

## 第2章 地方電化の開発シナリオ

### 2.1 送電網による全国規模の電化

#### 2.1.1 全国送電網による電化の基本政策

カンボジアの電力供給システムは、最大の EdC のプノンペン-カンダル・システム、EdC の管理するその他のシステム、EAC の免許業者の管理するシステム、及び 2002 年以前に DIME の免許により事業を実施してきた業者或いは未認可の供給事業者が管理するシステム(EdC 以外の電力供給事業者を REEs と総称する)で構成される。これらの電力供給システムは、EdC の Kampong Speu システムを除き、互いに独立している。同国の最大の供給地域を所有している EdC の電気料金は、全需要家平均：US¢15.3 (Riel 610)/kWh (2004)と最低レベルである。隣国から電気を購入している供給業者の電気料金(US¢ 10.75 to US¢ 18.75)を除き、REE の供給システムでは US¢23.7 (Riel 950)～US¢80.0 (Riel 3,200)/kWh (従量契約需要家)という非常に高い水準にある(2004)。

EdC の安い電気を提供するために 22kV 線路を EdC の供給地域外に延伸することは、REE の電気料金のレベルを低減させるだけでなく、地方電化を促進するために実行可能な妥当な計画といえる。しかし、地方電化を目的として EdC の送電網から 22kV 線路が供給地域外に延伸された実績が無い。Part 1 の 3.2.1 節で説明したように、近年、いくつかの州都やベトナム国境近くの地域を EdC の供給地域に取り込んできただけである。

地方電化の促進を目的として送電網の延伸がなされてきていない理由として、以下の事項が考えられる。

- (1) 発電設備の増設が首都に集中しており、それ以外の地域の設備の増設が既存の供給地域内の需要増加のみへの対応であった。そのため、地方電化を促進するための電源の絶対量が不足している。
- (2) EdC の発電設備のほとんどが数 100kW から数 MW 級のディーゼル発電設備で構成されており、発電単価が隣接諸国に比較して非常に高いレベルにある。
- (3) 現在電力供給の約半分を占める IPPs からの電力の購入価格が、Kirirom からの電力を除き、US¢12.4 から US¢19.8/kWh (2004) と非常に高い。そのような高い購入価格が EdC の運営を困難にしている。すなわち、EdC にとって送電網を供給地域外に延伸し、販売電力量を増やすことは IPP からの電力購入を増やすことを意味し、経済的メリットが少ない。
- (4) 燃料となる油のほとんど全ては、ベトナムに管理されたメコン河を經由して輸入されており、輸送コストを含めた油の価格が高く、電力需要が抑制されてきた。

しかし、Part 1 の 4.7.3 節で説明したように、ベトナムから電力を輸入するための最初の 220kV 国境横断送電線路の建設計画が具体化してきた。建設のためのコンサルタントが 2 つのセクション、

すなわち、220kV 送電線及び関連変電所の ADB-NDF の資金援助の部分と、115kV 送電線建設、及び既存 115kV 施設の増強の WB の資金援助の部分、に分けて選定され、既に設計作業が開始されている。プロジェクトの完成は 2007 年末を予定している。2000 年 7 月に締結された EdC とベトナムとの買電契約によると、輸入される電力は、2003 年から 2005 年の間は 80 MW、その後は 200 MW に増加される計画となっている。また、電気料金は季節別・時間別の US¢ 3.0/kWh (雨季の off-peak 時間帯)から US¢8.5/kWh (乾季の peak 時間帯)、平均で約 US¢7.0/kWh、に設定されている。

この 220kV 国境横断送電線建設計画が完成したあかつきには、輸入される安価な電気とその契約容量から、地方電化計画促進のための上述の障害が解消されることになる。また、200 MW を限度とした電力の輸入は、200 MW の容量を持ち、その発電原価が約 US¢ 7.0/kWh の発電所の建設に相当する。換言すれば、そのような大容量の発電設備の開発に要する資金を、需要増加に合わせた小さな分散型システムの発電設備の増強だけでなく、国内の送電網の建設に投入できることを意味する。

既に説明したように、十分な容量と安い発電コストの電源を持つ送電網を整備することは、地方電化を促進するために不可欠である。これに関連し、以下の 3 段階での供給力の確保を提言する。

### 第一段階

輸入電力を電力供給のメインとして、既存の発電設備をピーク運転または予備機とする。発電設備への投資は、孤立した地域の需要増加に対応した小型ディーゼル発電設備の増強、及び国家の安全保障のための中/大型の予備発電所の建設に限定し、電力部門の資金は極力地方電化のための送電網の拡張と電気供給事業者の貧しい配電施設の整備に配分すべきである。

予備発電所としては、単位出力当たりの建設費が最も安い中/大型のガスタービン発電所が好ましい。ガスタービン発電所は、海岸線に沿った地域に建設し、同国の燃料確保の多様化を図り、全国送電網と 220kV 送電線で接続し、需要中心地に建設した予備発電所と同等の即応性を確保する。さらに、同型の発電所は発電効率の非常に高い複合サイクル発電所への衣替えが容易であり、輸入電力より安い電気の供給が可能となる。分散した電力供給システムの需要増加に対応した発電設備の増強は、順次送電網に組み込まれてゆく地域のシステムの発電設備を移設することで対応可能であり、大幅なコスト削減を図れる。

### 第二段階

隣国への輸出を目的とした大型の石炭火力(または石油/ガス火力)発電所(IPP)を海岸地域に誘致する。これらの発電所の設備容量はカンボジアの需要に比較して巨大であり、購入容量の制限は少なく、隣国からの輸入電力より安い、IPP の輸出価格と同レベルの価格での購入が期待できる。この段階でも、発電設備の増強のための投入資金を極力抑制し、地方電化計画の促進及び誘致した IPPs から電気を購入するための送電設備の整備に、貴重な資金を重点的に投入すべきである。この段階で、国産の油/ガスの利用が可能なら、第一段階で建設したガスタービン発電所の複合サイクル発電所への転換を図り、より安い電気の確保に努める。

### 第三段階

大型の輸出を主体とした水力及び火力(石炭、オイル、ガス)発電設備を政府または民間によって開発し、国内需要の 100%供給を目指すと共に、大規模な輸出を行う。この目的のために、エネ

ルギー資源の開発のための詳細な調査は各段階を通じて継続して実施すべきである。

### 2.1.2 全国送電網の拡張の基本方針

従来の系統拡張計画調査では、主に発電設備の新規開発と送電網の延伸とをリンクさせて送電網拡張計画が策定されてきた。従って、提案された送電網拡張計画は開発される発電設備の容量内で供給できる地域に必然的に制限されたものとなっている。すなわち、地方電化が調査の主要項目の一つとなっていて、同国の電化率を目標期間内に達成するには不十分なものであった。

カンボジアにおける送電線路は、目的別に大きく以下の3つのグループに分けることができる。

#### (1) 電力供給線

孤立した需要地または、未電化地域への電力供給を目的として新設する送電線や、既に送電網でカバーされている地域の需要の増大に伴う既設送電線の増強を含む。原則として、電力供給地域の需要規模及び将来の需要予測を基に、電圧・送電容量等の諸元を決定する。しかし、正確な将来予測が困難なこと、設計・材料の調達・材料検査等の簡素化のため、標準電圧、電線サイズ、装柱等をあらかじめ決めておき、機械的に割り当てる方式が一般的である。なお、事故時の安定供給を図るための重要な需要地への供給ルート複数のための線路の増設もこのグループを含む。また、現在計画されているタイ-カンボジア西部の国境横断送電線は限られた西部地区への電力の供給が目的であり、このカテゴリーに含まれる。

#### (2) 電源線

電源の開発に伴い、発電された電気を需要地に送るため建設される送電線である。送電線路の諸元は将来の当該発電所の増設を考慮した設備容量から決定する。一般的に、電源の突然の系統からの喪失は電力供給システムの安定度を大きく乱すので、電源送電線は2回線送電線が望ましい。特に重要な位置をしめる電源に対しては、大停電を回避するために、迂回ルートの確保も重要となる。なお、主要な発電所は、系統の制御を確かなものにするため、直接系統に接続することが望ましい。

#### (3) 系統連系線

系統の信頼性の向上、予備力の削減、緊急時の電力融通等を目的として系統間の連系を目的とする送電線である。本来は緊急時の電力の融通が目的であるが、電力の輸出入を目的として実施中の230kV国境横断線は、緊急時の電力融通に必要な機能を持つことから、このグループに含めることができる。

本調査では、上記(1)のグループの送電線を地方電化促進のための送電網拡張計画の対象と考える。

電源送電線に関しては、送電線ルート、建設時期、さらに技術的諸元は、開発される新規発電所の位置、開発時期、開発規模によって決定されるものであり、地方電化とは直接の関係が無い。従って、電源線を送電網拡張計画の策定の対象としない。

カンボジアではプノンペン・システムを除き送電網が存在しない。現在実施中の国境横断送電線路は全国送電網の核となるものである。従って、Kiriromからの115kV送電線に加え、以下の3つの計画を送電網の一部と考える。当初、全国送電網は3つの独立したシステムから構成されることとなる。2.1節で説明したように、各システムは、電力供給の十分な容量及び低価格のエネ

ルギーを持つことから、地方電化を促進するための能力を持っていると判断する。

- (a) 230 kV Phnom Penh – Vietnam 国境横断線 (2007 末)
- (b) 115 kV Thai – Banteay Meanchey 国境横断線(2006 末)
- (c) 115 kV Laos – Stung Treng 国境横断線(2007 末)

本調査において、送電網拡張計画は以下の方法でレビューし、策定した。

孤立した州に送電網を延伸する場合、変電所(GS)の建設位置を州都とする。その GS を中心に半径 40km の範囲の地域をその州内での、副送電系統延伸による地方電化対象地域とする。

国家目標である「2030 年時点の系統品質の電気による世帯電化率 70%」を達成するためだけでなく、安価で安定した電気をより広い地域の人々に供給するために、電力系統の全国規模の延伸は緊急の課題である。本調査では、2020 年までに、一部を除く（後述）全ての州都に送電線を延伸することを提案する。

送電線路の孤立した州への延伸のタイミングと優先順位付けは、電力輸送総合開発計画及び地方電化戦略調査 (Power Transmission Master Plan and Rural Electrification Strategy, May 1998)をはじめとする一連の調査報告書及び EdC の系統拡張計画を総合的にレビューし、地方電化の効果的促進を考慮した計画を提案する。

検討は、送電網拡張計画の内容の特定、入札書類の作成、入札、建設に必要な時間を考慮して、2008、2012、2016、2020 年の時間的断面で行う。

なお、送電線路の延伸後、州都地区の既存の電気供給業者が供給地域の移管に同意した場合、その州都地区を EdC の供給地域に組み入れることが望ましいと考える。その理由は、当該州の電気供給事業者が安く、安定した電気を供給するために GS から延伸された 22kV 施設の運転・保守だけでなく、民間の電気供給事業者の技術的指導と支援のための確かな組織を維持する必要があるからである。

### 2.1.3 全国送電網拡張計画

「電力輸送総合開発計画及び地方電化戦略調査(1998)」の中で 2016 年までの全国規模の系統拡張計画が提案されている。この調査を基に、ベトナムとの国境横断線建設計画のための一連の調査が実施され、世銀及び ADB-NDF の資金協力により現在建設のための設計が開始されている。しかしながら、この調査で提案された系統拡張計画は、プノンペン地区への電力供給を主目的とした発電設備の開発計画とリンクしたものとなっており、系統延伸の優先順位、時期等は必ずしも地方電化に適したものとなっていない。

EdC は上記調査結果、関係機関との協議、周辺国との協議、独自の検討等を基に 2020 年までの拡張計画を取り纏めている。その結果を図 2.1.1 に示す。この拡張計画案は、大規模水力開発や電力輸出を前提とした計画を含んでいるが、隣国からの電力輸入をベースに主要な州都への系統延伸を意図しており現時点で最も実現性が高い計画と判断される。



表 2.1.1 全国送電網の2020年までの拡張計画

Natnal Grid and Sub-transmission Grid Extension Plan

| Stage        | Transmission Line  | Grid Substation  | Sub-Transmission Extension (Provinces)   |
|--------------|--|--|--|
| Existing     | 1. Phnom Penh GS1-GS3 115 kV 1st cct line<br>2. Phnom Penh GS2-GS3 115 kV 1st cct line<br>3. Kirirom-GS1 115 kV 1cct line  | 1. GS1 115/22 kV substation<br>2. GS2 115/22 kV substation<br>3. GS3 115/22 kV substation<br>4. Kamp. Speu 115/22 kV substation  | Nil  |
| Up to 2008   | 1. (Vietnam)-Takeo-Phnom Penh 230 kV 2cct line (on-going)<br>2. Takeo-Kampot 230 kV 1st cct line (cmmitted)<br>3. WPP-Domnak Thom (P.P) 115 kV 2cct lines (on-going)<br>4. GS1-Domnak Thom (P.P) 115 kV 2nd cct line (on-going)<br>5. GS2-Domnak Thom (P.P) 115 kV 2nd cct line (on-going)<br>6. Reroute of Kirirom 1cct line to WPP substation (cmmitted)<br>7. (Thailand)-Banteay Meanchey 115 kV 1cct line (committed)<br>8. Banteay Meanchey-Battambang 115 kV 1cct line (committed)<br>9. Banteay Meanchey-Siem Reap 115 kV 1cct line (committed) | 1. West Phnom Penh 230/115/22 kV substation (on-going)<br>2. Takeo 230/22 kV substation (on-going)<br>3. Kampot 230/22 kV substation (committed)<br>4. Upgrading of GS1 substation (on-going)<br>5. Upgrading of GS2 substation (on-going)<br>6. Upgrading of GS3 substation (on-going)<br>7. Banteay Meanchey 115/22 kV substation (committed)<br>8. Battambang 115/22 kV substation (committed)<br>9. Siem Reap 115/22 kV substation (committed) | 1. Phnom Penh/Kandal<br>2. Kampong Speu<br>3. Takeo<br>4. Kampot<br>5. Banteay Meanchey<br>6. Battambang<br>7. Siem Reap   |
| 2009 to 2012 | 1. (Laos)-Stung Treng 115 kV 2cct line (cmmitted)<br>2. Kampot-Sihanoukville 230 kV 1st cct line<br>3. WPP-Kampong Chhnang 230 kV 1st cct line<br>4. WPP-Kampong Cham 115 kV 2cct line (*1)<br>5. WPP-Prey Veng 115 kV 1st cct line<br>6. Prey Veng-Kandol Chrum (Kp. Cham) 115 kV 1st 1cct line (*2)  | 1. Stung Treng 115/22 kV substation (committed)<br>2. Sihanoukville 230/22 kV substation<br>3. Kampong Chhnang 230/22 kV substation<br>4. Kampong Cham 115/22 kV substation<br>5. Prey Veng 115/22 kV substation<br>6. Kandol Chrum 115/22 kV substation (Kp. Cham)  | 1. Stung Treng<br>2. Sihanoukville<br>3. Kampong Chhnang<br>4. Kampong Cham-1<br>(West side of Mekong river)<br>5. Prey Veng<br>6. Kampong Cham-2<br>(East side of Mekong river) |
| 2013 to 2016 | 1. Kampong Chhnang-Pursat 230 kV 1st cct line<br>2. Pursat-Battambang 230 kV 1st cct line<br>3. Kampong Cham-Kampong Thom 115 kV 1st cct line<br>4. Banteay Meanchey-Oddar Meanchey 115 1cct line<br>5. Stung Treng-Ratanakiri 115 kV 1st cct line<br>6. Stung Treng-Kratie 115 kV 1st cct line  | 1. Pursat 230/22 kV substation<br>2. Extension of Battambang S/S to 230/115/22 kV<br>3. Kampong Thom 115/22 kV substation<br>4. Oddar Meanchey 115 kV substation<br>5. Ratanakiri 115/22 kV substation<br>6. Kratie 115/22 kV substation   | 1. Pursat<br>2. Kampong Thom<br>3. Oddar Meanchey<br>4. Ratanakiri<br>5. Kratie  |
| 2017 2020    | 1. Kandol Chrum-Krate 115 kV 1st cct line<br>2. Peam Ro SW/S (Prey Veng)-Svay Rieng 115 kV 1st cct line (*3)<br>3. Kampong Thom-Preah Vihear 115 kV 1st cct line<br>4. Kampong Thom-Siem Reap 115 kV 1st cct line<br>5. WPP-Peam Ro SW/S 2nd cct line<br>5. (Vietnam)-Mondolkiri 115 kV 1cct line  | 1. Peam Ro 115 kV switching station (Prey Veng)<br>2. Svay Rieng 115/22 kV substation<br>3. Preah Vihear 115/22 kV substation<br>4. Mondol Kiri 115/22 kV substation   | 1. Svay Rieng<br>2. Preah Vihear<br>3. Mondolkiri  |

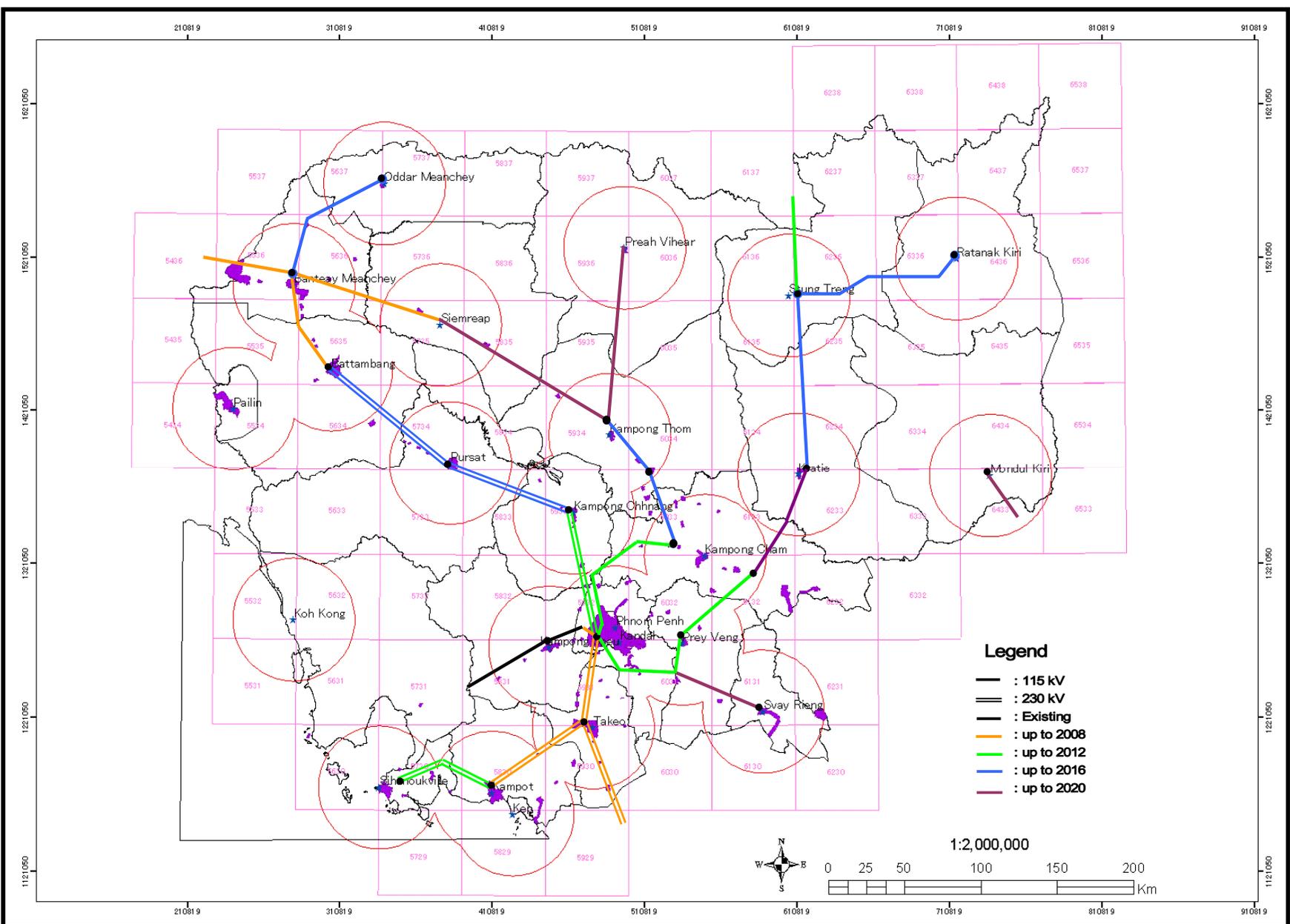
Note:

(\*1) Kampong Cham substation is planned to be located between Prey Chhoe and Province Town in order to cover allmost of all westside areas of Mekong.

(\*2) Another substation is proposed to be constructed near Kandaol Chrum in order to cover the east side areas of Mekong.

(\*3) Peam Ro switching station is planned to be constructed on the Prey Veng 115 kV line near Peam Chor district town of Prey Veng to feed Svay Rieng line. The switching station will be converted to a grid substation by means of addition of a transformer and 22 kV cubicles when needed.

(出典：調査団)



(出典：調査団)

図 2.1.2 全国送電網の2020年までの拡張計画

### 2.1.4 副送電系統の拡張計画

第 2.1.2 節で説明したように、全国送電網により電化される対象地域は GS を中心とした半径 40km の範囲である。地方電化を促進するためには全国送電網に接続された州都地区のみならず周辺 40km の範囲の電化を地方電化計画の一環として電化すべきである。もしそうでなければ、国家目標値の達成は困難となるだけでなく、農村地域に居住する人々に安価な安定した電気を供給するという本来の政策にも反することになる。従って、HV システムの地方部への拡張と共に GS 周辺の未電化地域内への副送電線 (22 kV) の積極的な延伸が必要となる所以である。

カンボジアでは電気法によりいかなる個人、企業、団体でも、電気供給事業免許を申請・取得し、電気の販売ができることを保証している。したがって、副送電線を延伸して既存の電気供給業者を全国送電網に取り込む際に、民間の供給業者の権利を尊重しなければならない。

また、同電気法において、Part 1 の 3.3.1 節で説明したように、全国規模で副送電線を自己の供給地域外に延伸するには全国送電免許が必要であり、この免許は「政府の管理下にある国営の送電会社」のみに発行できると規定している。現在この規定に合致している組織は EdC のみである。すなわち、全国規模で副送電線の延伸を担う資格があるのは EdC のみであり、地方電化のための副送電線の拡張計画は EdC の開発計画に含めて検討・計画・実施する必要がある。

本調査では、各州の電力供給業者の全国送電網への取込みのため、以下の 3 段階にわけて EdC の供給地域外への延伸計画を実施する計画とした。

#### (1) 第一段階

副送電線の EdC 地域外への延伸は、送電網の孤立した州都地域への拡張及び州都地域の配電施設整備計画に合わせ、GS を中心とした半径 40km の範囲内に以下の優先順位を持って延伸する。

- (i) 一級国道沿い。一般に一級国道沿いに多くの村落が存在し、電力供給業者も多い。ただし、村落分布図より明らかな過疎地域の国道沿いは除く。なお、隣国との国境に近い村落で既に輸入電力により電化されている地域(主にベトナム国境)に対しては、ベトナム内の変電所からの距離が 60km 前後のケースが多く周辺部への 22kV 線路の延伸が技術的に困難であり、当該地域を含めた国道沿いの延伸を行う。
- (ii) 郡都(District Town)に至る道路沿い。一部の現地調査の結果、新しい国道沿いより多くの村落が存在している地域が多い。

副送電線の延伸に合わせその経過地の既存供給業者の送電網への取込を行う。未電化村落は組織化及び配電設備の敷設に時間を要するためこの時点では接続が困難である。従って、実施段階において既存の供給業者の有無を確認し、更なる優先順位付けを行い、投入資金の有効活用を図ることが重要となる。なお、副送電線路は、国道を中心とした、車両の交通可能な道路に沿って敷設し、延伸された副送電施設の維持管理を容易にする。

この段階で建設する MV 線路は EdC の幹線路と同等の仕様を適用すべきである。すなわち、電線サイズは AAC150mm<sup>2</sup> とし、末端部における電圧降下を極力少なくし、質の高い電気を供給するだけでなく、故障停止時に系統を切り替えて、停電区間を極力限定するためである。

この段階の地方電化のため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が望ましい。

(2) 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、本調査で作成した村落の分布図を参考に、人々が比較的多く居住している地域の電化を進める。この段階の MV 線路の延伸は、GS からの新規線路の敷設のみならず、第一段階で敷設した MV 線路から 1 km 以上離れた周辺村落への MV 線路の延伸を行い、供給地域の拡大、既存施設の有効活用に努める。

この段階では、組織された電化地区が少なく、需用家グループの組織化、配電設備敷設のための資金調達、配電設備敷設等の時間が必要であり、第1段階に比較してより長い時間がかかる事が予想される。従って、国際機関や2国間の通常の協力の枠内での実施は困難であり、副送電線の延伸、需要家グループの組織化、等を含めた別途支援体制の構築が必要と判断する。

この段階で建設する MV 線路の電線サイズは線路周辺の村落の集中の度合いを懸案して決定すべきである。しかし、故障時の系統の切り替えを考慮し、幹線路からの限定された地域への延伸を除き、AAC100mm<sup>2</sup>程度かそれ以上の電線の採用が望ましい。

この段階における副送電線の延伸、民間又は電化組合等の系統への取り込みは、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。

(3) 第三段階

この段階の拡張計画は全ての州に適用する必要がなく、上記段階で送電網への取込が行われていない 40km の円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実施する。

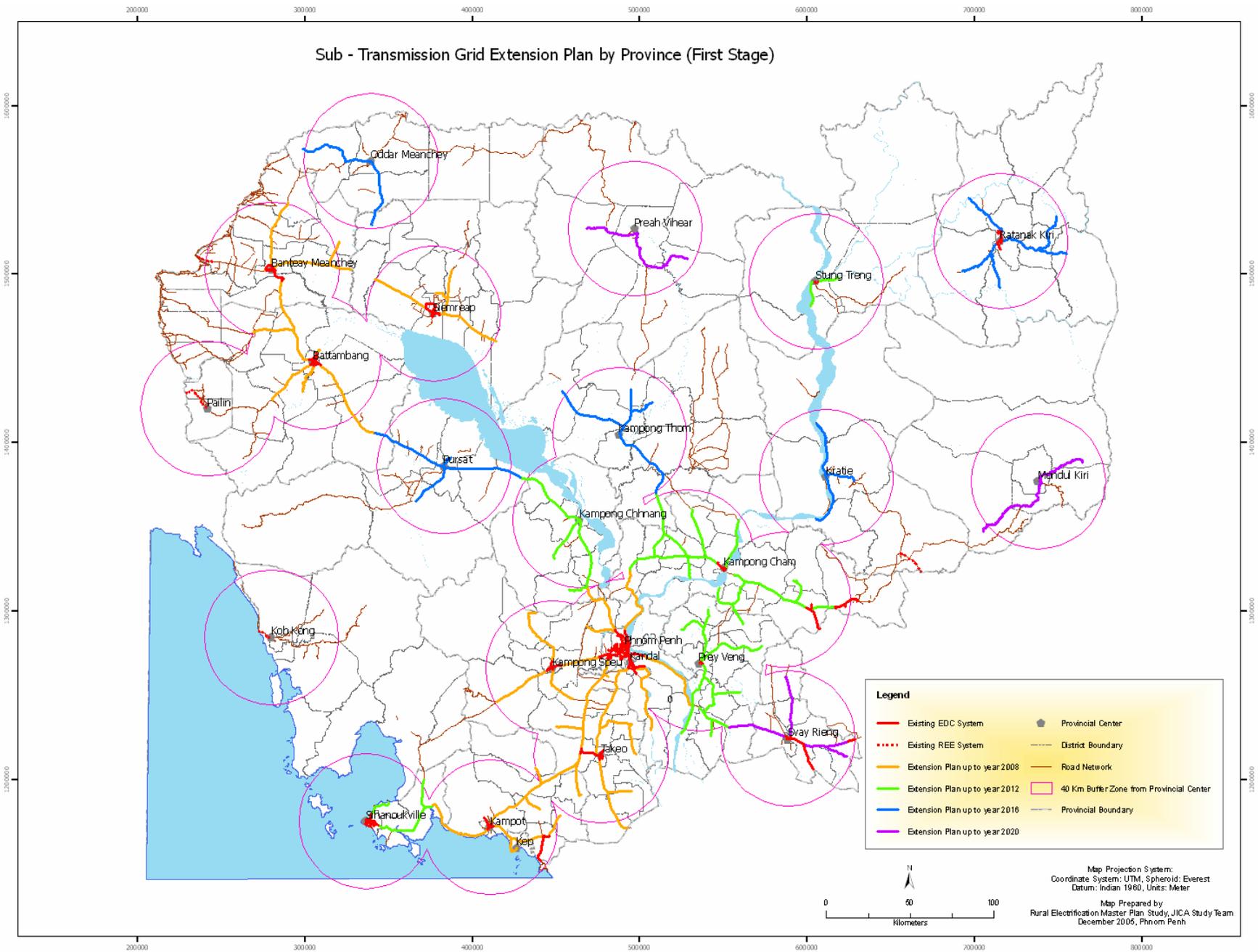
既存の送電線路の中間地点で、かつ、需要密度の比較的高い地域に GS を新設し、周辺地域の電力供給業者の送電網への取込みのみならず、隣接する GS との供給地域の調節を行い、電圧降下等の弊害の除去を図る。必要に応じて、GS からの送電線の延伸、GS の新設を行う。

上述の区分に従って、上記 2.1.3 節で説明した送電線拡張計画に合わせた、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 2.1.2 及び図 2.1.3 に示す。

表 2.1.2 副送電線路拡張計画

| Nos to be integrated to National Grid | Up to 2008 | Up to 2012 | Up to 2016 | Up to 2020 | Total |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| Provinces                             | 8          | 6          | 5          | 3          | 22    |
| District Centers                      | 40         | 30         | 21         | 11         | 102   |
| Present Licensees                     | 43         | 25         | 8          | 1          | 77    |
| Nos. of MV Feeders                    | 28         | 16         | 13         | 7          | 64    |
| Length of MV Lines in km              | 1,127      | 755        | 498        | 272        | 2,652 |

(出典：調査団)



(出典：調査団)

図 2.1.3 副送電線路の拡張計画

なお、表 2.1.2 に示す副送電線路の長さは、その州都が EdC の供給地域となっている州では、二重投資を極力抑制する目的で EdC の既存の 22kV 線路から延伸することを前提に副送電線路長を算定し、それ以外は州都中心を基点に算定してある。従って、実際の延伸計画策定の際には、GS 位置の特定に合わせ、既存の 22kV 線路の電線サイズ、末端における電圧降下の状況を調査の上、計画数量の決定が必要となる。

### 2.1.5 免許業者の全国送電網への取り込み

副送電線を EdC の供給地域外に延伸して、既存の EdC 以外の電力供給業者(免許業者及び非免許業者)や未組織の未電化地域を全国送電網に取込む代表的なケースを図 2.1.4 に示す。

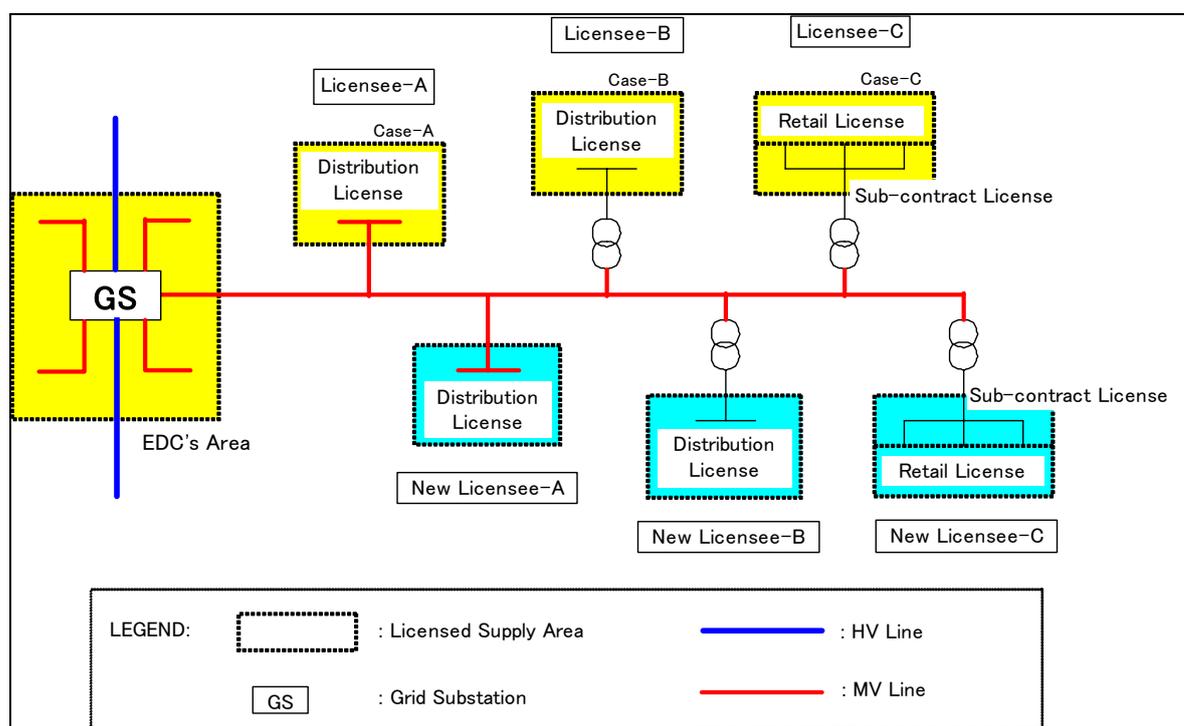


図 2.1.4 副送電線の延伸に伴う REEs の取込

#### (1) 既存の免許業者や非免許業者へ供給する場合

ほとんどの(免許及び非免許)供給業者は自家用の発電設備を所有・運用し、需要家に電気を供給している。副送電線が彼らの供給地域へ延伸された場合、既存の配電設備への接続は容易である。また、供給業者はこれらの発電設備を廃棄または市場での売却により処分する必要がある。さらに、EAC の免許業者であれば、それまでの複合免許から配電免許への切り替えが必要となり、非免許業者は EAC の配電免許の取得が必要となる。

##### 1) 22 kV 配電設備を有する供給業者 (Case-A)

副送電線から 22kV 区分開閉器または負荷開閉器を設備した開閉器盤を介して供給業者の 22 kV 線路に接続する。売電のための電力量計は開閉器盤の 22kV 回路に設置する。EdC の設備管理境界は電力量計を含む開閉器盤までである。

## 2) LV 配電設備のみを有する供給業者 (Case-B)

副送電線から 22kV 線路の電柱に設置した保護用の避雷器、フューズ型開閉器及び変圧器、電力量計を介して供給業者の LV システムに接続する。電力量計は変圧器の LV 回路に設置される。EdC の設備管理境界は電力量計までである。変圧器の型式(单相か三相)や容量は供給業者の負荷の大きさ、使用目的、需要予測等により決定される。型式については、一般の家庭用負荷や小型のポンプ等の負荷のみの場合は单相変圧器で十分であり、変圧器のみならず低圧配電施設のコスト削減が図られる。しかしながら、精米所のような中規模以上の三相負荷への供給が必要な場合は、三相変圧器を設置しなければならない。地方電化の促進のためには、少容量の单相変圧器の導入は不可欠である。現時点の EdC の標準仕様では、50kVA、100kVA、160kVA、250kVA 及び 400kVA の三相変圧器のみであるが、州電力供給計画の中で、Banlung (Ratanakiri)の配電システム用に 25kVA 及び 50kVA の单相変圧器が調達されている。

## 3) 供給業者及び需要家が電気の供給を拒否した場合

強制は困難であり、副送電線は当該供給地域を通過するのみであり、供給事業者の配電施設への接続をおこなわない。

## 4) 供給業者が事業の継続を望まない場合

既存の免許・非免許を問わず、ほとんどの配電設備が技術基準を満たさないものが多く、非常に貧弱である。住民の安全を考えた場合、それら民間の供給事業者の配電設備の整備は必要なことであり、国策としての地方電化計画はその良い機会と考える。

一方、EAC は技術基準に従った配電設備の整備を含めた電気供給業者のサービスの向上を推進するための実行計画を進めている。その計画は以下の3つのプログラムから成る。

### (a) 助言、指導及び訓練

最初の方法は、電気供給業者の現地を視察し、現地で設備・運転・管理をどのように改善するかを助言する。次いで、設備や運用をどのように改善するか業者間の意見を交換するためのワークショップを主催し、更に、教育・訓練の場を設ける。

### (b) 報償及び罰則

技術基準に従った設備の整備及びサービスの効率化を行った業者は免許の更新の権利を持ち、更に、より長期の免許の発行を受けることができる。一方、設備の整備、運用・管理の改善に失敗した業者に対しては、免許を取り消し、より良いサービスを提供可能な他の業者又は個人を選定するよう強制することができる。

### (c) 財務モニタリング及び競争

業者の財務状況をモニタリングするために財務報告書の作成を要求している。小規模の電気供給業者に対し、業者間の競争を誘導するために、同様のビジネス条件の業者の電気料金表をもとに、電気料金を設定する。

この実行計画に従うと、特に非免許業者は電力系統に接続する際に配電免許の取得が必要となり、技術基準遵守を強く求められることになる。非免許業者の多くは、小容量の発電設備を電源として、貧弱な配電設備を通して電気を供給しており、その多くは資金力に乏しく、配電設備の改修要求を満たすことができず、廃業を申し出ることが予想される。

既存の供給業者が廃業を申し出た場合、以下の対応が考えられる。

- ・ 電力供給を引継ぐ業者を公募し、事業を引継がせる。既存の配電設備の委譲を受け、さらにその必要な整備は引継ぐ業者の責任で実施する。事業者は配電免許の取得が必要となる。なお、選定された業者が既存の配電設備の委譲を受けない場合は、配電設備を所有してきた元の業者が自身の責任で施設を撤去しなければならない。
- ・ 上記と同様公募により業者を選定したが、資金力・技術力不足で配電設備の維持管理が困難な業者しか応募しなかった場合、以下の対応を考える。  
電力供給を継続するためには、配電施設の整備が必要であり、選定された供給業者は配電免許を取得し、配電施設の所有、整備、運用を行う下請け業者を公募により選定する。この場合の配電業者は電力量計を所有、整備、管理し、需要家に電気を販売するという小売業務のみを担うことになり、民間業者だけでなく、村落組織（CEC 等）も対応可能である。  
配電設備については、選定された業者は下請け免許を取得し、必要な配電施設を所有、整備、運用する。下請け免許業者として、既存の他の免許業者、個人(居住地を制限しない)のほか EdC も応募できることが望ましい。
- ・ 配電免許者及び下請け免許者の公募を行ったが事業を引継ぐ業者あるいは CEC がいなかった場合、電気法の観点から、当該地区の電気供給を中止することが妥当と判断される。また、既存の配電設備は元の供給業者によって撤去させる。

## (2) 未電化地域に電気を供給する場合

地方電化計画の中で既存の供給業者に電気を供給するために副送電線を延伸する場合、その経過地に多数の未電化村落が存在する。電化率を向上させるという国家目標を達成するためには、これら未電化村落の積極的な電化が重要となる。

これらの未電化村落の電化を促進するためには、計画時点から上述の如く、公募による電気供給事業者の募集を行い、計画に織り込むことが重要となる。特に、配電設備の建設、その後の維持管理のための資金調達、管理体制の確立のための制度的支援が必要となる。また、これらの制度的支援は既存の全ての供給事業者の配電施設の整備にも適用されるべきである。

電気供給事業者を公募しても適当な業者の応募がない場合、当該地域の住民による CEC 組織の設立、初期費用の調達、配電網の建設が必要となるが、CECの方が参加村民の総意により REE より電気料を低く抑えることも可能となる。この段階に必要な初期費用の大部分は配電網の建設費用である。しかし、配電網を建設するための初期費用の調達・設備の建設が上記の支援を受けても困難な村落が多数出てくることが予想される。初期費用の調達が困難で電化を断念する村落を極力少なくするために、初期投資額を低減するための以下の対策を提案する。

- (a) 第 2.1.4 節で説明した副送電線の電柱の中間に低圧配電用の電柱を建設し、低圧 ABC 電線を架線することを可能にする。
- (b) 上記の低圧電柱だけでなく、MV 電柱にもメーターの取り付けを可能にする。

CEC のみならず既存の REE が副送電線路沿線の未電化村落にその供給地域を拡大する場合に以上の対策を講じれば、供給業者の配電設備の建設コストを大幅に削減することが可能となる。

### 2.1.6 送電網による電化地域の需要予測

送電システムの拡張の目的は、安定した電気を妥当な価格で全国の需要家に供給することである。以下本調査で実施した送電網による電化地域の需要予測について説明する。

#### (1) 電化率の目標

カンボジア政府は、電化政策の一環として、2005年1月に発行された「カンボジアのエネルギー戦略(案)」の中で、投資のための十分な資金の調達が可能で、かつ、コミュニティが電気を購入するだけの財源があるという条件において、2030年までに**農村部の家庭の70%**を送電網レベルの質の電気により電化するとの目標を掲げている。一方、他の文書では、2030年までに**同国の電化率目標**を70%としている。本調査では後者の目標値を採用する。すなわち、2030年の時点で全家庭の70%に送電網からの電気供給と同等の質の電気を供給することを前提に全国送電網の需要想定を行う。

#### (2) 全国送電網による電化地域の需要

送電網レベルの質の電気の供給事業は、電気法に明確に示されているように、国営企業であるEdCのほか、EACの免許業者によって運営されることになっている。しかしながら、現実には多くの無免許の民間の供給業者が存在しており、更に多くの未電化の村落がこれらの供給業者の周辺に存在している。

カンボジアではいくつかの需要グループがある。すなわち、全国送電網により電化された地域の需要、EdCにより電気を供給されている孤立した地域の需要、EACの免許業者により電気を供給されている孤立した地域の需要、無免許の供給業者により供給されている孤立した地域の需要、未だ電化されていない地域の潜在需要がある。従って、全国送電網による電化地域の需要は、送電網の拡張計画に基づいて、前節で説明した副送電システムの延伸が計画通りに効率よく実施されるという前提で想定する。すなわち、送電網の拡張に伴う供給地域の拡大による需要家数・需要は、副送電線の延伸によるREEの送電網への取り込み、未電化地域のREEやCECなどによる配電網の敷設・送電網への取り込みにより順次増加してゆくことになる。

ここで注意すべきことは、EdCは全国送電免許業者として副送電線を延伸できるが、免許を受けた供給地域外では配電事業は許されず、他の免許業者への電気の卸売り、大口需要家への電気の販売ができるだけである。

#### (3) 需要想定的基础となる需要

需要想定を行うには核となる年度の実際の需要(需要家数、販売電力量等)が必要である。本調査では、基準年を2004年とし、州別に需要想定を行った。送電網レベルと同等な質の電気の2004年の需要を以下の3つのグループに分けて考えた。

##### 1) EdCの供給地域の需要：

収集した家庭用の需要家数及び販売電力量を使用した。

##### 2) EACの免許業者の供給地域の需要：

2004年度を対象としたEAC報告書に示す配電・複合免許業者の需要家数及び販売電力量を使用した。ただし、タイとの国境近くの輸入電力で業者が供給している地域の需要

を除外した。その理由は、距離的に州都から 40 km 以上離れていたり、経済的見地から副送電線の延伸が妥当でないからである。

### 3) 無免許業者による供給地域の需要

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。質問書では送電網レベルの質の電気の需要家数を質問しており、現地で直接確認したところ、回答された数値は EAC の免許業者を含んだものであった。従って、需要家数は回答された数値から上記の EAC の免許業者の需要家数を差し引いて求めた。なお、販売電力量は回答が困難との理由で質問しなかったため、EAC の需要家あたりの平均販売電力量を基に推定した。

### (4) 新規需要家数の推定

電化率の増加傾向等は、人口統計の分野の増加傾向と似た方法で近似する 경우가多く、本調査では、その中でも一般的なロジスチック曲線(S-型曲線)を適用した。同曲線は 2030 年時点での送電網による電化の目標値を 60%、それ以外の孤立したミニグリッドによる電化率を 10%と仮定して求めた。

州別の電化率の推移を以下のように仮定し、新規需要家数を推定した。

- (i) 送電網が延伸される前の需要は過去の実績に基づいて推定された年平均増加率を適用
- (ii) 送電網が延伸された後は、上記曲線に従って電化率が増加すると仮定

### (5) 家庭当たりの平均消費電力量

家庭用需要は需要家数と需要家当たりの消費電力量から推定する。しかしながら、EdC の供給システムを除き、需要家グループ別の需要家数及び販売電力量が不明である。それらの需用家グループ別に需要家を区分していないシステムに対しては、電気を供給している全ての需要家が家庭用需要と仮定した。

一般的に、電化率の向上を目的として電化計画を積極的に促進した場合、新規需用家の消費電力量は低く、開始当初に平均単位電力消費量が減少する。しかし、本調査では、2004 年のデータに基づいて算定した年平均消費電力量を簡単のため調査対象期間を通じて一定と仮定した。

### (6) 家庭用需要以外の需要の想定

この調査の主要な目的は、送電網の拡張により目標とした電化率を達成できるかどうか検証することである。従って、簡単のため、2004 年の EdC の家庭用需要以外の需要の全需要に占める比率を検討対象期間を通じて一律に適用した。

### (7) 基準となる家屋数

NIS の人口予測値を基に算定した 2003 年から 2020 年の平均増加率を適用し、家屋数の推移を推定した。

### (8) 需要予測の結果

上記仮定に基づいて算定した予測結果を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 全国送電網の需要予測 (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                  |
|   | 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    | 11,848    | 13,440    | 15,224    | 17,217    | 19,437    | 21,902    | 24,629    | 27,636    | 30,939    | 10.47                  |
| Up to 2012  | Kampong Cham              | 31,624  | 33,973  | 36,521  | 39,260  | 42,204    | 45,369    | 48,772    | 52,430    | 58,687    | 65,582    | 73,143    | 81,406    | 90,399    | 100,145   | 110,661   | 121,956   | 134,027   | 9.45                   |
|   | 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    | 17,625    | 19,696    | 21,961    | 24,428    | 27,103    | 29,991    | 9.21                   |
|   | Kampong Thom              | 7,956   | 8,559   | 9,201   | 9,891   | 10,633    | 11,430    | 12,287    | 13,209    | 14,200    | 15,265    | 17,217    | 19,390    | 21,803    | 24,474    | 27,421    | 30,660    | 34,207    | 9.54                   |
|   | Oddar Meanchey            | 949     | 911     | 979     | 1,052   | 1,131     | 1,216     | 1,307     | 1,405     | 1,511     | 1,624     | 1,752     | 1,896     | 2,056     | 2,232     | 2,424     | 2,632     | 2,856     | 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     | 5,096     | 5,475     | 5,878     | 6,307     | 6,763     | 8.53                   |
|   | 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     | 7,010     | 7,486     | 7,982     | 8,500     | 9.31                   |
|   | 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    | 17,230    | 18,511    | 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     | 2,257     | 2,577     | 2,941     | 8.92                   |
|   | Mondolkiri                | 430     | 462     | 497     | 534     | 574       | 617       | 664       | 713       | 767       | 824       | 886       | 953       | 1,024     | 1,101     | 1,257     | 1,433     | 1,631     | 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    | 89,697    |                        |
|   | 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                  |
|   | Stung Treng               |         |         |         |         |           |           |           | 1,147     | 1,283     | 1,432     | 1,594     | 1,768     | 1,956     | 2,158     | 2,372     | 2,600     | 2,840     | 3.092                  |
|   | Sihanoukville             |         |         |         |         |           |           |           | 17,918    | 20,767    | 22,794    | 24,936    | 27,190    | 29,550    | 32,011    | 34,566    | 37,209    | 39,934    | 9.08                   |
|   | Kampong Chhnang           |         |         |         |         |           |           |           |           |           | 5,557     | 6,303     | 7,140     | 8,075     | 9,116     | 10,272    | 11,551    | 12,961    | 14,510                 |
| Up to 2012  | Kampong Cham              |         |         |         |         |           |           |           |           | 22,184    | 24,790    | 27,648    | 30,771    | 34,171    | 37,855    | 41,830    | 46,099    | 50,662    | 10.87                  |
|   | 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     | 7,878     | 8,784     | 9,771     | 10,841    | 11,996    | 11.34                  |
|   | Kampong Thom              |         |         |         |         |           |           |           |           |           |           | 5,492     | 6,185     | 6,955     | 7,807     | 8,747     | 9,781     | 10,912    | 12.12                  |
|   | Oddar Meanchey            |         |         |         |         |           |           |           |           |           |           |           | 972       | 1,109     | 1,265     | 1,441     | 1,639     | 14.07     |                        |
|   | 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                  |
|   | Previhear                 |         |         |         |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 1,508     | 1,721     | 1,965     | 14.15                  |
|   | Mondolkiri                |         |         |         |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 377       | 430       | 489                    |
| <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 | 2,423,488 | 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                  |

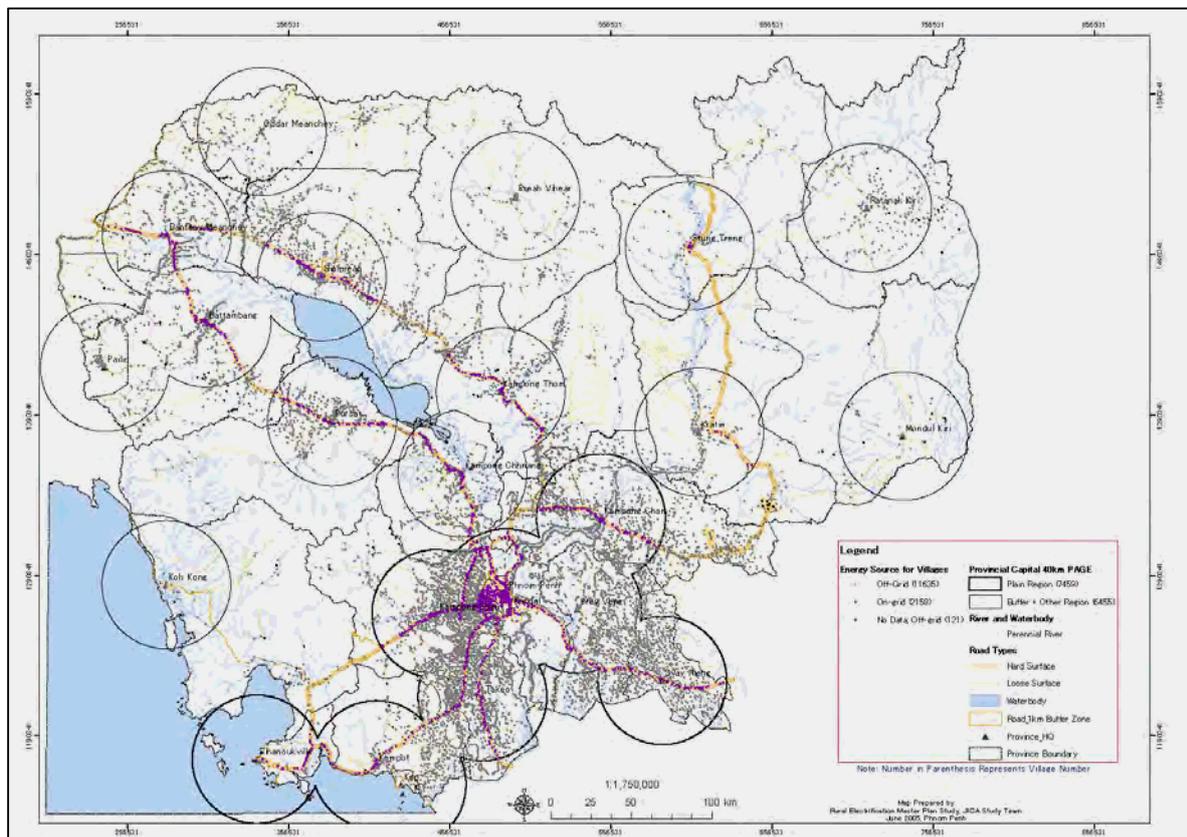
(出典：調査団)

## 2.2 オフグリッド地域の地方電化政策

### 2.2.1 オフグリッド地域の電化戦略

#### (1) オフグリッド地域

図 2.2.1 に 2008 年の想定オングリッド地域を示す。



出典：調査団

図 2.2.1 PAGE、オングリッド地域、オフグリッド地域

世銀・ADB 融資の送電線建設計画（RE&T project）の 2007 年完成に続いて、オングリッド地域の電化が実施される。RE&T は、ベトナムからプノンペンまで廉価なエネルギーを 200 MW まで輸入する 220 kV 送電線を建設するものである（タイとラオスから合計 160-240 MW を輸入する 115 kV 送電線計画については 2.1.1 節参照）。合計 360 - 440 MW の輸入電力は、全土の電化を系統延伸で実施すると仮定した場合に必要な電力 195 MW の電源として十分な量である（Part 1 の表 3.2.1 参照）。

オフグリッド地域は、本 MP の計画対象地域である。MIME の全国電力系統拡張計画を参照して、全国 24 州の州都を中心とする半径 40 km の円を描き、この内部を系統拡張ポテンシャル地域（Potential Area of Grid Extension, PAGE）と呼ぶ（Part 1 の図 1.3.1 参照）。オフグリッド地域は、PAGE の外側、及び PAGE 内側の地域からオングリッド地域を除いた範囲である。オフグリッド地域は、オングリッド地域の毎年の拡張に連れて縮減する。

40 km という距離は、各州都に今後順次設置予定の全国系統の高圧変電所 (GS) から、中圧 (22 kV) 配電線により、技術的に給電可能な限度を示すものである。負荷の大小によっては 50-60 km まで延長することも可能だが、マスタープランとして全国の系統電化範囲を設定する場合には、将来の負荷増加に伴う電圧降下も勘案して、優先検討対象地域として妥当と判断した。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。しかし実際には、送配電線の拡張には多額の資金を必要とし、また PAGE の外側に位置する村落、あるいは PAGE の内側でも主要道路から離れた村落まで配電線が到達するまでには長年月を必要とする。したがって、地方電化を系統拡張だけに依存すると、遠隔の地方部が電化されるのは数十年先となり、都市・地方間の格差を、2030 年以降に全国の系統電化が実現するまでは、かえって拡大することになりかねない。

PAGE 内部で、EdC のプノンペン系統及び主要国道 (1 号線から 7 号線) の両側それぞれ 1km の範囲は、州都から延伸するグリッド電化の優先対象地域と設定した (図 2.2.1 の道路沿い紫色の村落)。この低圧線 (400/230V) による給電可能範囲は通常 500 m 程度とされているが、カンボジアでは道路から離れると家屋が急減する特徴があり、負荷が小さくなることから、両側 1 km までを電化範囲として想定したものである。この道路沿いの優先村落だけで、21 万世帯以上が居住している。これは、2004 年の EdC 給電地域内の世帯数 31 万の 3 分の 2 に相当する。それ以外のグリッド電化地域については、EdC が個別配電線延伸計画を作成する都度、順次オングリッド地域に追加することが必要となる。

## (2) オフグリッド地域の電化概念

本地方電化マスタープラン (MP) では、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及びバッテリー充電所 (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推進することを提言する。以下に本 MP が提案する 3 段階の電化コンセプトを示す。

電化レベル 1 は、遠隔地の貧困削減を目的として、太陽光 BCS を公的資金で設置し、バッテリー照明を普及しようとするものである (無償設置してもバッテリー購入代金を含む kWh 当りの費用はなお 56 セントとなるため、ユーザーは都市住民と比べて十分以上の負担をする)。2020 年までに村落電化率 100%を達成し、さらに世帯電化率を向上することが地方電化セクターの目標として設定されており、この太陽光 BCS は特に僻地における目標達成を目指す電化手段である。

電化レベル 2 は、1 世帯当り平均 100 ワット程度の電力消費の照明とテレビ等の軽負荷電気製品を対象とする電化である。住民が電気照明への支払い能力をぎりぎり持つもののテレビは購入できないような僻地の寒村では、最低需要水準は 1 世帯当り 30 ワット程度と推定される。一方、州都周辺や主要国道沿いの村落、あるいは農業生産高に恵まれている一部の地方村落では、照明やテレビだけでなく電気扇風機、アイロン、電気炊飯器、電気ポット等の購買力を持つ。このような村落では需要水準が 1 世帯当り平均 200 ワットに達することが想定される。既存ミニグリッドは一般に、1 世帯当り平均 100 ワット、月当り 7-10 kWh の消費水準で運営されている。いくつかのミニグリッドでは、需要が 1 世帯当り平均 100 ワットを超え、電源増設が必要となっている。

しかし、オフグリッド地域の村落で1世帯当り平均月消費量が10 kWhを越えるのは、昼間需要がある場合に限定されよう。

ミニグリッドでは、発電機容量と資金調達の初期計画時に、ユーザーが合意し約束した消費水準以内に電気製品の使用を限定することが必要となる。電気アイロンやコンロ等の高負荷熱機器の使用は、初期計画時に使用と費用負担をコミットした世帯を除き、禁止することが必要である。ミニグリッドの高い発電原価(\$0.30-0.40/kWh)に鑑み、このような高負荷機器の使用はグリッド接続(電化レベル3)まで待つことが望ましい。ユーザーが計画当初に約束した消費水準を越えて高負荷熱機器の使用を希望する場合には、自家用発電機を導入するかグリッド接続を待つべきである。

電化レベル3は系統延伸による電化である。ユーザーは、契約容量内でどのような電気製品でも使用可能である。電気料金は著しく低減する(2005年のEdC系統で\$0.09-0.15/kWh)。

### (3) なぜ系統延伸に加えてミニグリッドとBCSを推進するのか？

グリッド電化とオフグリッド電化を平行して推進しようとする本MPの基本方針は、以下の効果を目指すものである。

- 1) オングリッド計画地域では、EdCの毎年の延伸計画に沿ってグリッド電化を進める。
- 2) オフグリッド計画地域では、ミニグリッド建設により、グリッド電化を待つのと比べて早期に電化レベル2の電化実現が可能となる。ミニグリッド電化により、人々は電気のある生活を早期に享受でき、学童は家庭で読書できるようになる。
- 3) さらに遠隔地では、太陽光BCSにより村落の簡易電化(バッテリー照明)を進める。都市・地域間格差是正・貧困削減(2003年で50%未満だった識字率向上等)に早期に貢献できる。

系統拡張は順次ステップを踏んで都市部から地方部に進行する。国道や地域の主要道路沿いを除いて大部分の村落では、系統の到着までプノンペンあるいは州都からの距離に比例して10-20年あるいはそれ以上待つことが必要となろう。

例えば、200世帯を対象とするミニグリッドの初期建設費用は約10万ドルであり、系統延伸計画の大きな資金需要を、細分化する効果がある。これは、オフグリッド地域の村落に電化の均等機会を提供することを可能にする。

### (4) オフグリッド電化の特徴

ミニグリッドとBCSの本質的特長は、全国電力系統や州都からの距離に拘わらずどこでも設置できるところにある。住民が、本MPが提案する支援プログラムを利用して自助努力のスピリッツにより自分の村落を是非とも電化したいと考えるならば、ほとんど全国でミニグリッドかBCSを設置することが可能である。PAGEの内側に位置するミニグリッドは、遅かれ早かれ2030年までにはほとんどが全国電力系統に接続される。したがって、PAGEの内側に位置するミニグリッドは特にEACの技術規格に沿って設計すべきである(なお、PAGE外部でもEAC技術規格を満たすことが必要であり、REE免許の要件である)。この規格には、ミニグリッドに適したいくつかのオプションが追加される予定である。この規格を満たすミニグリッドは、系統接続の実現後も使用を継続できる。

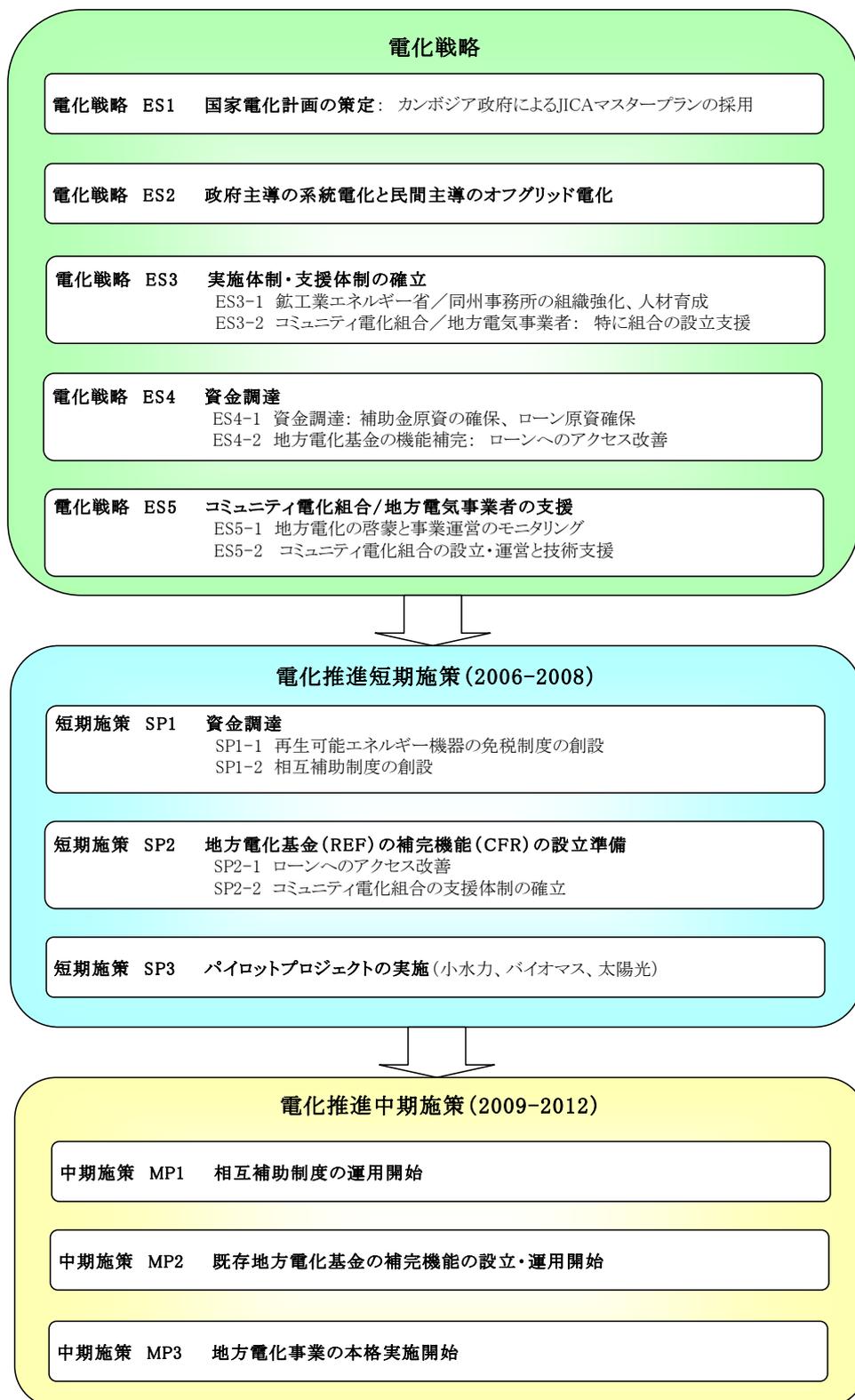
系統接続後は、ミニグリッドの発電機について、以下の3つの対処方法がある。

- ① 残存価値がほとんどない場合はスクラップ
- ② 残存価値がある場合は未電化村に売却あるいは移設
- ③ 発電原価が EdC 水準あるいはそれ以下の場合には発電を継続し EdC 系統に余剰電力を売電する (EdC 系統とミニグリッド間での電力の相互取引は、現行電力法の下でも両者合意により可能だが、実例なし)

したがって、系統接続が、例えばミニグリッドの運転開始後数年で実現した場合でも、配電線への投資には何ら損失は生じない。同様に、発電機についても特別な損失は生じないだろう。

(5) 地方電化戦略

JICA 調査団は、地方電化の政策目標達成のために、カンボジア政府が図 2.2.2 に示す電化戦略と短期・中期推進施策を採用し、実施することを提言する。



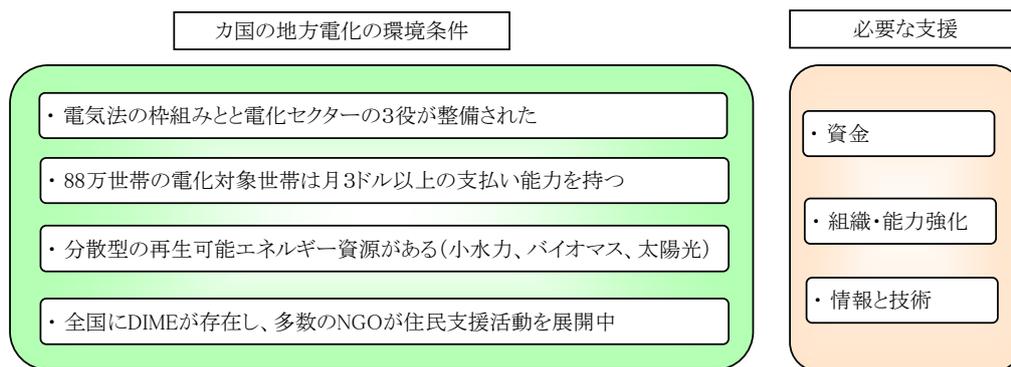
出典： 調査団

図 2.2.2 電化戦略と短期・中期推進施策

### 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 2.2.3 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 2.2.3 カ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、目標村落と世帯数の電化を達成する。

- 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>6</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>7</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。

第 1 章の図 1.1.1 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。

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>8</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>9</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、

6 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。

7 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。

8 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。

9 調査団が提案する、地方電化のためのカンボジア全国を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。

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 2.2.4 に示す。MIME が全体を管轄し、REF/REF 補完機能（以下本 MP では REF2 と仮称）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/REF2 による管理・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>10</sup>。

- |   |   |
|---|---|
| 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 MIME/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/REF2 から CEC 経由で資金支援 |

REF/REF2 は、MIME 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 |

10 MIME の組織強化策(案)を添付資料-6 に示す。

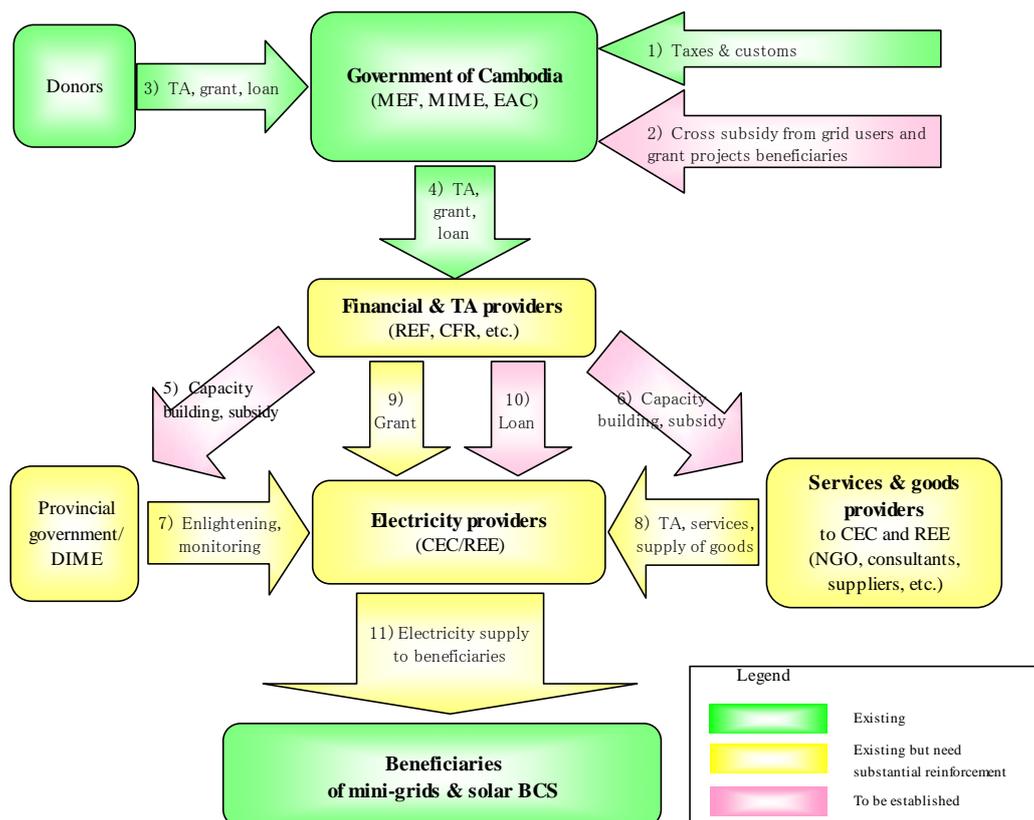


図 2.2.4 地方電化セクターの関係機関と機能

**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。

- ① 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
- ② 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 2.2.5 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。

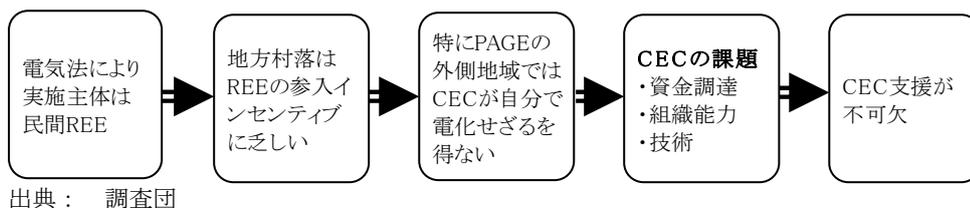


図 2.2.5 CEC の支援が必要な背景

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>11</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>12</sup>。

### CEC の設立・運営支援

CEC に対する 3 つの支援を図 2.2.6 に、支援の枠組みと機能分担を図 2.2.7 に示す<sup>13</sup>。

図 2.2.8 に CEC の設立・運営支援の概念を示す。

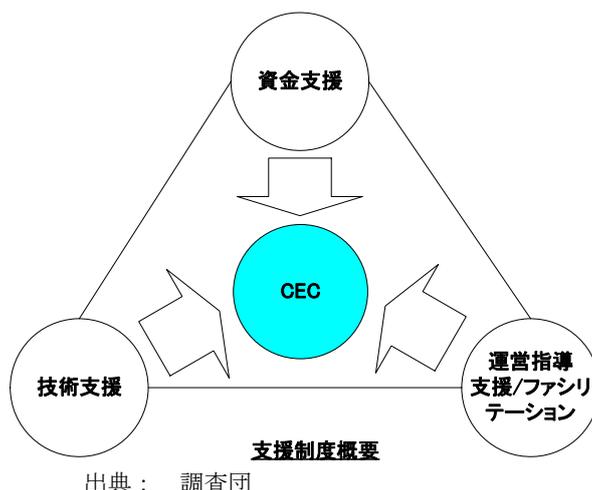
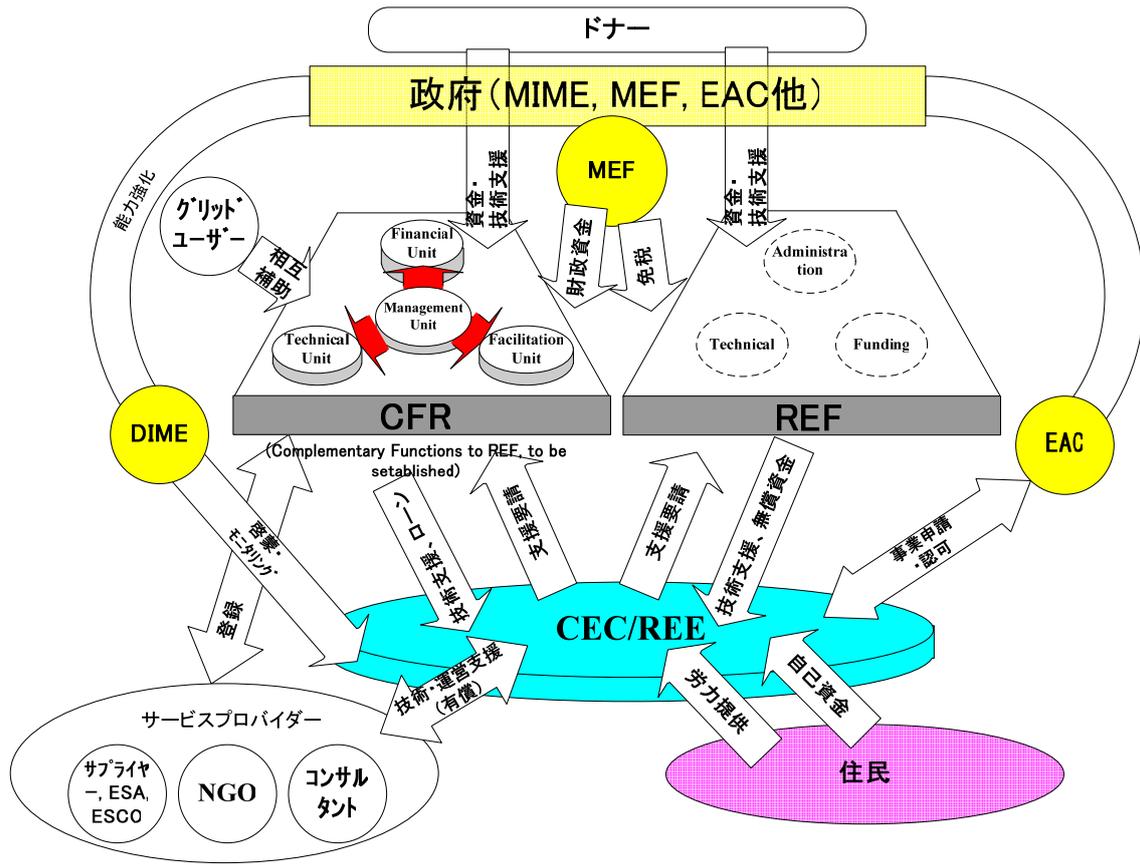


図 2.2.6 CEC に対する 3 つの支援

11 住民の支払い能力、および REE に対する不信任感から、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 つのコミュニティ中 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。

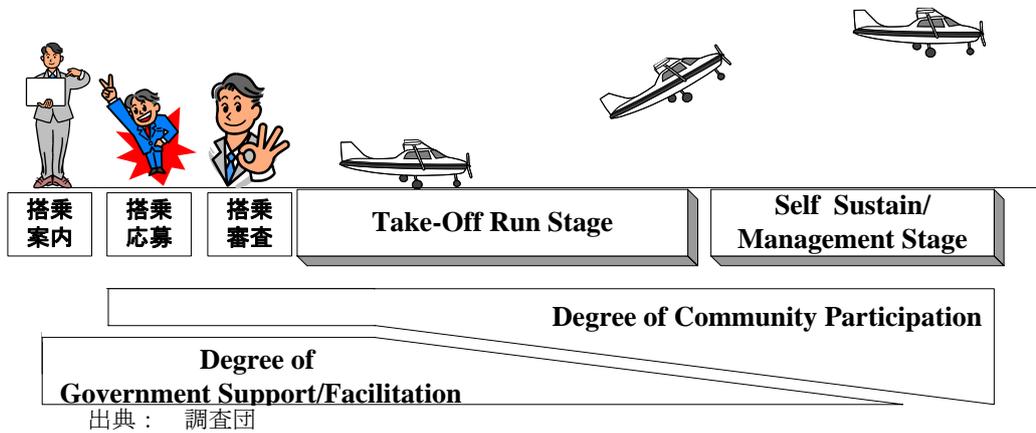
12 SHS の場合には、Sales モデルや Service モデルの事例が他国に見られる。そのような事例では、サプライヤやプロバイダが高率の補助金あるいはソフトローンを得ない限り、購入者は所得ピラミッドの一部上位層に限られよう。BCS の場合には、CEC あるいは村の高所得者が個人で太陽光 BCS を導入することが必要となる。しかし、ディーゼルと比べてコストが割高となるため、地方部の小村では太陽光 BCS 導入へのインセンティブは働き難い。

13 2005 年 12 月に 10 ヶ所のコミュニティ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。



出典： 調査団

図 2.2.7 CEC 支援の枠組みと機能分担



出典： 調査団

図 2.2.8 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 2.2.1 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 2.2.1 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 年間の輸入関税と VAT の合計で 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>14</sup>

**ローン原資確保**

- ① MEF の財政資金
- ② 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、加えて高額の担保を必要とする。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

<sup>14</sup> 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。

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>15</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>16</sup>。

カ国は、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。

- ① 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>17</sup>。
- ② 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>18</sup>、CEC は電気料金収入から同程度の代価を支払う。

### 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

15 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。

16 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。

17 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。

18 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(SA)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。

⑤ 運転・維持管理、電気事業運営、ローン返済<sup>19</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>20</sup>を支援する機関と役割を表 2.2.2 にまとめる。

表 2.2.2 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>21</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/<br>コンサルタント <sup>22</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>23</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。

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 2.2.3 に示す3段階の電化方式を採用する<sup>24</sup>。

19 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、プノンペンの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。

20 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。

21 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。

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

23 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。

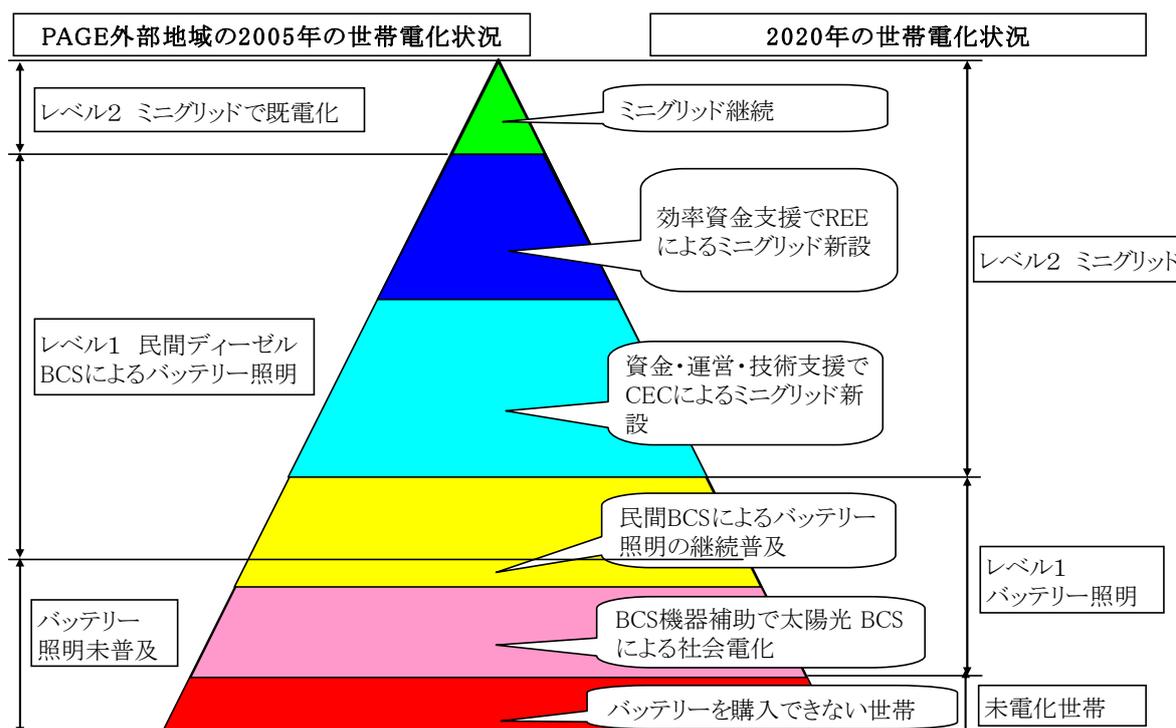
24 表中でディーゼル発電も電源候補としている。都市部周辺やメコン河周辺の平地部では、小水力ポテンシャルも、またバイオマスを栽培する遊休土地も乏しい村落がある。また、1日3時間未満の短時間給電の場合には、ディーゼル発電が他の再生可能エネルギー源より安価となる。そのような村落のために、ディーゼル発電も候補電源オプションのひとつとして用意する。

表 2.2.3 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<br>グリッド | 3                      | <400                             | 50                      | 系統   | 全国電力系統                          |
|      | オフ<br>グリッド | 2                      | 100<br>(村落経済水準に<br>より30-<br>200) | 10                      | 分散型<br>ミニ<br>グリッド                              | 小水力、24時間連続が基本                   |
|      |            |                        |                                  |                         |  | バイオマスガス化発電、時間給電<br>ディーゼル発電、時間給電 |
|      | 1          | 10<br>(TVを使う<br>世帯は40) | 3                                | BCS、SHS、<br>公共施設電<br>化型 | 既存ディーゼルおよび新設太陽光<br>BCSによるバッテリー照明、必要など<br>きだけ使用 |                                 |

出典： 調査団

図 2.2.9 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>25</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>26</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。



出典： 調査団

図 2.2.9 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

25 図の面積は、実際の割合を代表していない。

26 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。

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。

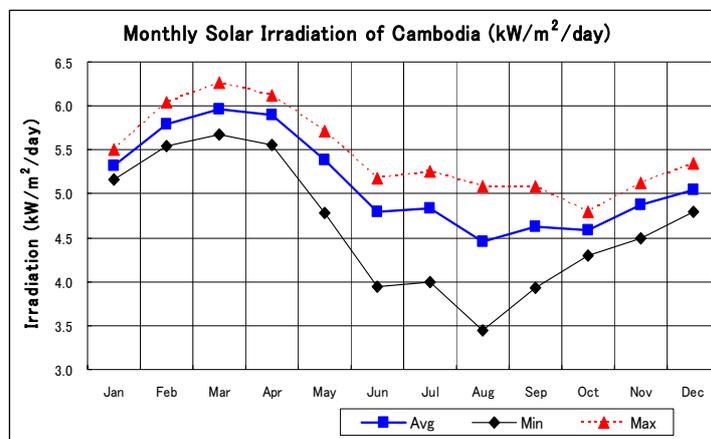
① 再生可能エネルギーのポテンシャル

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 2.2.4 および図 2.2.10-2.2.12 に示す<sup>27</sup>。図 2.2.10 は、衛星資料による日射量の月変動を示す<sup>28</sup>。図 2.2.11 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 2.2.12 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>29</sup>。

表 2.2.4 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<br>(利用方式)  | ポテンシャルの特徴   |
|-----|-------------------|---|
| 1.  | 小水力<br>(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<br>(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<br>(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<br>(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



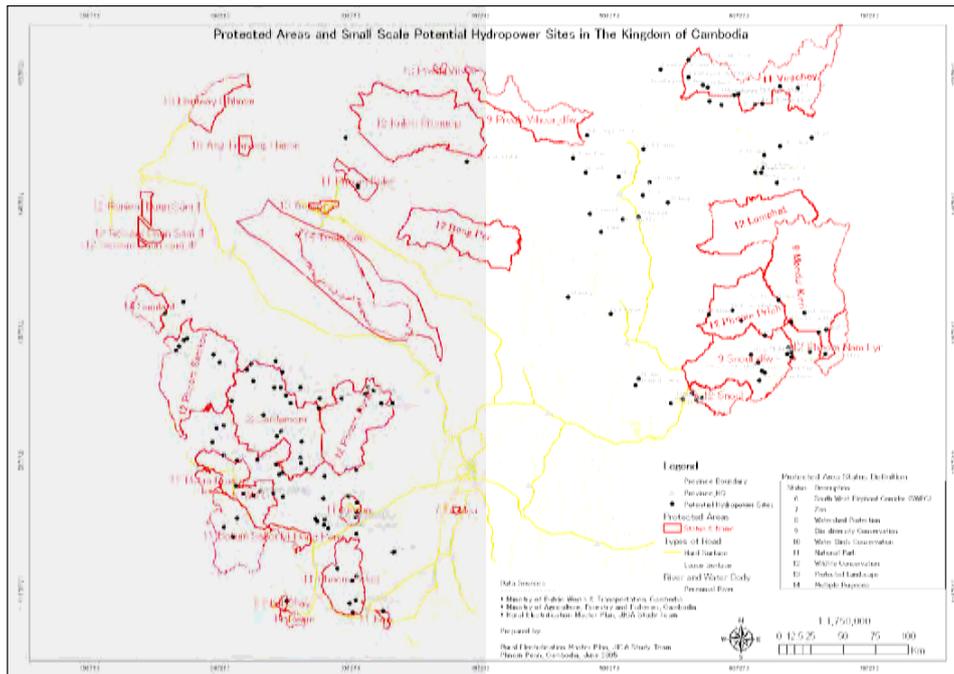
出典： NASA 衛星データから調査団が編集

図 2.2.10 カンボジアの日射量の月変動範囲

27 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。

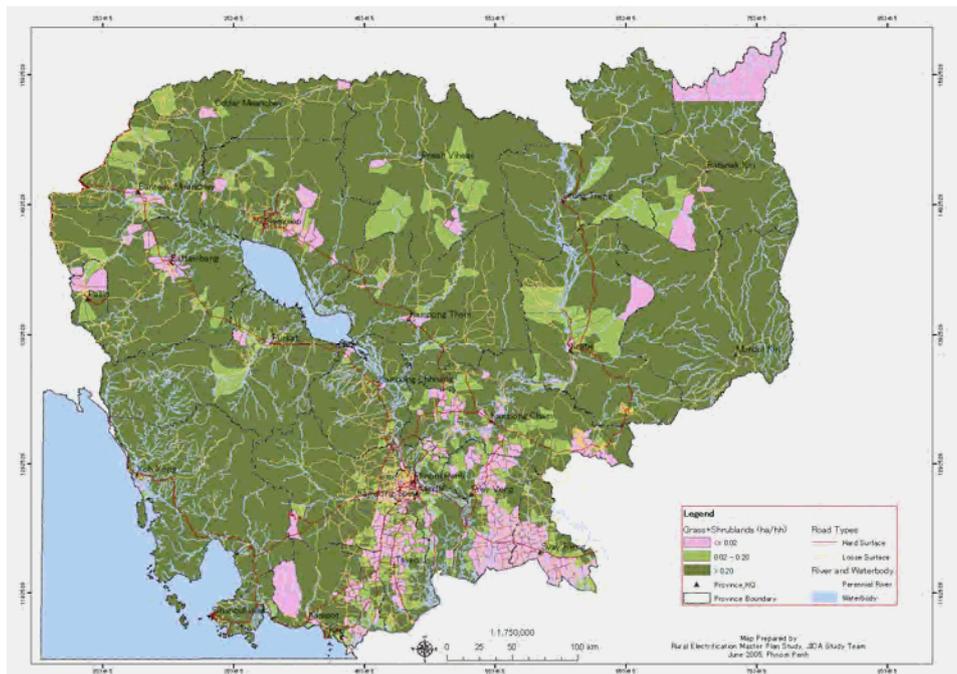
28 地上観測値との比較の結果、月最小値で計画すると安全側となることが判明した。

29 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。



出典： 調査団

図 2.2.11 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 2.2.12 草地・灌木地の世帯当り面積

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>30</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 と比べて非常に安価である。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。
- 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>31</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>32</sup>が導入され、運転中である(図 2.2.13 の写真参照)。



出典： 調査団

図 2.2.13 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>33</sup>

30 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。

31 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。

32 連続定格出力 7 kW<sub>e</sub>

33 左がガス化炉、右は燃料木の栽培地

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 2.2.14 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>34</sup>。



出典： 調査団

図 2.2.14 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 10 kW、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 2.2.5 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>35</sup>。また、発電設備の利用率<sup>36</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 2.2.18 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。

34 同分科会には、MIME1名、世銀3名、JICA 調査団2名、NGO 6名が参加。Proceedings, Cambodia Energy Sector Strategy Reviews Workshop, October 27, 2005, Phnom Penh, Cambodia.

35 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。

36 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 2.2.5 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>37</sup> | ○                          | ○               | ○<br>(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<br>(前提条件)            | ○<br>(ローン)      | △<br>(高率補助金とソフトローン)        | △<br>(全額補助金)    | △<br>(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>38</sup> | ○             |
| 5.  | 発電原価 <sup>39</sup> (\$/kWh)<br>設備利用率 15%<br>同 30% | 0.59<br>0.40    | 0.85 <sup>40</sup><br>0.40 | -<br>-          | 0.56<br>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が対象となることから<sup>41</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>42</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>43</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。

37 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。

38 技術的には可能、経済的に非現実的

39 税込み、需要家端

40 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。

41 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、バッテリー照明すら利用できない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。

42 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、REF2 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/REF2)に留め、CEC に有償で貸し出す形式をとる。

43 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>44</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 2.2.6 に示す。

表 2.2.6 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>45</sup> | 2020 年までの<br>目標電化世帯数 |
|--------------------------|----------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 既電化地域<br>(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>46</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<br>の山地・丘陵        | 小水力、ハイブリッド     | 137                  | 18,541              | 9,000<br>(左の 50%)    |
| トンレサップ沿岸<br>地域、他         | バイオマスガス化<br>発電 | 3,071                | 501,636             | 168,000<br>(左の 33%)  |
|                          | ディーゼル発電        | 392                  | 69,390              | 23,000<br>(左の 33%)   |
| ミニグリッド小計 C               |                | 3,600                | 589,567             | 200,000              |
| 北東部・北部州<br>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>47</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 2.2.15 の左側に示すように、2020 年までに 100% (13,793) <sup>48</sup>の村落を太陽光 BCS と SHS を含  
めて電化する<sup>49</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%の達成を図る。

44 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。

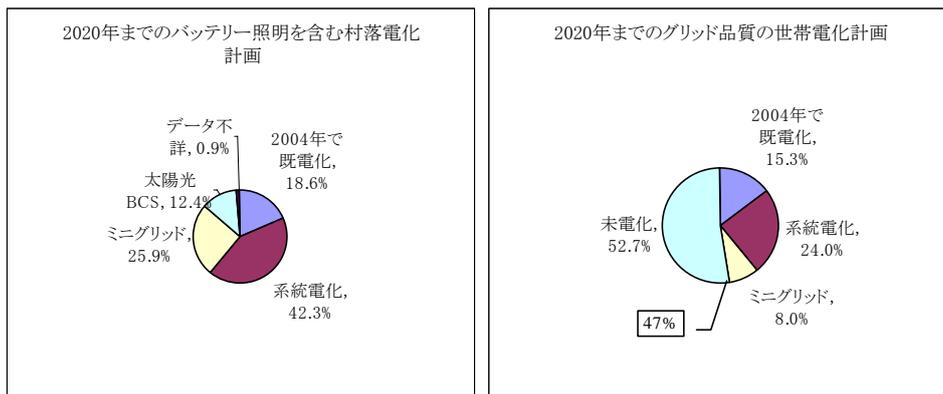
45 この世帯数は、ミニグリッドで電化されている村落内の総世帯数であり、電化世帯数ではない。

46 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。

47 データ不明の村落 121 を含む。

48 データ不詳の村落 121 を除く。

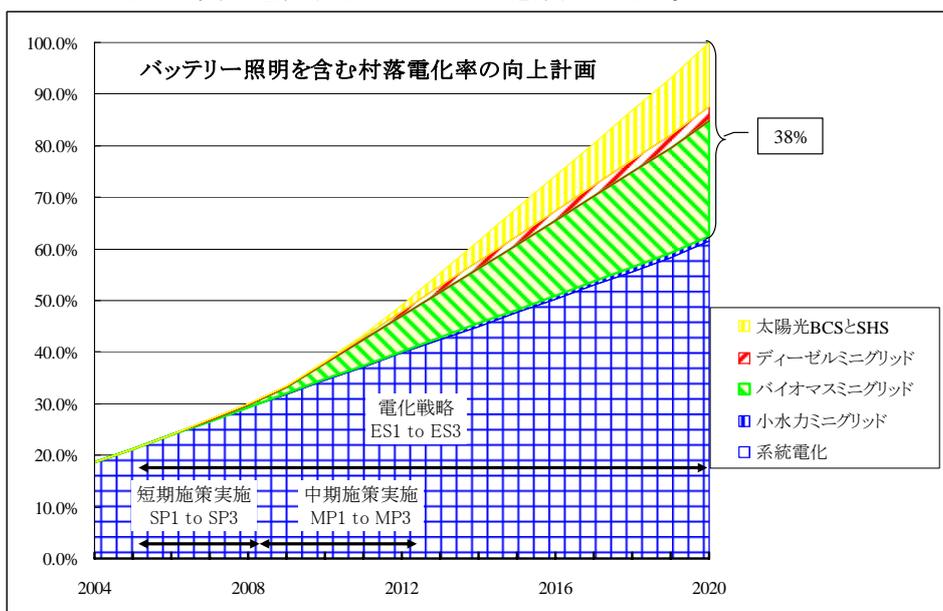
49 バッテリー普及率が 20%に達していない 1,720 村落には、BCS と SHS によりバッテリー照明を普及する。太陽光 BCS と SHS で合計  
72,000 世帯を新規に簡易電化する。バッテリー照明は急速に普及しているため、対象村落数は年々減少が見込まれる。



出典： 調査団

図 2.2.15 2020年時点の村落および世帯電化率の計画内訳

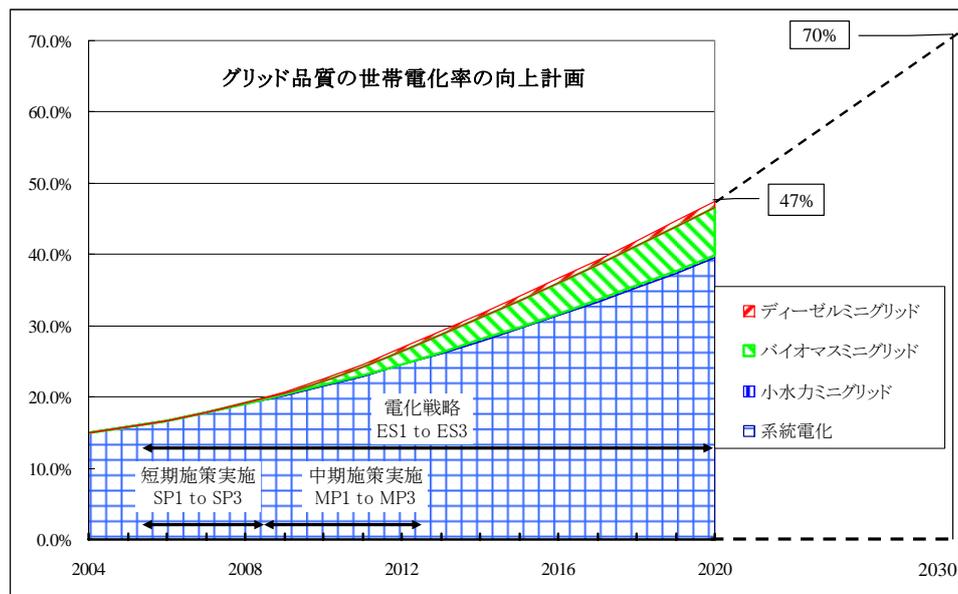
図 2.2.16 に村落電化率の向上計画を、図 2.2.17 に世帯電化率の向上計画を示す。両図から、電化の主要部分は系統電化が担うべきこと、しかし村落電化率ではミニグリッドと太陽光 BCS が合計約 38%の大きな貢献を求められていることが読み取れよう。ミニグリッドの世帯電化率への貢献は 8%で一見小さいように見える。しかし、PAGE 外の世帯数は全国の 20%弱であり、オフグリッド地域の世帯数の約 34%<sup>50</sup>をグリッド品質で電化するミニグリッドの意義は大きい。



出典： 調査団

図 2.2.16 村落電化率の向上計画（バッテリー照明を含む）

50 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 2.2.17 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>51</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 2.2.7 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150百万ドル（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>52</sup>。

51 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。

52 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 2.2.7 地方電化計画と資金需要

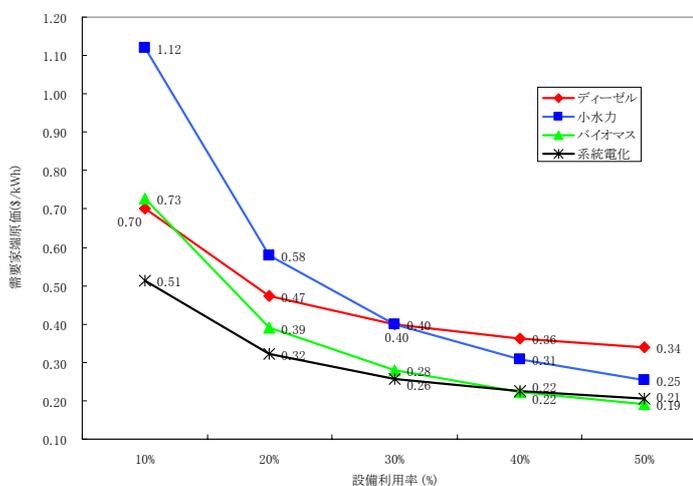
| 電化方式       | 対象村落数        | 2020年までの新規電化世帯数 | 総費用<br>(\$1,000) | 世帯当り費用<br>(\$/世帯) | 資金源 (\$1,000) |               |               |
|------------|--------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
|            |              |                 |                  |                   | 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>53</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>54</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 2.2.18 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 2.2.18 設備利用率と需要家端原価の関係

53 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)、充電料に月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。

54 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。

## (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1 MW を超える場合、火力発電（ディーゼル、バイオマス）では5 MW を超える場合に、環境影響評価（EIA）が必要となる。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1 MW 未満の規模であり、EIA は不要である。

カンボジアでは図 2.2.11 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（ブスラ村計画など）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。モンドルキリ州のブ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。

### 2.2.2 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>55</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>56</sup>。

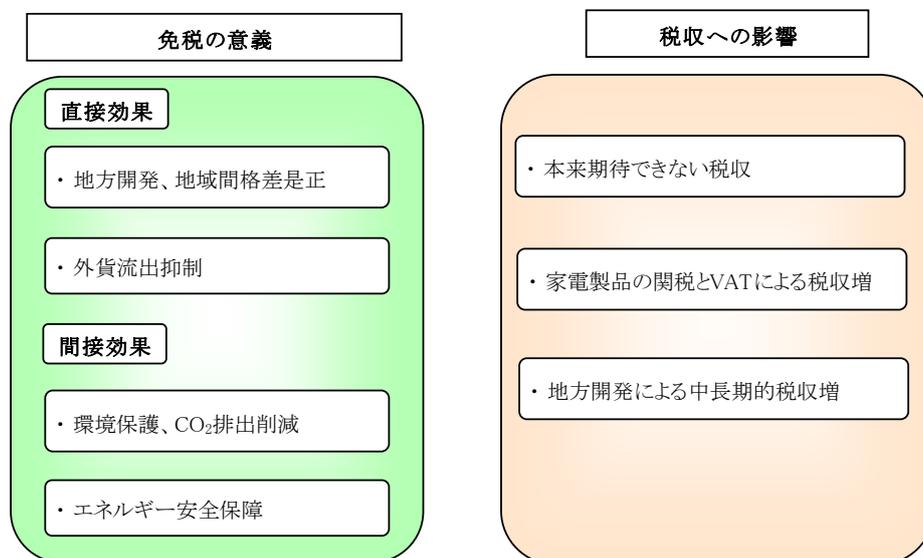
再生可能エネルギー機器は、現在カンボジア国内で製造されていないため、輸入が必要となる。多くの輸入製品には15%の関税と10%のVATが課される。免税が実現すると、太陽光BCSの場合には総費用のほぼ25%の補助金に相当する支援効果が得られる。国内調達機材と建設工事が多いバイオマス・ミニグリッドの場合でも10%弱の補助金に相当する支援効果が得られる。

政府としての免税（＝財政負担）の意義は図 2.2.19 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

55 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第1巻添付資料-7と8に示す。

56 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。

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。



出典： 調査団

図 2.2.19 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>57</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>58</sup>の支援資金拠出）を行うことを提言する<sup>59</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>60</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

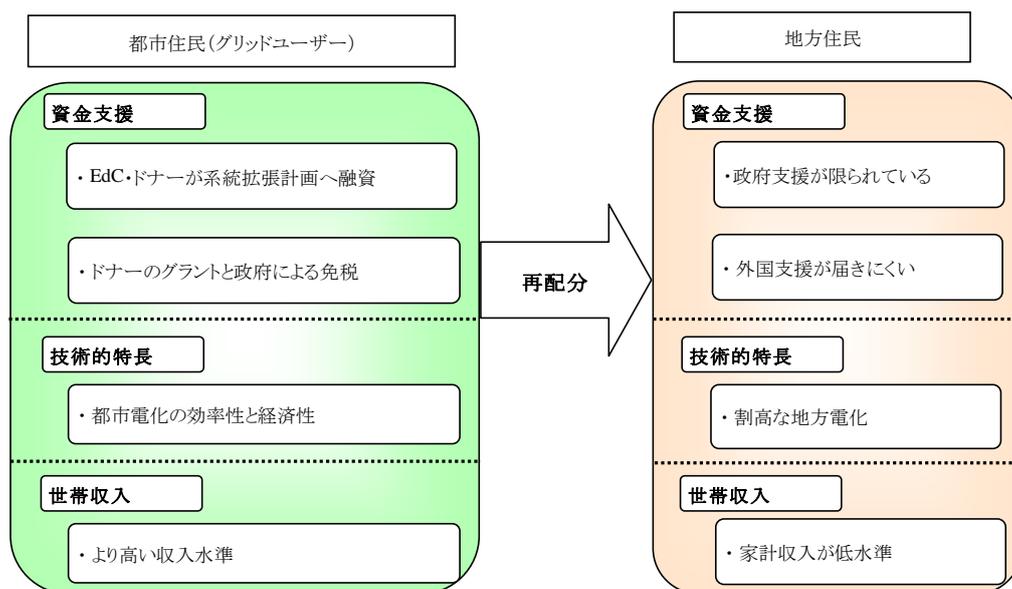
57 既存の Battambang 州 Anlong Tamei 村のバイオマスミニグリッドの場合、2005 年 2 月の運転開始後 3ヶ月で 95%の世帯にテレビが普及した事例がある。

58 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 小口ユーザーが相互補助の受益者となっている。

59 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。

60 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。

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。



出典： 調査団

図 2.2.20 相互補助が必要な背景

図 2.2.20 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>61</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 2.2.8 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

61 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ことが必要である。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ことが必要である。

- 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) を第1巻、添付資料-9 に示す。

### 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>62</sup>、バイオマスミニグリッド4案件<sup>63</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>64</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のフェーズ2の小水力計画<sup>65</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>66</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、現在はほとんど日帰り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 2.2.21 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。

62 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。

63 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。

64 電化計画の優先順位付けとプレFS計画の選定経緯は、Part 3 の 3.3 節参照。

65 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。

66 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。

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 2.2.22 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>67</sup>にカンボンコー、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 MIME とするが、完成後の運営は CEC に委託<sup>68</sup>するものとする。MIME 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、MIME 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>69</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。

67 地元の支払い能力と電化意欲の観点からの優先順位。

68 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。

69 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 2.2.23 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>70</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>71</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、12V 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。

70 パイロットの検証課題を添付資料-12に示す。

71 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 2.2.24 スラエタパン村

### 2.2.3 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2.2.9に示す<sup>72</sup>。

表 2.2.9 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 2.2.9 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

72 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。

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。

したがって、REF2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年程度の低利借入が必要である。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>73</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>74</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SA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)

#### 2.2.4 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、従来の首都圏の電源の緊急確保のため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>75</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>76</sup>、2020年の村落電化率<sup>77</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に相当する。これ

73 実際には、貸し倒れリスクの分だけ資金需要は増加する。

74 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。

75 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。

76 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。

77 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%に引き下げることを提案する。

- 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。

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>78</sup>、世帯電化率は47.0%<sup>79</sup>にまで改善することが可能となる。

### 2.2.5 必要資金額と資金計画

#### (1) 目標と投資コスト

基本目標を以下の通り設定する：

- 2030年に向けた最終目標: グリッド品質による世帯電化率70%を達成する。
- 2020年に向けた中間目標: 村落電化率100%を達成する。

#### 2030年最終目標達成のための投資コスト推計

2030年までにグリッド品質による世帯電化率70%を達成するための電化タイプ別投資コスト推計は下表に示す通りである。

表 2.2.10 2030年最終目標達成のための電化タイプ別投資コスト推計

| Type of Electrification                     | No. of Candidate Villages<br>(nos) | No. of total households of candidate villages<br>(h.h.) | No. of h.h. to be electrified by year 2030<br>(h.h.) | Share of Total HHs<br>(%) | Direct Cost per h.h.<br>(US\$/h.h.) | Direct Cost<br>(\$1,000) | Indirect Cost *<br>15%<br>(\$1,000) | Total Cost<br>(\$1,000) | Total Cost per h.h.<br>(US\$/h.h.) |
|---|------------------------------------|---|--|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Solar BCS                                   | 1,720                              | 237,570   | 60,000   | 2.4                       | 305                                 | 18,300                   | 2,745                               | 21,045                  | 351                                |
| Individual SHS<br>(World Bank Plan)         |                                    |   | 12,000   | 0.5                       | 400                                 | 4,800                    | 720                                 | 5,520                   | 460                                |
| Grid Extension                              | 753                                | 208,520   | 847,537  | 33.9                      | 406                                 | 344,100                  | 51,615                              | 395,715                 | 467                                |
| Grid extension or Biomass Power             | 3,257                              | 504,397   |  |                           |                                     |                          |                                     |                         |                                    |
| Grid extension or Diesel Power              | 1,875                              | 294,374   |  |                           |                                     |                          |                                     |                         |                                    |
| Micro Hydro/Hybrid of Micro Hydro & Biomass | 137                                | 18,541  | 14,833   | 0.6                       | 1,069                               | 15,856                   | 2,378                               | 18,235                  | 1,229                              |
| Biomass Power                               | 3,071                              | 501,636   | 401,309  | 16.1                      | 515                                 | 206,674                  | 31,001                              | 237,675                 | 592                                |
| Diesel Power                                | 392                                | 69,390  | 55,512   | 2.2                       | 369                                 | 20,484                   | 3,073                               | 23,557                  | 424                                |
| Sub total (W/O Solar)                       | 9,485                              | 1,596,858   | 1,319,191  | 52.8                      | 445                                 | 587,114                  | 88,067                              | 675,182                 | 512                                |
| Total                                       | 11,205                             | 1,834,428   | 1,391,191  | 55.6                      | 439                                 | 610,214                  | 91,532                              | 701,747                 | 504                                |

\* 設計、監督、管理、予備費等のソフトコストを含む

\*\* 全国世帯数（約250万世帯）に対する比率(%)

出典：調査団

78 太陽光も含む

79 系統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。

### 2020年中間目標達成のための投資コスト推計

2020年までに電化する世帯数は以下に示す通りである:

- 1) グリッド及びミニ・グリッド(太陽光発電以外): 全国約 250 万世帯の 32%にあたる 800,000 世帯について以下により電化する:
  - REE による系統延伸:  $24\% \times 2,500,000$  世帯 = 600,000 世帯
  - 小水力発電ミニ・グリッド:  $50\% \times 18,541$  世帯 = 9,000 世帯
  - バイオマス発電ミニ・グリッド:  $33\% \times 501,636$  世帯 = 168,000 世帯
  - ディーゼル発電ミニ・グリッド:  $33\% \times 69,390$  世帯 = 23,000 世帯
- 2) 太陽光発電:  $12,000$  世帯 +  $25\% \times 237,570$  世帯 = 72,000 世帯

2020年中間目標達成のための電化タイプ別投資コスト推計は下表に示す通りである。

表 2.2.11 2020年中間目標達成のための電化タイプ別投資コスト推計

| Type of Electrification                     | No. of Candidate Villages<br>(nos) | No. of total households of candidate villages<br>(h.h.) | No. of h.h. to be electrified by year 2020<br>(h.h.) | Share of Total HHs *<br>(%) | Direct Cost per h.h.<br>(US\$/h.h.) | Direct Cost<br>(\$1,000) | Indirect Cost * 15%<br>(\$1,000) | Total Cost<br>(\$1,000) | Total Cost per h.h.<br>(US\$/h.h.) |
|---|------------------------------------|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Solar BCS                                   | 1,720                              | 237,570   | 60,000   | 2.4%                        | 305                                 | 18,300                   | 2,745                            | 21,045                  | 351                                |
| Individual SHS (World Bank Plan)            |                                    |   | 12,000   | 0.5%                        | 400                                 | 4,800                    | 720                              | 5,520                   | 460                                |
| REE Grid Extension                          | 753                                | 208,520   | 600,000  | 24.0%                       | 406                                 | 243,600                  | 36,540                           | 280,140                 | 467                                |
| Grid expansion or Biomass Power             | 3,257                              | 504,397   |  |                             |                                     |                          |                                  |                         |                                    |
| Grid expansion or Diesel Power              | 1,875                              | 294,374   |  |                             |                                     |                          |                                  |                         |                                    |
| Micro Hydro/Hybrid of Micro Hydro & Biomass | 137                                | 18,541  | 9,000  | 0.4%                        | 1,069                               | 9,621                    | 1,443                            | 11,064                  | 1,229                              |
| Biomass Power                               | 3,071                              | 501,636   | 168,000  | 6.7%                        | 515                                 | 86,520                   | 12,978                           | 99,498                  | 592                                |
| Diesel Power                                | 392                                | 69,390  | 23,000   | 0.9%                        | 369                                 | 8,487                    | 1,273                            | 9,760                   | 424                                |
| Sub total (W/O Solar)                       | 9,485                              | 1,596,858   | 800,000  | 32.0%                       | 435                                 | 348,228                  | 52,234                           | 400,462                 | 501                                |
| Total                                       | 11,205                             | 1,834,428   | 872,000  | 34.9%                       | 426                                 | 371,328                  | 55,699                           | 427,027                 | 490                                |

\* 全国世帯数 (約 250 万世帯) に対する比率(%)  
出典: 調査団

一世帯当りの直接コストは以下の通り見積られる。

表 2.2.12 最終目標達成のための投資コスト見積もり

| Type of Electrification                     | No. of total households of candidate villages<br>(h.h.) | No. of h.h. to be electrified by year 2020<br>(h.h.) | Installed Capacity<br>(kW) | Average Gen. Equip. Costs<br>(US\$/KW) | Cost of Gen. Equip.**<br>(US\$1,000) | Back up<br>(US\$1,000) | Length of MV Lines<br>(km) | Length of LV Lines<br>(km) | MV & LV Lines**<br>(US\$1,000) | Step-up Transformer<br>(US\$1,000) | Distribution Transformer<br>(US\$1,000) | Service Wire, Meter, In-house Wire, Etc.<br>(US\$1,000) | Direct Costs<br>(US\$1,000) | Direct Cost per h.h.<br>(US\$/h.h.) |
|---|---|--|----------------------------|--|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|---|-----------------------------|-------------------------------------|
| Solar BCS                                   | 237,570   | 60,000   |                            |  |                                      |                        |                            |                            |                                |                                    |   |   | 18,300                      | 305                                 |
| Individual SHS<br>(World Bank Plan)         |   | 12,000   |                            |  |                                      |                        |                            |                            |                                |                                    |   |   | 4,800                       | 400                                 |
| REE Grid Extension                          | 208,520   | 804,845  | 104,647                    | 1,311                                  | 137,192                              | 0                      | 4,101                      | 12,098                     | 110,502                        | 0                                  | 38,719                                  | 40,289  | 326,702                     | 406                                 |
| Grid expansion or Biomass Power             | 504,397   |  |                            |  |                                      |                        |                            |                            |                                |                                    |   |   |                             |                                     |
| Grid expansion or Diesel Power              | 294,374   |  |                            |  |                                      |                        |                            |                            |                                |                                    |   |   |                             |                                     |
| Micro Hydro/Hybrid of Micro Hydro & Biomass | 18,541  | 14,833   | 1,192                      | 4,294                                  | 6,917                                | 1,365                  | 359                        | 504                        | 5,732                          | 386                                | 714                                     | 743   | 15,857                      | 1,069                               |
| Biomass Power                               | 501,636   | 804,845  | 104,647                    | 1,950                                  | 204,062                              | 0                      | 4,101                      | 12,098                     | 110,502                        | 20,929                             | 38,719                                  | 40,289  | 414,501                     | 515                                 |
| Diesel Power                                | 69,390  | 804,845  | 104,647                    | 830                                    | 86,857                               | 0                      | 4,101                      | 12,098                     | 110,502                        | 20,929                             | 38,719                                  | 40,289  | 297,296                     | 369                                 |

\* Grid Extension, Biomass, Diesel : Direct Costs per h.h. are calculated in same conditions

\*\* MV lines (US\$6,000/km), LV lines (US\$7,101/km)

\*\*\* Including Construction Costs

出典：調査団

1.7.3 節における論考に基づき、資金調達フレームワークを次表に示す。

表 2.2.13 地方電化のための資金調達のフレームワーク

| Type of Electrification                     | Scope of Work   | Ownership  | Funding Modality of Capital Costs                   |  |
|---|---|--|---|--|
| 1. National grid extension                  | Grid extension to priority supply and high demand areas                             | EdC  | Equity (30%),<br>Loan (70%)                         |  |
|   |   |  | REE   | CEC  |
| 2. Extension of REE grid                    | Rehabilitation of Distribution lines and Extension of an existing mini grid systems | REE  | Subsidy (25%),<br>Equity (15%),<br>Soft Loan (60%)* | -  |
| 3. Renewable Energy new mini grid (Hydro)   | Generation and distribution   | REE/CEC  | Subsidy (25%),<br>Equity (15%),<br>Soft Loan (60%)  | Subsidy (50%),<br>Equity (10%),<br>Soft Loan (40%) |
| 4. Renewable Energy new mini grid (Biomass) | Generation and distribution   | REE/CEC  | Subsidy (25%),<br>Equity (15%),<br>Soft Loan (60%)  | Subsidy (25%),<br>Equity (15%),<br>Soft Loan (60%) |
| 5. Diesel new mini grid                     | Generation and distribution   | REE/CEC  | Subsidy (25%),<br>Equity (25%),<br>Soft Loan (50%)  | Subsidy (25%),<br>Equity (25%),<br>Soft Loan (50%) |
| 6. Solar system                             | SHS, BCS  | REE/CEC  | Subsidy (25%),<br>Equity (15%),<br>Soft Loan (60%)  | Subsidy (95%),<br>Equity (5%),<br>Soft Loan (0%)   |
|   | Remote & Social electrification by solar power                                      | Public (Owned by a Renewable Energy Center (REC) | Grant (95%), Equity (5%)                            |  |

Note: \* Expected interest rate is 3-7% depending on the scheme.

出典：調査団

(2) 資金調達計画

電化タイプ別の資金調達計画は下表の通りである。この表は、表 2.2.4 と表 2.2.6 の数値を元に作

成した。電化タイプ毎のオーナーシップの比率については以下の仮定に基づいている:

太陽光 BCS: 太陽光 BCS のオーナーシップはすべて CEC とする

小水力発電: 小水力発電のオーナーシップの 70% は CEC

バイオマス発電: バイオマス発電のオーナーシップの 60% は REE<sup>80</sup>

ディーゼル発電: ディーゼル発電のオーナーシップの 70% は REE

表 2.2.14 中間目標達成のための資金源別資金調達計画

| Type of Electrification          | No. of h.h. to be electrified by year 2020<br>(h.h.) | Total Cost<br>(\$1,000) | Total Cost per h.h.<br>(\$/h.h.) | Ownership* |      | Capital Cost classified by Ownership<br>(\$1,000) | Fund Source of Capital Costs (%) |        |      | Fund Source of Capital Costs (\$1,000) |        |         |     |
|----------------------------------|--|-------------------------|----------------------------------|------------|------|---|----------------------------------|--------|------|--|--------|---------|-----|
|                                  |  |                         |                                  | (%)        | (%)  |   | Subsidy                          | Equity | Loan | Subsidy                                | Equity | Loan    |     |
| Solar BCS                        | 60,000   | 21,045                  | 351                              | REE        | 0%   | 0   | 25%                              | 15%    | 60%  | 0                                      | 0      | 0       |     |
|                                  |  |                         |                                  | CEC        | 100% | 21,045  | 95%                              | 5%     | 0%   | 19,993                                 | 1,052  | 0       |     |
| Individual SHS (World Bank Plan) | 12,000   | 5,520                   | 460                              | Personal   | 100% | 5,520   | 25%                              | 25%    | 50%  | 1,380                                  | 1,380  | 2,760   |     |
| REE Grid Extension               | 600,000  | 280,140                 | 467                              | REE        | 100% | 280,140   | 25%                              | 15%    | 60%  | 70,035                                 | 42,021 | 168,084 |     |
| Grid expansion or Biomass Power  |  |                         |                                  |            |      |   |                                  |        |      |  |        |         |     |
| Grid expansion or Diesel Power   |  |                         |                                  |            |      |   |                                  |        |      |  |        |         |     |
| Micro Hydro & Biomass            | 9,000  | 11,064                  | 1,229                            | REE        | 0%   | 0   | 25%                              | 15%    | 60%  | 0                                      | 0      | 0       |     |
|                                  |  |                         |                                  | CEC        | 100% | 11,064  | 50%                              | 10%    | 40%  | 5,532                                  | 1,106  | 4,426   |     |
| Biomass Power                    | 168,000  | 99,498                  | 592                              | REE        | 60%  | 59,699  | 25%                              | 15%    | 60%  | 14,925                                 | 8,955  | 35,819  |     |
|                                  |  |                         |                                  | CEC        | 40%  | 39,799  | 25%                              | 15%    | 60%  | 9,950                                  | 5,970  | 23,880  |     |
| Diesel Power                     | 23,000   | 9,760                   | 424                              | REE        | 70%  | 6,832   | 25%                              | 25%    | 50%  | 1,708                                  | 1,708  | 3,416   |     |
|                                  |  |                         |                                  | CEC        | 30%  | 2,928   | 25%                              | 25%    | 50%  | 732                                    | 732    | 1,464   |     |
| Sub total (W/O Solar)            | 800,000  | 400,462                 | 501                              |            |      | 400,462   |                                  |        |      | 102,882                                | 60,492 | 237,088 |     |
| Total (W/Solar)                  | 872,000  | 427,027                 | 490                              |            |      | 427,027   |                                  |        |      | 124,254                                | 62,924 | 239,848 |     |
|                                  |  |                         |                                  |            |      |   |                                  |        |      | sub-total (w/o Solar)                  | 26%    | 15%     | 59% |
|                                  |  |                         |                                  |            |      |   |                                  |        |      | Total (W/Solar)                        | 29%    | 15%     | 56% |

出典：調査団

### 段階的投資計画

中間目標達成のための電化タイプ別の段階的投資計画は下表に示す通りである。尚、このシミュレーションは以下の仮定に基づいている：

電化の進捗を以下の4つの段階に分ける：

- 第一段階(2005-2008年): 15% (電化率上昇のスタートアップ段階)
- 第二段階(2009-2012年): 25% (電化が本格化する段階)
- 第三段階(2013-2016年): 30% (電化が急速に進展する段階)
- 第四段階(2017-2020年): 30% (電化が急速に進展する段階)

80 村落調査によると、REE の候補事業者がなかなか見つからないのが実状である。したがって、結果的には、CEC がオーナーシップの過半数を占めることも予想される。





シミュレーションにより導かれる主な結論は以下の通りである。

- ケース 1 の場合、必要となる補助金は 124 百万ドルと巨額で、現実的とは言えない。補助金の財源が十分確保されていない現況下、ケース 1 の可能性は極めて低い。
- ケース 2 の場合、必要となる補助金は 74 百万ドルであり、最も現実的な数字である。補助金の財源が十分確保されていない現況下、ケース 2 が現実的な選択肢である。

上記結果に基づき、ケース 2 が推奨される。先述の通り、長期的観点からみた地方電化達成の重要な要素は、民間セクターの投資を惹きつけうる投資環境の提供である。魅力的な投資環境の下、投資家はその役割を高め、財政難にあえぐ政府の財政負担を軽減することにも繋がる。民間志向の強い自立的かつ持続的な地方電化を推進していくためにも、特に収益性の高いグリッド電化事業については補助金を削減していくことが望ましい。

### (3) 資金源

上述した融資・支援の期待される資金調達先候補は下表に示す通りである。

表 2.2.19 資金調達先候補

| Standard Case             |         |        | Funding source  | Advantage   | Disadvantage  | Note  |
|---------------------------|---------|--------|---|---|---|---|
| REE*                      | Equity  | 15 %   | - Private Fund (REE own fund)                               | - Incentive of service expansion and efficiency                                       | - Tariff should make enough profit for REE  | - Available   |
|                           |         |        | - Partial investment from municipality, community and users | - Surveillance to management (advantage of users)                                     | - Pressure to management of REE   | - If possible   |
|                           |         |        | - Foreign Direct investment by CDM scheme                   | - No financial burden   | - Procedure is complex and difficult<br>- Expected benefit is small   | - May be possible in the future, but not applicable under the present situation |
|                           | Subsidy | 25 %   | - REF   | - No financial burden   | - Fund is limited<br>- Not continuous and not sustainable<br>- Cause continued dependency and demand for donation | - Available   |
|                           |         |        | - Donation  | - No financial burden   | - no commitment now<br>- Not continuous and not sustainable   | - Not available now   |
|                           |         |        | - Tariff surcharge revied on existing customers**           | - Continuous and sustainable<br>- Gap correction between urban and rural              | - Burden on existing user   | - Appropriate and recommendable, but legal revision is required                 |
|                           |         |        | - Special Tax for imported home electronics                 | - Continuous and sustainable<br>- Incentive for industrialization of home electronics | - Burden on home electronics buyers   | - Appropriate and recommendable, but legal revision is required                 |
|                           |         |        | - Tax incentive for imported power equipments               | - Continuous and sustainable  | - Reduction in government finance   | - Appropriate and recommendable, but tax reform is required                     |
|                           | Loan    | 60 %   | - ODA loan (through RDB etc.)                               | - Low interest rate and long term   | - Limited   | - Appropriate and recommendable   |
|                           |         |        | - Suppliers' credit   | - Easier to apply than commercial bank<br>- Export credit will be available           | - Credible suppliers are limited<br>- Need credit guarantee, mutual trust   | - May be possible in the future   |
|                           |         |        | - Commercial Banks  | - High interest rate and short term   | - Need guarantee, mutual trust  | - May be available but not feasible now   |
|                           | CEC *** | Equity | 15 %  | - Village Fund<br>- Collection from residents<br>- Community budget                   | - Promote solidarity of community   | - Limited   |
| - Labor force & materials |         |        |   | - Use own labor & materials to reduce cash payments                                   | - Need certainly and continuous contribution for O&M is also required   | - Available   |
| Subsidy                   |         | 25 %   | - Same as REE   | - Same as REE   | - Same as REE   | - Same as REE   |
| Loan                      |         | 60 %   | - Same as REE   | - Same as REE   | - Same as REE   | - Same as REE   |

\* REE: 民間運営による REE

\*\* タリフ・サーチャージに係る下記考察を参照

\*\*\* CEC: 村落組合運営による REE

出典：調査団

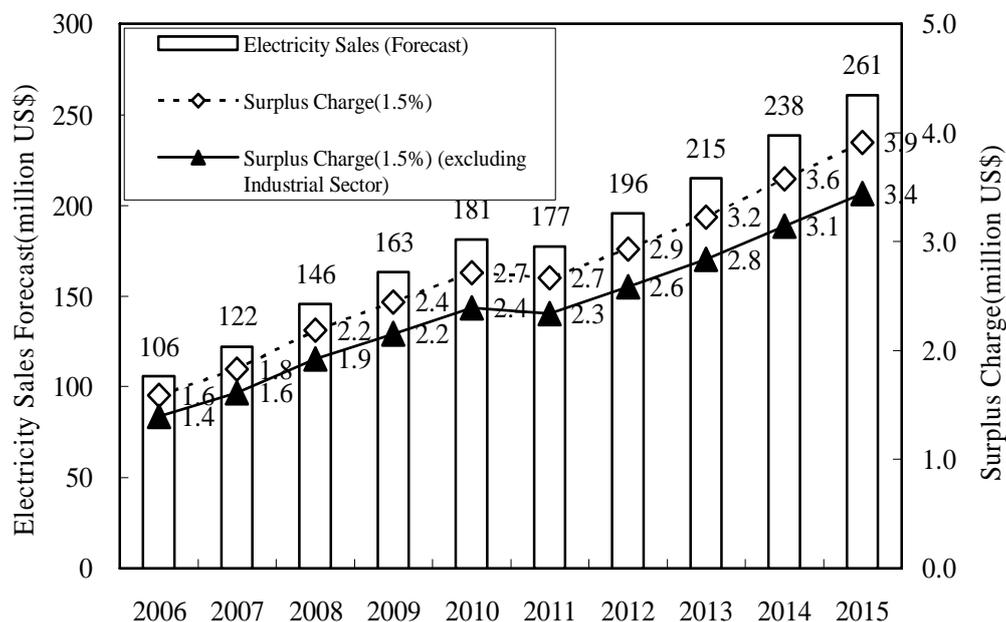
タリフ・サーチャージに関する一考察

EdC の既存顧客に対してタリフ・サーチャージを課した場合のシミュレーションを行う。このシミュレーションは以下の仮定に基づいている。

- タリフ・サーチャージ・レート：EdC の全顧客の料金支払い額の 1.5%
- 工業セクター向け販売：EDC 売上の 12%
- EdC の売上予測：

|                                | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Electricity Sales (\$ million) | 106  | 122  | 146  | 163  | 181  | 177  | 196  | 215  | 238  | 261  |

出典：EdC

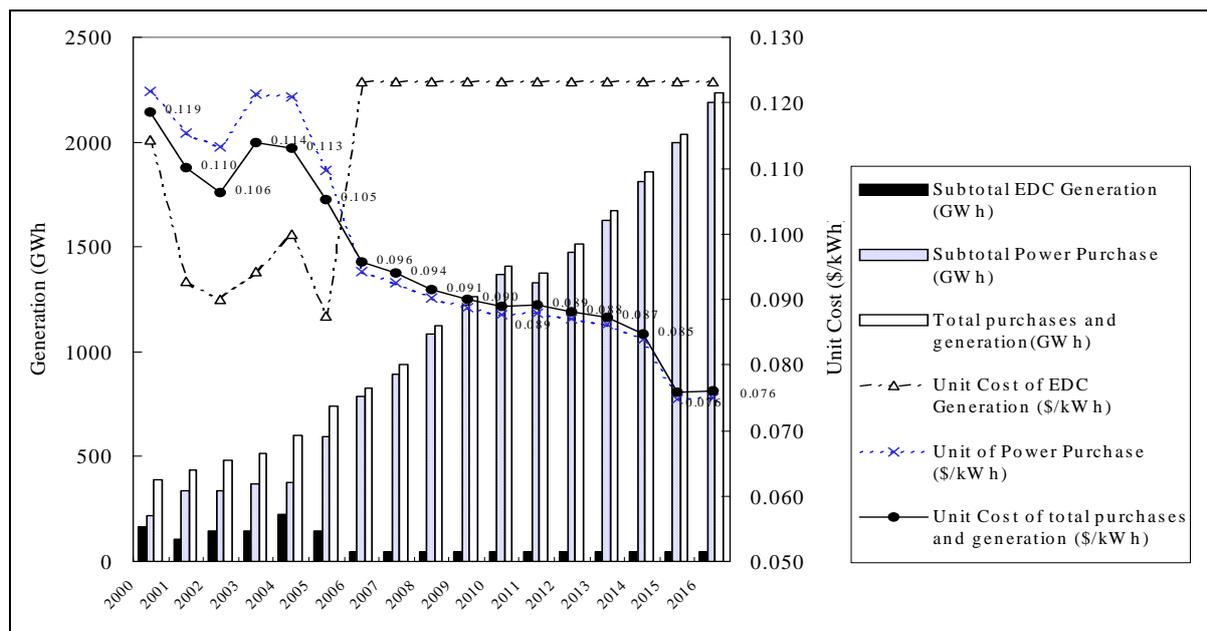


出典：調査団

図 2.2.25 EdC の売上予測とタリフ・サーチャージ期待額

上記シミュレーションによると、2006 年から 2015 年の期間におけるタリフ・サーチャージは年間平均 270 万ドルであり、15 年間（2006 年-2020 年）の合計で約 4,600 万ドルに上る<sup>81</sup>。但し、工業振興の観点から、タリフ・サーチャージの対象から工業セクターを除外した場合、タリフ・サーチャージは年間平均 240 万ドルであり、15 年間の合計で約 4,100 万ドルとなる。一方、EdC 全体の発電原価は以下に示す通り、2005 年から 2016 年にかけて約 28%の低下が見込まれる。1.5%というタリフ・サーチャージ・レートは、約 28%という大幅なコストダウンに比べて十分小さく、許容可能なレベルと考えられる。このタリフ・サーチャージは継続的かつ自立的な補助金の財源候補の一つとして推奨される。

81 2016 年-2020 年のタリフ・サーチャージは 2015 年と同じ金額と仮定した。



出典：調査団

図 2.2.26 発電量及び発電原価の予測

### 2.2.6 地方電化実施組織体制

主な地方電化のコンポーネント及びサブコンポーネント、実施体制、対象とする世帯グループについて、表 2.2.20 に示す。

表 2.2.20 地方電化セクターにおける、実施体制(案)

| System          | RE Components   | Generation Sources                 | Implemented/operated by:                        | Capital Fund Sources  | Mainly directed at:   |  |
|-----------------|---|------------------------------------|---|---|---|--|
| On-grid System  | Network extension: from existing networks or from cross-border supplies | a. diesel<br>b. hydro<br>c. import | a. EdC<br>b. EdC-REE<br>c. REE                  | a. Budget<br>b. ODA<br>c. Private<br>d. REF<br>e. Tariff                  | Medium and high-income households, located in densely populated plain areas and within economic reach of supply (within 1 km of regional roads inside PAGE (40 km from GS)) |  |
|                 |   | REE-grid                           | a. diesel<br>b. hydro<br>c. biomass             | REE   | a. Private<br>b. REF<br>c. Tariff   | Medium and high-income households, located in densely populated plain area and beyond economic limits of network extensions                  |
| Off-grid System | Mini Grid   | CEC-grid                           | a. diesel<br>b. hydro<br>c. biomass             | Local-based cooperatives or association                                   | a. ODA<br>b. REF<br>c. Local contribution<br>d. Tariff  | Medium and high-income households, located in more remote areas  |
|                 |   | Individual household system        | a. pico-hydro<br>b. solar PV (SHS)<br>c. diesel | a. Private sector (REE/REB)<br>b. Local-based cooperatives or association | a. ODA<br>b. REF<br>c. Tariff<br>d. Private   | Medium and high-income households in plain areas (solar PV systems).<br>Medium and low income households in remote, hilly areas (pico-hydro) |
|                 | Stand-alone System  | Batteries                          | a. diesel<br>b. solar PV                        | a. Private sector (REE/REB)<br>b. Local-based cooperatives or association | a. ODA<br>b. REF<br>c. Tariff<br>d. Private   | Households affordable to buy own battery and to pay charging fee in non-electrified rural areas.   |

出典：調査団および Meritec Report (Final Report on Task V, p.8.3-8.4)

### 2.2.7 能力強化組織

地方電化マスタープランで設定する目標を達成するためには、電気事業者(REE および CEC)と関連省庁(MIME および EAC)の両方の能力強化が必要である。

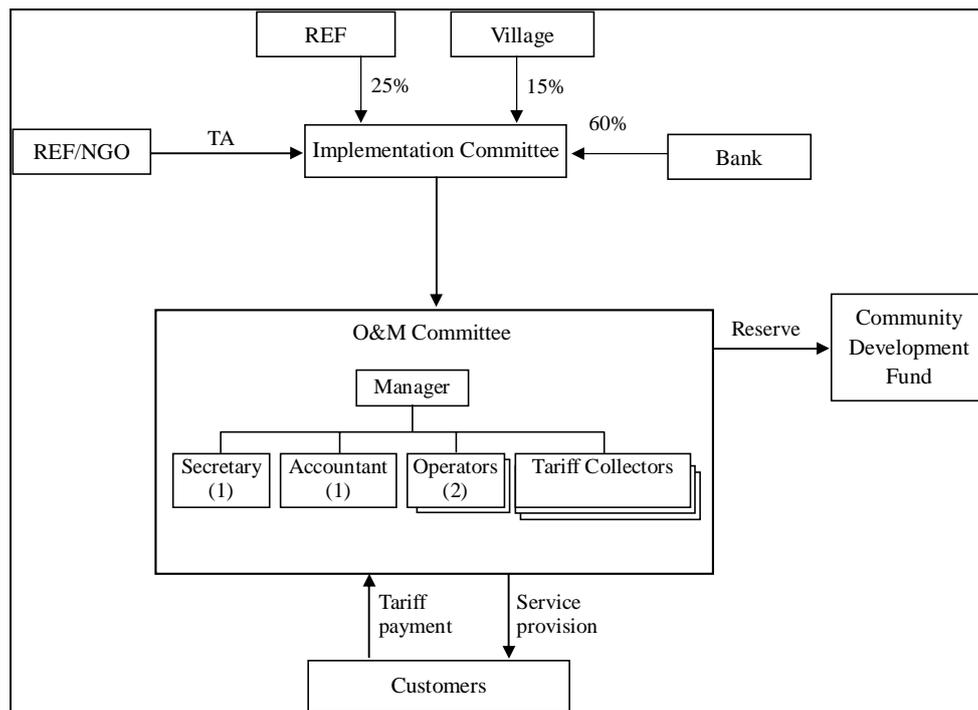
まず第一に、Part 1 の 2.2.5 節で述べたとおり、ほとんどの REE のマネジメント能力やパフォーマンスにおいて全面的な改善を要する。この点については、MIME が EdC と連携を図り、REE や CEC への技術支援プログラムを策定すべきであり、再生可能エネルギーアクションプラン(REAP)でも、強化項目を以下のとおり提案している。

- EdC トレーニングセンターでの技術研修
- 既存のミニグリッドシステムや自家発電システムのアップグレード作業の支援
- ミニグリッド地域における電気利用方法の習得
- 太陽光 PV システム、小水力、小規模ディーゼル発電などの、適切な電源の選択、設計、実施の一連作業ができるようになることを目的とした、自立支援
- 必要な施設・設備の調達方法
- 調査、電気工学など、電気事業を始めるにあたり必要と思われる事項の習得
- 安全研修
- 車輛の維持管理方法
- メーターの検定
- 住居地域や商業地区の電気配線工事
- 料金徴収方法
- 利用者との適切な関係構築

EdC は MIME と連携をとり、技術トレーニングを REE に対して実施しているが、それに加え、再生可能エネルギーの利用に根ざした組織強化トレーニングを MIME が実施するのが望ましい。必要と提案される項目は以下の通り。

- 民間主導による事業運営・財務分析に関する知識の習得
- コスト意識に配慮した事業展開の機会の創出と地域連携の構築方法の習得
- 地方分権化にならった地方電化の展開や地域別経済開発へ配慮した、再生可能エネルギーの利用を重視したワークショップや研修の開催
- 公共主導による事業分析や評価に関する技術研修の開催と政府およびドナーの共催による現地調査の実施
- 公共セクターの再編成
- 電力セクターの市場動向に合った官民パートナーシップの有効な活用方法と適切な実施を目的としたメカニズムの構築

ミニグリッドシステムを運営する CEC の能力強化にあたり、NGO も組織強化を支援するのが望ましい。図 2.2.27 は、NGO と政府の支援を受ける CEC の電気事業の実施体制(案)を示したものである。この図で注目すべきは、運営維持管理の出来る技術者の配置である。トレーニングを受けた技術者を配置することにより、事業の持続性が確保される。



出典：調査団

図 2.2.27 CEC による運営の一案

MIME、REF、EAC および EdC の既存の関連省庁の組織強化は、マスタープランを実施するのに重要である。特に強化したい点を以下に挙げる。

- 民間セクターの参入を促進させるような、規制緩和を伴う地方電化セクター開発方針の設計および実施
- 電気事業の実施に伴って生じるリスクの把握と、軽減に対する配慮
- 事業実施提案書の提出要請、その評価、事業実施契約の交渉と管理、事業評価、といった、事業を実施する際の一連の作業の実施
- ODA 資金を利用した新たな金融制度の立案と実施
- 電気事業の実施における行政管理を各地方の所轄省庁へ委譲できるような、地方部の能力強化プログラムの実施

Part 1 の 3.9.1 節で述べたが、「地方電化送電プロジェクト」では、組織強化とセクター改革に対し、技術協力(TA：900 万ドル)も実施される。各関係省庁に対し、以下のようなコンサルティングサービスが予定されている。

- (1) 鉱工業エネルギー省(MIME)：再生可能エネルギーに関連する法律の策定、電力市場の分析とその活性化、電力セクターマスタープランの策定
- (2) 地方電化基金(REF)：地方部の収入獲得活動の促進とそのサポート、再生可能エネルギーを利用したビジネスの活性化、REE のパフォーマンス改善、新規 REE の形成とその能力強化、関係する金融システムの見直しと改善
- (3) カンボジア電力庁(EAC)：組織強化
- (4) カンボジア電力公社(EdC)：プロジェクト実施の際のコンサルティングサービス、独立したモニタリング機能の強化、人材育成、土地収用、環境、電力に対する投資計画などの諸問題に対応できるような、組織としての能力強化

### 2.2.8 コミュニティ・エンパワメント

コミュニティ主体のプロジェクトを実施し、管理するための支援のフレームワークを固めていくことが、持続性を確保するために必要不可欠である。実施前に、維持管理システムを詳細に検討する必要がある。主な懸案事項には下記のようなものがある。

- ステークホルダーの参加の関与状況、度合い—村落開発評議会や様々な住民組織、自営業者、NGO、地元政府等の参加が明確に奨励されるべきである。
- 実施プロセス—プロジェクトの情報や注意事項、関連組織、様々なステークホルダーの役割と責任に関して、誰がどのように情報を伝え、認識を高めるか。
- 実施維持管理のための必要な組織—それぞれのプロジェクトサイトでどのような能力強化が必要なのかそのニーズを明確にする。

非常に貧困の家庭を除き、ほとんどの農村家庭は強く電化を希望していることが社会経済調査で明確にされており、家計から月々の電気料金を支払うことは可能である。しかし、継続して電気サービスを受け、さらに生産活動に電力を利用するためには家計状況を改善しなければならない。

家計の経済基盤を強化するためには新たな生計手段を開拓し、収入水準を向上させる必要がある。しかし、家計の多くが必需品でほとんど消費されているような場合、新たに生計手段を開拓することは容易ではない。このような場合の電化事業には需要重視アプローチが重要となる。計画時に電気利用者の個別の要求を事前評価してモニタリングや事業評価に活用するのである。もし貧困家庭が高額な接続費用のために電気供給を受けることができないのであれば、計画者は小規模融資スキームを供給するか、外部資金を調達して補助金を付与するなど工夫が必要である。

小規模融資事業はカンボジアの農村で一般的になってきているが、インフォーマルな金貸し業者、家族・親族のネットワークによるものがほとんどを占める。これらは通常年利 50%以上で返還期間も 1～3 年と短く設定されている。農村の経済活動を対象として融資を行う正式な金融機関は存在せず、公的な所得向上活動支援がほとんどない。

電気事業者（民間所有の REE、コミュニティ所有の CEC）は操業と財務の持続性を確保するためにも受益者の購買力を高め、昼間需要の喚起策によって電気料金を下げるといった活動が重要である。推奨される活動としては接続費用のための資金融資を行い、また電気を利用した所得向上活動である。

農村電化事業は、政府の農村開発計画、Seila プログラムと協調して地域経済活動に貢献し、教育保健などの公共サービスを支援することが期待されている。

世界銀行の農村電化プロジェクトはサブ事業として農村の所得向上事業を技術支援の一つのコンポーネントに含んでいる。ニーズにあったトレーニング事業やデモンストレーション活動が提供されることになっている。これらの経済活動が徐々に需要を受益者に喚起し、購買力が増加することを目的としている。このような活動は農村に届くように NGO やローカルコンサルタントによって実施されると想定され、それらの活動は(i)電化事業の計画作成、電化委員会の設立が含ま

れることが望ましい、(ii)電力を利用した潜在的な生産活動の評価、(iii)電化事業の適切な操業、(iv)農村ビジネスや市場とのネットワーク作り、などを含む。

### 2.2.9 マスタープランプロジェクト

小水力、バイオマス、ならびに太陽光 BCS による村落電化計画を表 2.2.21～2.2.23 に示す。これらはすべてを示すと莫大な量となるため、上位と下位のグループのみを例として要約とともに記載した。全リストはデータベース上で閲覧可能である。

表 2.2.21 小水力によるミニグリッド計画のリスト

| MHP Reference No. | ID No. of RE Scheme | Name of RE Scheme        | Single or Multi-Village Scheme | Data to be Prepared by MH Team |                |               |                   |                 |   |                                |                    |                                 |                                     |                         |                                |                     | Data to be Referred to Seila Database and Calculated |                             |       |                                    |       |        |                            |                            |                       |                            |                              |                              |                                | Rank and Remarks |                                      |                         |                |        |  |                                  |
|-------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------|-------------------|-----------------|---|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-----------------------------|-------|------------------------------------|-------|--------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|--------|--|----------------------------------|
|                   |                     |                          |                                | Villages To be Electrified     |                |               |                   | Micro Hydro     |   | Data for Priority Ranking      |                    |                                 |                                     |                         |                                |                     |  |                             |       | Data of Villages to be Electrified |       |        |                            | Data to be Calculated      |                       |                            |                              |                              |                                |                  |                                      |                         |                |        |  |                                  |
|                   |                     |                          |                                | Province                       | District       | Commune Name  | Village Name      | ID No. by Seila | Potential Dry Season Power P <sub>d</sub> | Length of MV Trans. Lines (km) | Maturity (A/R/S/N) | Dif-fusion level of battery (%) | Distance to provincial capital (km) | Q & H measur- ed? (Y/N) | Length of new access road (km) | Cost per HH (\$/hh) | Free from land- mine? (Y/N)                          | Any daytim e demand ? (Y/N) | 7     | 8                                  | 9     | 10     | Nos. of Total House- holds | Nos. of Total House- holds | 11. Level of literacy | 4. Plain Region or others? | Nos. of HH to be Electrified | Total Demand incl. loss (kW) | Installed Capacity of MHP (kW) |                  | Backup Capacity P <sub>ab</sub> (kW) | Length of LV Lines (km) | Cost (\$1,000) |        |  | Point for Priority Ranking Total |
|                   |                     |                          |                                |                                |                |               |                   |                 |   |                                |                    |                                 |                                     |                         |                                |                     |  |                             |       |                                    |       |        |                            |                            |                       |                            |                              |                              |                                |                  |                                      |                         |                |        |  |                                  |
| 8-12              | MH1105-01           | O Moleng                 | 11                             | Mondul Kiri                    | Saen Monourom  | Monourom      | Daem Sral         | 11050101        | 82  | 5.0                            | S                  | 2.44                            | 5                                   | Y                       | 0.2                            | 580                 | Y  | N                           | 36.89 | N                                  | 1,434 | 1,434  | 74                         | O                          | 1147                  | 149                        | 82                           | 15                           | 17.2                           | 190              | 8                                    | 291                     | 665            | 12.54  | B/D on going by Japanese Grant   |                                  |
| 8-13              | MH1105-02           | O Romis                  |                                | Mondul Kiri                    | Saen Monourom  | Monourom      | Chrey Saen        | 11050102        | 19  | 1.5                            | S                  |                                 | 7                                   | Y                       | 1.4                            |                     | Y  | N                           |       | N                                  |       |        |                            |                            |                       |                            | 19                           |                              | 74                             |                  |                                      |                         |                |        |  |                                  |
| 8-14              | MH1105-03           | Prek Dak Deurr           |                                | Mondul Kiri                    | Saen Monourom  | Sokh Dom      | Mean Leaph        | 11050201        | 33  | 9.0                            | S                  |                                 | 9                                   | Y                       | 0.5                            |                     | Y  | N                           |       | N                                  |       |        |                            |                            |                       |                            | 33                           |                              | 103                            |                  |                                      |                         |                |        |  |                                  |
| 8-15              | MH1105-04           | Prek Dak Deurr D/S       | 11                             | Mondul Kiri                    | Saen Monourom  | Sokh Dom      | Daoh Kramom       | 11050202        | 206                                       | 4.5                            | S                  | 2.44                            | 13                                  | Y                       | 6.0                            | 669                 | Y  | N                           | 36.89 | N                                  | 1,434 | 1,434  | 74                         | O                          | 1147                  | 149                        | 149                          | 0                            | 17.2                           | 481              | 0                                    | 286                     | 767            | 11.81  | Superior site for succeeding project to the above Japanese Grant Scheme                  |                                  |
| 10-2              | MH1605-01           | O Katieng                | 4                              | Ratanak Kiri                   | Lumphat        | La Bang Muoy  | Kam Phlenh        | 16050301        | 40  | 6.5                            | S                  | 0.00                            | 7.5                                 | Y                       | 0.5                            | 808                 | Y  | N                           | 5.76  | N                                  | 295   | 295    | 16                         | O                          | 236                   | 31                         | 31                           | 0                            | 3.5                            | 77               | 0                                    | 114                     | 191            | 8.92   | On going by UNIDO  |                                  |
| 1-2               | HB0209-01           | Sangka D/S               | 45                             | Battambang                     | Rotonak Mondol | Phlov Meas    | Phlov Meas        | 2070301         | 59  | 115.0                          | S                  | 0.44                            | 50                                  | Y                       | 1.0                            | 697                 | N  | N                           | 22.09 | N                                  | 6,786 | 6,786  | 78                         | O                          | 5429                  | 706                        | 59                           | 562                          | 81.4                           | 649              | 843                                  | 2,290                   | 3,781          | 12.43  | 1  |                                  |
| 1-3               | HB0209-02           | Sangka U/S               |                                | Battambang                     | Rotonak Mondol | Phlov Meas    | Tuek Sab          | 2070303         | 85  |                                | S                  |                                 | 76                                  |                         | 3.0                            |                     | Y  |                             |       |                                    |       |        |                            |                            |                       |                            | 85                           |                              |                                |                  |                                      |                         |                |        |  |                                  |
| 1-2               | HB0209-03           | Sangka D/S Alternative   | 8                              | Battambang                     | Rotonak Mondol | Phlov Meas    | Phlov Meas        | 2070301         | 59  | 13.0                           | S                  | 1.81                            | 50                                  | Y                       | 1.0                            | 665.0               | N  | N                           | 20.39 | N                                  | 1,324 | 1,324  | 78                         | O                          | 1059                  | 138                        | 59                           | 79                           | 15.9                           | 233              | 119                                  | 353                     | 704            | 11.34  | 2  |                                  |
| 10-10             | MH1605-02           | Bay Srok                 | 3                              | Ratanak Kiri                   | Lumphat        | Ka Laeng      | Bay Srok          | 16050204        | 65  | 3.0                            | S                  | 34.11                           | 35                                  | Y                       | 0.0                            | 587                 | Y  | N                           | 7.86  | N                                  | 560   | 560    | 0                          | O                          | 448                   | 58                         | 58                           | 0                            | 6.7                            | 139              | 0                                    | 124                     | 263            | 10.62  | 3  |                                  |
| 8-17              | MH1104-01           | Bu Sra                   | 10                             | Mondul Kiri                    | Pech Chends    | Ba Sra        | Phum Lekh Muay    | 11040401        | 91  | 25.0                           | R                  | 0.22                            | 46                                  | Y                       | 11.0                           | 1,201               | Y  | N                           | 1.22  | N                                  | 899   | 899    | 32                         | O                          | 719                   | 93                         | 91                           | 2                            | 10.8                           | 462              | 1                                    | 401                     | 864            | 10.18  | 4  |                                  |
| 6-19              | MH0908-01           | O Sra D/S                | 4                              | Koh Kong                       | Kampong Seila  | Kampong Seila | Cham Srei         | 9080201         | 283                                       | 15.0                           | N                  | 0.40                            | 175                                 | N                       | 15.0                           | 904                 | Y  | N                           | 13.13 | N                                  | 1,249 | 1,249  | 57                         | O                          | 999                   | 130                        | 130                          | 0                            | 15.0                           | 543              | 0                                    | 360                     | 903            | 8.50   | 5  |                                  |
| 9-1               | MH1506-02           | Xiang Tum Po             | 3                              | Pursat                         | Veal Vsaeng    | Pramay        | Sueng Thsei       | 15040403        | 55  | 11.0                           | N                  | 0.00                            | 120                                 | N                       | 1.0                            | 849                 | N  | N                           | 14.63 | N                                  | 451   | 451    | 50                         | O                          | 361                   | 47                         | 47                           | 0                            | 5.4                            | 121              | 0                                    | 186                     | 307            | 7.43   | 6  |                                  |
| 5-9               | HB0704-01           | Srae Cheng               | 1                              | Kampot                         | Chum Kiri      | Srae Chaeng   | Pong Tuek         | 7040404         | 6   | 8.0                            | S                  | 0.00                            | 65                                  | Y                       | 10.0                           | 818                 | N  | N                           | 26.76 | N                                  | 284   | 284    | 66                         | P                          | 227                   | 30                         | 6                            | 24                           | 3.4                            | 22               | 36                                   | 128                     | 186            | 7.12   | 7  |                                  |
| 6-12              | MH0907-01           | Tatal D/S                | 2                              | Koh Kong                       | Thma Bang      | Ruessaï Chrum | Trapsang Chheu Tr | 9070403         | 62  | 10.0                           | S                  | 0.00                            | 60                                  | Y                       | 1.5                            | 2,006               | Y  | N                           | 13.55 | N                                  | 155   | 155    | 83                         | O                          | 124                   | 16                         | 16                           | 0                            | 1.9                            | 122              | 0                                    | 127                     | 249            | 6.33   | 8  |                                  |
| 1-1               | MH0209-01           | Tributary Stung Cra Nhum | 14                             | Battambang                     | Samlout        | Ta Taok       | OU Nonoung        | 2090101         | 330                                       | 33.0                           | N                  | 0.00                            | 90                                  | N                       | 12.0                           | 1,592               | N  | N                           | 12.20 | N                                  | 844   | 844    | 80                         | O                          | 675                   | 88                         | 88                           | 0                            | 10.1                           | 603              | 0                                    | 471                     | 1,075          | 5.35   | 9  |                                  |
| 9-6               | MH1504-01           | O Leach Meas             | 2                              | Pursat                         | Phnum Kravanh  | Samraong      | Roweang           | 15040710        | 35  | 13.0                           | N                  | 0.00                            | 60                                  | N                       | 3.0                            | 1,772               | N  | N                           | 14.02 | N                                  | 164   | 164    | 25                         | O                          | 131                   | 17                         | 17                           | 0                            | 2.0                            | 74               | 0                                    | 158                     | 232            | 4.66   | 10   |                                  |
| 8-5               | MH1101-01           | Prek So Long             | 5                              | Mondul Kiri                    | Kaev Seima     | Srae Khtum    | Srelovi           | 11010403        | 42  | 14.0                           | N                  | 0.00                            | 55                                  | N                       | 4.5                            | 1,966               | Y  | N                           | 4.55  | N                                  | 286   | 286    | 40                         | O                          | 229                   | 30                         | 30                           | 0                            | 3.4                            | 263              | 0                                    | 188                     | 450            | 4.56   | 11   |                                  |
| 2-3               | MH0408-01           | Stung Thum               | 1                              | Kampong Chhnat                 | Tuek Phos      | Chieb         | Kos Khnum         | 4080211         | 14  | 2.5                            | N                  | 0.00                            | 45                                  | N                       | 12.0                           | 1,999               | Y  | N                           | 16.82 | N                                  | 107   | 107    | 62                         | O                          | 86                    | 11                         | 11                           | 0                            | 1.3                            | 129              | 0                                    | 43                      | 172            | 4.12   | 12   |                                  |
| 5-1               | MH1802-01           | Ou Treb Da               | 1                              | Krong Preah Sihanouk           | Prey Nub       | Cheung Kou    | Anlong Krapeu     | 18020407        | 165                                       | 8.0                            | N                  | 0.00                            | 60                                  | N                       | 19.0                           | 6,927               | Y  | N                           | 19.67 | N                                  | 61    | 61     | 88                         | P                          | 49                    | 6                          | 6                            | 0                            | 0.7                            | 250              | 0                                    | 90                      | 339            | -6.59  | 13   |                                  |
| 6-35              | HB0506-01           | Stung Sva Stab           | 4                              | Kampong Speu                   | Phnum Sruoch   | Chambak       | Krang Chek        | 5060101         | 56  | 12.0                           | S                  | 0.00                            | 60                                  | Y                       | 9.0                            | 619                 | Y  | N                           | 29.47 | N                                  | 665   | 665    | 41                         | P                          | 532                   | 69                         | 56                           | 13                           | 8.0                            | 91               | 7                                    | 232                     | 330            |        | Extreme draw down of dry season discharge. Excluded from ranking.                        |                                  |
| 14-1              | MH1713-01           | Stung Siem Reap U/S      | 8                              | Siem Reap                      | Svay Leu       | Khnuang Phnum | Ta Perh           | 17130301        | 73  | 23.0                           | S                  | 0.00                            | 50                                  | Y                       | 2.0                            | 1,159               | N  | N                           | 12.42 | N                                  | 604   | 604    | 47                         | O                          | 483                   | 63                         | 63                           | 0                            | 7.2                            | 229              | 0                                    | 331                     | 560            |        | Separate study conducted by JICA. Relation with TL from Thailand. Excluded from ranking. |                                  |
| 14-2              | MH1703-02           | Stung Siem Reap D/S      | 19                             | Siem Reap                      | Banteay Srei   | Khmar Sanday  | Banteay Srei      | 17030101        | 348                                       | 55.0                           | S                  | 0.05                            | 50                                  | Y                       | 2.0                            | 655                 | N  | N                           | 29.48 | N                                  | 3,697 | 3,697  | 66                         | O                          | 2958                  | 385                        | 348                          | 37                           | 44.4                           | 748              | 19                                   | 1,172                   | 1,938          |        |  |                                  |
|                   |                     |                          |                                |                                |                |               |                   |                 | <b>Total</b>                              | 2,149                          | 374                |                                 | 40                                  | 1,139                   |                                | 115                 | 25,808   |                             |       | 317                                |       | 19,975 | 18,541                     | 904                        |                       | 14,833                     | 2,078                        | 1,425                        | 653                            | 240              | 5,368                                | 913                     | 6,989          | 13,270 | 107.98   |                                  |
|                   |                     |                          |                                |                                |                |               |                   |                 | <b>Max</b>                                | 348                            | 115                |                                 | 34                                  | 175                     |                                | 19                  | 6,927  |                             |       | 37                                 |       | 6,786  | 6,786                      | 88                         |                       | 5,429                      | 706                          | 348                          | 562                            | 81               | 748                                  | 843                     | 2,290          | 3,781  | 12.54  |                                  |
|                   |                     |                          |                                |                                |                |               |                   |                 | <b>Min</b>                                | 6                              | 2                  |                                 | 0                                   | 5                       |                                | 0                   | 580  |                             |       | 1                                  |       | 61     | 61                         | 0                          |                       | 49                         | 6                            | 6                            | 0                              | 1                | 22                                   | 0                       | 43             | 172    | -6.59  |                                  |
|                   |                     |                          |                                |                                |                |               |                   |                 | <b>Mean</b>                               | 102                            | 19                 |                                 | 2                                   | 54                      |                                | 5                   | 1,434  |                             |       | 18                                 |       | 1,110  | 1,091                      | 53                         |                       | 873                        | 115                          | 68                           | 35                             | 13               | 268                                  | 51                      | 388            | 737    | 7.20   |                                  |

Note: 1) "Total, Max, Min and Mean" in category of "Point for Priority Ranking" were calculated excluding the HB0506-01, MH1713-01 and MH1713-02, while "Total, Max, Min and Mean" in the other categories includes them.  
2) "Total, Max, Min and Mean" in all categories were calculated without HB0209-03.

出典：調査団

表 2.2.22 バイオマスガス化発電によるミニグリッド計画のリスト

| ID No. of RE Scheme | Name of RE Scheme    | Single or Multi-Village Scheme | Data to be Prepared by BG T team |                    |              |                  |                 |                                    |   |       |   |   |   |           |  |   |                              | Data to be Referred to Seila Database and Calculated          |                   |                                |                         |                                     |                                 |                               |                         |                         |         |                       |         |               |       |  | Point for Priority Ranking Total | Rank |
|---------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------------------------|---|-------|---|---|---|-----------|--|---|------------------------------|---|-------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|-----------------------|---------|---------------|-------|--|----------------------------------|------|
|                     |                      |                                | Villages To be Electrified       |                    |              |                  |                 | Data for Priority Ranking          |   |       |   |   |   |           |  |   |                              | Data to be Quoted from Seila Database or 6-pro village survey |                   |                                |                         |                                     | Data to be Quoted from GIS      |                               |                         |                         |         | Data to be Calculated |         |               |       |  |                                  |      |
|                     |                      |                                | Province                         | District           | Commune Name | Village Name     | ID No. by Seila | Installed Capacity P <sub>av</sub> | 1 | 3     | 6 | 7 | 9 | 10        | Daytime demand incl. BCS, Community activities, ATP                | Village scale Nos. of Total House-holds | Nos. of HH to be Electrified | Diffusion level of TV by SEILA 2003(%)                        | Level of literacy | Diffusion level of battery (%) | Plain Region or others? | Per hh area of grass-land? >0.02 ha | Is agri waste sufficient? (Y/N) | Demand per hh incl. loss (kW) | Length of MV Lines (km) | Length of LV Lines (km) | G.E.    | MV & LV               | Total   | Cost(\$1,000) |       |  |                                  |      |
| BG1504-02           | Phnum Krawanh Bio    | 20                             | Pursat                           | Phnum Krawanh      | Leach        | Leach            | 15040201        | 408                                | S | 27.00 | Y | Y | N | 3,927     |  | 3,927                                   | 3,142                        | 19.61   | 80.55             | 0.00                           | O                       | 0.52                                | N                               | 408                           | 8.0                     | 47.1                    | 612     | 739                   | 1,351   | 13.37         | 1     |  |                                  |      |
| BG0405-01           | Svay Bakav CF        | 1                              | K. Chhnang                       | K. Tralach         | Ta Ches      | Svay Bakav       | 4050908         | 36                                 | S | 30.00 | Y | N | Y | 342       | Community forest supported by Concern Worldwide.                   | 342                                     | 274                          | 56.43   | 69.11             | 0.35                           | O                       | 0.49                                | N                               | 36                            | 0.5                     | 4.1                     | 54      | 62                    | 116     | 11.63         | 2     |  |                                  |      |
| BG0607-02           | Kraya CF JICA        | 4                              | K. Thom                          | Samuk              | Kraya        | Kraya            | 6070501         | 112                                | S | 54.00 | Y | N | Y | 1,072     | Community forest supported by JICA CBES.                           | 1,072                                   | 858                          | 12.85   | 76.51             | 0.10                           | O                       | 9.31                                | N                               | 112                           | 1.7                     | 12.9                    | 168     | 198                   | 366     | 11.16         | 3     |  |                                  |      |
| BG2110-01           | Takeo CelAgrid       | 12                             | Takeo                            | Treang             | Sahtung      | Angk Ta Phouk    | 21101001        | 125                                | S | 26.0  | Y | N | N | 1204      | Supported by CelAgrid. There is a small mountain to be reforested. | 1,204                                   | 963                          | 34.78   | 83.82             | 0.00                           | P                       | 0.35                                | N                               | 125                           | 1.9                     | 14.4                    | 188     | 221                   | 408     | 10.89         | 4     |  |                                  |      |
| BG0304-38           | Krasang              | 1                              | Kampong Cham                     | Dumbae             | Tuek Chrov   | Krasang          | 3040608         | 52                                 | N | 58.6  | Y | N | N | 499       |  | 499                                     | 399                          | 66.13   | 49.97             | 1.13                           | O                       | 0.53                                | N                               | 52                            | 0.8                     | 6.0                     | 78      | 92                    | 170     | 10.84         | 5     |  |                                  |      |
| BG0601-01           | Chi Aok CF           | 1                              | K. Thom                          | Baray              | Baray        | Chi Aok          | 6010307         | 18                                 | S | 42.00 | Y | N | Y | 173       | Community forest supported by MOE                                  | 173                                     | 138                          | 62.43   | 91.68             | 16.30                          | O                       | 1.17                                | N                               | 18                            | 0.3                     | 2.1                     | 27      | 32                    | 59      | 10.82         | 6     |  |                                  |      |
| BG0205-17           | Kbal Taol            | 1                              | Battambang                       | Aek Phnum          | Kaoh         | Kbal Taol        | 2050705         | 54                                 | N | 59.7  | Y | N | N | 524       |  | 524                                     | 419                          | 47.90   | 55.17             | 39.18                          | O                       | 1.22                                | N                               | 54                            | 0.8                     | 6.3                     | 81      | 96                    | 177     | 10.69         | 7     |  |                                  |      |
| BG0301-02           | Batheay              | 1                              | Kampong Cham                     | Batheay            | Batheay      | Batheay          | 3010102         | 77                                 | N | 56.1  | Y | N | N | 743       |  | 743                                     | 594                          | 59.89   | 86.61             | 14.55                          | O                       | 0.39                                | N                               | 77                            | 1.2                     | 8.9                     | 116     | 137                   | 252     | 10.63         | 8     |  |                                  |      |
| BG1710-31           | Phum Prampir         | 1                              | Siem Reap                        | Siem Reab          | Chong Khnies | Phum Prampir     | 17100707        | 37                                 | N | 11.9  | Y | N | N | 356       |  | 356                                     | 285                          | 51.69   | 14.08             | 63.64                          | O                       | 0.41                                | N                               | 37                            | 0.6                     | 4.3                     | 56      | 66                    | 122     | 10.59         | 9     |  |                                  |      |
| BG0407-01           | Meanok FA Plantation | 3                              | Kampong Chhnang                  | Sameakki Mean Chev | Tbaeng Khpos | Srae Mlak        | 4070806         | 66                                 | S | 52.00 | Y | N | N | 636       | Meanok Governmental Forest Plantation 1500ha                       | 636                                     | 509                          | 30.95   | 79.54             | 0.00                           | O                       | 2.47                                | N                               | 66                            | 1.0                     | 7.6                     | 99      | 116                   | 215     | 10.59         | 10    |  |                                  |      |
| BG1406-19           | Angkor Prey          | 1                              | Prey Veng                        | Peam Chh           | Kaoh Sampov  | Ampov Prey       | 14060502        | 46                                 | N | 61.1  | Y | N | N | 438       |  | 438                                     | 350                          | 64.84   | 57.77             | 22.94                          | O                       | 1.22                                | N                               | 46                            | 0.7                     | 5.3                     | 69      | 81                    | 150     | 10.56         | 11    |  |                                  |      |
| BG0316-111          | Trapeang Ruessei     | 1                              | Kampong Cham                     | Thoang Khnum       | Roka Po Pram | Trapeang Ruessei | 3161613         | 128                                | N | 24.9  | Y | N | N | 1234      |  | 1234                                    | 987                          | 67.75   | 97.62             | 12.42                          | P                       | 0.38                                | N                               | 128                           | 2.0                     | 14.8                    | 192     | 227                   | 419     | 10.44         | 12    |  |                                  |      |
| BG1710-04           | Trapeang Seh         | 1                              | Siem Reap                        | Siem Reab          | Kouk Chak    | Trapeang Seh     | 17100301        | 111                                | N | 3.2   | Y | N | N | 1063      |  | 1063                                    | 850                          | 83.73   | 87.89             | 5.11                           | O                       | 0.22                                | N                               | 111                           | 1.7                     | 12.8                    | 167     | 196                   | 363     | 10.43         | 13    |  |                                  |      |
| BG0201-55           | Ta Ngaen             | 1                              | Battambang                       | Banan              | Ta Kream     | Ta Ngaen         | 2010805         | 64                                 | N | 22.5  | Y | N | N | 612       |  | 612                                     | 490                          | 47.71   | 77.71             | 0.65                           | O                       | 0.81                                | N                               | 64                            | 1.0                     | 7.4                     | 96      | 114                   | 210     | 10.41         | 14    |  |                                  |      |
| BG0206-58           | Prek Chik            | 1                              | Battambang                       | Moung Ruesse       | Prek Chik    | Prek Chik        | 2061005         | 101                                | N | 53.4  | Y | N | N | 975       |  | 975                                     | 780                          | 21.85   | 52.45             | 0.00                           | O                       | 2.52                                | N                               | 101                           | 1.6                     | 11.7                    | 152     | 180                   | 331     | 10.39         | 15    |  |                                  |      |
| BG0507-154          | Svay Dangkulm        | 1                              | Kampong Speu                     | Samraong Ton       | Skuh         | Svay Dangkulm    | 5071006         | 14                                 | N | 7.4   | Y | N | N | 139       |  | 139                                     | 111                          | 15.11   | 91.28             | 0.00                           | P                       | 0.00                                | N                               | 14                            | 0.2                     | 1.7                     | 21      | 26                    | 47      | 1.88          | 6,289 |  |                                  |      |
| BG0306-09           | Preaek Yuon          | 1                              | Kampong Cham                     | Kampong Siem       | Kien Chrey   | Preaek Yuon      | 3060301         | 23                                 | N | 9.0   | Y | N | N | 217       |  | 217                                     | 174                          | 11.52   | 96.92             | 1.15                           | P                       | 0.00                                | N                               | 23                            | 0.3                     | 2.6                     | 35      | 39                    | 74      | 1.83          | 6,290 |  |                                  |      |
| BG0507-27           | Kbal Tralach         | 1                              | Kampong Speu                     | Samraong Ton       | Khtum Krang  | Kbal Tralach     | 5070302         | 8                                  | N | 8.4   | Y | N | N | 80        |  | 80                                      | 64                           | 15.00   | 89.97             | 0.00                           | P                       | 0.01                                | N                               | 8                             | 0.1                     | 1.0                     | 12      | 15                    | 27      | 1.83          | 6,291 |  |                                  |      |
| BG0507-39           | O Taroot             | 1                              | Kampong Speu                     | Samraong Ton       | Khtum Krang  | O Taroot         | 5070314         | 3                                  | N | 13.4  | Y | N | N | 32        |  | 32                                      | 26                           | 12.50   | 94.19             | -9999.00                       | P                       | 0.01                                | N                               | 3                             | 0.1                     | 0.4                     | 5       | 7                     | 11      | 1.77          | 6,292 |  |                                  |      |
| BG2110-24           | Prey Ph'av           | 1                              | Takeo                            | Treang             | Roneam       | Prey Ph'av       | 21100806        | 26                                 | N | 5.7   | Y | N | N | 247       |  | 247                                     | 198                          | 10.12   | 92.83             | 0.00                           | P                       | 0.00                                | N                               | 26                            | 0.4                     | 3.0                     | 39      | 46                    | 85      | 1.74          | 6,293 |  |                                  |      |
| Total               |                      |                                |                                  |                    |              |                  |                 | 200,329                            |   |       |   |   |   | 1,006,033 |  | 1,006,033                               | 804,844                      |   |                   |                                |                         | 2,922                               |                                 | 104,644                       | 1,620                   | 12,098                  | 156,966 | 185,571               | 342,537 | 37,130        |       |  |                                  |      |
| Max                 |                      |                                |                                  |                    |              |                  |                 | 136                                |   |       |   |   |   | 3,927     |  | 3,927                                   | 3,142                        | 150.00  | 100.00            |                                |                         | 24.97                               |                                 | 408.00                        | 8.00                    | 47                      | 612     | 739                   | 1,351   | 13.4          |       |  |                                  |      |
| Mean                |                      |                                |                                  |                    |              |                  |                 | 32                                 |   |       |   |   |   | 160       |  | 160                                     | 128                          | 32.15   | 78.01             |                                |                         | 0.46                                |                                 | 16.63                         | 0.26                    | 2                       | 25      | 29                    | 27      | 5.9           |       |  |                                  |      |
| Min                 |                      |                                |                                  |                    |              |                  |                 | 2                                  |   |       |   |   |   | 5         |  | 5                                       | 4                            | 10.00   | 0.43              |                                |                         | 0.00                                |                                 | 1.00                          | 0.00                    | 0                       | 2       | 1                     | 0       | 1.7           |       |  |                                  |      |

出典：調査団

表 2.2.23 太陽光BCSのリスト

| ID No. of RE Scheme | Name of RE Scheme   | Province       | District     | Commune Name        | Village Name   | ID No. by Seila | Data for Priority Ranking  |        |       |    |   | Remarks   | Data to be Referred to Database and Calculated |                  |  |                                   |   |  |                              |                                    |  |  |                   |                 |                       | Point for Priority Ranking Total | Rank  |                             |                       |                          |     |     |       |                |
|---------------------|---------------------|----------------|--------------|---------------------|----------------|-----------------|----------------------------|--------|-------|----|---|---|--|------------------|--|-----------------------------------|---|--|------------------------------|------------------------------------|--|--|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|-------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|-----|-----|-------|----------------|
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | Villages To be Electrified |        |       |    |   |   | Data for Priority Ranking                      |                  |  |                                   |   | To be Quoted from Seila Database or 6 pro village survey |                              |                                    | To be Quoted from GIS                    |  |                   |                 | Data to be Calculated |                                  |       |                             |                       |                          |     |     |       |                |
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | 1                          | 5      | 6     | 7  | 8 |   | Maturity (A/R/S/N)                             | Renewable Energy | Air distance to provincial capital or sub-center | Any cooperative activities (Y/N)? | Non electrified health post or schools etc. | Village scale Nos of HH (hh)                             | Nos. of HH to be Electrified | Level of Grid RE by SEILA 2003 (%) | Dif-fusion level of TV by SEILA 2003 (%) | Diffusion level of RE by 6 pro vil. survey (%) | Level of Literacy | Hydro_Potential | Grassland per HH      |                                  |       | Solar irradiation in August | System Capacity (kWp) | Total Demand to SHS (Wp) | BCS | SHS | Total | Cost (\$1,000) |
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | 2                          | 3      | 4     | 10 | 3 |   | 4  | 5                | 6  | 7                                 | 8   | 9  | 10                           | 11                                 | 12                                       | 13   | 14                | 15              | 16                    |                                  |       | 17                          | 18                    | 19                       | 20  | 21  | 22    | 23             |
| SP1604-12           | Sme Ta Pan          | Stung Treng    | Sesan        | Samkhuoy            | Srae Ta Pan    | 19010403        | N                          | S      | 9.22  | N  | Y | -Necessary to cross the Secon River. (Map:6236)   | 95   | 76               | 0.00   | 0.00                              | 8.42  | 12.36  | 0                            | 0.00                               | 4.50                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 13.85 | 1                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1603-17           | Kaoh Peak           | Ratanak Kiri   | Veun Sai     | Kaoh Peak           | Kaoh Peak      | 16090601        | N                          | S      | 33.13 | N  | Y | -Beside Se san River (Map:6337)   | 178  | 142              | 0.00   | 0.00                              | 4.49  | 0  | 0                            | 0.10                               | 4.24                                     | 6  | 0                 | 37              | 0                     | 37                               | 12.39 | 2                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1903-08           | Koun Tnaot          | Kampong Thom   | Kampong Svay | Chey                | Koun Tnaot     | 6020106         | S                          | S      | 14.53 | N  | Y | -Necessary to cross the Se san -Access good (Map:5934)  | 109  | 87               | 0.00   | 0.00                              | 80.73                                       | 33.24  | 0                            | 0.00                               | 4.90                                     | 4  | 240               | 25              | 2                     | 27                               | 11.99 | 3                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1103-03           | Pa Hiem             | Mondul Kiri    | Ou Reang     | Saen Monourom       | Pa Hiem        | 11030201        | N                          | S      | 13.82 | N  | Y | -Access good. Less than 1km foot path. (Map:6433)   | 250  | 200              | 0.00   | 7.60                              | 0.40  | 21.82  | 0                            | 23.44                              | 4.51                                     | 9  | 0                 | 56              | 0                     | 56                               | 11.98 | 4                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1905-41           | Man                 | Stung Treng    | Thala Bariva | Anlong Chrey        | Man            | 19050502        | N                          | S      | 30.44 | N  | Y | -Access very hard. (Map:6136)   | 163  | 130              | 0.00   | 0.00                              | 0.61  | 11.88  | 0                            | 0.05                               | 4.50                                     | 6  | 0                 | 37              | 0                     | 37                               | 11.98 | 5                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1903-17           | Ta Ang Pok          | Ratanak Kiri   | Koun Mom     | Ta Ang              | Ta Ang Pok     | 16040302        | N                          | S      | 9.48  | N  | Y | -Access good (Map:6336)   | 131  | 105              | 0.06   | 0.00                              | 5.34  | 28.53  | 0                            | 0.36                               | 4.24                                     | 5  | 0                 | 31              | 0                     | 31                               | 11.83 | 6                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1609-02           | La Meuy             | Ratanak Kiri   | Veun Sai     | Kok Lak             | La Meuy        | 16090703        | N                          | S      | 29.97 | N  | Y | -Beside Se San River (Map:6336)   | 102  | 82               | 0.00   | 0.00                              | 9.80  | 23.18  | 0                            | 0.20                               | 4.24                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 11.60 | 7                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1101-02           | Pohoun              | Mondul Kiri    | Kaev Seima   | Chong Phlah         | Pohoun         | 11010102        | N                          | S      | 32.64 | N  | Y | -Access moderate. Necessary to -Access very hard. (Map:6334)  | 100  | 80               | 0.00   | 0.00                              | 3.00  | 23.79  | 1                            | 2.19                               | 4.51                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 11.48 | 8                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1903-26           | Kok Lak             | Ratanak Kiri   | Veun Sai     | Ka Choum            | Kok Lak        | 16090406        | N                          | S      | 30.50 | N  | Y | -Beside Se San River (Map:6336)   | 64   | 51               | 0.00   | 0.00                              | 1.56  | 9.25   | 0                            | 0.19                               | 4.24                                     | 3  | 0                 | 19              | 0                     | 19                               | 11.27 | 9                           |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0602-03           | Pokes               | Mondul Kiri    | Kaev Seima   | Me Mang             | Pokes          | 11010204        | N                          | S      | 30.49 | N  | Y | -Access very hard. (Map:6334)   | 94   | 75               | 0.00   | 0.00                              | 56.38                                       | 12.38  | 1                            | 0.34                               | 4.51                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 11.20 | 10                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1606-20           | Phak Nam            | Ratanak Kiri   | Veun Sai     | Kaoh Peak           | Phak Nam       | 16090602        | N                          | S      | 30.56 | N  | Y | -Access moderate. Necessary to  | 244  | 195              | 0.00   | 0.00                              | 6.15  | 24.93  | 0                            | 0.10                               | 4.24                                     | 8  | 0                 | 50              | 0                     | 50                               | 11.15 | 11                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1105-01           | Sek                 | Ratanak Kiri   | Koun Mom     | Ta Ang              | Sek            | 16040304        | N                          | S      | 11.73 | N  | Y | -Access moderate. Necessary to  | 98   | 78               | 0.00   | 6.12                              | 35.22                                       | 1  | 0.36                         | 4.24                               | 4  | 0  | 25                | 0               | 25                    | 11.15                            | 12    |                             |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1305-02           | Anlong Kramuon      | Stung Treng    | Thala Bariva | Srae Ruessai        | Anlong Kramuon | 19051002        | N                          | S      | 15.88 | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 84   | 67               | 0.00   | 0.00                              | 5.95  | 50.21  | 0                            | 0.57                               | 4.50                                     | 3  | 0                 | 19              | 0                     | 19                               | 11.09 | 13                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1604-14           | Ta Ane Ka Tae       | Ratanak Kiri   | Koun Mom     | Ta Ang              | Ta Ane Ka Tae  | 16040301        | N                          | S      | 8.71  | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 109  | 87               | 1.09   | 3.67                              | 6.42  | 18.57  | 0                            | 0.36                               | 4.24                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 11.01 | 14                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1606-04           | Pu tru              | Mondul Kiri    | Ou Reang     | Saen Monourom       | Pu tru         | 11030203        | N                          | S      | 9.36  | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 49   | 39               | 0.00   | 2.04                              | 6.12  | 20.23  | 0                            | 23.44                              | 4.51                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | 10.99 | 15                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1305-31           | Hang Savat          | Stung Treng    | Sesan        | Samkhuoy            | Hang Savat     | 19010404        | N                          | S      | 9.12  | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 101  | 81               | 0.00   | 0.00                              | 0.00  | 63.01  | 0                            | 0.00                               | 4.50                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 10.98 | 16                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1903-12           | Pa Dal              | Ratanak Kiri   | Ou Ya Dav    | Sesant              | Pa Dal         | 16070503        | N                          | S      | 45.38 | N  | Y | Cherai ethnic group, use tree oils for light and have small hut as community hall                                 | 86   | 69               | 0.00   | 0.00                              | 1.16  | 2.27   | 0                            | 0.26                               | 4.24                                     | 3  | 440               | 19              | 4                     | 23                               | 10.94 | 17                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1102-14           | Kang Kngaok         | Stung Treng    | Thala Bariva | Kang Cham           | Kang Kngaok    | 19050304        | N                          | S      | 20.82 | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 107  | 86               | 0.67   | 0.00                              | 1.87  | 19.13  | 0                            | 0.00                               | 4.50                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 10.94 | 18                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0905-01           | Pu Antraeng         | Mondul Kiri    | Ou Reang     | Dak Dam             | Pu Antraeng    | 11030101        | S                          | S      | 14.51 | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 117  | 94               | 0.00   | 5.13                              | 0.00  | 39.83  | 0                            | 43.79                              | 4.51                                     | 4  | 240               | 25              | 2                     | 27                               | 10.83 | 19                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1101-10           | Anlong Svay         | Stung Treng    | Thala Bariva | Ou Rai              | Anlong Svay    | 19050603        | N                          | S      | 5.03  | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 122  | 98               | 0.00   | 1.64                              | 0.82  | 55.86  | 0                            | 0.55                               | 4.50                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 10.81 | 20                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0602-19           | Ker                 | Preah Vihear   | Rovieng      | Rotanak             | Ker            | 13050701        | S                          | S      | 10.33 | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 215  | 172              | 0.00   | 0.00                              | 62.79                                       | 48.34  | 0                            | 0.00                               | 4.59                                     | 7  | 0                 | 43              | 0                     | 43                               | 10.79 | 21                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1103-02           | La En               | Ratanak Kiri   | Koun Mom     | Toen                | La En          | 16040402        | N                          | S      | 17.84 | N  | Y | There is around 20W PV, one 11W lamp and 50 Ah battery at school but not enough for study. Small hut as community | 110  | 88               | 0.00   | 6.36                              | 5.45  | 32.35  | 0                            | 3.10                               | 4.24                                     | 4  | 680               | 25              | 7                     | 32                               | 10.77 | 22                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1607-25           | Rak                 | Ratanak Kiri   | Veun Sai     | Kok Lak             | Rak            | 16090702        | N                          | S      | 33.96 | N  | Y | -Access good. (Map:6336)  | 115  | 92               | 0.68   | 0.00                              | 6.09  | 5.51   | 0                            | 1.45                               | 4.24                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 10.77 | 23                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1606-02           | Pa or               | Ratanak Kiri   | Ou Chum      | Aekakheap           | Pa or          | 16060301        | N                          | S      | 11.34 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 107  | 86               | 0.00   | 4.67                              | 2.80  | 10.04  | 0                            | 0.21                               | 4.24                                     | 4  | 0                 | 25              | 0                     | 25                               | 10.76 | 24                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP1905-21           | Ta Heuy             | Ratanak Kiri   | Koun Mom     | Toen                | Ta Heuy        | 16040403        | N                          | S      | 14.16 | N  | Y | There is around 20W PV, one 11W lamp and 50 Ah battery at school but not enough for study. Small hut as community | 123  | 98               | 0.00   | 2.44                              | 5.69  | 39.13  | 0                            | 3.10                               | 4.24                                     | 4  | 680               | 25              | 7                     | 32                               | 10.73 | 25                          |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0906-07           | Khlong Tboung       | Kampong Cham   | Memot        | Chan Mul            | Khlong Tboung  | 3100111         | N                          | S      | 87.51 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 40   | 32               | 2.23   | 2.50                              | -9999.00                                    | 32.36  | 0                            | 0.00                               | 4.90                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | -0.71 | 1715                        |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0908-01           | Khal Damrei         | Kampong Thom   | Sandan       | Tum Ring            | Khal Damrei    | 6060905         | N                          | S      | 59.18 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 50   | 40               | -9999.00   | 4.00                              | 74.00                                       | 85.04  | 0                            | 0.09                               | 4.90                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | -0.96 | 1716                        |                       |                          |     |     |       |                |
| SP2202-07           | Tonloab             | Banteay Meanch | Preah Neir P | Tuek Chour          | Tonloab        | 1040805         | N                          | S      | 41.37 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 35   | 28               | -9999.00   | 8.57                              | -9999.00                                    | 75.21  | 0                            | 0.04                               | 4.55                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | -1.21 | 1717                        |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0408-01           | Chub Korki Khangleh | Otdar Meanchey | Banteay Amp  | Chub Korki Khangleh | Amp            | 22020115        | N                          | S      | 39.61 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 34   | 27               | 0.76   | 5.88                              | -9999.00                                    | 91.89  | 0                            | 0.05                               | 4.90                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | -1.43 | 1718                        |                       |                          |     |     |       |                |
| SP2104-17           | Pauchak Lea         | Kampong Thom   | Prasat Samb  | Koul                | Pauchak Lea    | 6052027         | N                          | S      | 44.02 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 52   | 42               | 1.06   | 9.62                              | 28.85                                       | 91.77  | 0                            | 0.01                               | 4.90                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | -1.51 | 1719                        |                       |                          |     |     |       |                |
| SP0104-07           | Sam                 | Ratanak Kiri   | Ou Ya Dav    | Ya Tung             | Sam            | 16070705        | N                          | S      | 56.52 | N  | N | -Access good. (Map:6336)  | 51   | 41               | -9999.00   | 1.96                              | -9999.00                                    | 94.35  | 0                            | 1.04                               | 4.24                                     | 2  | 0                 | 12              | 0                     | 12                               | -1.64 | 1720                        |                       |                          |     |     |       |                |
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | Total                      | 69,328 |       |    |   |   | 237,489  | 190,000          |  |                                   |   |  | 70                           | 1,609                              | 7,849                                    | 8,487  | 24,760            | 52,678          | 213                   | 52,891                           | 7,970 |                             |                       |                          |     |     |       |                |
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | Max                        | 116    |       |    |   |   | 726  | 581              |  |                                   |   |  |                              |                                    | 43.79                                    | 5.09   | 24                | 680             | 149                   | 7                                | 149   | 13.85                       |                       |                          |     |     |       |                |
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | Min                        | 1      |       |    |   | 6   | 5  |                  |  |                                   |   |  |                              | 0.00                               | 3.44                                     | 1  | 0                 | 6               | 0                     | 6                                | -1.64 |                             |                       |                          |     |     |       |                |
|                     |                     |                |              |                     |                |                 | Mean                       | 40     |       |    |   | 138   | 111  |                  |  |                                   |   |  |                              | 0.94                               | 4.56                                     | 5  | 14                | 31              | 0                     | 31                               | 4.63  |                             |                       |                          |     |     |       |                |

出典：調査団