。

Bu Sra 電化計画（モンドルキリ州、小水力）	プレFS 要約シート	2
--------------------------	------------	---

1 計画対象地域：モンドルキリ州、Pecher Chenda 郡、Bu Sra コミューン

<p style="text-align: center;">Bu Sra コミューン電化対象村落位置図</p>	<p style="text-align: center;">Bu Sra の滝（第1段目、23m）</p>
--	--

2 村落社会経済の現況

2.1 村落の主な収入源：農作物栽培、畜産、養鶏、林業、出稼ぎ

2.2 世帯数、人口、その他の電化に関する指標

世帯数	人口	テレビ所有率	識字率	自家発電機所有率	バッテリー普及率
724	3,395	3.9% (28 世帯)	67.7%	3.0% (22 台)	8.1% (59 台)

3 CEC（村落電化組合）による実施・支払能力

小水力発電所の設計・建設は困難だが、労力拠出は可能。

CEC の設立・運営は、富裕層が主導することになると思われるが、DIME/NGO の助言により少数民族も参加して組合を設立することが必要。低所得層（70～80%）に対しては、建設工事と維持管理作業への労力拠出により初期拠出金と電気料金の一部を賄う方が重要となる。

4 電化計画

電 源	小水力発電 出力：80 kW
発電計画 諸元	流域面積：197 km <sup>2</sup> 、総落差：64.1 m、使用水量：0.188 m <sup>3</sup> /sec、水路長：330 m、河道貯留堰 堰高：2.5m、堰幅：20m、容量：3,990 m <sup>3</sup>
配電線	中圧配電線：9.1 km、低圧配電線：10.9 km（うち 8.1 km は中圧配電線に併架）
建設費	534 千ドル（発電設備：363 千ドル、配電設備：171 千ドル）

5 経済財務分析

EIRR	想定料金 (Subsidy 50%)	FIRR	GHG 削減効果(20年)
12.6%	\$0.16/kWh	7.1%	5,900t-CO <sub>2</sub>

6 実施へ向けての課題

6.1 技術面

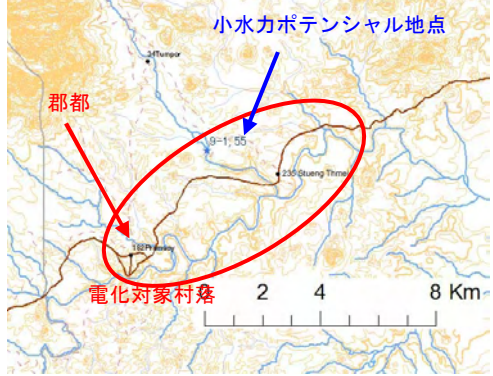

- 6.1.1 雨季には路面の悪化によりサイトへのアクセスが困難を極める。工事用道路の改修が不可欠。
- 6.1.2 滝上流部に河道貯留を兼ねた「簡易堰+道路橋」を建設し、雨季増水時のコミュニティへの安全なアクセス確保が望ましい。
- 6.1.3 高落差水圧管の急斜面への設置工事がローカル業者には困難と考えられる。
- 6.1.4 水位・流量観測の継続と、自記雨量計の設置による乾季水文量の特定。

6.2 社会・環境面

- 6.2.1 本計画の実施は少数民族（Phnong 族）の生活水準向上に貢献しよう。
- 6.2.2 環境保護区内であるため、景観・環境面での設計配慮が必要。

Pramaoy 電化計画（ブルサット州、小水力・バイオマスハイブリッド）	プレFS 要約シート	3
--------------------------------------	------------	---

1 計画対象地域：ブルサット州、Veal Veng 郡、Pramaoy 村、ならびに Stung Thmei 村

	
Pramaoy 電化対象村落位置図	取水堰地点と洪水痕跡から推定した洪水位

2 村落社会経済の現況

- 2.1 村落の主な収入源：農作物栽培（豆、米、バナナ）、畜産
- 2.2 世帯数、人口、その他の電化に関する指標

フェーズ	村名	世帯数	人口	バッテリー普及率	識字率
1	Pramaoy	229	1,060	70%	73%
1+2	Pramaoy, Stung Thmei	475	2,325		

注) 世帯数は Seila2004 の数値

3 CEC(村落電化組合)による実施・支払能力

地雷除去後の移住者が 60% をしめる。家計調査によると、世帯の月支出が平均で 100ドルを超えており、灯油ランプとバッテリー照明に月 4ドル以上費やしている。小規模ミニグリッド(60 世帯用、30 世帯用)も存在し、テレビ普及率も白黒とカラーを合わせると 50%を超えるほど高い。ミニグリッドの平均的使用量 10 kWh/月に対して支払能力を持つと推定する。対象地域をベースにした NGO が存在し、トレーニング、道路建設などの活動経験がある。

4 電化計画

小水力、バイオマス、ハイブリッドの比較検討の結果、フェーズ1として先ず集落密度の高い郡都 Pramaoy をバイオマスにより電化することを提案する。フェーズ2では、バイオマス発電機を増設して Stung Thmei 村を電化する。小水力は、フェーズ1の実施後昼間需要の顕著な伸びが認められる場合に、また乾季河川流量を継続測定して、フェーズ2の実施前にその追加投入の経済性を再検討することを推奨する。

**Pramaoy 電化計画の諸元**

フェーズ	1	1+2
出力	20 kW	45 kW
燃料木植栽面積 2 年次-8 年次	4-6 ha	9-14 ha
配電線	MV 0 km	MV 5.0 km
- 中圧配電線 (MV)	MV+LV 0 km	MV+LV 2.0 km
- 低圧配電線 (LV)	LV 3.0 km	LV 1.0 km
建設費	\$86,000	\$193,200

5 経済財務分析

フェーズ	EIRR	想定料金	FIRR	GHG 削減効果(30 年)
1	33.3%	\$0.400/kWh	5.0%	1,432 t-CO <sub>2</sub>
1+2	34.5%	\$0.375/kWh	5.0%	3,302 t-CO <sub>2</sub>

6 実施へ向けての課題

6.1 技術面

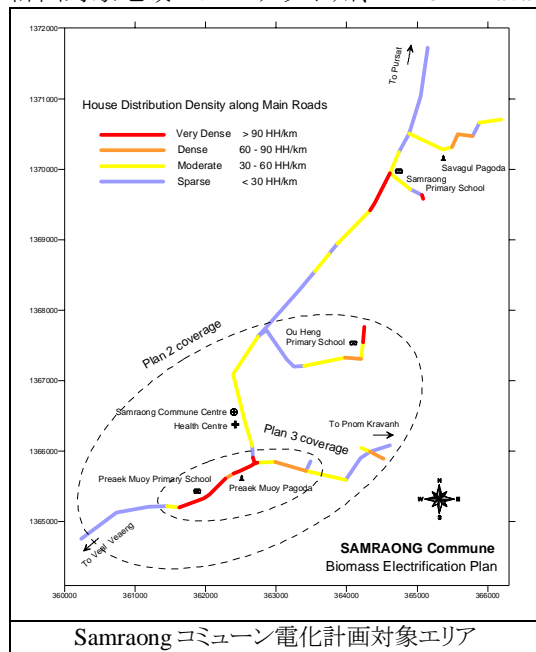
- 6.1.1 小水力のポテンシャルがあるが、最乾季 4 月に発電に必要な流量が不足する。村人からの聞きとりによると 2004 年 4 月には一部区間で河川水が枯渇した。年間を通じた流況の把握が必要。
- 6.1.2 フェーズ2の実施前に昼間需要を再調査し、その水準により小水力発電の経済性と追加投入の是非を判断。

- 6.2 社会・環境面：電化対象地域は一部地雷の危険地帯となっている。発電・配電設備の測量作業開始前に、地雷除去作業が必要。



<b>Samraong 電化計画（プルサット州、バイオマス）</b>	プレFS要約シート	<b>4</b>
------------------------------------	-----------	----------

1 計画対象地域：プルサット州、Phnom Kravanh 郡、Samraong コミューン



Samraong コミューン電化計画対象エリア

Samraong コミューン

2 村落社会経済の現況

- 2.1 村落の主な収入源：農業、商店、畜産業。
- 2.2 世帯数、人口、その他の電化に関する指標

フェーズ	世帯数	人口	テレビ所有率	識字率	バッテリー普及率
1	504	1,694	6% (30 世帯)	86.3%	30%
1+2	1,536	6,910	15% (225 世帯)		

3 CEC(村落電化組合)による実施・支払能力

農業中心の村落。過去に REE が需要調査を実施したが十分な需要を確認できず、電化が実現しなかった。初期拠出金の支払いに住民が慎重であるが、住民集会で説明の結果分割払いで対処したいとの結論であった。いくつかの NGO が活動している。

4 電化計画

フェーズ	1		1+2	
出力	64 kW		180 kW	
燃料木植栽面積 2 年次-8 年次	13-22 ha		35-57 ha	
配電線	MV	0 km	MV	0 km
- 中圧配電線(MV)	MV+LV	0 km	MV+LV	11.5 km
- 低圧配電線(LV)	LV	2.5 km	LV	2.5 km
建設費	\$219,300		\$1,093,000	

5 経済財務分析

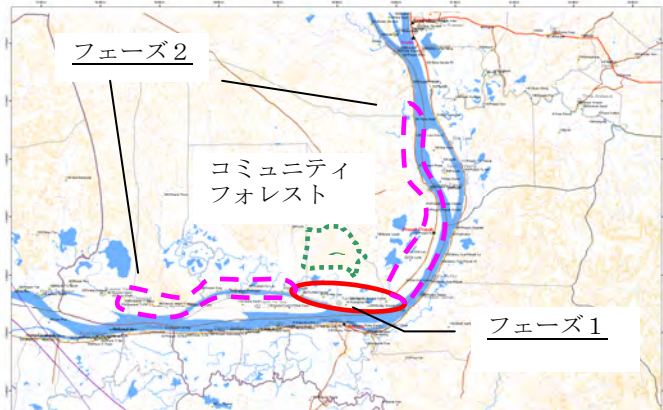

フェーズ	EIRR	想定料金	FIRR	GHG 削減効果(30 年)
1	37.3%	\$0.270/kWh	4.9%	5,238 t-CO <sub>2</sub>
1+2	32.8%	\$0.380/kWh	5.9%	13,968 t-CO <sub>2</sub>

6 実施へ向けての課題

- 6.1 技術面：3つの河川の合流点に位置し乾季でも水資源が豊富であり、また州都に近い。生計向上と昼間需要喚起を兼ねて、かんがいポンプによる野菜などの栽培のフィージビリティ検討が必要と考える。
- 6.2 社会・環境面
  - 6.2.1 コミュニティのリーダーが存在しないように見える。
  - 6.2.2 中心部のバッテリー照明普及率が低く、逆に周辺部が高い。社会的原因を調査し、計画に反映させる。

<b>Kampong Kor 電化計画（クラティエ州、バイオマス）</b>	フレFS 要約シート	<b>5</b>
---------------------------------------	------------	----------

1 計画対象地域：クラティエ州、Preaek Prasab 郡、Kampong Kor コミューン他

	
Kampong Kor コミューン電化対象村落位置図	コミュニティフォレスト(1461 ha)内の土地

2 村落社会経済の現況

- 2.1 村落の主な収入源： 農業、養豚、雑貨店、飲食店、精米所、給水所、製氷所
- 2.2 世帯数、人口、その他の電化に関する指標

フェーズ	世帯数	人口	テレビ所有率	識字率	バッテリー普及率
1	1,107	2,865	41% (454 世帯)	96.2%	83%
1 + 2	6,102	15,192	35% (2110 世帯)	—	—

3 CEC（村落電化組合）による実施・支払能力

対象地域では生計向上、コミュニティフォレストリーを目的とする NGO が活動しており、過去に複数のドナーの支援を受けた。特に植林管理について住民が教育を受けたことはバイオマス発電事業の持続的運営に貢献しよう。CEC の設立に関してもコミュニティ長、僧侶のリーダーシップや州政府との連携あり。バッテリー照明の普及率が 90%を超え、月 3-4 ドルの電気料金を支払う能力はあると推定する。電化意欲が極めて高く、初期拠出金は毎月積み立てて用意することを考えている。

4 電化計画

フェーズ	1		1 + 2	
出力	120 kW		640 kW	
燃料木植栽面積 2 年次-8 年次	24-39 ha		132-214 ha	
配電線	MV	2.5 km	MV	13.8 km
- 中圧配電線(MV)	MV+LV	6.0 km	MV+LV	33.0 km
- 低圧配電線(LV)	LV	2.0 km	LV	11.0 km
建設費	\$689,100		\$3,275,600	

5 経済財務分析（フェーズ1）

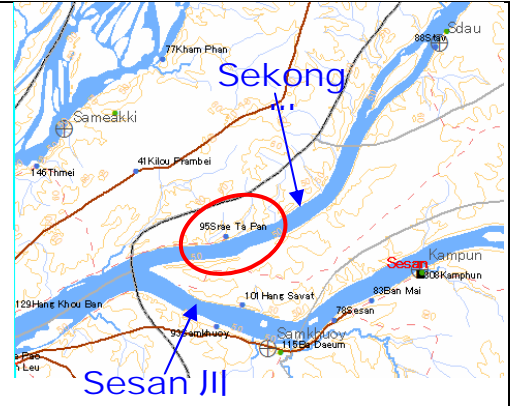


フェーズ	EIRR	想定料金	FIRR	GHG 削減効果(30 年)
1	30.9%	\$0.350/kWh	5.2%	9,525 t-CO <sub>2</sub>
1 + 2	35.6%	\$0.310/kWh	5.2%	52,482 t-CO <sub>2</sub>

6 実施へ向けての課題

- 6.1 技術面： フェーズ1 では、雨期中も冠水しない発電所用地の確保が課題。フェーズ2 では、集落の北側に広がる季節的冠水地のさらに北側の発電所候補地まで道路新設が必要。
- 6.2 社会・環境面： 住民集会では、初期拠出金は一括払いが難しいので計画的に積み立てるという。具体策の協議・作成が重要。

Srae Ta Pan 電化計画（ストウントレン州、太陽光 BCS）	プレ FS 要約シート	6
------------------------------------	-------------	---

1. 計画対象地域：ストウントレン州、Sesan 郡、Samkhuoy コミューン、Srae Ta Pan 村

 <p style="text-align: center;">Srae Ta Pan 電化対象村落位置図</p>		<p>村落内の道路 右手は Sekong 川</p>
		<p>船着き場 バッテリー充電のためストウントレンの町まで通う。往復 2 時間。</p>

2. 村落社会経済の現況

- (1) 村落の主な収入源：農業、漁業、畜産、林業、
- (2) 世帯数、人口、その他の電化に関する指標

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

注) 世帯数は Seila2003 の数値。2005 年 7 月の現地調査時には、バッテリー普及率が 3% であった。

3. CEC（村落電化組合）による実施・支払能力

インタビュー調査によると 65% が一戸あたりの月支出額 50 ドル以下。住民の 88% がラオ族。BCS の運営には多くのトレーニングを必要するだろう。

4. 電化計画

電 源	太陽光 BCS 出力：4 kWp		対象世帯数	89	
発電計画 諸元	バッテリーの種類	容量	1 日の想定充電台数		
		12V バッテリー	50 Ah (30%)	5	18
			70 Ah (50%)	9	
	100 Ah (20%)	4			
6V バッテリー	5~7 Ah	30		4 kWp	
建設費	31.8 千ドル (BCS 設備：31.5 千ドル、建屋：0.3 千ドル)				

5. 経済財務分析

想定料金	FIRR
\$0.447/kWh	12.2%

6. 実施へ向けての課題

(1) 技術面

- 1) BCS を 1ヶ所とするか、2つの副村落に 2kWp の小型 BCS を各 1ヶ所設置するか、住民集会でさらに協議することが必要。
- 2) BCS シェルターの建設コストと運営費用を低減させるため、住民参加型の計画により、既存建物の利用と、ボランティアによる充電作業を検討することが必要。

(2) 社会・環境面

- 1) 電化組合の設立と BCS の運営において、ラオ族とクメール族の協調を促す配慮が必要。
- 2) 村規模でのプロジェクトの経験に乏しい。DIME が啓蒙とモニタリング、サプライヤが技術指導。NGO/コンサルを投入して CEC の設立・運営を支援することが重要である。



## 4. マニュアル

本 MP 調査で以下のマニュアルを作成した。

### 1) MP 更新マニュアル

MIME 職員が4年ごとに MP を見直し、更新する際の手順・手法をまとめた。更新は4年に一度、系統拡張計画や地方電化計画の見直しと併せて実施する。更新された MP はドナー機関への支援要請の根拠資料とする。なお、MP の実施状況のモニタリングは、Seila の協力を得て毎年行うことを提言する。

### 2) 電化計画作成マニュアル

このマニュアルは、事業実施のための計画の精緻化のマニュアルと位置づけられている。DIME や NGO が、対象地域の電化計画の作成方法を習得するためのマニュアルである。

### 3) ビジュアルガイド

前項のマニュアルを CEC 向けに図解版としたものである。組合設立から電化基本計画(案)作成までをカバーする。