

カンボジア王国
モンドルキリ州小水力地方電化計画の
運営・維持管理プロジェクト
事前評価・実施協議報告書

平成 20 年 7 月
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構
カンボジア事務所

序 文

カンボジア王国（以下、「カ」国と記す）の電化率は約15%であり、インドシナ半島諸国の中で最も低い水準となっています。特に多くの地方村落は系統からの電力供給の恩恵を受けていません。こうした状況下、「カ」国政府は、今後積極的に地方電化を図ることによって、2030年までの全国電化100%を達成し、地方と都市部の格差是正、生活の改善、貧困削減をめざしています。

これら課題解決を支援するため、我が国は2006年6月より無償資金協力「モンドルキリ州小水力地方電化計画」にて「カ」国東北部のベトナム国境山間部に位置するモンドルキリ州センモノロム市に再生可能エネルギーである水力発電施設の整備を行っています。また、これら設備の管理運用は新たな組織として作られるモンドルキリ州電力公社が、施設が「カ」国に引き渡されたあと、独立採算にて運営・維持管理を行うことになっています。しかし、「カ」国では水力発電の実績はわずかに2か所のみであり、同公社の管理職となる鉱工業エネルギー省モンドルキリ支局職員も水力発電に関する経験や収支管理を伴う組織の経営の経験はなく、さらに実際の運転保守に携わるスタッフに至っては電気そのものの知識が非常に低いのが実態です。

「カ」国政府は、以上のような背景から、電力専門家の適切な指導のもと実際の電力施設運営を行いながら、モンドルキリ州電力公社職員の電気事業遂行能力を向上させるための協力を我が国に要請しました。

これを受けて国際協力機構（JICA）は、要請内容やモンドルキリ州電力公社の立ち上げ準備状況、課題を確認し、プロジェクト計画を立案することを目的として、2008年6月23日から同年7月1日まで、JICAカンボジア事務所次長である村上雄祐を団長とする事前評価調査団を派遣しました。さらに、事前評価調査の結果、2008年6月25日にJICAカンボジア事務所と「カ」国鉱工業エネルギー省との間で協議議事録の署名が行われ、2008年12月から「モンドルキリ州小水力地方電化計画の運営・維持管理プロジェクト」として、2年4か月の協力が開始されることとなりました。

本報告書は、上記調査結果及び協議結果を取りまとめたものです。今後の類似案件の実施に広く活用されることを願っています。

終わりに、本調査の実施に対してご協力いただいた内外関係機関の方々に深甚の謝意を表すとともに、併せて引き続き一層のご支援をお願いする次第です。

平成20年7月

独立行政法人国際協力機構
カンボジア事務所長 米田 一弘

目 次

序 文

略語表

カンボジア地図

プロジェクト位置図

水力・ディーゼル発電所及び送配電線位置図

写 真

事業事前評価表

第1章 事前評価調査の概要	1
1-1 要請の背景	1
1-2 事前評価調査の目的	1
1-3 調査団構成	2
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	3
1-6 協議概要・合意事項	4
1-6-1 鉱工業エネルギー省 (MIME) との協議	4
1-6-2 カンボジア電力庁 (EAC) との協議	5
1-6-3 カンボジア電力公社 (EDC) との協議	5
1-6-4 モンドルキリ州電力公社 (EUMP) 技術部門副総裁、採用候補者 との協議	5
1-6-5 プノンペン水道公社 (PPWSA) との協議	6
1-6-6 WB-ESMAP Cambodian SMEs in Decentralized Energy Services Program との協議	6
1-6-7 地方電化基金 (REF) との協議	7
1-6-8 経済財務省 (MEF) との協議	7
第2章 プロジェクト実施の背景	9
2-1 電力開発計画	9
2-1-1 電力需給	9
2-1-2 電力設備	13
2-1-3 電源開発計画及び送電線計画	17
2-1-4 地方電化計画	18
2-1-5 電気料金制度と電気料金について	23
2-1-6 対象地域 (モンドルキリ州センモノロム市) の電力事情及び将来計画	27
2-2 「カ」国の電力関係機関の概要とプロジェクトへの関与	29
2-2-1 電力セクターの構成	29
2-2-2 鉱工業エネルギー省 (MIME)	30

2-2-3	鉱工業エネルギー省地方部局（DIME）	32
2-2-4	カンボジア電力庁（EAC）	32
2-2-5	カンボジア電力公社（EDC）	32
2-2-6	地方電気事業者（REE）	33
2-3	我が国の援助動向	33
2-4	他ドナーの支援	34
第3章	モンドルキリ州電力公社（EUMP）の現状、将来計画及び課題	35
3-1	モンドルキリ州電力公社（EUMP）の位置づけ	35
3-2	立ち上げ準備状況及び立ち上げに係る課題	35
3-3	将来計画	36
3-3-1	業務内容	36
3-3-2	必要機材の整備	37
3-3-3	組織運営（管理部門、運営部門、維持管理部門）	37
3-3-4	料金決定、徴収方法	38
3-3-5	研修体制と人材育成	45
3-3-6	課題	46
第4章	プロジェクトの内容	49
4-1	上位目標	49
4-2	プロジェクト目標	49
4-3	成果	49
4-4	活動	50
4-5	投入	51
4-5-1	日本側	51
4-5-2	「カ」国側	51
4-6	プロジェクトの実施体制	51
4-6-1	合同調整委員会（JCC）の設置、構成	51
4-6-2	プロジェクトの運営	52
4-6-3	カウンターパートの配置	52
4-7	外部条件の分析と外部要因リスク	52
4-8	協力実施上の留意点	53
第5章	プロジェクトの事前評価	55
5-1	妥当性	55
5-1-1	「カ」国の開発計画との整合性	55
5-1-2	日本の援助政策やJICA国別事業実施計画との整合性	55
5-1-3	「カ」国の状況及びニーズへの合致	55
5-2	有効性	56
5-3	効率性	56

5-4	インパクト	56
5-5	自立発展性	57
5-5-1	政策面	57
5-5-2	組織・人材面	57
5-5-3	財政面	57
5-5-4	技術面	58

付属資料

1.	協議議事録（M/M、PDM、PO、R/D Draftを含む）	61
2.	派遣専門家のTOR	107
3.	質問票回収結果／分析	111
3.1	小水力発電分野	111
3.2	5項目評価分野	113
4.	現地調査結果	123
5.	収集資料	127

図 表 目 次

図 2 - 1	供給別の出力 (2006年)	9
図 2 - 2	供給別の発電電力量 (2006年)	9
図 2 - 3	電源別の発電電力量 (2006年)	9
図 2 - 4	発生電力量と販売電力量の推移	10
図 2 - 5	設備出力と最大出力の推移	10
図 2 - 6	プノンペン系統の日負荷曲線 (2000~2008年)	11
図 2 - 7	「カ」国の既設送電線と計画中の送電線	15
図 2 - 8 (1)	既設の送電線 (2007年)	21
図 2 - 8 (2)	送電線整備計画 (2008~2010年)	21
図 2 - 8 (3)	送電線整備計画 (2011~2012年)	22
図 2 - 8 (4)	送電線整備計画 (2013~2016年)	22
図 2 - 8 (5)	送電線整備計画 (2017~2020年)	23
図 2 - 9	対象地域 (モンドルキリ州センモノロム市) への送電線計画	28
図 2 - 10	カンボジア電力セクターの関係図	30
図 2 - 11	MIME組織図	31
図 2 - 12	MIME水力エネルギー部組織図	31
図 2 - 13	EAC組織図	32
図 2 - 14	EDC組織図	33
図 3 - 1	各組織の関係	35
図 3 - 2	EUMP組織図	38
図 3 - 3	乾季の渇水時における需要と供給の関係 (2012年時点)	39
図 3 - 4	オロミス測水地点の流況曲線 (2003年5月~2004年4月)	40
図 3 - 5	需要に対する水力とディーゼル発電の割合	42
図 3 - 6	EUMPの電気事業の収支計算	43
図 3 - 7	無償資金協力のソフトコンポーネントにおける研修工程	46
表 2 - 1	EDC及びREEによる電化率	12
表 2 - 2	EDCの設備出力 (IPP及び電力輸入を含む) (2002~2006年)	14
表 2 - 3	高圧送電線及び中低圧配電線の現状 (2005年及び2006年)	16
表 2 - 4	電気事業者の内訳	19
表 2 - 5	EDCの平均電気料金 (2001~2006年)	25
表 2 - 6	供給地域別の平均電気料金 (2001~2006年)	25
表 2 - 7	EDCの電気料金表	26
表 2 - 8	タイ及びベトナムからの電力輸入単価 (2006年)	27
表 3 - 1	電気料金プラン (2008年3月時点オイル単価)	41
表 3 - 2	収支計算シミュレーションの条件	42
表 3 - 3	年間の水力の可能発電力	42
表 3 - 4	発電原価のB/D及び見直し後の比較表	44

略 語 表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AusAID	The Australian Agency for International Development	オーストラリア援助庁
B/D	Basic Design	基本設計
BOO	Build-Operate-Own	BOO方式
CCGT	Combined Cycle Gas Turbine	コンバインドサイクルガスタービン
CESS	Cambodia Energy Sector Strategy	カンボジア国エネルギーセクター戦略
CETIC	China Electric Power Technology Import & Export Corporation	中国電気技術輸出入会社
CKN	Center Krom Nguy	カンボジアのNGO名称
CPSS	Cambodia Power Sector Strategy	カンボジア国電力セクター戦略
CPTL	Cambodia Power Transmission Lines	カンボジア電力送電会社
DIME	Department of Industry, Mines and Energy	鉱工業エネルギー省地方部局
DO	Diesel Oil	ディーゼル
EAC	Electricity Authority of Cambodia	カンボジア電力庁
EDC	Electricite du Cambodge	カンボジア電力公社
EGAT	Electricity Generating Authority of Thailand	タイ王国電力庁
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Program	エネルギーセクター援助プログラム
EUMP	Electricity Unit of Mondul Kiri Province	モンドルキリ州電力公社
GMS	Greater Mekong Subregion	拡大メコン圏
GWh	Gigawatt-hour	ギガワットアワー、ギガワット時
HFO	Heavy Fuel Oil	重油
HV	High Voltage	高圧送電線
IPP	Independent Power Producer	独立電気事業者、発電免許電気事業者
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
kWp	kW-photovoltaic	光起電力のkW
kW	Kilowatt	キロワット
kV	Kilovolt	キロボルト

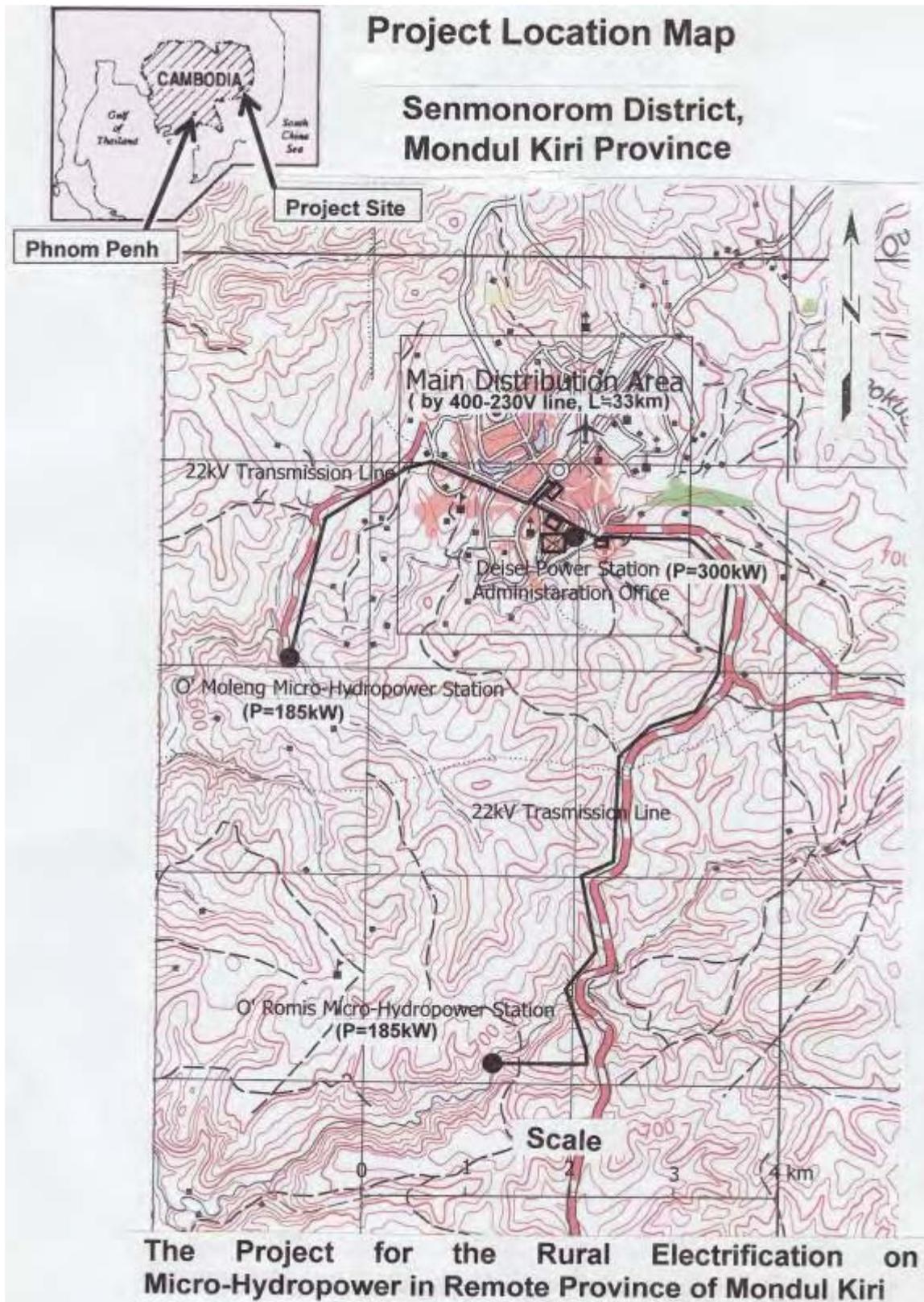
kVA	Kilovolt-ampere	キロボルトアンペア
LV	Low Voltage	低圧配電線
MEF	Ministry of Economy and Finance	経済財務省
MIME	Ministry of Industry, Mines and Energy	鉱工業エネルギー省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MV	Medium Voltage	中圧配電線*
MW	Megawatt	メガワット
MWh	Megawatt-hour	メガワットアワー、メガワット時
NDF	Nordic Development Fund	北欧開発基金
NEDO	New Energy and Industrial Development Organization	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
OJT	On-the-Job Training	オンザ・ジョブ・トレーニング (職場内訓練)
PPA	Power Purchase Agreement	電力購買契約
PPWSA	Phnom Penh Water Service Authority	プノンペン水道公社
PV	Photovoltaics	太陽光
REAP	Renewable Energy Action Plan	再生可能エネルギー行動計画
REE	Rural Electrification Enterprise	地方電気事業者
REF	Rural Electrification Fund	地方電化基金
SMEC	Small and Medium Enterprise Cambodia	NGO名称
T/L	Transmission Line	送電線
TOR	Terms of Reference	業務指示書
V	Volt	ボルト
WB	World Bank	世界銀行 (世銀)
Wp	Watt-photovoltaic	光起電力のW

*ただし、モンドルキリ州においては中圧配電線を送電にも使用していることから、同州においては「中圧送配電線」の意味で使っている。

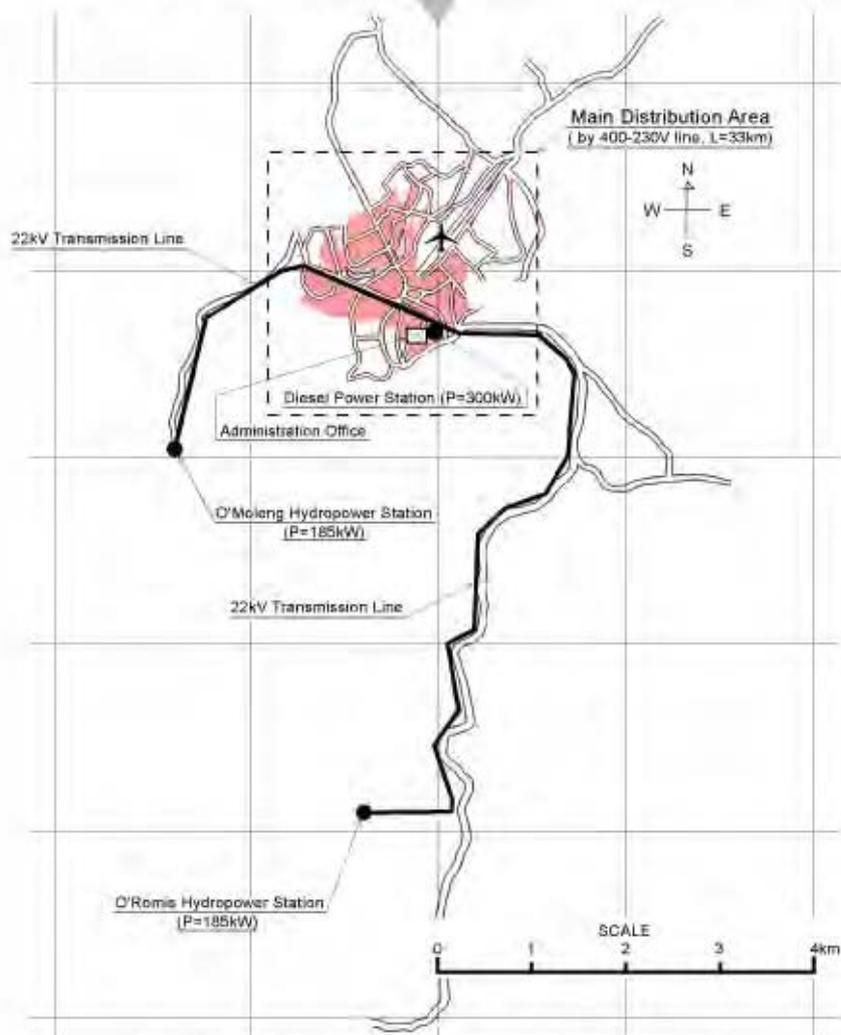
カンボジア地図



プロジェクト位置図

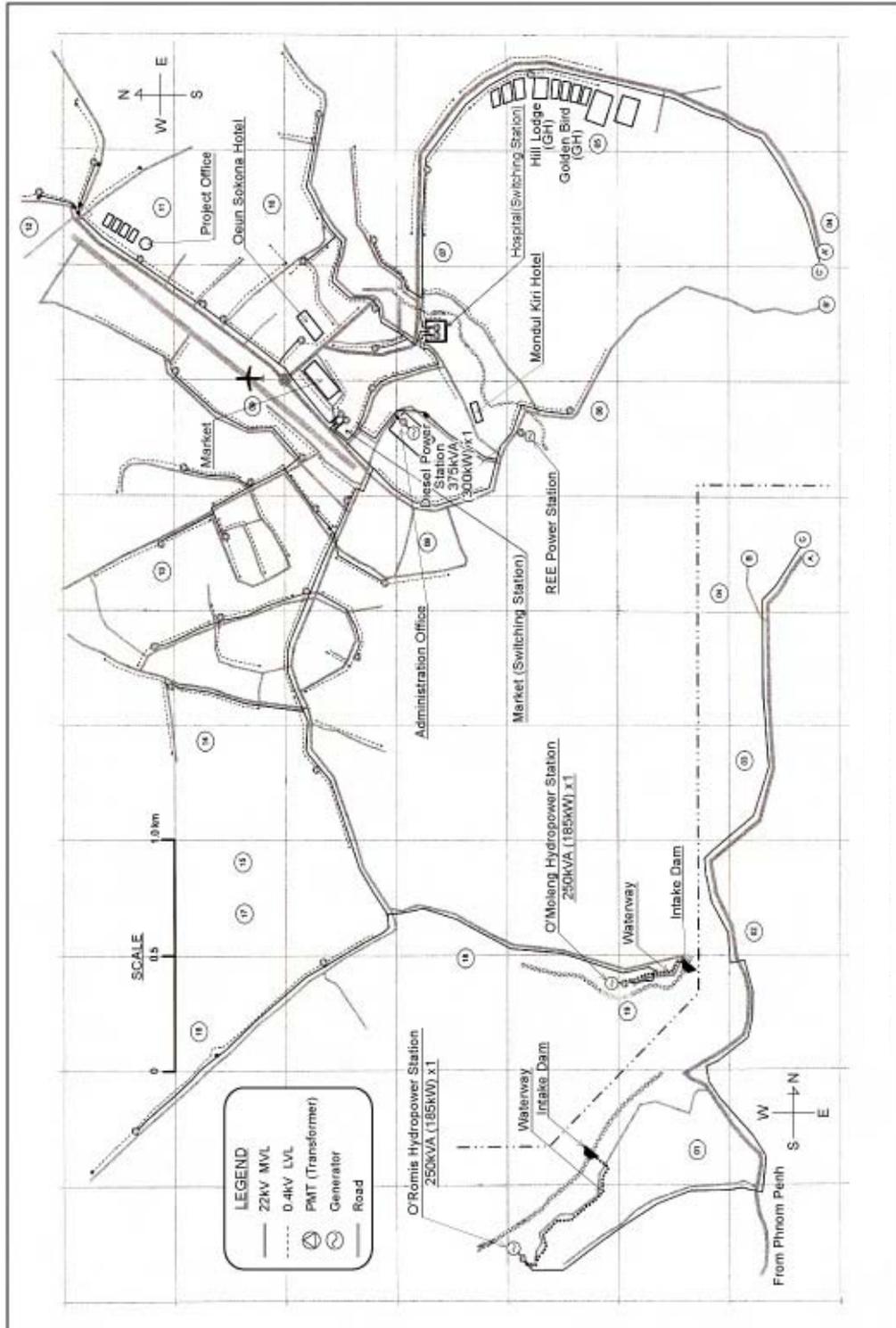


出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力



出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 プロジェクト位置

水力・ディーゼル発電所及び送配電線位置図



出典：カンボジア国モン ドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力



MIME合同協議



MIME合同協議



MIME個別面談



MIME個別面談



EAC個別面談



EDC個別面談



PPWSA個別面談



EUMP個別面談



EDCトレーニングセンター



EDCトレーニングセンター

＜オモレン水力発電施設＞



取水堰（堤高5.2m、堤長60.0m）



取水堰の下流にある滝（高さ約7m）
乾季の観光シーズンに放流



沈砂池（延長23m）



水圧管路（内径700～1,200mm、延長415m）



水圧管路及び発電所



水車及び発電機（出力185kW）

<オロミス水力発電施設>



取水堰（堤高4.3m、堤長41.0m）



沈砂池（延長20.2m）



導水路 [1.0m(B)×1.4m(H)、延長1,015m]



導水路 施工中の区間



水圧管路(内径600~800mm、延長63m)及び発電所



水車及び発電機（出力185kW）

＜ディーゼル発電施設 送配電設備＞



ディーゼル発電所建屋



ディーゼル発電機 出力300kW



ディーゼル発電所建屋



燃料タンク 容量10,000ℓ



22kV中圧送電線（延長28.00km）



22kV 送電線用柱（PC補強コンクリート柱）

＜NEDO太陽光+マイクロ水力実証研究サイト コンポンチャム州トゥックチャー地区＞



太陽光+マイクロ水力施設



調整池



小水力発電施設



取水設備



発電機 出力：20.6kW×2 unit



バッテリー

事業事前評価表

<p>1. 案件名 カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画の運営・維持管理プロジェクト</p>
<p>2. 協力概要</p> <p>(1) プロジェクト目標とアウトプットを中心とした概要の記述 カンボジア王国（以下、「カ」国と記す）東北部に位置し、ベトナムと国境を接するモンドルキリ州において、無償資金協力により2008年11月に完成／引渡し予定の小水力発電施設につき、モンドルキリ州電力公社（EUMP）に管理・経営面及び土木構造物、発電施設、送配電施設の各メンテナンス技術面の能力向上と組織体制の整備を図る。これにより、EUMPにおいて、適切な経営管理及び土木構造物、発電施設、送配電設備のオペレーションが実施される体制が整備されることが期待される。</p> <p>(2) 協力期間 平成20年12月～平成23年3月（28か月間）</p> <p>(3) 協力総額（日本側） 約1.52億円</p> <p>(4) 協力相手先機関 1) プロジェクト監督機関 鉦工業エネルギー省（MIME） 鉦工業エネルギー省モンドルキリ支局（DIME） 2) プロジェクト実施機関 モンドルキリ州電力公社（EUMP）</p> <p>(5) 国内協力機関 なし</p> <p>(6) 裨益対象者及び規模、等 直接裨益対象者：EUMP職員 26名 間接裨益対象者：モンドルキリ州センモノロム市の地域住民 約8,000人（1,400世帯）¹</p>
<p>3. 協力の必要性・位置づけ</p> <p>(1) 現状及び問題点 「カ」国の電化率は約15%であり、インドシナ半島諸国の中で最も低い水準となっている。そのために、多くの地方村落は系統からの電力供給の恩恵を受けていない。こうした状況下、「カ」国政府は、今後積極的に地方電化を図ることによって、中期的には2010年に25%の電化率を達成し、地方と都市部の格差是正、生活の改善、貧困削減をめ</p>

¹ JICA無償資金協力によるモンドルキリ州小水力電化計画事業事前計画表より。同数値は、電力供与開始時の想定値。供与開始5年後（2012年）には、約9,000人（1,650世帯）の需要を想定しており、当該施設はこの需要を満足するキャパシティを有するよう設計されている。

ざしている。

2006年6月にE/N署名された無償資金協力「モンドルキリ州小水力地方電化計画」は、「カ」国北東部のベトナム国境山間部に位置するモンドルキリ州センモノロム市に再生可能エネルギーである水力発電を主体とした電力を安定供給し、対象地域住民の生活環境の改善を目的とし、2008年11月に完成、引渡しの予定である。電力設備は2か所の小水力発電所と乾季の渇水時の補完電源用のディーゼル発電所及び延長約60kmの送配電線からなり、電力供与開始時で約1,400世帯を対象に電力を供給するものである。これら施設の管理運用は新たな組織として作られるEUMPが行う予定であるが、「カ」国では水力発電の実績は少なく、施設の適切な運用に必要な不可欠である経験、知識ともに不足している。また、組織の経営管理面においても、電気料金の徴収やコスト変動に伴う収支管理など煩雑な作業と経営の見通しなど電気事業運営のノウハウが要求されるが、鉱工業エネルギー省地方部局（DIME）は行政機関としての知識経験を有しているが会社経営の経験はないに等しい。

以上の課題を解決するには、電力専門家の適切な指導のもと、実際の電力運營業務のOJTにより遂行能力を向上することが必要である。

（2）相手国政府国家政策上の位置づけ

Cambodia Energy Sector Strategy（2001-2005）の中で、生活環境の向上と産業の振興をめざした地方電化の推進を強調しているほか、国家貧困削減戦略（NPRS2003-2006）では「エネルギー分野」を重点分野の一つに定め、その中で安価で安定的な電力供給、地方電化の推進に重点を置いている。2003年発表の四辺形戦略（Rectangular Strategy）でも「インフラ整備の推進」を4つの戦略のうちの一つにさだめ、その中で「エネルギー分野と電力ネットワークの整備」を掲げている。また、2030年までのナショナル・グリッド延伸計画を有しており、同期間中には国内の電化率100%²をめざし、長期的計画として地方電化の推進を位置づけている。

（3）我が国援助政策との関連、JICA国別事業実施計画上の位置づけ（プログラムにおける位置づけ）

「カ」国に対する国別援助計画（平成14年度版）では、「持続的な経済成長と安定した社会の実現」を重点分野の一つに掲げており、その援助方針の一つ「社会・経済インフラ整備推進と経済振興のための環境整備」の中で電力分野の地方格差の是正や技術者育成について協力していく旨を記載している。また、JICA国別事業実施計画では、「人材育成・制度整備・インフラ整備を通じ、経済成長と貧困削減の両立への協力により、人間の安全保障の実現を図る」ことを対「カ」国の協力方針としており、協力重点分野の一つとして「経済・社会インフラの整備」を掲げており、この中で「電力セクターの組織強化及び地方電化を支援の核と捉え、施設整備資金と電力技術の二方面から効率的かつ経済性の高い支援を実施していく」としている。

² バッテリーによる電気供給を含めて100%。達成目標時期は2020年。2030年までには、送配電線系統（オングリッド）の電気により70%の村落電化率達成を目標とするもの。

4. 協力の枠組み

〔主な項目〕

(1) 協力の目標（アウトカム）

1) 協力終了時の達成目標（プロジェクト目標）と指標・目標値

EUMPにおいて、適切な経営管理及び土木構造物、発電施設、送配電設備のオペレーションを実施する体制が整備される。

＜指標・目標値＞

- ・EUMPが利益を上げている。
- ・1日のうちで電力が供給される時間が増える³。

2) 協力終了後に達成が期待される目標（上位目標）と指標・目標値

センモノロム市民へ安定した電力供給がなされる。

＜指標・目標値＞

- ・センモノロム市の世帯電化率が増加する⁴。
- ・年間を通じ、電力の安定供給がなされる。

(2) 成果（アウトプット）と活動

＜アウトプット、そのための活動、指標・目標値＞

1) 成果1. EUMPの経営管理システムが構築され、機能する。

（指標・目標値）

- 1-1 電気料金回収が適正に行われる。
- 1-2 EUMPにおいて適切な会計手続きが取られている。

（活動）

- 1-1 中・長期事業戦略と資金計画を作成する。
- 1-2 課金システムを構築する。
- 1-3 経営管理マニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。
- 1-4 OJTを通じて、電気設備の操作と管理を実施する。
- 1-5 当該分野のデータ（顧客データ・販売電力量・収入支出内容など）を記録・整理する。

2) 成果2. ゲート、スクリーン（トラッシュ・ラック）、ペinstockを含む土木構造物メンテナンスの技術ガイダンスが構築され、機能する。

（指標・目標値）

- 2-1 当該分野において、2年間の試行操業による経験・実情を加味し、EUMP用マニュアルが修正される。
- 2-2 同マニュアルの内容を一定程度理解し、土木構造物の維持管理業務を実施できる人材が育成されている⁵。

³ 具体的な数値目標については、プロジェクト開始後約半年後に開催予定の合同調整委員会（JCC）（プロジェクト開始後第1回目のJCC）にて、それまでの状況を勘案して正式に決定することとする。

⁴ センモノロム市の世帯電化率は、基本設計（B/D）調査時点（2004年12月）で約32%である。役所、会社等の事務所を含めた全体の電化率は35%であった。事前評価時点での電化率は未調査であるが、B/D調査以降配電区域が広がっていないことからB/D調査時から大幅な変化はないといえる。

⁵ 理解度、能力向上度は、試験実施により客観的に測ることとする。

(活動)

- 2-1 土木構造物のメンテナンスに関する中・長期計画を作成する。
- 2-2 土木構造物のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。
- 2-3 OJTを通じて、土木構造物の検査とメンテナンスを定期的実施する。
- 2-4 当該分野のデータ（運転記録・補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

3) 成果3．発電施設メンテナンスの技術ガイダンスが構築され、機能する。

(指標・目標値)

- 3-1 当該分野において、2年間の試行操業による経験・実情を加味し、EUMP用マニュアルが修正される。
- 3-2 同マニュアルの内容を一定程度理解し、発電の運転維持管理業務を実施できる人材が育成されている⁶。

(活動)

- 3-1 発電施設のメンテナンスに関する中・長期の計画を作成する。
- 3-2 水力発電施設のオペレーション及びメンテナンスシステムを強化する。
 - 3-2-1 水力発電施設のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。
 - 3-2-2 OJTを通じて、水力発電施設の検査とメンテナンスを定期的実施する。
 - 3-2-3 当該分野のデータ（運転記録・補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。
- 3-3 ディーゼル発電施設のオペレーション及びメンテナンスシステムを強化する。
 - 3-3-1 ディーゼル発電施設のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。
 - 3-3-2 OJTを通じて、ディーゼル発電施設の検査とメンテナンスを定期的実施する。
 - 3-3-3 当該分野のデータ（運転記録・補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

4) 成果4．送配電設備メンテナンスの技術ガイダンスが構築され、機能する。

(指標・目標値)

- 4-1 当該分野において、2年間の試行操業による経験・実情を加味し、EUMP用マニュアルが修正される。
- 4-2 同マニュアルの内容を一定程度理解し、送配電設備の維持管理業務を実施できる人材が育成されている⁷。

(活動)

- 4-1 送配電設備のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。
- 4-2 OJTを通じて、送配電設備の検査とメンテナンスを定期的実施する。
- 4-3 当該分野のデータ（補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

⁶ 5と同様

⁷ 5と同様

(3) 投入（インプット）

1) 日本側（総額1.52億円）

- ・ 専門家派遣（分野：主席アドバイザー／管理・経営、電力土木技術、発電運用技術、水力機器技術、ディーゼル発電機器技術、送配電技術）
- ・ 機材供与：技術協力活動に必要なもの
- ・ カウンターパートの第三国あるいは「カ」国内研修

2) 「カ」国側

- ・ プロジェクト実施のためのローカルコスト
- ・ カウンターパートの配置（経営管理に係る人材、設備のオペレーション及びメンテナンスに係る人材）
- ・ 専門家の執務室及び必要な機材

(4) 外部要因（満たされるべき外部条件）

1) 上位目標達成のための外部条件

- ・ EUMPが継続的に稼働できるよう、「カ」国政府が政策的及び資金的支援を行う。
- ・ センモノロム市の住民がEUMPからの電力購買意欲を有し、かつEUMPから電力を購買する。

2) プロジェクト目標達成のための外部条件

- ・ 発電施設周辺の治安が良好である。
- ・ プロジェクトサイトで自然災害が発生しない。

3) 成果達成のための外部条件

（なし）

4) 前提条件

- ・ EUMPがカンボジア電力庁（EAC）に正式に認可される。
- ・ EUMP職員がプロジェクト実施に尽力する。
- ・ 対象小水力発電所の完成、引渡しから間を置かずに本プロジェクトが実施され、初動期における円滑な稼働が確保される。

5. 評価5項目による評価結果

(1) 妥当性

- ・ 「カ」国は、Energy Sector Strategy（2001-2005）、国家貧困削減戦略（2003-2006）及び包括的開発戦略である四辺形戦略で、それぞれエネルギー分野、なかでも電力供給の推進を強調している。地方電化についても、その重要性を認識しており、安価で安定的な電力供給が可能となる施設整備及び運営管理技術の向上を通じて、地域住民の生活環境の改善や地域産業の振興、ひいては地域格差の是正と貧困削減をめざしている。「カ」国政府は2010年までに電化率を25%まで、2030年までには100%⁸まで引き上げることを目標として掲げているが、現在は約15%にとどまっており、対応が必要とされている。このことから、「カ」国の政策との整合性は高い。
- ・ モンドルキリ州においては、日本の無償資金協力にて2か所の小水力発電所（出力各185kW）及び1か所のディーゼル発電所（出力300kW）を建設中であり、2008年11月

⁸ 前述のとおり。2020年までには、バッテリーによる電気供給も含め100%達成、2030年までには送配電線系統の電気により70%の村落電化率達成を目標とするもの。

に完成、引渡し予定である。水力発電施設の運用に際しては、刻々と変化する自然状況を的確に捉え適切な対応をしていく必要があり、円滑かつ適切な運用には豊富な経験と知識が不可欠であるが、実際には「カ」国では水力発電の実績が非常に限られており、設備の運転保守及び電力供給事業における組織・事業運営における経験、人材が不足している。また、センモノロム市民は、既に小規模民間事業者から高額な料金で電気を購入・使用しており⁹、しかも供給時間は非常に限られており、不安定である。こうした状況下において、現状より安価な電気が一定程度安定的に供給されることに対する住民の期待は大きく、無償資金協力で実施中の支払い意思調査においても、回答者の100%¹⁰が利用を希望している。これらのことから、対象国・地域におけるニーズは高いといえる。

- ・「カ」国に対する日本の援助政策としては、「経済・社会インフラ整備」を重点分野に掲げ、その中で電力セクターの整備に向けて、政策立案や組織強化、施設整備や技術者の育成などに関する協力を実施していく方針を明らかにしている。したがって、我が国の援助政策とも整合している。

(2) 有効性

- ・本プロジェクトは、小水力発電所の適正な運営・維持管理に向けて、事業経営面、施設運用面（技術面）の両方にわたり包括的な技術向上をめざすものである。電力供給事業、土木構造物のメンテナンス、発電施設の運転とメンテナンス及び送配電設備の運転とメンテナンスについて、それぞれ「計画の策定」、「マニュアルの整備」、「人材の育成」、「データの記録・整理」を行う構成となっており、これらのステップを着実に実施していくことにより、プロジェクト目標が達成されることが期待できる。したがって、プロジェクト目標を達成するために十分なアウトプットが計画されているといえる。
- ・EUMPにより適正に電力設備が運営・維持管理されることにより、対象地域であるモンドルキリ州センモノロム市民の電力アクセスが一定程度向上することは、十分に期待できる。計画されたプロジェクト目標の指標は、EUMPにおける電力設備の適切な維持管理体制が整備されたか否かを測るものであるが、設定された4つの成果が達成され、EUMPが組織として有効に機能していることを確認できるものとなっており、適切に設定されているといえる。
- ・成果達成後、プロジェクト目標の達成につなげるための外部条件は、事前評価時点において「発電施設周辺の治安状況」と「自然災害」の2点が設定された。現在、モンドルキリ州センモノロム市の治安は良好であり、急激な治安悪化を引き起こす可能性のある要因は見出されていない。また、自然災害も少なく、いずれも満たされる可能性が高いと判断された。前提条件については3点設定されたが、EACの許認可については現在申請手続きに入ろうというところであり、プロジェクト開始時までには完了する見込みである。

⁹ センモノロム市はナショナル・グリッドに接続されておらず、現在市内における電力供給源は小規模民間事業者のみである。したがって、同小規模民間事業者から電力を購入している率は、同市の世帯電化率【B/D（2004年12月）で約32%、377戸】と同一である。その後、事前評価時点までは追加調査は実施されていないが、配電区域が変わっていないことから、世帯電化率、当該小規模民間事業者からの電力の購買率に大幅な変化は生じていないといえる。

¹⁰ ただし、今後2回の調査を実施予定であり、同結果を得て最終結果得られるため、この数字は今後変更の可能性はある。

(3) 効率性

- ・各成果の指標はいずれも入手が容易であり、指標としての適切性に加え、入手のコスト面からみても適切に設定されている。
- ・日本側の投入について、カウンターパート研修は第三国あるいは「カ」国内での実施を予定している。「カ」国内では、カンボジア電力公社（EDC）での研修を既に計画しており、国内人材あるいは近隣諸国の人材の活用を通じて本プロジェクトの効率性向上が図られるものと期待できる。
- ・EUMPの職員については、モンドルキリ州にはほかに特筆する収入源もなく人材獲得面で競合する産業が少ないこと、給与水準について市内の他産業への従事と比較しても好条件となるよう設定する予定であること、また、採用の際に他の職業との兼務は認めないことを明確に示しており、採用予定者への周知徹底がなされていることなどの理由により、EUMPの適正な運営に必要な不可欠なスタッフの業務への尽力が期待できる。

(4) インパクト

- ・本プロジェクトの実施を通じて、土木構造物、発電施設及び送配電施設を適切に維持管理・運用できる仕組みがEUMP内に構築できれば、小規模民間事業者からの不安定で量的に不十分、かつ高価な電力供給に頼る現状を脱却し、より安定的で安価な電力をセンモノロム市住民に供給することが可能となり、彼らの電力アクセスが一定程度向上することは十分に期待できる。
- ・プロジェクト目標から上位目標に至るための外部条件としては、「『カ』国政府の政策的及び資金的支援」、「住民の購買意欲と実際の購買行動」の2点が設定されている。前者については、国家貧困削減戦略（2003-2006）等政策文書において地方電化の重要性を指摘しており、安価で安定的な電力供給を通じ、地域住民の生活環境の改善や地域産業の振興、ひいては地域格差の是正と貧困削減をめざしている。電化率についても2030年までの長期計画・目標を設定していることから、政策的支援は期待できる。資金的支援については、基本的にはEUMPは電力会社として独立採算制をめざすものであるため、政府による大規模な資金投入を必要とするものではないが、突発的な事項（天災等）に対応するための一時的な支援は必要になる可能性はある。今回EUMPの操業開始に際して必要となる資金について「カ」国政府は必要な対応を約束していることから、こうした際には必要な対応を期待できると判断された。
- ・二つ目の外部条件「住民の購買意欲と実際の購買行動」については、センモノロム市民は、供給時間は非常に限られており、不安定であるにもかかわらず、既に小規模民間事業者から3,500リエル/kWh（2008年度6月時点料金、1US\$=4,000リエル）というプノンペンと比較しても倍以上の高額な料金で電気を購入・使用している。本プロジェクト実施により、EUMPでは発電コストに基づき健全な経営が可能なレベルで電気料金を設定し、現在よりも安価で安定的な電力供給を予定している。購買意欲については、既に無償資金協力プロジェクトにより調査が開始されており、十分に高い意欲が確認されている。また、購買行動についても電力料金が安価になることから、十分に期待できると判断された。

(5) 自立発展性

- ・「カ」国政府による地方電化の方針は、各種の長期計画及び電化計画（ナショナル・

グリッド)において一貫して言及されており、本プロジェクトはこうした地方電化推進の方針に整合したものである。ナショナル・グリッドの延伸計画は2030年までという長期計画となっていることから、この方針は少なくとも2030年までは継続されるものと見込まれる。したがって、政策面における自立発展性は確保されていると判断される。

- ・ EUMPは、本プロジェクトの実施に際して新たに設立される組織である。電気事業者としてEACの認可の申請手続きを始めるところであり、プロジェクト開始時までは手続きを完了し、「カ」国内における正式なステータスを有することとなる見込みである。現状においてはMIMEの監督下であり、資金面における部分的な独立採算制を有する「公社」と位置づけられており、組織的な自立発展性は一定程度確保されているといえる。しかし、今後より一層自立発展性を向上するため、「カ」国側において将来的な組織体制のあり方（法的な位置づけの検討も含む）を継続的に検討していく必要がある。
- ・ 資金面については、2008年12月のディーゼル発電施設稼動開始後約半年の間は、ディーゼル燃料の購入費、職員の給与等イニシャル・コスト（操業開始のための資金）が必要となるが、同資金はMIMEの責任において準備されることとなった。その後、雨季に入り小水力発電施設の稼動が開始されれば、数か月後には（予定では2009年7月）EUMPの収支は黒字に転じる見込みである。黒字転換後は、生じた利益を適切に運用し、ニーズに対応しつつコストを適正範囲内に抑えた発電施設の運用や、渇水時対応のための基金の設立など、長期的な組織運営に向けての仕組みづくりと人材育成を本プロジェクトの中で実施していく予定であり、こうした活動を通じて、資金面における自立発展性を確保していくことが可能であると判断された。
- ・ 中・長期的に必要なスペアパーツ購入、オーバーホール等のための積立金について考慮していくことにより、資金的自立発展性の更なる向上が期待される。夜間電力の活用促進（バッテリー充電サービスなど）も、収益の改善に貢献すると見込まれる。
- ・ 技術的自立発展性については、現時点ではその確保のための努力は最大限になされていると判断された。「カ」国は、過去の内戦の影響により一般的に人材不足傾向が強いが、特にモンドルキリ州はいわゆる僻地であり、経済的にも貧しい土地柄もあり、人材不足は深刻である。しかしながら、EUMPに採用予定の職員候補者は、電気分野における知識や業務経験を多少なりとも有している者が選ばれており、業務形態（専任、24時間三交代制など）や給与条件（EUMPの業績次第である旨）なども明確に説明・了承されている。EUMPでの継続勤務に関する意思も一定程度確認されており、離職率を減じるための給与水準についても調査がなされている。プロジェクト実施期間中においても継続して職員の離職を減じるよう工夫することにより、一定程度の技術的自立発展性が確保されると判断された。

6. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮

- ・ 本プロジェクトは、「カ」国内でも特に開発から取り残された地域であるモンドルキリ州を対象としている。本プロジェクトの上位目標として「センモノロム市民への安定した電力供給」を掲げており、貧困削減への配慮はなされているといえる。
- ・ ただし、電気料金はコストベースで計算され、燃料の購入や設備補修等に係る費用を勘案して調整されるものであるため、EUMPの健全な経営と発電施設のキャパシティに見

合った電力供給により、適正な価格設定に努める必要がある。

- ・環境については、「カ」国政府の各種政策文書において、水力発電の実施に際しては十分な環境配慮が必要であることが明記されており、無償資金協力による施設整備においても配慮を行ってきている。本プロジェクトにおいても、引き続き配慮を行っていく予定である。

7. 過去の類似案件からの教訓の活用

- ・「カ」国コンボンチャム州においてNEDOが実施した実証プロジェクトでは、雨季における水力発電と乾季における太陽光発電のコンビネーションが試行され、設備はコミュニティに移管されている。しかしながら、設備のオペレーションに関する技術移転や、電気事業のマネジメントに関する組織づくり・技術移転がなされておらず、またコスト回収のみの料金設定であったため維持管理費、事業拡張費が確保できず、現在は稼動していない。本プロジェクトにおいては、適切な組織運営体制を整備し、適切な料金設定ができる能力を向上することにより、無償資金協力により建設された発電施設の活用と持続的な電力供給をめざすものとする。
- ・「カンボジア国再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査」においては、再生可能エネルギーの技術的限界を受益者に理解させることにより、利用意思の確保や持続的な設備活用につながる旨が教訓として記載されている。本プロジェクトにおいても、発電施設のキャパシティが限られている一方、住民の電力利用ニーズは高く、期待も高いことから、両者をうまくバランスしていくための広報活動等を必要に応じて実施していくことが重要である。
- ・同じく「カンボジア国再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査」において、持続可能性を高めるためには、料金の設定・回収体制など明確なビジネスモデルや仕組みづくりの提案が不可欠であるとしている。本プロジェクトでは、前述成果1において取り組んでいく。
- ・また同国以外の類似案件として、マラウイにて未電化地域での電化計画の実施能力向上を目的とした「地方電化推進プロジェクト」を実施している。同プロジェクトでは電力供給施設の経営の観点から財務管理のアドバイザーを投入している。専門家の投入業務分野は、①総括／組織運営／配電計画、②副総括／地方電化アドバイザー／太陽光発電技術、③配電技術、④財務管理、⑤マイクロ水力発電技術である。

8. 今後の評価計画

終了時評価：平成22年10月頃

事後評価：協力終了3年後を目処に実施予定

第1章 事前評価調査の概要

1-1 要請の背景

カンボジア王国（以下、「カ」国と記す）の電化率は約15%であり、インドシナ半島諸国の中で最も低い水準となっている。そのために、多くの地方村落は系統からの電力供給の恩恵を受けていない。こうした状況下、「カ」国政府は、今後積極的に地方電化を図ることによって、長期的には2030年までに100%の電化率を達成し、地方と都市部の格差是正、生活の改善、貧困削減をめざしている。

2006年6月にE/N署名された無償資金協力「モンドルキリ州小水力地方電化計画」は、「カ」国東部のベトナム国境山間部に位置するモンドルキリ州センモノロム市に再生可能エネルギーである水力発電を主体とした電力を安定供給し、対象地域住民の生活環境の改善を目的とし、2008年11月に完成、引渡しの予定である。

電力設備は2か所の小水力発電所（出力各185kW）と乾季の渇水時の補完電源用のディーゼル発電所（出力300kW）及び延長約60kmの送配電線からなり、約1,400世帯¹を対象に電力を供給するものである。これら設備の管理運用は新たな組織として作られるモンドルキリ州電力公社（Electricity Unit of Mondul Kiri Province : EUMP）が行うもので、数名の鉱工業エネルギー省地方部局（Department of Industry, Mines and Energy : DIME）からの派遣職員を管理職として、スタッフである事務・運転・保守要員の20数名はすべて地元採用者により行われることとなっている。

水力発電施設の運用は自然を相手にするため、その適切な運用には経験、知識の蓄積が必要不可欠である。しかし、実際には「カ」国の水力発電の実績はわずかに2か所のみであり、管理職となるDIME職員も水力発電に関する経験はなく、さらに実際の運転保守に携わるスタッフに至っては電気そのものの知識が非常に低いのが実態である。また、組織の経営管理面においても、電気料金の徴収やコスト変動に伴う収支管理など煩雑な作業と経営の見通しなど電力運営のノウハウが要求されるが、DIMEは行政機関としての知識経験を有しているが会社経営の経験はないに等しい。

以上の課題を解決するには、電力専門家の適切な指導のもと、実際の電力運營業務のオンザ・ジョブ・トレーニング（職場内訓練）（On-the-Job Training : OJT）により遂行能力を向上することが必要である。「カ」国政府は、以上のような背景から、鉱工業エネルギー省（Ministry of Industry, Mines and Energy : MIME）監督下のEUMPの電気事業遂行能力育成を目的として、「事務運営管理」、「土木設備保守運用」並びに「電力設備運転保守」に係る短期専門家の派遣を要請した。日本側関係者により検討した結果、本件は成果を明確にし、先方の自立発展性を確実なものとするため、前述専門家をベースとした技術協力プロジェクトとして採択した。

1-2 事前評価調査の目的

- （1）プロジェクトの目的、対象とする範囲、期間、実施方針について協議し、合意を得る。
- （2）プロジェクト実施にあたって、事前に必要となる条件等を確認する。
- （3）カウンターパート機関の機能強化戦略について共通認識をもつ。

¹ 電力供与開始時における受益世帯数。電力供与開始5年後には、1,650世帯の電力需要を満たすことができる施設設計となっている。

1-3 調査団構成

氏名	担当分野	現職	現地調査期間
村上 雄祐	団長／総括	JICAカンボジア事務所 次長	2008/6/23～7/1
小林 悟	地方電化計画	JICA産業開発部資源・省エネルギー課	2008/6/23～6/26
三宅 繁輝	協力企画	JICAカンボジア事務所 所員	2008/6/23～7/1
MENG Chan Vibol	プロジェクト管理	JICAカンボジア事務所 所員	2008/6/23～7/1
佐野 祐一	小規模電力施設運用計画	(株)ニュージェック	2008/6/23～7/1
渡辺 亜矢子	評価分析	(株)地域計画連合	2008/6/23～7/1

1-4 調査日程

日順	月日	曜日	行程
1	6月22日	日	成田11:00→バンコク→プノンペン18:45 (TG641,TG698)
2	6月23日	月	8:30 JICAカンボジア事務所打合せ 10:00 MIME Dr. Ith Praing 次官 (Secretary of State) 表敬 14:30 カウンターパートへのインタビュー、M/M協議 (MIME、DIME) 16:30 PPWSAヒアリング
3	6月24日	火	9:00 EAC表敬、打合せ 10:00 EDC表敬、打合せ 14:30 M/M案作成・協議 (場所:MIME、参加者:実務者レベル)
4	6月25日	水	8:30 M/M案作成・協議 (場所:MIME、参加者:実務者レベル) 10:00 M/M署名 (場所:MIME、署名者:Dr. Ith Praing次官、村上団長) AM: 世銀ヒアリング PM: REF、MEFヒアリング
5	6月26日	木	プノンペン→センモノロム オモレーンサイト視察
6	6月27日	金	EUMP打合せ、オロミスサイト、ディーゼル発電施設視察
7	6月28日	土	センモノロム→プノンペン
8	6月29日	日	資料整理、報告書作成
9	6月30日	月	資料整理、報告書作成
10	7月1日	火	16:00 JICA事務所報告 プノンペン19:45→バンコク20:50 (TG699) バンコク23:50→
11	7月2日	水	成田8:10 (TG642)

1-5 主要面談者

<「カ」国側>

(1) 鉱工業エネルギー省 (Ministry of Industry, Mines and Energy: MIME)

Dr. Ith Praing	次官 (Secretary of State)
Mr. Tun Lean	エネルギー局長 (Director of General Directorate of Energy)
Dr. Bun Narith	エネルギー副局長 (Deputy Director of General Directorate of Energy)
Mr. Nong Sareth	水力発電副部長 (Deputy Director of Hydro-Electricity Department)
鷲澤 毅	JICA専門家

(2) 鉱工業エネルギー省モンドルキリ支局 (Department of Industry, Mines and Energy: DIME)

Mr. Kong Pisith	所長 (Director)
Mr. San Darith	副所長 (Deputy Director)
Mr. Chin Sokhun	副所長 (Deputy Director)

(3) カンボジア電力庁 (Electricity Authority of Cambodia: EAC)

Dr. Ty Norin	長官 (Chairman, Secretary of State)
--------------	-----------------------------------

(4) カンボジア電力公社 (Electricite du Cambodge: EDC)

Mr. Ros Chenda	発電局長 (Executive Director, General Department)
----------------	---

(5) プノンペン水道公社 (Phnom Penh Water Service Authority: PPWSA)

Dr. Chea Visoth	総裁アドバイザー (Assistant General Director, Procurement and Training Center)
-----------------	--

(6) 地方電化基金 (Rural Electrification Fund : REF)

Mr. Loeung Keosela	局長 (Executive Director)
Mr. San Viryan	技術部門長 (Head of Technical Unit)

(7) 経済財務省 (Ministry of Economy and Finance : MEF)

Mr. Net Mony	局長 (Director)
Mr. Vongsy Sam	経済顧問理事会 (Office of Executive Advisory Economist)

<日本側>

(1) モンドルキリ州小水力地方電化計画 (現地駐在)

三島 耕二	常駐管理者・電源開発(株)
望月 博通	電気技術・日本工営(株)
井上 明和	サイトマネージャー・(株)鴻池組

(2) 在カンボジア日本大使館

中谷 純之	二等書記官
-------	-------

(3) JICAカンボジア事務所

米田 一弘	所長
鵜飼 彦行	業務次長
村上 雄祐	総務次長 (団長兼)
三宅 繁輝	所員 (協力企画兼)
MENG Chan Vibol	所員 (プロジェクト管理兼)

1-6 協議概要・合意事項

1-6-1 鉱工業エネルギー省 (MIME) との協議

Ith Praing 次官からは、EUMP設立については省内部の議論により独立行政法人化 (Autonomous) を決め、MIME大臣も承認している旨説明があったが、調査団が確認した結果、閣僚評議会、首相の承認等対外的な手続き、法的手続きを取っておらず、Autonomousの設立方法についてMIMEは正しく理解していないことがわかった。

また、Tun Leanエネルギー局長と別途協議を行った際、将来的なEUMPの運営形態については以下の4つのオプションがあると説明があった。

- ①EDC、PPWSAと同様の正式なAutonomousとして運営する。
- ②世銀が進める地方電化事業と同様に、DIMEが関与を行いながらコミュニティベースで運営を行う。
- ③EDCに譲渡し運営を行う (ただし、本件については、発電規模とモンドルキリが遠隔地であることから、EDCは興味を示さない可能性が高いとのコメントもあり)。
- ④民間事業として運営する。

それに対し、調査団側からは、今回EUMPの設立が決定しており、そこに対して技術協力をを行うが、運営形態が改めて検討される場合、政府が設備の所有権及び最終的な責任を保持したうえで、上述のオプションの選択は、「カ」国政府側の責任で行うべきと回答した。

MIMEによるEUMPへの支援策として、技術的支援については、発電、送配電すべてのライセンスを持ち、Autonomousとして営業を行っているEDCがサポートを行うと説明があった。しかし、財政的支援については、MIMEは、EUMPを独立採算で運営させようとしていることから、支援の確約取り付けは最後まで難航し、結局「(支援のための) 予算の確保」という表記を削除し、現地費用 (Local Expense) はMIMEが責任をもつことで合意した。

また、モンドルキリ州の将来的な電化計画については、現在のモンドルキリ州の人口が極めて少ないことから (州都で9,300人程度)、2020年までのEDCによるグリッド延長計画には含まれていないものの、国の政策に基づき「2030年までの全国電化100%」²を実現する旨回答があった。また、ベトナムがブスラ滝での水力発電に興味を示しているとの情報が提供された (ブスラ滝がベトナム国境に近いことを考えると、ベトナム側に電力供給するための計画と考えられる)。

² MIMEとのインタビュー結果によるもの。実際の計画では、既述のとおり「2020年までにバッテリーによる電化も含めて100%、2030年までに系統による電化率70%」となっている。

1-6-2 カンボジア電力庁（EAC）との協議

Ty Norin長官より、電気事業は持続性が重要であり、運用面について政治的な介入がないようにすることが重要であると説明があった。具体的には、カイセマ（モンドルキリ州DIMEが運営）、スヌール（Electricity of Kratieが運営）で行われている電力供給のパイロットプロジェクトでは、ベトナムの無償供与による送電線（電力はベトナムより有償供給）による電力供給事業開始の際、当初消費者への売電価格400リエル/kWhで事業の認可申請があったが、料金の内訳がコストのみをカバーするものであったため設備拡張資金が確保できず事業の継続性に支障を来すと判断し、EACは適正価格として600リエル/kWhとするようアドバイスした（ベトナムからの送電事業以前の小規模電気事業者による電力供給価格は2,800リエル/kWh）。操業開始のための資金（イニシャル・コスト）については、MIMEからの予算ではなく、他のリソース（商業銀行等からの融資）を受けている。なお、NEDOの実証試験で設置したコンポンチャム州トゥックチャー地区のマイクロ水力（41.2kW）と太陽光のハイブリッド発電プロジェクトも、発電コストのみを回収する料金設定であったため事業拡張費はおろか維持管理費も確保できず、2006年に開始2年で廃業している。

本プロジェクトについては、発電規模が小さく、公営企業体化（独立行政法人化）は困難であるとの見解であり、以下の2つのオプションの経営形態の提案があった。

- ①EDCの事業として運営を行う（ただし、本件については、EACからも発電規模とモンドルキリが遠隔地であることからEDCは興味を示さない可能性が高いとのコメントもあった）。
- ②政府（MIME、EDC）が施設の所有権を握り、経営方針については、DIME、州政府等州レベル4、5人の評議会で決定し、運営はコミュニティで行う（ただし、本オプションはNEDOプロジェクトで失敗しているので注意が必要とアドバイスがあった）。

また、モンドルキリ州地域の（系統による）電化（ベトナムからの送電含む）については、センモノロム市の需要規模が小さく、今後10年は実現の可能性は低いとのコメントがあった。

1-6-3 カンボジア電力公社（EDC）との協議

無償資金協力による電力施設の完成、引渡し前よりEDCトレーニングセンターにおいてEUNPの新規採用予定の技術部門スタッフにトレーニングを行っている。本技術協力プロジェクトの期間中も同様に協力を行うことについて問題はないとコメントがあった。

具体的には、EDCトレーニングセンターでの各種電力トレーニング（基礎知識、送配電、ディーゼル）へのEUMPスタッフの参加、電気事業に係る現地サポートについて合意を得た。

なお、EDC側からは、無償資金協力で実施されたシェムリアップ発電所を引き合いに出し、無償資金協力期間中の操作・運転指導では時間的にも内容的にも不十分なため（特に維持管理は専門知識が必要とされる）、施設及び設備引渡し後、今回のような技術協力を積極的に実施してほしい旨要望があった。

1-6-4 モンドルキリ州電力公社（EUMP）技術部門副総裁、採用候補者との協議

技術部門副総裁の説明では、新規スタッフ採用について今後事業を拡張する際、電気に関する知識・業務経験がある人材を採用したいが、遠隔地域であることから施設運営・維持管理に必要な職能を持った人材が極めて少ない。そのため、EDCトレーニングセンターでの研修（2008年5月に専門家の現地活動費を用いて実施）はスタッフの電力基礎知識修得、能力向

上に大いに寄与したとのことであった。

同席した採用候補者（3名）は、モンドルキリに在住かつ現在別の職を持っており、EUMP応募の理由については、地域の電化（発展）に貢献したいとのことであった。場合によっては、給料が現状より下がる可能性があることを示唆したところ、職員候補者は了解しているとのことであった。

また、既にEUMP幹部3名で協議し、DIMEの内部規定をベースとして、EUMP社内規定（案）を作成したと説明があったが、この下案はまだ無償資金協力コンサルタントにも提出されておらず正式なものとなっていない。これら経営の根本に係る規定等については、無償資金協力ソフトコンポーネントで実施することから、無償資金協力のコンサルタントと協力して実施するよう依頼した。

1-6-5 プノンペン水道公社（PPWSA）との協議

PPWSA関係者からは、以下の説明があった。

PPWSAについては、フランス、日本等からの援助により公社化以前からインフラが整っていたことや政府機関（Autonomy）として運営してきた実績も長く、公社（Autonomous）として成功するベースは整っていた。これに政治的決断が加わり、PPWSAが設立された旨説明があった。Autonomous設立は、管轄省庁、閣僚評議会、首相承認等のプロセスがあり、こうした手続きが完了するにはおおむね1年にかかる。Autonomousは、Public Enterprise Lawに基づき政府が公務員の籍を持った総裁（General Director）、経理部長（Chief Accountant）の2名を任命する。公営企業が独立採算を達成するには、技術能力、予算、人的資源の3つの要素が不可欠である。新組織を立ち上げるEUMPの場合は、これら条件が十分でなく、早急に独立採算を達成する必要がある独立公営企業化は現状をかんがみると困難ではないかとのことであった。

1-6-6 WB-ESMAP Cambodian SMEs in Decentralized Energy Services Programとの協議

世銀プログラム関係者からは、以下の説明があった。

世銀は、「カ」国内に既に設立されている地方電気事業者（Rural Electricity Enterprises : REE）を対象に、技術支援（施設の運転技術のトレーニング）を提供している。対象は、したがって民間企業であり、トレーニング実施はEDCまたはCKNという地方電化に特化して活動を行っているNGOに委託している。しかし、なかにはバタンバンのケースのようにコミュニティベースで運営している事業体を支援することもある。

世銀プログラムの目的は、とにかく電気料金を低く抑え、低所得者への電力へのアクセスを可能にすることである。そのためには必要経費を極力抑えることが必要である。

JICAプロジェクトについては、Connecting Fee、House Wiringについても支援を考える必要がある。また、初めて電気を使う人はつい使いすぎてしまい、支払い能力を超えた使い方をしてしまう傾向がある。それを防ぐためには、例えばプリペイドカード式を導入したり、使うごとにお金を払う仕組み（例：1コインで数分使用可能など）を導入することも有効である。

1-6-7 地方電化基金（REF）との協議

REF関係者からは、以下の説明があった。

REFは、Royal Decreeに基づき、「カ」国政府により2004年12月に設立された独立公的機関である。目的は、地方電化の開発を促進するために地方電力セクターを支援することである。

現在の活動は3つある。一つ目は、2004年から2009年6月まで実施される地方電化事業者に対する支援である。REFは世銀に対し、さらに2年の延長を要請しているところである。これにより、新たに5万世帯の接続を実現することを目標としている。

二つ目は、小規模（Micro- and Mini）水力発電及び他の再生可能エネルギー設備（主にバイオマス・エネルギー）への無償資金協力である。発電出力1kW当たり400US\$の支援を行っている。全体で6.85MWの出力確保を目標としている。

三つ目は、ソーラーホームシステムへの無償資金協力である。これにより、新たに36,000世帯の電化を目標としている。出力40Wp以上の設備を導入した場合、1世帯当たり100US\$を支援する。現在までのところソーラーホームシステムで15件の実績のみである。

小規模水力発電において支障となっているのは、審査の要件にフィージビリティ調査を行うことになっているが、事業申請者が資金面からフィージビリティ調査ができないことにある。

現在は、再生可能エネルギー設備の建設費への支援のみであるが、AusAIDからの無償支援を交渉中であり、それが得られれば1100万US\$が支援され、うち300万US\$程度がREF活動費に割り振られるだろう。この資金を使って、設備運用開始費用等への低金利・長期ローンを始めたいと考えている。この場合、ローンを借りたい事業者はREFに申請し、REFの審査を通過すると同資金を管理している銀行に対しREFが紹介状を書くことになる。同銀行において再び審査が行われ、通過するとローンが借りられるという仕組みになると思う。

1-6-8 経済財務省（MEF）との協議

すべての独立行政法人化（公営企業化）には、Public Enterprise Law（現在カンボジア語版のみ）が適用される。ケースによるが、電気事業のように商業化に適する事業に対しては短期間で手続きが可能であると考え。企業体が小規模なこともあるので比較的審査に時間は要しないと考える。

独立行政法人化には、次の3つの形態がある。

①Economic Public Institute

②State Enterprise

③Joint Venture Enterprise

会計の透明性が不可欠である。チェック機関としてBoardの設立が必要であり、EUMPの場合、Boardメンバーとしては、MEF、MIME、DIME、地方政府、公営企業体（Public Enterprise）の代表から成るのが望ましい。

公営企業体は政府機関より財政支援を受けることはできないが、技術支援（無償、有償）についてはEDC等より受けることは可能である。内容を規約に記載する必要がある。

例外的に、独立行政法人化にはTransitional stageがある。この場合政府機関の支配下にあり所得税等の免除を受けることができるが非常に稀なケースである。独立行政法人の所得に対する税金は20%である。

これまで公営企業体は、既存の組織で職員はすべて公務員であり、給与等は保証されていた。EUMPの場合、新組織を立ち上げることになり、運営準備金等を政府機関による予算措置で処理するのは困難と考える。

第2章 プロジェクト実施の背景

2-1 電力開発計画

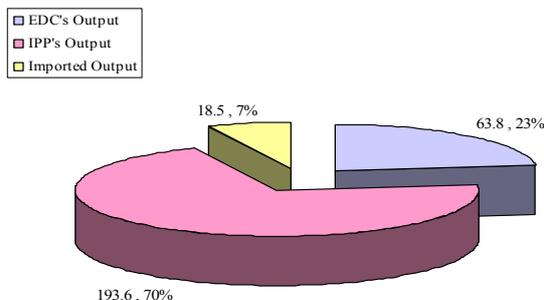
2-1-1 電力需給

(1) 電力量と出力

EDCの販売電力量、最大需要とも最近5年は年率20%に近い高い伸びを示しており、2002年と比べると約2倍となっている。EDC Annual Report 2006によれば、2006年のEDCの発電電力量（輸入電力量を含む）は1106.47GWhであり、このうち、EDC所有の発電所での発電電力量は209.89GWhで、全体の20%弱にとどまっている。一方、独立電気事業者（Independent Power Producer：IPP）からの購入電力量は856.94GWhで、全体の約77%となっている。また、ベトナムからの輸入電力量は42.14GWh（4%）であり、ベトナム国境付近の4地域にベトナムから22kV送電線で供給されているものである。2006年のEDCの総販売電力量は974.62GWhと報告されており、発電電力量の88%となっている。プノンペン首都圏の販売電力量は805.75GWhで、総販売電力量の8割強を占めている。2006年のプノンペン系統の送配電ロス率は10.69%と報告されており、2001年の14.70%から5年間で4%近く改善されている。

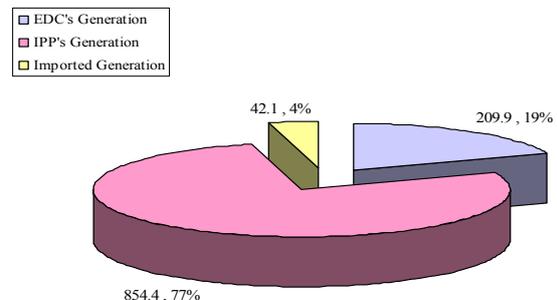
2006年にプノンペン首都圏では住宅用の需要が30.17%を占めており、次いで観光などの商業部門が33.25%、工業部門が17.45%、政府部門が9.24%となっている。プノンペン首都圏の最大電力需要は165MWである。

2006年における電源別構成では、重油焚き（Heavy Fuel Oil：HFO）のディーゼル発電が80%、ディーゼル油焚き（Diesel Oil：DO）のディーゼル発電が15%と輸入石油燃料に依存する発電が95%であり、残り5%は水力発電となっている。



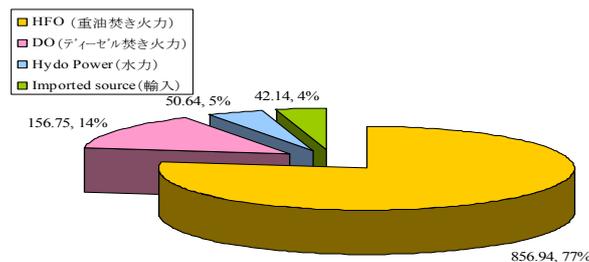
出典：Annual Report 2006, EDC

図2-1 供給別の出力（2006年）



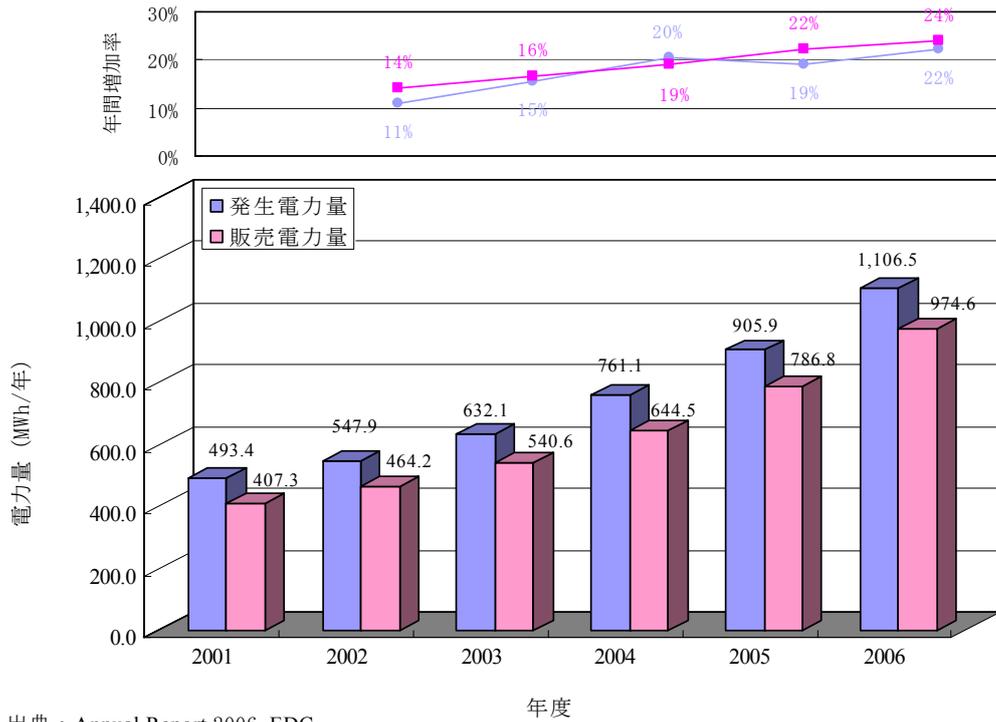
出典：Annual Report 2006, EDC

図2-2 供給別の発電電力量（2006年）



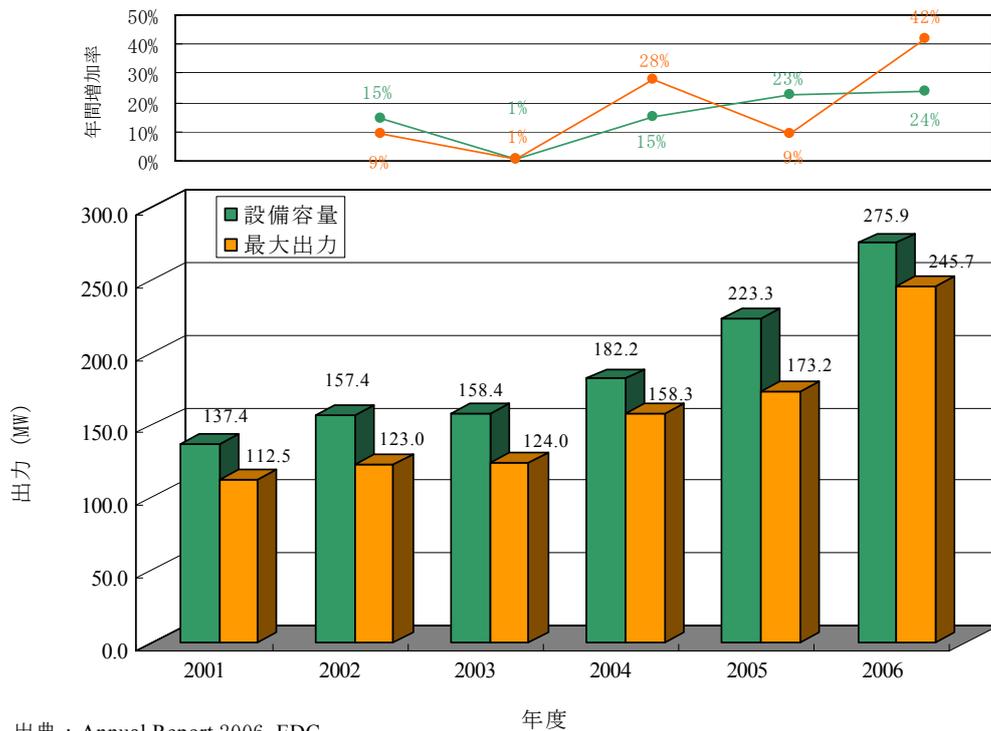
出典：Annual Report 2006, EDC

図2-3 電源別の発電電力量（2006年）



出典：Annual Report 2006, EDC

図 2 - 4 発生電力量と販売電力量の推移



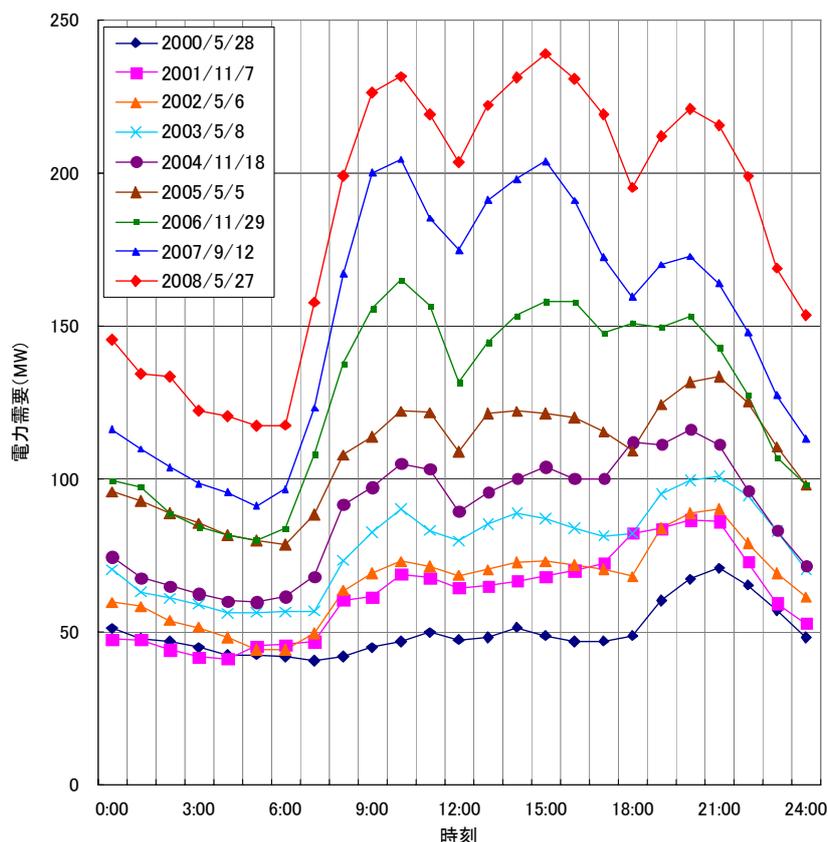
出典：Annual Report 2006, EDC

図 2 - 5 設備出力と最大出力の推移

(2) ピーク電力

最も需要の大きい首都プノンペンを含むEDCの電力系統の年ピーク発生日の日負荷曲線を図 2 - 6 に示す。図からわかるとおり電力需要は着実に伸びてきており、2000年 5 月

28日に71MWであったピーク負荷が、2006年11月29日には165MWになっている。また、年間の日最大電力の発生時刻は、2005年までは20～21時であったのが、2006年以降は10～15時に発生している。ここ1、2年の電力需要の伸びは大きく、発展途上国で典型的な電灯負荷中心の夜ピークから、昼間の工場需要や冷房需要に電力需要がシフトしている。負荷ピークが夜から産業の発展に伴う昼ピークに負荷曲線が大きく様変わりしているところが特徴的である。2008年5月27日15時に239MWを記録している。



出典：EDC

図 2 - 6 プノンペン系統の日負荷曲線 (2000～2008年)

(3) 電化率

「カンボジア国再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査」(2006年、JICA、日本工営)によれば、2004年末時点の小規模のシステムを含む送配電線系統からの電気の供給による電化率は、EDCによる供給分で8.4%、EACの免許事業者(EDCを除く)による供給分で2.9%、DIMEによる免許事業者及び無認可事業者による供給分4.0%の合計15.3%と推定している。

表2-1 EDC及びREEによる電化率

ID	地域	人口調査(2004年)				EACによる電力供給*1			EACの免許事業者による電力供給*2			その他事業者による電力供給		グリッドによる電化率	
		Population (2003)	Number of Family	Nos of Household	Nos. of Customer (2004)	Ratio (%)	Domestic	Others	Total	Nos. Licenses	Nos. of Customer	Ratio (%)	No.s of Customer	Ratio (%)	Total of Customer
1	Banteay Meanchey	669,961	130,362	122,576					8	6,318	5.2	42,838	34.9	49,156	40.1
2	Battambang	918,173	179,574	170,507	15,073	415	15,488	8.8	8	3,439	2.0	n.a.		18,512	10.9
3	Kampong Cham	1,717,769	355,800	315,558	8,099	186	8,285	2.6	13	5,825	1.8	17,698	5.6	31,622	10.0
4	Kampong Chhnang	430,962	88,675	83,559					5	5,136	6.1	1,149	1.4	6,285	7.5
5	Kampong Speu	675,932	129,333	124,977					7	3,220	2.6	2,075	1.7	5,295	4.2
6	Kampong Thom	616,370	120,693	111,069					7	7,198	6.5	758	0.7	7,956	7.2
7&23	Kampot/Kep	599,006	118,527	115,359	6,317	0	6,317	5.5	4	1,450	1.3	n.a.		7,767	6.7
8&12	Phnom Penh/Kandal	2,168,398	413,102	375,241	137,649	13,087	150,736	36.7	13	8,364	2.2	4,211	1.1	150,224	40.0
9	Koh Kong	126,595	24,867	24,381					3	4,416	18.1	1,201	4.9	5,617	23.0
10	Kratie	280,521	55,770	49,691					1	2,642	5.3	115	0.2	2,757	5.5
11	Mondul Kiri	43,067	9,455	7,923								430	5.4	430	5.4
13	Preah Vihear	137,002	27,548	24,994					1	550	2.2	200	0.8	750	3.0
14	Prey Veng	1,050,743	221,990	196,919	2,587	0	2,587	1.3	5	3,950	2.0	3,800	1.9	10,337	5.2
15	Pursat	378,572	73,280	71,569					5	5,964	8.3	1,361	1.9	7,325	10.2
16	Rattana Kiri	114,451	23,435	19,195	2,098	94	2,192	10.9				43	0.2	2,141	11.2
17	Siem Reap	762,816	139,035	135,311	9,883	818	10,701	7.3	3	940	0.7	1,827	1.4	12,650	9.3
18	Sihanoukville	164,364	31,212	29,646	7,376	805	8,181	24.9	3	2,180	7.4	n.a.		9,556	32.2
19	Stung Treng	77,372	14,960	13,429								2,376	17.7	2,376	17.7
20	Svay Rieng	526,904	109,264	103,012	1,426	3	1,429	1.4				4,830	4.7	6,256	6.1
21	Takao	862,342	167,750	160,730	2,147	408	2,555	1.3	8	2,008	1.2	5,953	3.7	10,108	6.3
22	Odar Meanchey	136,358	26,752	25,210					2	1,097	4.4	539	2.1	1,636	6.5
24	Palin	45,723	10,450	9,406					1	1,589	16.9	n.a.		1,589	16.9
		12,503,401	2,471,834	2,290,252	192,655	15,816	208,471	8.4	97	66,286	2.9	91,404	4.0	350,345	15.3

Remarks :

* 1 : Source : EDC, 2004, Electrification ratio is calculated on the basis of number of domestic customers.

* 2 : Source : Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia for the year 2005, EAC (actual data in 2004) except for Generation Licensees.

Electrification ratio is calculated against reported of customers, because of no informations on customer groups

Source : The master plan study on rural electrification by renewable energy in the Kingdom of Cambodia, Final Report, 2004, Nippon Koei, JICA

出典 : カンボジア国再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査フェイナルレポート

2-1-2 電力設備

(1) カンボジア電力公社 (EDC) 電力供給地域

EDCは発電、送電、配電の免許を有する「カ」国で唯一の電力会社で、MIMEとMEFの管理下にある公営企業である。

以下の地域に電気を供給している。

- 1) プノンペン・カンダル地区
- 2) 12の州都地区

コンポンスプー、シアヌークビル、シェムリアップ、コンポンチャム、タケオ、バットアンバン、カンポット、プレイベン、バンテイメンチェイ、ストウントレン、スヴァイリエン、Ban Lung (ラタナキリ)

- 3) ベトナム国境近くの4つの地域

Bavet (スヴァイリエン)、Memot (コンポンチャム)、Phonhea Krek (コンポンチャム)、Kampong Trach (カンポット)

(2) 発電施設

EDCの発電施設は、EDCが所有しているディーゼル発電所と水力発電所 (ラタナキリのO'Chum II 水力発電所 1 MW) 及びIPPのディーゼル発電所より構成されている。2006年におけるEDCの発電施設 (IPP及び輸入電力を含む) は、303.9MWである。そのうち、プノンペン・カンダル・コンポンスプー地区で241MWと全体の約80%を占めている。また、EDCに電気を供給しているIPPは、203.3MWの発電施設を所有している。EDCはC 2 発電所 (18MW) という蒸気発電プラントを所有しているが、老朽化のため2005年7月に運転停止した。このように首都圏ではEDCの発電施設は少なく、IPPからの買電に大きく依存していることがわかる。

表 2-2 EDCの設備出力（IPP及び電力輸入を含む）（2002～2006年）

							Unit : MW
No.	地域	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2006年 の比率
	PhnomPenh / Kandal / Kampong Speu						
1	C1 (IPP:Jupiter)	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	
2	C2 (EDC)	18.0	18.0	18.0	18.0		
3	C2 (IPP: CUPL)	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	
4	C3 (EDC)	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	
5	C5 (EDC)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
6	C5E (EDC)			2.4	2.4		
7	C6 (EDC)	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	
8	Kirirom 1 (IPP: CETIC)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	
9	Taing Heang (IPP)			3.0	3.0	3.0	
10	KEP 1 (IPP)				32.0	32.0	
11	KEP 2 (IPP)					16.0	
12	City Power 1 (IPP)				5.0	5.0	
13	City Power 2 (IPP)					2.5	
14	CEP (IPP)					48.0	
15	COLBEN 1 (IPP)					5.0	
16	COLBEN 2 (IPP)					10.0	
	小計	137.5	137.5	142.9	179.9	241.0	79.3%
	Other areas						
17	Sihanoukville	10.0	10.0	7.4	7.6	7.5	
18	Siem Reap (IPP)	9.2	9.2			5.3	
19	Siem Reap (EDC)			10.5	10.5	10.5	
20	Kampong Cham	3.6	3.6	4.7	4.7	3.4	
21	Takeo				1.6	1.5	
22	Battambang	6.2	6.2	6.1	6.1	8.7	
23	Kamot/Kep				3.1	3.0	
24	Prey Veng				1.6	1.5	
25	Banteay Meanchey				3.1	3.0	
26	Stung Treng				1.6	1.5	
27	Svay Rieng				2.0	7.5	
28	Rattana Kiri (IPP)			1.5	0.6	0.5	
29	Rattana Kiri (EDC)				1.0	1.0	
	小計	29.0	29.0	30.2	43.5	54.9	18.1%
	Import from Vietnam						
30	Bavit	0.8	0.8	0.8	2.0	2.0	
31	Memot	1.8	1.8	3.0	3.0	3.0	
32	Ponhea Krek	0.7	0.7	2.0	2.0	2.0	
33	Kampong Trach		1.0	1.0	1.0	1.0	
	小計	3.3	4.3	6.8	8.0	8.0	2.6%
	合計	169.8	170.8	179.9	231.4	303.9	100.0%

Source : EDC Annual Report 2006

(3) 送配電設備

「カ」国の送配電線の電圧は、高圧送電線は115kV、中圧配電線は22kV、15kV、10kV、6.6kV、6.3kV、低圧配電線は400/230Vから構成されている（15kV、10kVはベトナムの規格）。

現時点では、プノンペン市内の3変電所とプノンペン市の西隣のコンポンスプー州にあるKirirom I水力発電所（12MW、IPP）を結ぶ115kV送電線が整備されているのみであり、その総延長は134kmほどにすぎない。「カ」国政府は電力不足と高い電気料金に対する施策の一つとして、ベトナム政府と80MWの電力購入契約（Power Purchase Agreement：PPA）（最終的には200MWまで増やすことが可能）を締結しており、現在ベトナムからの電力輸入のための230kV 2回線（延長111km）の送電線建設工事がADBの支援で行われている。これに引続いて、ドイツ（KfW）、ADB、JBICの支援により、南部のカンポット、シアヌークビルまで230kV送電線を繋ぐ計画である。

また、タイ国境でもタイからの電力輸入のため、民間投資による115kV送電線工事が進められており、西部の中核都市であるバットアンバン州、シェムリアップ州まで延線され、2007年11月、電力の輸入が開始された。

このほかにも、世銀によるGreater Mekong Sub-Region Power Projectにより、ベトナム国境、ラオス国境における115kV送電線が計画されている。また、プーサット州（Pursat）でIPPによる開発が決まったStung Atay水力発電所開発計画では、電力消費地となるプノンペンまでの送電線を同時に建設する計画となっている。以上の送電線計画を図2-7に示す。

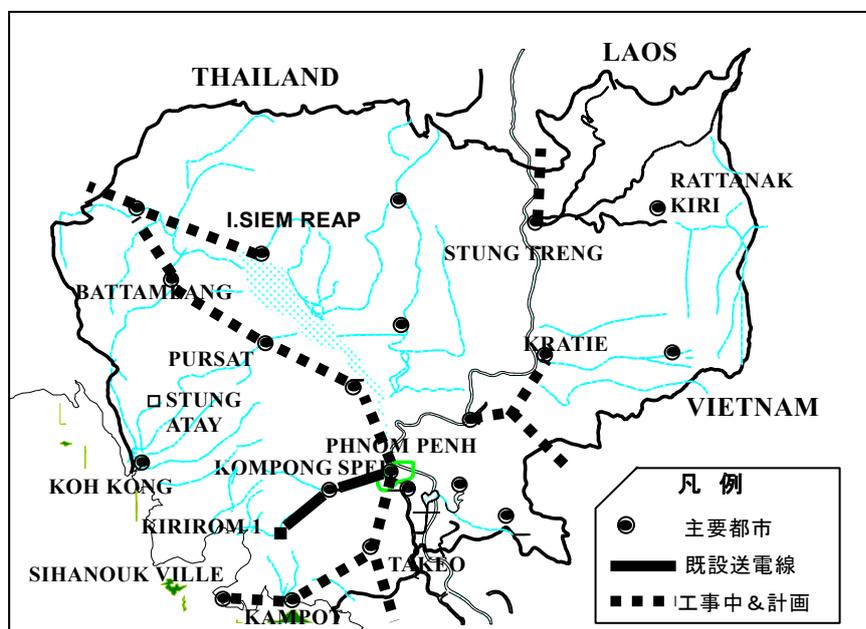


図2-7 「カ」国の既設送電線と計画中の送電線

一方、配電線については、22kVの中圧架空配電線、230/400Vの低圧架空配電線が使用されているが、EDC管内のプノンペン市内には22kV地中配電線も多い。地方の小規模電気事業者は低圧架空線のみでの電力供給もまだ多いが、配電線の延伸により配電線末端

の電圧維持が難しくなり、22kV架空配電線の導入も増え始めている。また、EACによる地道な小規模電気事業者支援が実を結び、設備レベルも上がってきている。現在、送電線の容量増加と配電線損失の低減を目的として中圧配電線の22kVへの切り替えが行われている。

表 2 - 3 高圧送電線及び中低圧配電線の現状 (2005年及び2006年)

Unit : MW

電圧区分	送電/配電線	2005年	2006年	増減	備考
HV (高圧送電線)	230kV lines	0.00	0.00	0.0	
	115kV lines (1)	22.71	22.71	0.0%	Phnom Penh の3つの変電 所を結ぶ
	115kV lines (2)	111.24	111.24	0.0%	Kirirom 1 - Kampong Speu - Phnom Penh
	小計	133.95	133.95	0.0%	
MV (中圧配電線)	22kV lines	974.29	1,250.18	28.3%	
	15kV lines	45.61	20.68	-54.7%	
	10kV lines	18.02		-100.0%	
	6.6kV lines	41.02		-100.0%	
	6.3kV lines	92.75	90.17	-2.8%	
LV(低圧配電線)	230/400V lines	2,064.24	2,524.65	22.3%	
	合計	3,503.83	4,153.58	18.5%	

Source : Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia for the year 2006, EAC

(4) 統合 (REE) 免許事業者による電力供給

2006年末時点の統合〔地方電気事業者 (Rural Electrification Enterprise : REE) 免許事業者数は114、設備出力の最大は2,072kW、設備出力の最小は12kW、販売電力量は18.8GWh、送配電ロス率は27%である。

(5) 無認可電気事業者による電力供給

電気法の第5条の規定により電気を供給する電気事業者 (個人または法人) は、EACが交付する免許を取得することが義務付けられている。しかしながら、無認可のREEが全国に多数存在している。モンドルキリ地区では免許を所有する電気事業者は報告されていない。

(6) タイ、ベトナム及びラオスからの電力輸入

1) タイからの電力輸入の経緯と現状

「カ」国は電力取引、技術支援などの電力協力に関する覚書 (Memorandum of Understanding : MOU) を2002年2月に結び、2002年にはPPAを締結した。2001年よりタイのTrat provinceからココン、Poipetへ22kVの送電線により電気が輸入されている。2007年11月27日に115kV送電線によりタイのアラからバタンバン、バンテイメンチェイ、シェムリアップへ電力の輸入が開始された。

2) ベトナムからの電力輸入の経緯と現状

「カ」国は1999年6月にベトナムと電力協定を結び、2001年に5年ごとに電気料金を見直す内容のPPAを締結した。2002年から22kVの送電線によりベトナムのPC 2 (Power Company 2) からBavet (スヴァイリエン)、Memot (コンポンチャム)、Ponhea Krek (コンポンチャム)、Kampong Trach (カンポット) へ電力供給が行われている。2008年には、現在建設中のベトナム～タケオ～プノンペン間の220kV送電線により最大200MWの電力供給が実施される予定である。

3) ラオスからの電力輸入の経緯と現状

「カ」国は1999年10月にラオスと電力協定を結び、115kV送電線によりラオス南部からストゥントレンへ電力を供給するPPAを2007年12月に締結した。完成は2010年を予定している。

2-1-3 電源開発計画及び送電線計画

電源開発計画については1999年に「カンボジア国電力セクター戦略 (Cambodia Power Sector Strategy : CPSS)」が世銀の支援で作成されが、策定後時間が経過し、現状にそぐわない部分があるため、電力セクターを含めたエネルギー部門全体の政策として、2006年に「カンボジア国エネルギーセクター戦略 (Cambodia Energy Sector Strategy : CESS)」のドラフト版が作成されている。その後、世銀の支援により「Power Development Master Plan」が2006年12月に策定され、タイ王国電力庁 (Electricity Generating Authority of Thailand : EGAT) が「Electricity Network Master Plan」(以下、「EGATマスタープラン」と記す) を作成している。EGATマスタープランは、電源開発計画と送電線開発計画の2種類より成る。また、MIMEが中心となって、水力開発戦略ペーパーの検討が進んでいる。

一方、ADBは2002年6月に「Indicative Master Plan on Power Interconnection in GMS Countries」を作成しており、この中で拡大メコン圏 (Greater Mekong Subregion : GMS) の電力需要予測、GMS各国の電源開発シナリオ及び送電線拡張・国際連系拡張シナリオを検討している。

以上のように、エネルギーセクター・電力セクターに係る開発マスタープランは、多数策定されている。

MIMEが作成した2008～2020年の電源開発計画及び送電線建設計画を以下にまとめる。

(1) 第1期 (2008～2010年)

区分	出力等	発電所名/区間	資金元
水力開発	193MW	Kamchay水力	中国IPP
送電線	T/L 220kV	Vietnam～Takeo～Phnom Penh	WB/ADB/NDF Loan
	T/L 230kV	Takeo～Kamport	KfW Grant
	T/L 115kV	Laos～Stung Treng	WB Grant
	T/L 110kV	Vietnam～Kampong Cham	WB Loan

電力輸入	200MW	Vietnam～Takeo and Phnom Penh	
	20MW	Laos～Stung Treng	
	20MW	Vietnam～Ponheak Krek, Soumg, Kampong Cham	

(2) 第2期 (2011～2012年)

区分	出力等	発電所名／区間	資金元
水力開発	120MW	Stung Atay水力	中国IPP
火力開発	200MW	Coal-fired power plant in Sihanoukville	マレーシアIPP
送電線	T/L 230kV	Kampot～Sihanoukville	ADB/JBIC Loan
	T/L 230kV	Phnom Penh～Pursat and Battambang	中国BOO
	T/L 230kV	Phnom Penh～Kampong Cham	未定

(3) 第3期 (2013～2016年)

区分	出力等	発電所名／区間	資金元
水力開発	246MW	Stung Tatay水力	中国IPP
	235MW	Lower Stung Russey Chrum水力	中国IPP
	420 MW	Lower Sesan II + Lower Srepok II 水力	ベトナムIPP
火力開発	700MW	Coal-fired Power Plant	IPP
送電線	T/L 230kV	Phnom Penh～Sihanoukville cross National Road No.4	未定
	T/L 230kV	Phnom Penh～Kampong Cham and Lower Sesan II + Lower Srepok II	未定

(4) 第4期 (2017～2020年)

区分	出力等	発電所名／区間	資金元
水力開発	260MW	Stung Chhay Areng水力	中国IPP
	450MW	Sambor水力	中国IPP
火力開発	400MW	Coal-fired Power Plant of CCGT	未定
送電線	T/L 230kV	Kampong Cham, Kampong Thom and Siem Reap	未定

2-1-4 地方電化計画

(1) 地方電化計画の政策目標

「カ」国では、1400万人の人口のうち85%が地方に暮らしており、地方における電化率は12%程度といわれている。このため、「カ」国政府は、地方電化セクターの最終ゴールを、①貧困削減、②生活水準向上、③地方経済開発の育成支援と設定している。この

ゴールへの第1ステップとして、MIMEは地方電化目標を次のように設定している。

- 1) 2020年までにバッテリー照明を含め村落電化率100%を達成
- 2) 2030年までにグリッド品質の電気により世帯電化率70%を達成

この目標を達成するため、「カ」国政府は下記の取り組みを行っている。

- ・送配電線の延長
- ・国境地域における近隣諸国からの電力輸入
- ・再生可能エネルギーの活用

(2) カンボジア電力公社 (EDC) の送配電線系統による地方電化

地方電化を促進するためには、需要密度の低い村落地域への送配電施設の延伸に多くの資金が必要となる。それらは通常都市部での利益または政府からの補填によって賄われている。しかしながら、現在の発電原価と販売電力単価のレベルでは、補填するには都市部の収益が小さすぎるため、送配電施設の建設は進んでいない。ベトナム国境に近い村落においては、単価の安い電力の輸入を行っている。

(3) 地方電気事業者 (REE) による地方電化

地方部においては、REEが設立され、EACの免許を取得している。2006年12月末の時点では、EACが発行した電気事業ライセンス数は151であり、そのうち143の電気事業者が事業を営んでいた。2007年に入ってから電気事業者数は増え続けており、2007年10月末現在の電気事業者数は176である。

電気事業ライセンスには、複数の種類があり、種類ごとの内訳は表2-4のとおりとなっている。EDC及びIPPを除く電気事業者のほとんどは、小規模なディーゼル発電機と配電線を保有する統合電気事業者であり、その発電容量は数十kWから500kW程度である。

表2-4 電気事業者の内訳

ライセンスの種類	発行ライセンス数		2006年末のライセンス数	
	～2005年	2006年	廃止数	有効数
発電・配電・送電統合ライセンス	1			1
発電ライセンス	14	6	6	14
配電ライセンス	9	4		13
小売ライセンス		1		1
発電・配電統合ライセンス	99	17	2	114
合計	123	28	8	143

出典：Report on Power Sector of The Kingdom of Cambodia for the Year 2006, EAC

供給地域は地方の都市部や幹線道路沿いに限定されている。免許業者のミニ系統を経由し、全体の2.4%の世帯が電気の恩恵に与っているだけである。免許事業者が所有する発電施設は老朽化が著しく、効率が悪い。これらの発電施設を使用する結果、電気の供給は不安定で、かつ電気料金が非常に高いものとなっている。業者の配電設備は貧弱な

ものが多く、損失率が多い。

しかしながら、無認可のREEが全国に多数存在しており、その数は約500程度と推定される。なお、モンドルキリ州では免許を所有する電気事業者は報告されていない。

(4) 再生可能エネルギーによる地方電化

再生可能エネルギー行動計画（Renewable Energy Action Plan：REAP）は、2002年にMIMEにより作成された。REAPは世銀のエネルギーセクター援助プログラム（Energy Sector Management Assistance Program：ESMAP）の資金援助を得て策定された戦略計画であり、再生可能エネルギーを利用した発電の促進を目的としたものである。10年間で、段階的に水力、太陽光再生可能エネルギーの導入が実施されていくことが想定されている。

「カ」国内には小水力の自家発電の例がいくつかある。また、MIMEの2003年の記録によれば、国全体で204kWpの太陽電池（Photovoltaics：PV）モジュールが設置されている。これらのシステムは、照明や公共施設の小規模な電気製品、電気通信会社の中継局などに使われている。

バタンバン州バンナン地区のアンロンタメイ村では2005年2月からバイオマス給電事業がコミュニティエネルギー組合方式によって運営されている。午後4時半から11時半までの7時間、70世帯に電気を供給している。本事業はSmall and Medium Enterprise Cambodia（SMEC）というNGOのサポートを受けて運営されている。

このような状況のなか、JICAは2004年から2006年にかけて「カンボジア国再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査」を実施し、再生可能エネルギーによる地方電化の促進を提案した。また、世銀が支援する地方電化基金（Rural Electrification Fund：REF）が設立されており、再生可能エネルギーを使用した地方電化に対して資金面での援助も始まっている。

JICAマスタープランでポテンシャルが高いとされたバイオマス発電については、2007年10月現在、バイオマス（バイオガス）発電のみを電源とする電気事業者はバタンバン州における1事業者のみであるが、ディーゼル発電にて電力供給を実施していた電気事業者が燃料費の削減のためにバイオガス発電を導入するケースが5件あり、国内でのバイオマス活用の動きが出てきている。

このほか、REFによると、小水力による地方電化を計画し、REFの資金援助に興味を示している複数の企業・個人があるとのことである。更には、世銀の支援によって、再生可能エネルギーによる地方電化パイロットプロジェクトが複数計画されている。

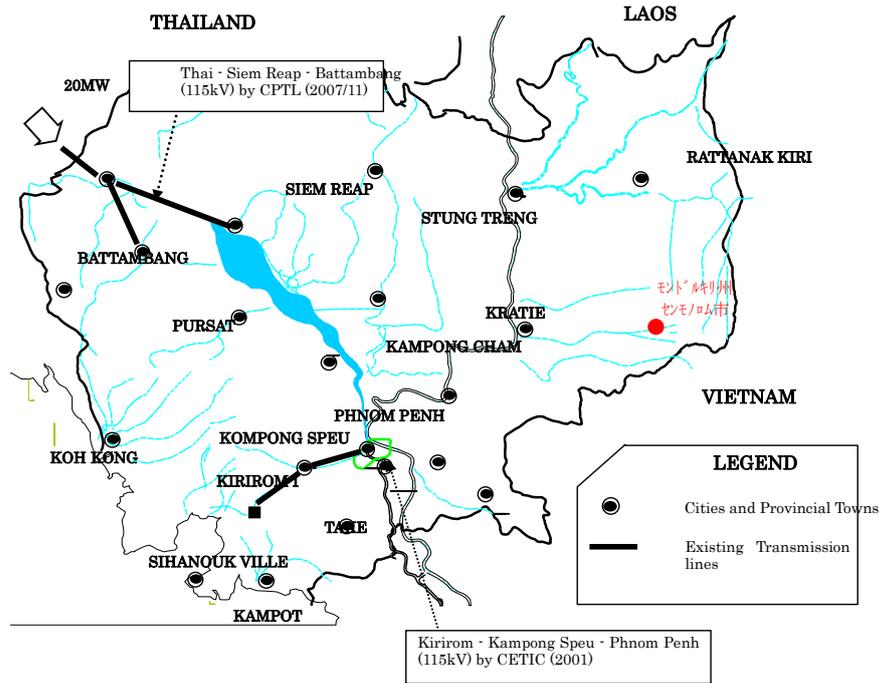


図 2 - 8 (1) 既設の送電線 (2007年)

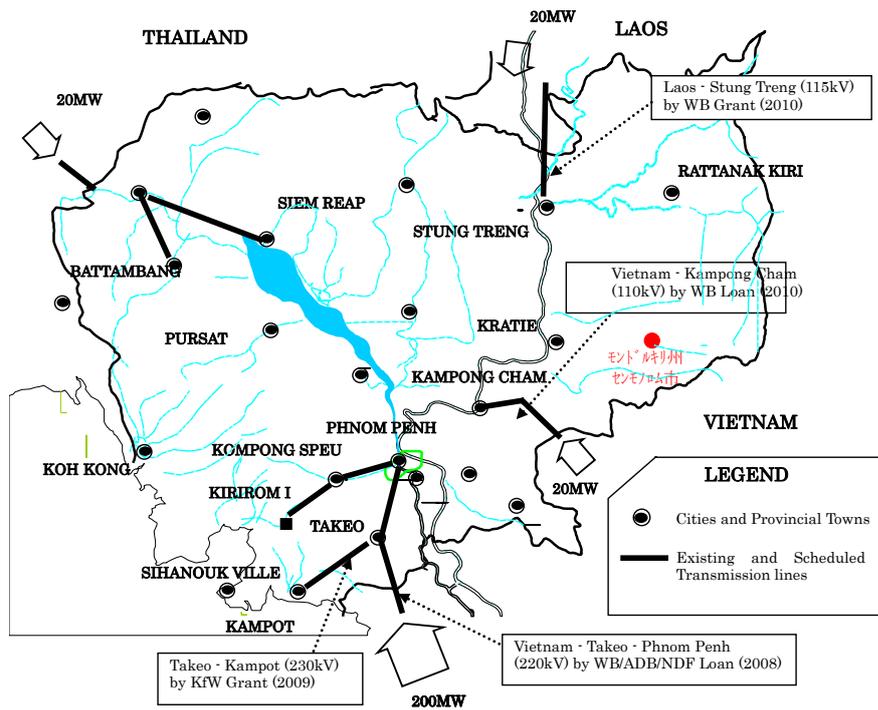


図 2 - 8 (2) 送電線整備計画 (2008~2010年)

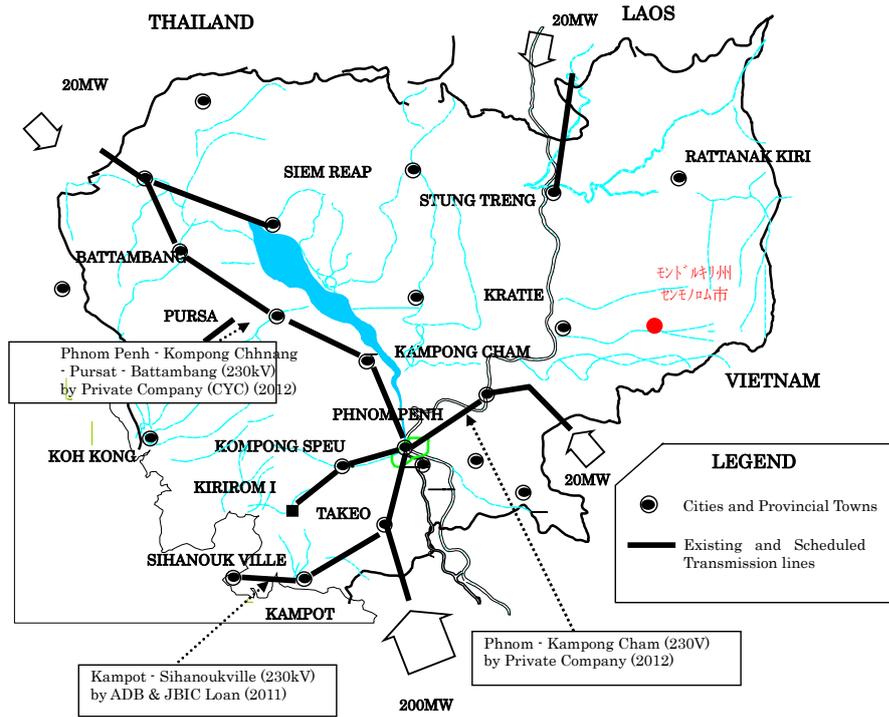


図 2 - 8 (3) 送電線整備計画 (2011 ~ 2012 年)

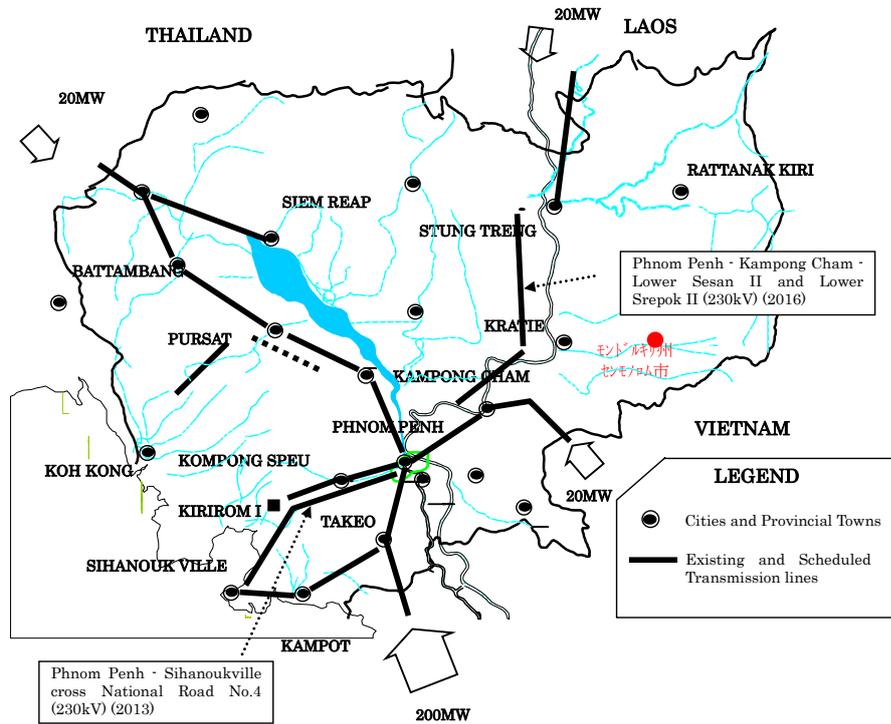


図 2 - 8 (4) 送電線整備計画 (2013 ~ 2016 年)

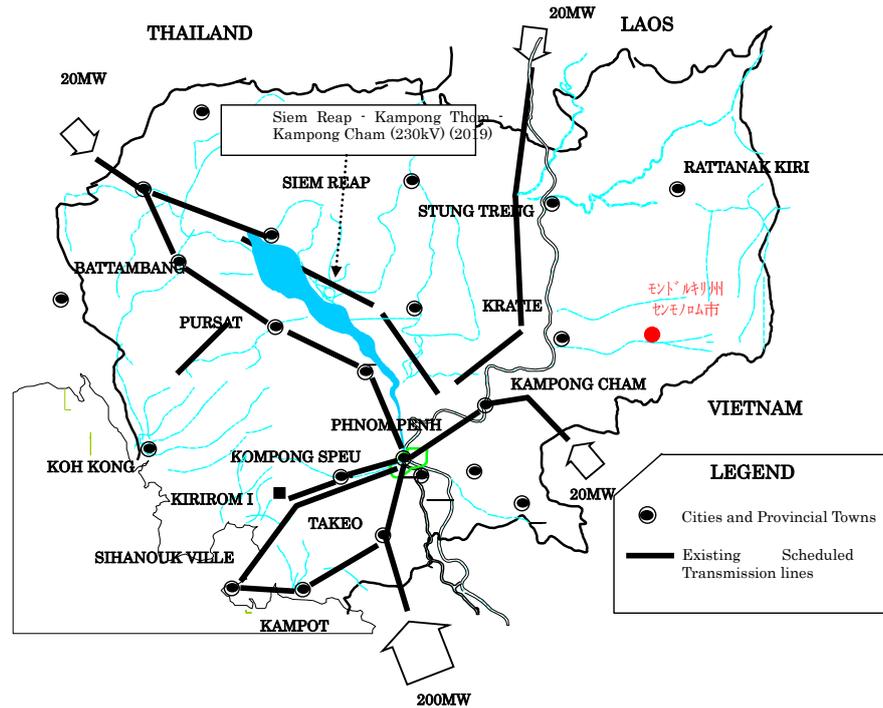


図 2 - 8 (5) 送電線整備計画 (2017 ~ 2020 年)

(参考資料：カンボジアのエネルギー・電力事情 2008年6月、MIME派遣 JICA専門家)

2 - 1 - 5 電気料金制度と電気料金について

(1) 電気料金制度

電気料金は以下の原則に基づいて決定される。

- 1) コスト回収の原則
- 2) 受益者の支払い能力の原則

第1のコスト回収の原則では電気供給サービスに必要なコストは受益者（電気の利用者）の負担となる。コストの回収は電気利用者の電気料金の徴収により行われる。第2の受益者支払いの原則では、接続料と消費電力量に応じた電気使用料金は、受益者の負担可能な（支払うことができる）レベルに設定されなければならない。公共の利益について述べているが、経済性を無視した安価な電気料金の設定を意味していない。接続料とは配電盤から需要家までの引き込み線、電力計及び屋内配電線の設置にかかる費用で、「カ」国では30~100US\$の範囲にある。

EACは、電気事業者が認可を申請する際に提出する電気料金表、接続料などについて、内容を審査し承認する。電気法48条では、電気料金の設定において以下の5つの項目が規定されている。

- ①電気事業者の独占的な料金設定の防止
- ②電気事業者が事業を継続できるような電気料金の設定
- ③電気事業者の運営コストの削減など事業経営の効率性の義務化
- ④限界コストや電力の需要と供給のバランスを反映させた経済効率性の義務化

⑤低所得者層など需要家のカテゴリーを考慮した利用者別の電気料金の設定

さらに、認可を受けた電気事業者に対して以下のことが規定されている。

- ①電気事業者は発電出力、場所及び地理的要因を考慮した電気料金の設定を行う。
- ②電気事業者は発電、送電、配電または給電の機能別のコストの内訳を明示する。
- ③電気事業者は供給地域別のコストを明示する。
- ④電気事業者はコスト削減、効率的な経営、サービス向上を達成できるような業績を反映させた料金を設定する。
- ⑤電気事業者は長期的に無理のない資金繰りが成立する妥当なコストを計上する。下記の項目ごとにコストを提示できるようにすることが求められている。
 - ・ 運営維持管理費
 - ・ 燃料購入費
 - ・ 一般管理費
 - ・ 電力購入費
 - ・ 原価償却費
 - ・ 資本収益と借入返済金
 - ・ EACが承認するその他の経費

(2) 電気料金

EDCの電気料金は、プノンペン首都圏（プノンペン・カンダル・コンポンスプー）とシアヌークビル地区では①家庭用、②工業及び手工業、③商業及びサービス部門、④ホテル、⑤大使館、外国人住居、NGO事務所等、⑥政府機関の6つに区分されており、消費電力量に応じた料金が適用されている。シェムリアップ地区では料金区分はされておらず、消費電力量に応じた料金が適用されている。それ以外の地区では、単一の電気料金が全需要家に適用されている。

EDCの平均電気料金は、2004年までは15US¢/kWhで推移していたが、2005年より発電用燃料価格の高騰を反映し、2006年の平均電気料金は17.8US¢/kWhとなっている。2006年におけるプノンペン首都圏の一般需要家の電気料金は、9.4～17.3US¢/kWh（1US\$=4,150リエル）と安価となっているが、一方、小規模電気事業者による供給を受ける地方においては、主な州都で27.0～53.0US¢/kWhであり、その他の地域では18.8～108.4US¢/kWhの範囲となっている。また、タイからの電気を購入している地域では、7.2～29.0US¢/kWh、ベトナムからの電気を購入している地域では、11.5～14.5US¢/kWhと低い料金設定となっている。

「カ」国の電気料金が、近隣諸国と比較して約3倍と突出して高くなっているのは、電力供給の割合が70%以上を占めるIPPによる卸売料金が高く、既設発電所のほとんどが内燃機関による発電所であり、発電単価が原油高の影響を受け高額になっている点が大きな要因である。2006年時点でベトナムからの電気輸入単価は6.9US¢/kWh、タイからの電気輸入単価は地域により異なり、7.9及び8.7US¢/kWhと設定されている。（1US\$=37.9タイバーツ）

表 2 - 5 EDCの平均電気料金 (2001~2006年)

販売電力量	GWh	464.10	540.55	644.50	786.83	974.63
販売電力量からの収入	Million Riel	286,306	330,093	394,397	517,685	719,043
平均電気料金	Riel/kWh	617	611	612	658	738
	US ¢ /kWh	15.8	15.5	15.3	16.0	17.8
換算レート	Riel/kWh	3,900	3,950	4,000	4,100	4,150

出典：EDC Annual Report 2006

表 2 - 6 供給地域別の平均電気料金 (2001~2006年)

供給地域	需要家数	需要家 比率 (%)	発電 電力量 (GWh)	販売 電力量 (GWh)	損失 (%)	需要家月 平均消費 電力量 (kWh)	電気料金 (US ¢ /kWh)
プノンペン系統 (EDC)	182,222	50.9	911.188	805.652	11.58	368	17.8
タイからの電力輸入地域	14,760	4.1	63.172	58.838	6.86	332	7.2-29.0
ベトナムからの 電力輸入地域	15,456	4.3	44.803	41.361	7.68	223	11.5-14.5
州都 (EDC)	85,133	23.8	163.886	136.559	16.67	134	17.8 (EDC)
州都 (REE)							27.0-53.0 (REE)
その他の地域	60,699	16.9	20.150	14.748	26.81	20	18.5 - 108.4
合計	358,270	100.0	1,203.199	1,057.158	12.14	246	

出典：Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia for the year 2006, EAC

表 2 - 7 EDCの電気料金表

地域	適用分類		電気料金		適用	
			Riel/kWh	US ¢ /kWh		
Phnom Penh / Kandal	Residential Sector	≤ 50 kWh	390	9.4	Nov 1, 2005	
		> 50 ≤ 100 kWh	610	14.7		
		> 100 kWh	720	17.3		
	Embassy, Foreiners' House		890	21.4		
	Govemrnt Institutions		780	18.8		
	Industrial and Commercial Sector	≤ 20,000 kWh		Average price energy previous month (bought) + 0.036\$US		
		> 20,000 ≤ 50,000 kWh		Average price energy previous month (bought) + 0.028\$US		
		> 50,000 kWh		Average price energy previous month (bought) + 0.024\$US		
		Medium Voltage		Average price energy previous month (bought) + 0.020\$US		
Kampong Speu	Residential Sector		720	17.3	Nov 1, 2005	
	Embassy, Foreiners' House		890	21.4		
	Govemrnt Institutions		780	18.8		
	Industrial and Commercial Sector	≤ 20,000 kWh		Average price energy previous month (bought) + 0.036\$US		
		> 20,000 ≤ 50,000 kWh		Average price energy previous month (bought) + 0.028\$US		
		> 50,000 kWh		Average price energy previous month (bought) + 0.024\$US		
Medium Voltage		Average price energy previous month (bought) + 0.020\$US				
Siem Reap	All sectors	≤ 20,000 kWh	870	21.0	Nov 1, 2005	
		> 20,000 ≤ 50,000 kWh	830	20.0		
		> 50,000 kWh	780	18.8		
		Medium Voltage	720	17.3		
Sihanoukville	Residential Sector		720	17.3	Nov 1, 2005	
	Embassy, Foreinerss' House, NGOs	≤ 20,000 kWh	-	20.0		
		> 20,000 ≤ 50,000 kWh	-	18.4		
		> 50,000 kWh	-	17.0		
		Medium Voltage	-	16.0		
	Govemrnt Institutions		760	18.3		
	Commercial Sector	≤ 20,000 kWh	-	19.5		
		> 20,000 ≤ 50,000 kWh	-	18.0		
		> 50,000 kWh	-	16.4		
		Medium Voltage	-	15.0		
	Industrial and Handicraft Sector	≤ 20,000 kWh	-	17.5		
		> 20,000 ≤ 50,000 kWh	-	16.0		
> 50,000 kWh		-	14.7			
Medium Voltage		-	13.5			
Kampong Cham	All sectors		940	22.7	Nov 1, 2005	
Takeo	All sectors		1,000	24.1		
Battambang	All sectors		-	27.2		
Kampot	All sectors		1,220	29.4		
Prey Veng	All sectors		1,220	29.4		
Banteay Meanchey	All sectors		1,220	29.4		
Svay Rieng	All sectors		650	15.7		
Rattana Kiri	All sectors		670	16.1		
Ponhea Krek, Memot, Bavet, Kampong Trach	All sectors	Low Voltage	650	15.7		2001
		Medium Voltage	-	11.5		

Exchange Rate (Year2006) USD 1 = 4,150 Riel

Source : Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia, EAC

表2-8 タイ及びベトナムからの電力輸入単価（2006年）

上段：Bath/kWh、下段：US¢/kWh

	免許事業者	地域	2006年												平均
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Import from Thailand	Anco,	Banteay	2.77	2.92	3.15	2.87	2.87	3.33	3.26	3.16	3.19	3.08	3.08	3.11	
	Poipet	Meanchey	7.3	7.7	8.3	7.6	7.6	8.8	8.6	8.3	8.4	8.1	8.1	8.2	8.1
	DFS,	Koh Kong	2.84	3.03	2.99	2.91	2.96	3.07	3.03	3.11	3.09	3.03	3.05	2.99	
	Koh Kong		7.5	8.0	7.9	7.7	7.8	8.1	8.0	8.2	8.2	8.0	8.0	7.9	7.9
	DFS,	Oddor	2.97	3.06	3.02	2.91	2.95	3.11	3.06	3.15	3.10	3.04	3.11	3.04	
	Osmach	Meanchey	7.8	8.1	8.0	7.7	7.8	8.2	8.1	8.3	8.2	8.0	8.2	8.0	8.0
	MSP,	Pailin	2.95	3.14	3.10	2.95	3.02	3.17	3.25	3.17	3.15	3.11	3.19	3.07	
	Pailin		7.8	8.3	8.2	7.8	8.0	8.4	8.6	8.4	8.3	8.2	8.4	8.1	8.2
	Franasie,	Battambang	2.90	3.06	3.06	2.90	2.97	3.17	3.04	3.15	3.13	3.05	3.14	3.06	
	Kamrieng		7.7	8.1	8.1	7.7	7.8	8.4	8.0	8.3	8.3	8.0	8.3	8.1	8.1
	Franasie,	Battambang	3.21	3.34	3.01	3.16	3.29	3.42	3.31	3.45	3.43	3.32	3.38	3.30	
	Sampeou Loun		8.5	8.8	7.9	8.3	8.7	9.0	8.7	9.1	9.1	8.8	8.9	8.7	8.7
	Franasie,	Battambang	3.06	3.24	3.20	3.09	3.18	3.32	3.21	3.35	3.29	3.21	3.27	3.20	
	Phnom Peuk		8.1	8.5	8.4	8.2	8.4	8.8	8.5	8.8	8.7	8.5	8.6	8.4	8.5
Import from Vietnam	EDC,	Kampong													
	Memut	Cham	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	EDC,	Kampong													
	Ponhea Krek	Cham	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	EDC,	Svay													
	Bavet	Rieng	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	EDC,	Kampot													
	Kampon Trach		6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	EDC,	Kandal													
	Koh Thom		6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
	Electricity of														
	Kratie Province,	Kratie													
Snoul		6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	

Exchange rate : US 1 = 37.9 (2006)

Source : Report on Power Sector of the Kingdom of Cambodia, for the year 2006, EAC

2-1-6 対象地域（モンドルキリ州センモノロム市）の電力事情及び将来計画

MIMEの計画によると、センモノロム市への全国系統からの送電線拡張は、2020年以降で2024年までの期間に組み込まれている。他方、モンドルキリ州の国境付近に位置するカイセマ町（センモノロム市より南西に約65km）は、2006年よりベトナム（無償）からの配電線網拡張により電化された。

(1) センモノロム市の電力事情

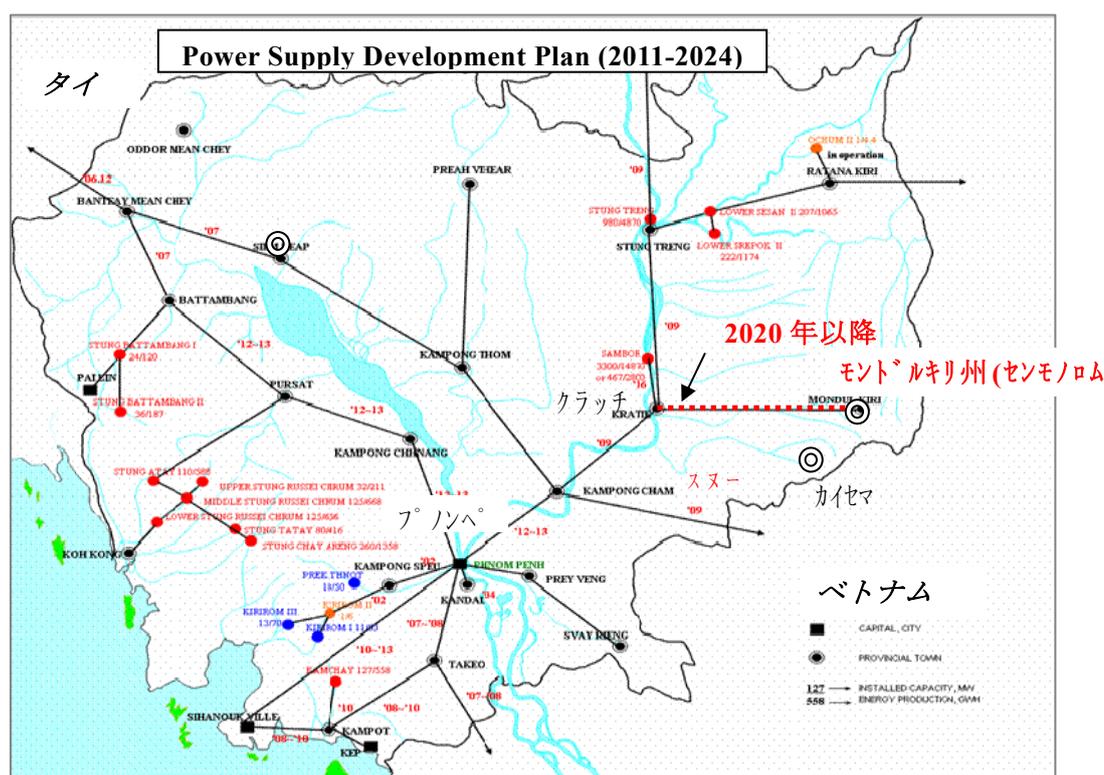
モンドルキリ州の州都であるセンモノロム市は、世帯数2,001戸、人口9,381人である³。

³ 2007年時点のもの。モンドルキリ州のDistrict Profile 2008による。

役所、病院、幼稚園、小学校、中学校と高校、十数件のレストラン、十数件のゲストハウス・ホテルがある。産業としては住居兼用手工業、住居兼用商店と家内工業である。一般需要家に電気を供給している主な民間電気事業者は現在1者あり、ディーゼル発電機の燃料の高騰のためかなり高い電気料金となっている。このため、ビジネスに関連した需要家ではほぼ100%に近い電化率となっているが、一般住居では未電化状態に近い（電化率2.5%）。また、自家用発電機器も60戸程度が所有しているが、燃料費の高騰のため、ホテル・ゲストハウス、一部の手工業者を除いてあまり利用されていない。既存設備の供給量としては、民間電気事業者分が約150kW（需要端）、自家用分が約500kWとなる。民間電気事業者による供給時間帯は、朝、昼、夜の1日数時間程度であるが、最近の燃料高騰により不安定な供給となっている。

(2) 鉱工業エネルギー省（MIME）による送電線計画

図2-9は、MIMEが計画している2011年から2024年間の送電計画図である。クラチェからセンモノロム市への送電線が表記されているが、2020年までに建設される具体的な案件リストには載っていない。したがって、2020年以降と解釈される。



出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力

図2-9 対象地域（モンドルキリ州センモノロム市）への送電線計画

(3) ベトナムからモンドルキリへの送電線拡張の可能性

前述のとおり、モンドルキリ州内にあるカイセマ町は2006年末以降、ベトナムから直接、配電線を延長（国境より10km）して電力供給がなされている。また、国道7号線沿いのスヌール（国境より20km）も同様の形態となっている。さらに、同国道沿いのメモ

ット及びボンネクライなどは、EDCの送電線を通して実質的にベトナムの電気を利用している現状がある。しかし、センモノロム市には本計画によって設置される水力発電所から将来とも安価で安定した電気が供給されるため、「水力発電の供給に取って代わるための送電線設置」の可能性は極めて低い。

また、仮にベトナムから送電を行うとすると、カイセマ町から約65kmの延伸か国境からの約40kmのルートが考えられるが、両者とも送電延長が長いことカイセマやスヌールと同じ仕様では送電ロスが相当大きく発生するため、本計画の需要レベルでの適用は無理がある。現時点では、需要を急増するような電気を大量消費するような産業は見当たらず、現実性は低いといえる。しかし、将来、需要が増大して負荷が大きくなれば、電圧の高い（効率の良い）送電線の設置または、供給力確保の観点から相当量の電力ロスを見込んだ中圧送電線延長の可能性はある。

（4）送電線につながった場合の小水力発電所及び補完用ディーゼル発電所の運用

モンドルキリ州のセンモノロム市が将来、「カ」国全国系統送電網またはベトナムからの送電線などに繋がった場合、本計画によって設置される2か所の小水力発電所の運用はベース電源として活用されるものと考えられる。すなわち、コスト面では安価で安定して電気を供給可能であるとともに、技術仕様面で発電施設が系統からの他電源と並列して運転が可能なものとしている。

現在の計画値である出力400kW程度までの需要では、夜中や昼間の需要の小さい時間帯は供給可能な電気が利用されない（余剰電力）。雨季は夜中や昼間でも堰から常に水が溢れるほど流量が豊富なので、余剰電力が大量に発生する。将来、需要が増大するとそれまで余剰電力となっていた分が、供給用として有効化する。その分、水力発電によるkWh当たりコストも低下する。したがって、優先的に利用されることになる。また、この余剰電力は将来連携された電力系統を通じて他の系統に送電できるため、電力の広域運用の一助となりうる。

なお、乾季の河川水の少ない期間に補完用として運転されるディーゼル発電所については、将来、送電線が繋がった場合は、非常用の待機電源となるものと考えられる。

（参考資料：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力）

2-2 「カ」国の電力関係機関の概要とプロジェクトへの関与

2-2-1 電力セクターの構成

「カ」国政府は、「カ」国全土における電力供給とそのサービス管理体制の確立のため、2001年2月2日に電気事業法（Electricity Law）を公布した。電気事業法は、電力供給サービスの提供から電気の使用まで電気事業に関連する部分を網羅しており、電気事業の運営に関する基本的な考え方、民間投資や商業運転のために必要な条件整備、電力供給設備の民間運営の促進、競争環境の原理原則などを定めている。

このなかで、全国での電力供給サービスを実現するために、電気事業法で定められた義務を実行する独立規制機関としてEACの設立を決定し、MIMEには、セクターの管理方針、諸施策、計画等の権限を与えている。国営のEDCは同国最大の電気事業組織であり、基幹発送電、

給配電を行っている。電気事業者とEAC、MIMEとの関係は図2-10のとおりである。

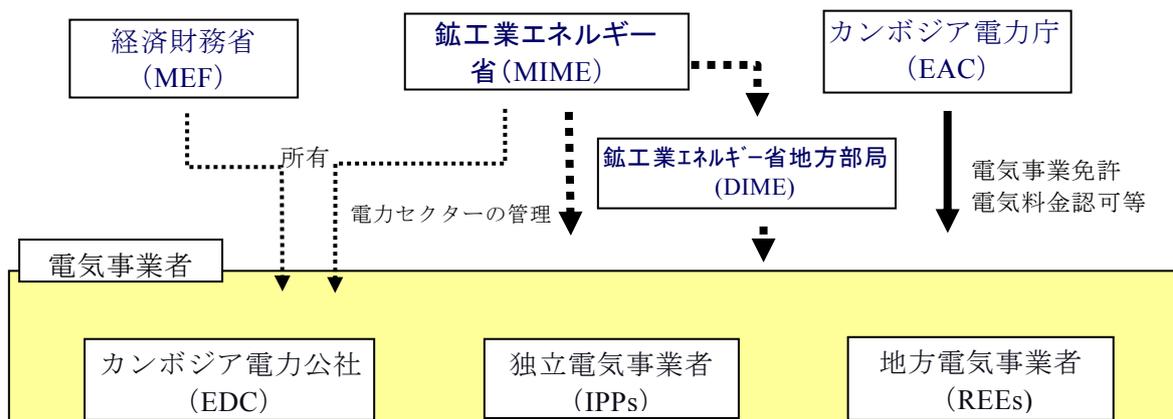


図2-10 カンボジア電力セクターの関係図

2-2-2 鉱工業エネルギー省 (MIME)

MIMEは電力セクターに係る政策立案、開発計画策定及び技術基準制定を担当する電力セクターの最も上位に位置する省庁である。主な役割は以下のとおりである。MIMEの組織図を図2-11に示す。

- ・エネルギー政策・方針の策定
- ・電力セクターの戦略の策定
- ・電力開発計画の策定
- ・電力技術・安全・環境基準の制定等

本技術協力プロジェクトは、無償資金協力プロジェクトのカウンターパートである水力エネルギー部が引続き行うこととなる(図2-12)。MIMEは発電施設の運用組織として新たに設立されるEUMPを財務面、技術面より全面的に支援する。

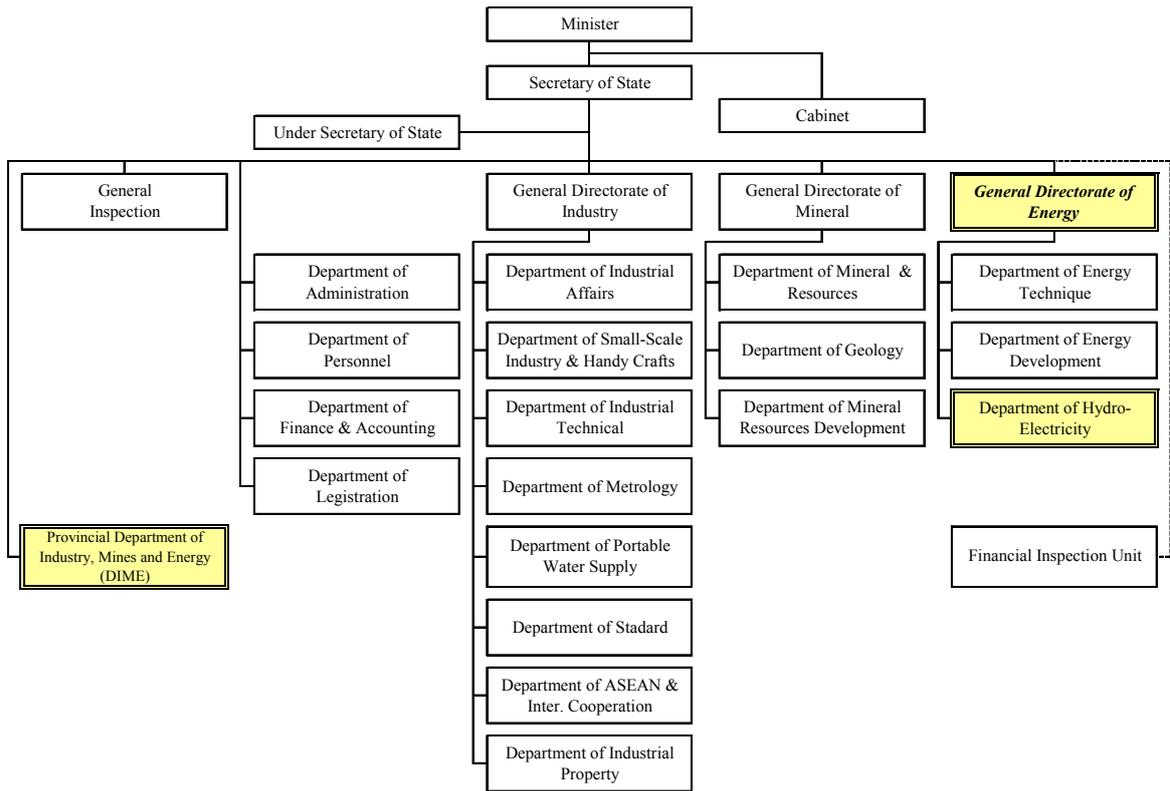


図 2 - 11 MIME組織図

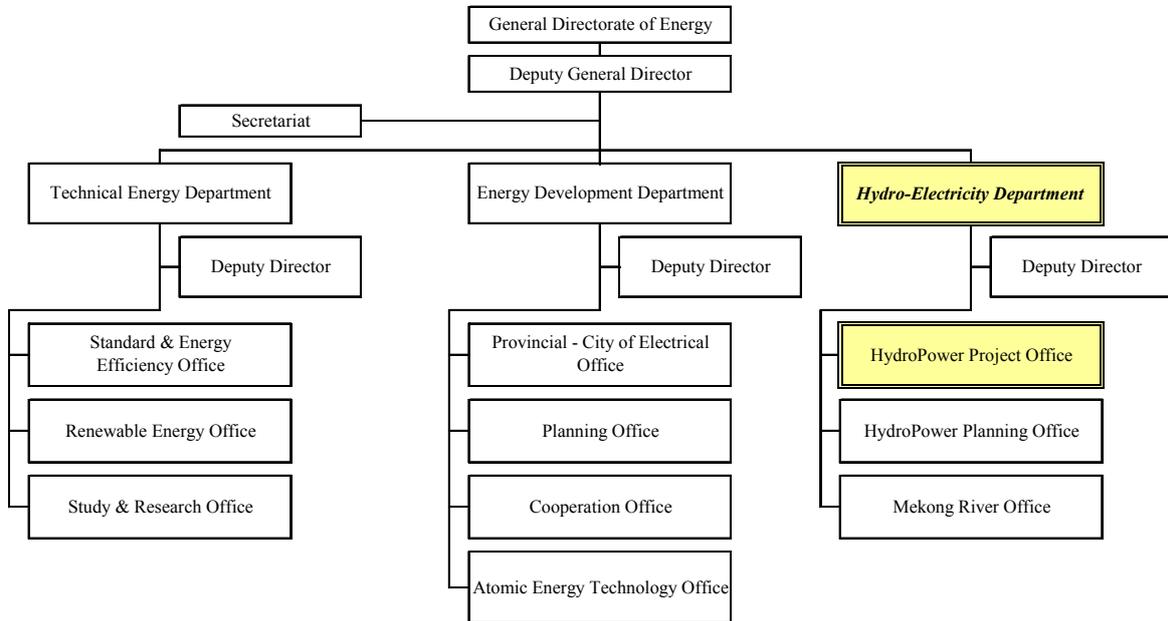


図 2 - 12 MIME水力エネルギー部組織図

2-2-3 鉦工業エネルギー省地方部局（DIME）

DIMEはMIMEの地方局であり、全国における地方電化事業を管理している。また、EDCの電力供給地域以外の州都及びその周辺への給配電を行っている。DIMEはMIMEと連携して、EMUPの健全な運用を支援する。

2-2-4 カンボジア電力庁（EAC）

EACは電気事業に係る免許交付、電気料金認可、電気事業者の監督・規制機関の役割を担っている。主な役割は以下のとおりである。EACの組織図を図2-13に示す。

- ・ 電気事業者への免許の発行
- ・ 電気事業者の電気料金認可
- ・ 規則・規定類の公布
- ・ 紛争解決
- ・ 法令の遵守と罰則の適用等

EACは、EUMPから提出される申請書類に基づいて適当な審査を行い、電気事業免許の交付を行う。

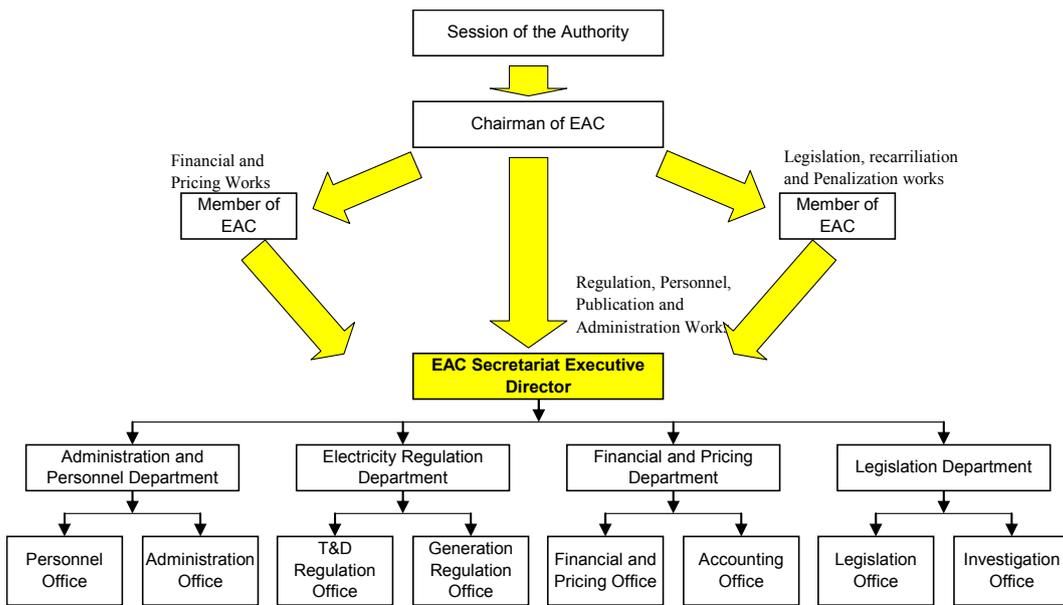


図 2-13 EAC組織図

2-2-5 カンボジア電力公社（EDC）

EDCは全国にわたる発電、送電、配電の電力サービス供給を行う国営電力公社である。免許を取得したプノンペン・カンダル首都圏地区、12つの州都地区及びベトナム国境近くの4つの孤立した小さなシステム（Phonhea Krek、Memot、Baveth、Kampong Trach）で電力の供給を行っている。EDCの組織を図2-14に示す。

EDCはMIMEと連携し、EUMPの技術支援を行う。EDCトレーニングセンターの研修の活用を図る。

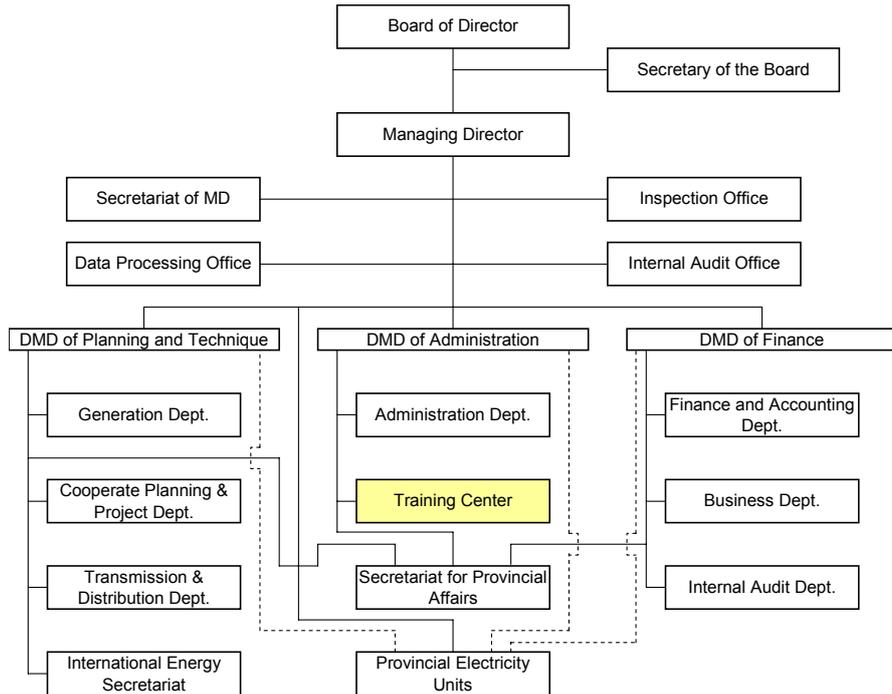


図 2 - 14 EDC組織図

2 - 2 - 6 地方電気事業者 (REE)

REEはEACより電気事業の免許の交付を受け、地方の電力サービス供給する民間事業者である。センモノロム市には、無免許のREEがこれまでに電気の供給を行ってきた。

2 - 3 我が国の援助動向

これまでに日本が実施してきたカンボジア電力セクターへの支援状況を紹介する。

(1) 技術協カプロジェクト

- ・カンボジア電力セクター育成技術協カプロジェクト (2004~2007年)

(2) 個別専門家派遣

- ・MIMEに継続的に電力セクター計画専門家を派遣 (2000年~)

(3) 開発調査

- ・電力技術基準及びガイドライン整備調査 (2002~2004年)
- ・再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査 (2004~2006年)
- ・水力開発マスタープラン調査 (2007年~実施中)

(4) 有償資金協カ

- ・シアヌークヴィル~カンポット送電線 (230kV、2回線、78km) (2007年)

(5) 無償資金協力

- ・モンドルキリ小水力地方電化計画（2007～2008年）
- ・プノンペン電力供給施設整備・拡充計画（2004年）
- ・シェムリアップ電力施設拡張計画（2002～2003年）
- ・第2次プノンペン電力供給施設改善計画（1998～2001年）
- ・プノンペン電力供給施設改善計画（1994～1995年）

2-4 他ドナーの支援

MIMEに対しては、世銀が技術協力を実施してきており、1999年に電源開発計画について検討された「CPSS」が作成され、2006年には「Power Development Master Plan」が策定されている。世銀は、このほかにもREFを支援しており、地方電化のための協力も継続している。

EACに対しても、世銀は事業認可などの制度支援のための専門家派遣を行っており、2008年1月にはREE向けの技術研修を実施することになっている。このほか、EACではADBが電気料金制定に関する専門家が派遣され、2005年に策定された新料金ルールに基づいた料金見直しを検討中である。

EDCにおいては、2006年末までの約2年間、フランスがトレーニングセンターで技術協力を実施し、電気の基礎、送変電関係の新たな研修コース・カリキュラムの開発を行った。

第3章 モンドルキリ州電力公社（EUMP）の現状、将来計画及び課題

3-1 モンドルキリ州電力公社（EUMP）の位置づけ

本無償資金協力で整備した電力設備は、2か所の小水力発電所（出力は各185kW）と乾季の渇水時の補完電源用のディーゼル発電所（出力300kW）及び延長約60kmの送配電線からなる。これら設備の管理運用は「カ」国に施設が引き渡されたあと、新たな組織として作られるEUMPが行うことになっている。センモノロム市の約1,400⁴世帯を対象に電力を供給するものである。

EUMPは、独立採算にて運営、維持管理を行うことになっており、MIME内では独立行政法人化組織として承認されている。しかしながら、独立行政法人化の正式な法的手続きは取っていない。当面の期間は、新たに組織されたことから、技術面、財務面ともに整備されておらず、MIMEの監督の下、MIMEによる操業開始のためのイニシャルコスト等の財務支援及びEDCを通じての運用に係る技術支援は不可欠であると考えられる。

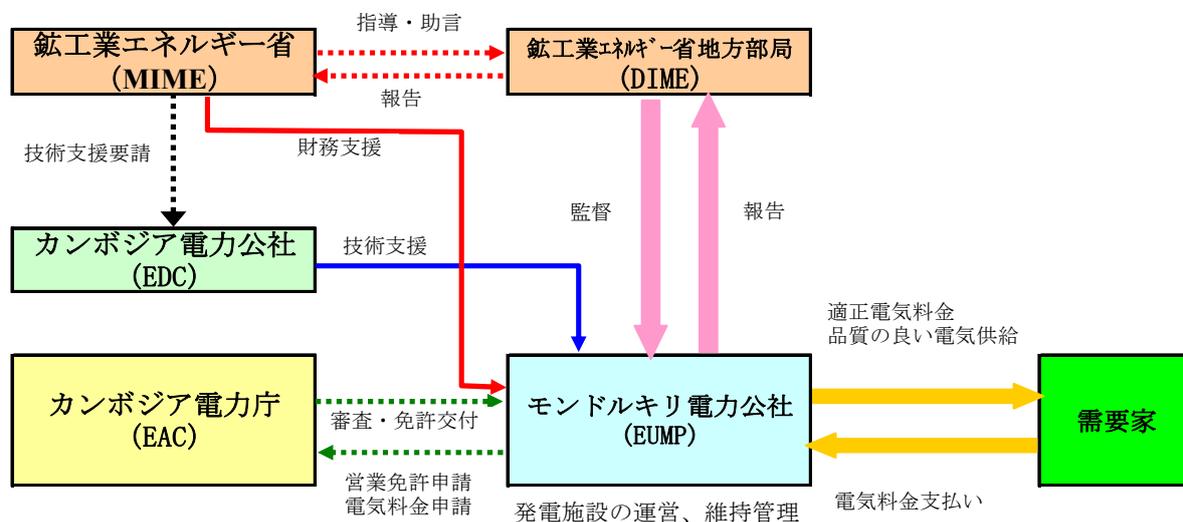


図3-1 各組織の関係

3-2 立ち上げ準備状況及び立ち上げに係る課題

2008年6月末現在の工事進捗率は95%と土木工事も終盤に入り、ゲート、スクリーン等の鋼構造物と水車・発電機、ディーゼル発電機の据付けもほぼ終了し、7月中旬より現地の実機を使ってOJTを行う予定となっている。

2008年12月よりの操業開始に向けて、発電施設の運営、維持管理を行う新電力公社（EUMP）の採用試験が実施され、現在職員の訓練が実施されている。MIMEは、直接的に電気事業を運営・管理する経験に乏しく、EUMPの要員も電力施設の運転、維持管理に関する経験や技術力を有していない。このため、無償資金協力プロジェクトのソフトコンポーネントにおいて、①電気事業の運営、管理の組織の設立・強化、②運営・管理手法に関する要員の能力強化及びマニュアル等の整備、③運転、維持管理のための運転・保守に関する要員の技術強化及びマニュアル等の整備、が計画されている。

⁴ 電力供与開始時における数値。

以下に、立ち上げに係る主な課題を示す。

- ・各関係機関の役割分担を明確にする。特に、MIMEによる財務支援、EDCによる技術支援等はEUMPの規約に盛り込むなど文書化して確約を取る必要がある。
- ・組織については、要員が割り当てられているが、電気事業体として機能するために、各人の能力も照らし合わせ、操業に向け要員を適材適所に配置する必要がある。
- ・DIMEの規約を参考に、EUMPでは規約の準備を開始しているとのことである。JICAは、規約だけでなく、財務面に係る職員給与、電気料金、収支計画等に対して、適当な助言を与えるとともに指導を行う必要がある。
- ・電気料金の設定に関しては、最新の需要予測、燃料費の高騰、渇水年を考慮した流量の変動、適当な職員給与、オーバーホール費用等を考慮した収支計算にて再レビューし最終決定する必要がある。
- ・技術協力プロジェクト後は、EDCがEUMPの技術支援を行うことになるため、プロジェクト期間中にEDCの技術者も研修に参画するのがよい。

3-3 将来計画

3-3-1 業務内容

新しく設立された電力公社は、MIMEの管理のもとで独立採算の公営企業として電気事業を行うことになる。図3-2に示すように、経営部門、管理・事務部門（Management & Administration Division）及び運転、維持管理部門（Operation & Maintenance Division）より構成される。各部門の業務内容は次のとおりである。

（1）経営部門

- ・電気事業経営に係るすべての事項の決定
- ・資金計画の策定
- ・改定電気料金の申請
- ・公正な会計の実施

（2）管理・事務部門

- ・電気料金の請求及び料金徴収
- ・事業運営費の管理及び支払い
- ・事業収支の管理及び事業収支報告書の作成

（3）運転、維持管理部門

- ・2か所の水力発電所及び1か所のディーゼル発電所の運転、点検及び維持管理
- ・送配電施設の運転、点検及び維持管理
- ・施設の補修計画の策定
- ・スペアパーツの管理及び台帳作成
- ・電力積算計の検針と報告
- ・緊急時の各発電所の運転の起動、停止の指令

3-3-2 必要機材の整備

無償供与された発電施設は「カ」国政府に引き渡され、設備の所有者はMIMEとなる。設備の保守管理は、電気事業を行うEUMPの責任となる。スペアパーツについては2年間相当分が供与されている。2年目以降すなわちスペアパーツの在庫がなくなったあとは、公社の資金で必要なスペアパーツを購入することになる。専門的な技術が必要な機器の補修、部品交換等についても、経費削減のため可能な限り、「カ」国内で電力の専門技術を有するEDC等の現地企業に発注することが望ましい。技術協力プロジェクト期間中に「カ」国内の専門企業による補修の可能性を検討する。

3-3-3 組織運営（管理部門、運営部門、維持管理部門）

(1) モンドルキリ州電力公社（EUMP）

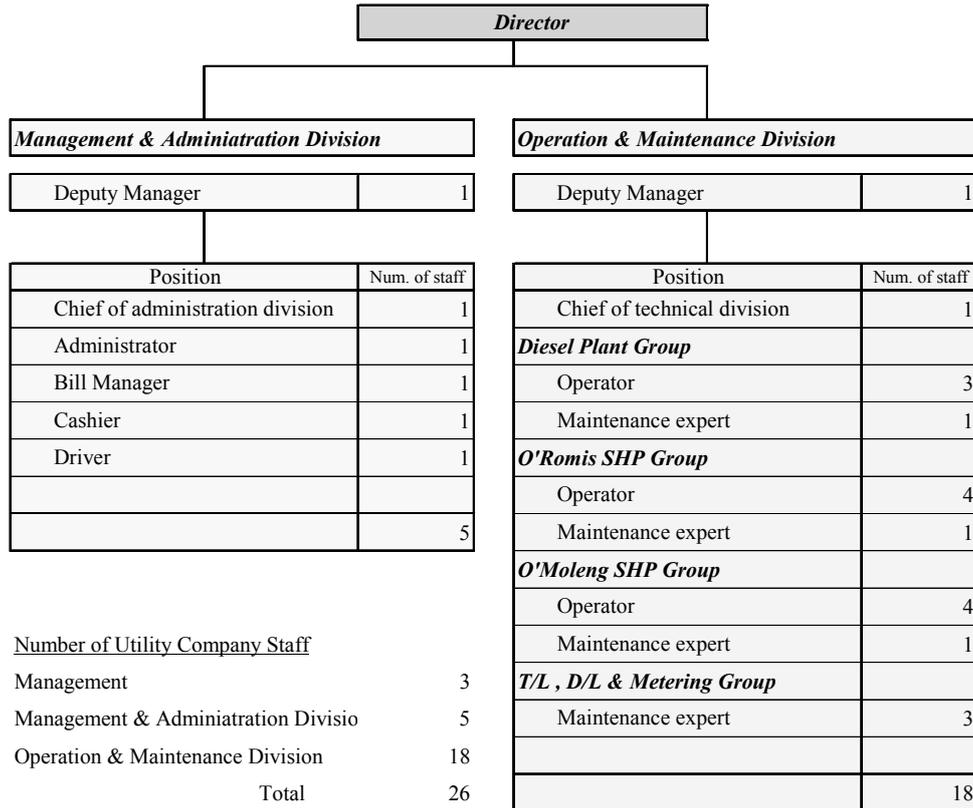
新組織は、DIMEからの派遣職員3名を管理職（Director、Deputy Manager of Management & Administration Division 及び Deputy Manager of Operation & Maintenance Division）として配置し、事務・運転・保守要員の23名を新職員として雇用する。DIMEより派遣される3名の管理職の下に、経営部門、管理・事務部門及び運転、維持管理部門の3部門が設立され、要員が配置される。内訳は、管理・事務部門に5人、運転、維持管理部門に18人である。事務・運転・保守要員の23名はすべて地元採用者である。図3-2に組織図を示す。技術協力プロジェクトにおいて、必要に応じて組織体制を見直し、より効率的で機能的な組織体制を提案する。

住民参加型事業運営管理方式を採用した場合、管理費等はかなり安くなると思われるが、電気事業の持続可能な経営、専門知識を要する発電所の運営、維持管理を行うことは、地域住民では規模は小さいとはいえ技術面だけでなく経営面から困難と考えられる。コンポンチャム州トゥックチャー地区のNEDOの実証プロジェクトでは同方式を採用したが、運転開始後2年足らずで停止している。

(2) 合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）

EUMPに助言、指導等を行うため、現在実施中の無償資金協力プロジェクトにおいてJCCが設立されている。委員会メンバーはMIME、DIME、EAC、EDCで構成される。JCCは、①電力公社の組織の協議、②財務政策の協議、③年度会計報告書の受領、④電気料金申請額の協議を行うこととなっている。会議は基本的に年1回であるが、必要に応じて召集される。

一方、技術協力プロジェクトにおいて、MIMEのIth Praing次官を議長とし、「カ」国側からProject Director、カウンターパート、関係者、日本側からChief Advisor、JICA専門家、JICAカンボジア事務所所長等よりなるJCCを立上げ、プロジェクト活動の監理、問題点に対する解決策の助言、進捗のレビュー、成果の評価等を行うこととなっている。



出典：Meeting on Discussion of Joint Coordination Committee for the Electricity Utility of Mondul Kiri Province on 23 April 2008)

図 3 - 2 EUMP組織図

3 - 3 - 4 料金決定、徴収方法

(1) 需要家調査について

需要地であるセンモノロム市は、既にIPP電気事業者によるディーゼル発電所より電力が供給されており、30%程度の電化率で最大負荷は150kW〔2004年基本設計時（Basic Design：B/D）〕であり、大口ユーザーのホテル、レストラン、商店は自家用の発電機を所有している。しかし、2008年6月時点での当該区域のIPPによる販売電気料金は3,500リエル/kWhと非常に高く、低所得者からのアクセスは困難となっている。

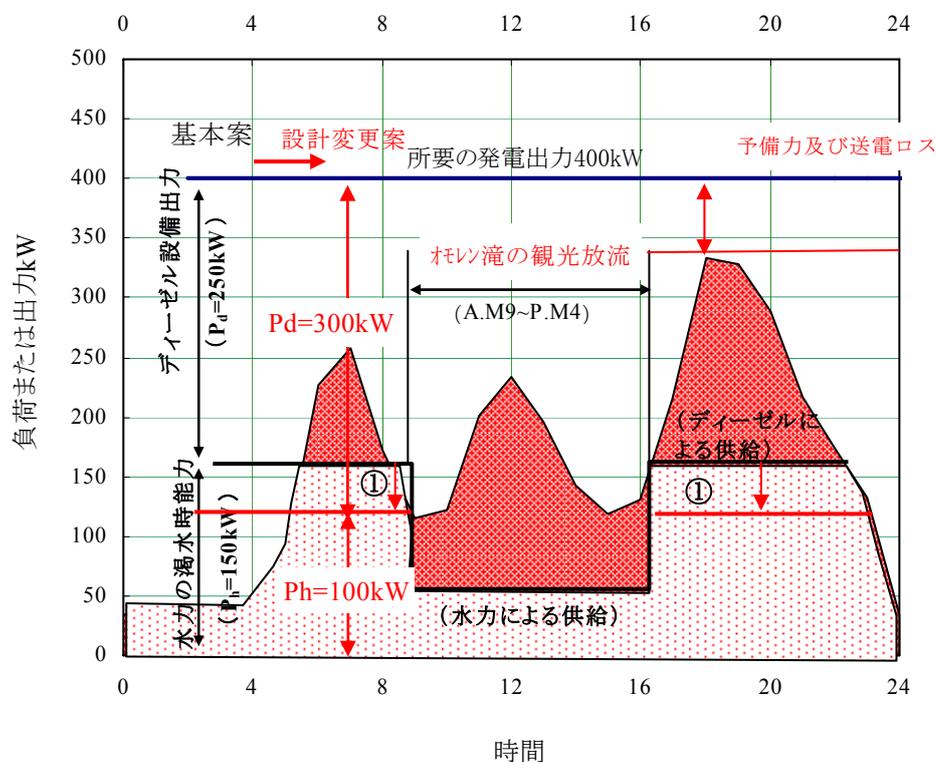
2008年4月23日から5月3日の11日間において、20人のスタッフで対象地域の第1回需要調査を実施した。この調査では、584世帯、ゲストハウス16軒、ホテル1軒、カラオケ店2軒、公的機関26件の計629件につき聞き取り調査を実施し、全件電気需要はあるとの回答であった。11月の無償協力プロジェクト完了までにさらに2回の実施を予定している。この数字は、既に2007年の予測値を超えており、従来約3分の1程度の安価な電力を供給することより、需要は急速に増えることが予想される。

(2) 電力供給能力について

本システムの電源は郊外に設ける2か所の水力発電所と市内に設けるディーゼル発電所からなっている。水力の供給能力は2012年の需要想定値を基に設定した。すなわち、プロジェクトの全体計画の目標である2012年（計画年）のセンモノロム市において、発電端

における出力を400kWとしている。

図3-3は、乾季の最も水の少ない時の日間の需要供給バランスを示したものである。需要変動に応じて水力発電の不足分をディーゼル発電が補完する。設備は24時間安定供給可能である。

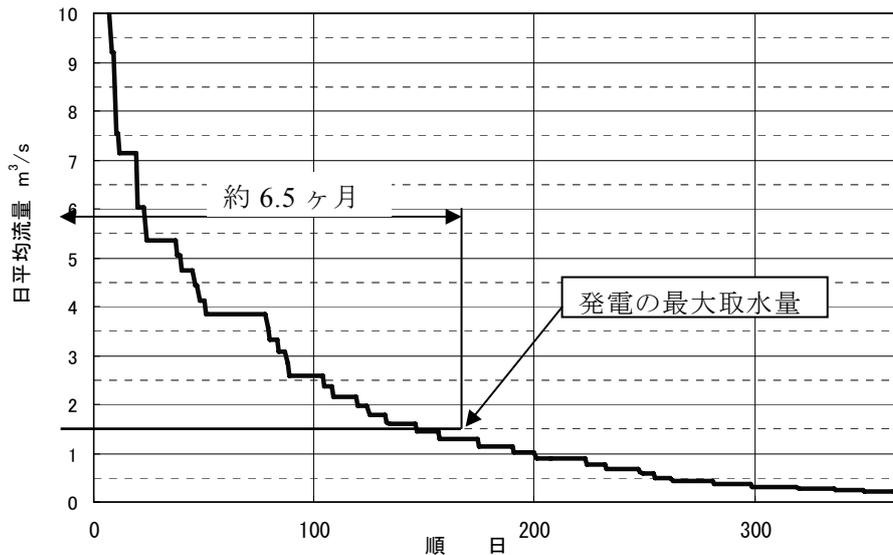


出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力

図3-3 乾季の濁水時における需要と供給の関係（2012年時点）

本計画の主要電源は、2か所の小水力を基本としている。図3-4に計画地点近傍のオロミス測水地点の流況図（1年間の日平均河川流量を大きい順番から並び換えた河川流量図）を示す。同河川流況に示すように、年間の約半分の6.5か月は水力のみで需要を満たすことが可能である。ディーゼル発電は主に乾季の補完電源として利用する計画としている。

O'Romis 測水地点流況 2003年5月～2004年4月



出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力

図 3-4 オロミス測水地点の流況曲線（2003年5月～2004年4月）

(3) 電気料金について

本計画の水力及びディーゼル発電施設の運営、維持管理は原則、電気料金によって賄われることになる。料金設定の基本的考え方は原価主義であり、電気使用量に応じた従量料金制とする。発電原価の算定方法は「カ」国の電気料金法によって行うものとする。職員給与、運転、維持管理経費、接続料、ディーゼル燃料代、修繕費、及び持続可能な設備運営を図る目的で数年に一度実施するオーバーホールのための準備金等が電気料金に反映される。なお、施設が無償援助の場合、電気料金計算上は、減価償却費を計上しなくてもよいことになっている。

収入は電気料金であり、販売電気量と技術的及び商業的なロス率により変動する。健全な財務体制を維持するには電気料金の回収率を上げることは不可欠であり、警察、役所、学校、病院等の公共施設、軍隊等からも例外なく確実に料金徴収することが重要である。政治的介入については排除することが原則である。

新たに見直した試算によると、消費電力量当たりの原価は現時点ではおよそ900～1,000リエル/kWh（約25円/kWh）程度と見積もられている。そのうち、水力相当は約400～450リエル/kWh、ディーゼル相当は約2,500～3,000リエル/kWhである（平成20年3月時点単価）。発電原価としては、水力とディーゼルの合成されたものとなる。

ディーゼル発電は、需要に対して水力発電だけでは賄い切れない電気を補うことを主な目的としている。ディーゼル発電により供給される年間の電力需要量は、およそ総電力量の20%から30%と推定される。コスト面では、全コストの約3分の2を占める燃料費は、今後も値上がり続ける事が予想されることから、水力発電とディーゼル発電の合成されたkWh当たりの発電コストに与える影響は非常に大きい。

B/D（2005年、JICA）で試算した電気料金を、今回アップデートし、JCCにて協議の結果、1年目の電気料金を次のように提案している。B/D調査（2005年）においては、住民

の支払い可能な電気料金は、平均590リエル/kWhであり、内訳は39%が700～900リエル/kWh、38%が500～600リエル/kWh、17%が200～400リエル/kWhの支払いが可能となっている。EUMPで検討中の電気料金は800リエル/kWhと1,200リエル/kWhである。現在、プノンペンでは700リエル/kWh、ベトナムから電気を輸入しているカイセマ、スヌールでは650リエル/kWhとなっている。これらを考慮しても適当な料金の範囲内と考える。電気事業のライセンスを2008年11月までにEACより取得することになっている。

表3-1 電気料金プラン (2008年3月時点オイル単価)

分類 (月当り電力消費量)	電気料金	
	料金	対象者
I. 住居、公共施設	800リエル/kWh	
II. レストラン、ゲストハウス、カラオケ	1,200リエル/kWh	
III. 工場	0.25US\$/kWh	20,000kWh/月
平均電気料金 (想定)	900リエル/kWh	1年目

なお、実際に適用する電気料金については、現在、実施中の需要家調査結果並びに燃料価格動向等の最新の情報を基に、EACの認める算出方法によって2008年12月までに定められることとなる。

1) 電気事業の収支計算シミュレーション

2008年11月～2010年10月の24か月間のシミュレーションを表3-2の条件で行っている。なお、水力発電による可能発生電力は河川流況に基づいて算定した。本計画は我が国政府からの無償資金協力によるものであるため、基本的に減価償却費は考慮していない⁵。

2) シミュレーションの条件

シミュレーションの条件は以下のとおりである。水力発電所の月別の可能発電力を表3-3に示す。7月～10月の4か月間は、水力発電は100%の供給が可能である。図3-5に水力とディーゼル発電の割合を示す。

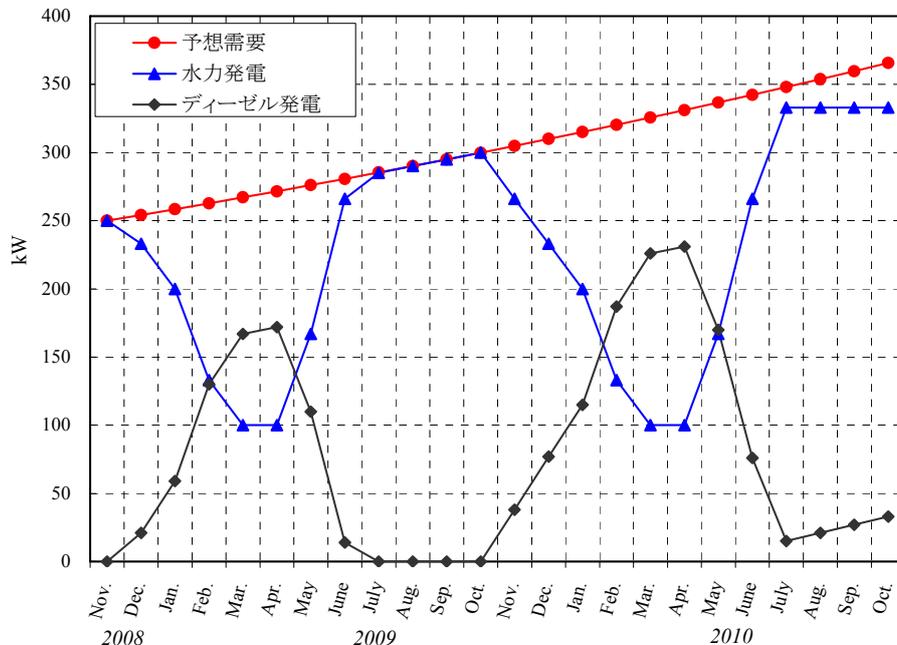
⁵ EACが、2005年4月から施行を開始したSub-Decree on Principles for Determining The Reasonable Cost in Electricity Business (電気料金認定の根拠となる発電原価算定方法に関する規定)の第3章第14条第2項で、電気料金設定のための固定資産の評価は無償援助や寄贈などの場合その分を控除することができるとなっている。

表 3-2 収支計算シミュレーションの条件

項目	条件	項目	条件
開始時の需要	250kW	送電ロス	20%
年間の需要増加率	20%/年	技術的ロス	10%
日負荷率	50%	料金回収ロス	10%
ディーゼル燃料消費効率	0.29L/kWh	ディーゼル単価	1.30US\$/L
		職員給与	3,450US\$
平均電気料金	850リエル/kWh	運用に係る経費	給料の50%

表 3-3 年間の水力の可能発電力

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
可能出力	60%	40%	30%	30%	50%	80%	100%	100%	100%	100%	80%	70%
出力kW	200	133	100	100	167	266	333	333	333	333	266	233



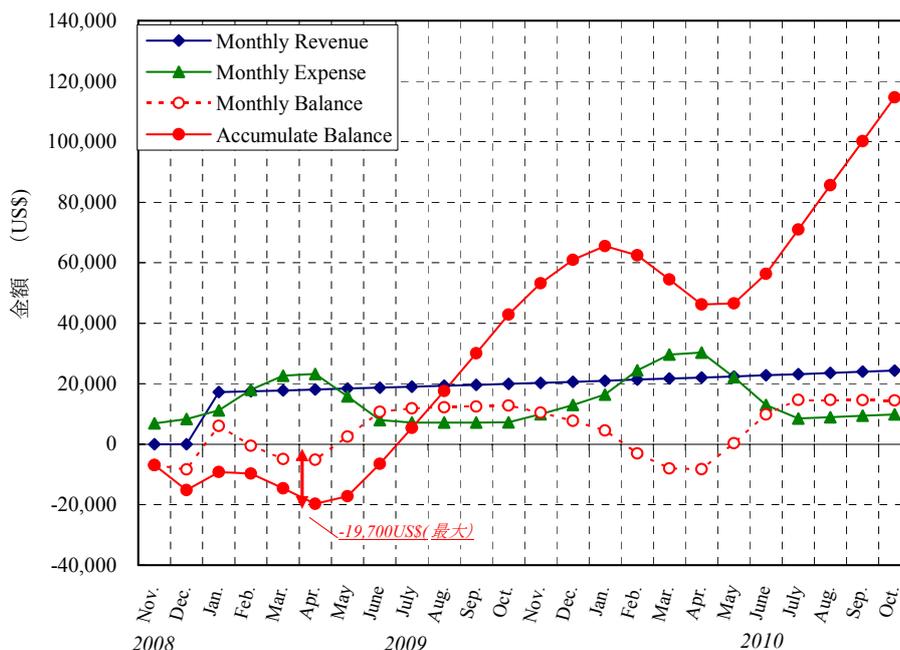
出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力

図 3-5 需要に対する水力とディーゼル発電の割合

発電所施設は、5年後に水力発電所の最大出力時に最も効率的な発電ができるように設計されているため、最大出力レベルまで需要が伸びる分には、ディーゼル発電量が増えても電気料金は上がらない（むしろ下がる）設計である。つまり、5年後に料金が最も安くなる計画である。ただし、需要を満たすため、設計のキャパシティを超えた発電を行おうとするとディーゼルによる発電量が増え、料金が上がることとなる。このことは、ディーゼル発電所の稼働時間の増加に伴いコスト増となり、電力公社の財務を圧迫することになる。電気料金が現在の30%程度となることから、急速に需要が増加することも想定される。

3) シミュレーションの結果

収支計算の結果は、図3-6に示すように運転開始から6か月目に約2万US\$と最大の借入となるが、9か月目に借入はなくなりこれ以降は黒字が続く。運転開始の時期が流量の少ない乾季にあたり、ディーゼル発電を稼働するための燃料費が多くなることが主な原因となっている。今後、ディーゼル燃料単価、流量、需要を変動させた感度分析を行ないその影響を検討することになっている。なお、燃料単価については、財務面に大きな影響を与えることから電気料金の見直しを行うことになる⁶。



出典：カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画 無償資金協力

図3-6 EUMPの電気事業の収支計算

4) 発電原価の比較

B/D時（2005年）と見直し後の発電原価の比較を表3-4に示す。1年目の発電原価は、569リエル/kWh（13.9US¢）が924リエル/kWh（22.5US¢）と1.6倍となっている。主な原因は、ディーゼル発電の燃料代が3倍以上に高騰し、総費用に対する燃料費の割合が23%から45%に上昇し、水力発電とディーゼル発電の合成の発電原価を押し上げたためである。水力発電による発電原価上昇が130%に対して、ディーゼル発電は230%となっている。

なお、5年後の想定需要に対する発電原価は、物価上昇なしとした場合、727リエル/kWh（17.7US¢）と1年目の約80%と試算されている。

⁶ 脚注5のEACの発電原価算定方法の規定の第3章第9条第4項において、燃料の購入価格の変動に伴う燃料費の調整は認められるとある。すなわち、電気料金を定期的に改定できる。

表3-4 発電原価のB/D及び見直し後の比較表

1 US\$ = 4100 リエール

項目	(a) 基本設計調査(2005年) 1年目			(b) 見直し(2008年) 1年目			(c) 見直し(2008年) 5年目			備考
	水力発電	ディーゼル発電	計	水力発電	ディーゼル発電	計	水力発電	ディーゼル発電	計	
	370	250	620	370	300	670	370	300	670	
設備出力										
設備利用率										
年間発生電力量	841	281	1,122	855	267	1,122	1,257	327	1,584	見直し後も合計は同じ。
有効電力量	833	268	1,101	847	254	1,101	1,249	314	1,563	見直し後も合計は同じ。
販売電力量	750	241	991	762	229	991	1,124	283	1,407	見直し後も合計は同じ。
発電費用										
燃料費		128,229	128,229		412,702	412,702		505,444	505,444	3倍強に上昇。
油脂費		2,995	2,995		12,393	12,393		15,178	15,178	4倍強に上昇。
雑費	8,410	2,810	11,220	8,550	2,670	11,220	12,570	3,270	15,840	
小計	8,410	134,034	142,444	8,550	427,765	436,315	12,570	523,892	536,462	
メンテナンス料	1,200	386	1,586	991	297	1,288	1,461	367	1,828	約8割に値下げ
人件費	96,088	32,029	128,117	135,608	45,203	180,811	135,608	45,203	180,811	約140%に見直し。
修繕費	10,000	40,000	50,000	10,000	40,000	50,000	10,000	40,000	50,000	
管理費	28,826	9,609	38,435	40,682	13,561	54,243	40,682	13,561	54,243	約40%上昇。
オパ・ホール積立金	20,000	50,000	70,000	20,000	50,000	70,000	20,000	50,000	70,000	
金利負担	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
計	156,114	132,024	288,138	215,831	576,826	792,657	220,321	673,023	893,344	約2.8倍に上昇、ディーゼル発電分は4.4倍と大幅増。
送電費用										
メンテナンス料	1,090		1,090	595		595	844		844	約5.5割に値下げ
人件費	85,411		85,411	77,490		77,490	77,490		77,490	約90%に見直し
修繕費	5,000		5,000	5,000		5,000	5,000		5,000	
管理費	25,623		25,623	23,247		23,247	23,247		23,247	
金利負担	0		0	0		0	0		0	
計	117,124		117,124	106,332		106,332	106,332		106,332	
財務費用										
販売kWh当り費用	156		156	139		139	95		95	
税金	14,422		14,422	14,422		14,422	20,473		20,473	
税金手続き諸費用	2,000		2,000	2,000		2,000	2,000		2,000	
計	16,422		16,422	16,422		16,422	22,473		22,473	
販売kWh当り費用	17		17	17		17	16		17	
合計	391	1,274	569	438	2,678	924	305	2,491	727	約1.6倍に上昇。
発電原価	9.5	31.1	13.9	10.7	65.3	22.5	7.4	60.8	17.7	
US Cent/kWh										
主要パラメータ										
送配電ロス率	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
燃料単価		0.1113			0.377			0.377		燃料単価は330%上昇
kWh当りメンテナンス料(発電)	1.6	1.6	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	EAC、約8割に値下げ
kWh当りメンテナンス料(送配電)	1.1	1.1	1.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	EAC、約5.5割に値下げ

出典：カンボジア国モンドルキリ小水力地方電化計画 無償資金協力

(4) 徴収方法について

各需要家には積算電力量計が設置され、従量制課金が実施されることになる。したがって、EUMPの職員は毎月電力量計の検針を行う必要がある。また、集金要員は配属されていないので支払窓口等にて徴収することになる。

電気料金の滞納者については、電気を止めるなどの罰則を設けて、厳格に対処することが必要である。また、不正使用や計器の改造等に対しても厳しい罰則を明記する。

3-3-5 研修体制と人材育成

(1) 水力発電所運用に係る「カ」国側関係者の能力について

「カ」国では、水力発電の実績はわずかに2発電所〔現在運転されているのは、コンボンスプー州Kirrom I 発電所（中国IPP、12MW）及びラタナキリ州O'Chum II 発電所（EDC、1 MW）〕のみであり、施設の適切な運用に必要不可欠である経験、知識ともに不足している。管理職となるDIME職員も水力発電に関する経験はなく、さらに実際の運転保守に携わるEUMP職員に至っては電気そのものの知識が非常に低いのが実態である。

また、組織の経営管理面においても、電気料金の徴収やコスト変動に伴う収支管理など煩雑な作業と経営の見通しなど電力運営のノウハウが要求されるが、DIMEは行政機関としての知識経験を有しているが会社経営の経験はないに等しい。

(2) 実施中の無償資金協力におけるトレーニングについて

現在、EUMPのトレーニングは実施中の無償資金協力のソフトコンポーネントの中でEUMP職員に対して基礎能力の形成・強化が図られているところである。EDCの研修センターにて技術系及び事務系職員を対象に電力業務基礎知識と実施訓練を行っている。技術系については、第1回目が2008年5月（3日間）に行われ、20名が参加した。第2回目として、同様の研修が10月に予定されている。また、事務系についても主に電力の会計経理業務に関する研修が9月に予定されている。

第1回目のEDC研修センターの研修では、職員のほとんどが電気事業の初級者であることから、3日間の講義は電力全般にわたる電気理論・知識と技術用語を習得することを目的としたカリキュラムとなっている。6科目（3時間/科目）は次のとおりであった。
①配電、②計器、③電力一般・水力、④ディーゼル発電、⑤送電線及び⑥安全。

研修の理解度を確認するために、研修の前後に簡易な試験を実施した結果、18名（Deputy Director除く）の平均点が研修前は37点であったが、研修後には91点まで上昇した。この結果をみる限りでは職員の習熟度がかなり向上したと判断できる。また、管理、事務部門の職員についてもソフトコンポーネントの中で、今後研修を行い、基礎力を養うとの計画である。

現地では、2008年7月中旬より1.5か月間にわたり試験運転が行われるため、土木設備、発電機器設備及び送配電設備に係るOJTが7月と10月に行われる計画である。また、事務系については、7月より現地にてワークショップを開いて、カイセマでの電気料金に係る会計手続きのケーススタディーを行っている。

無償資金協力におけるトレーニングについては、期間及びコンサルタント投入人月が限られていることから、業務作業に係る基本的なマニュアルの整備と電気基礎関係の研

修と実機による運転訓練（OJT）が主体となる。

	2008											
	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.				
建設工事	■											
試験運転			■			■						
運用・維持管理											■	■
事務管理指導			■	■	■	■						
土木設備 保守運用方法指導		■	■	■	■	■	■					
発電配電設備 保守運用方法指導		■	■	■	■	■	■					
電力業務基礎知識と 実施訓練*		■				■	■					

*：EDC 研修センターにおけるプログラム

図 3-7 無償資金協力のソフトコンポーネントにおける研修工程

(3) 技術協力プロジェクトにおけるトレーニングについて

技術協力プロジェクトは無償資金協力プロジェクトの完了後、運転が始まってすぐに実施される必要がある。2か所の水力発電所が主体である本電力施設は、乾季と雨季では運用がかなり異なり、専門家の指導は乾季、雨季で複数回にわたって行う計画となっている。2年4か月が予定されており、1年目は基本技術の習得であり、2年目はその確認となる。

投入される日本人専門家は以下の6名である。

- ① 主席アドバイザー／管理・経営
- ② 電力土木技術
- ③ 発電運用技術
- ④ 水力機器技術
- ⑤ ディーゼル発電機器技術
- ⑥ 送配電技術

また、主な内容は次のようである。

- ① 管理・経営、土木構造物、発電施設、送配電施設における各種OJTの実施
- ② 管理・経営システムの構築
- ③ 施設運営・維持管理マニュアルのクメール語訳
- ④ 各種データの記録、整理等

3-3-6 課題

EUMPが持続的な電気事業を運営するために、本技術協力プロジェクトにおいては以下の課題に取り組み、EUMPの職員の能力向上を図るとともに、独立採算が維持可能な電気事業者と

して体制、組織力を強化する基盤を構築することが重要である。

(1) 業務内容に係る課題

- 1) MIMEとその地方部局であるDIMEは管理機関として、EMUPが、電気事業企業として、独立採算を確保し、持続的な運用を行えるように全面的に支援する内容を公式にMOU等で文書化する。
- 2) 各部門が分担役割を果たせるように継続的に個人の能力、組織力を強化する体制、制度を構築する。

(2) 必要機材の整備に係る課題

- 1) 定期的な交換が必要なスペアパーツ等は、EUMPが中長期計画で計上し、確実に供給できるような適切な資金計画を作成する。
- 2) 支出削減のために、部品の交換、特殊技術の不要な補修は、なるべくEDC等の現地専門業者で行えるような体制を整える。

(3) 組織運営に係る課題

- 1) 現在無償資金協力プロジェクトにおいて、MIME、DIME、EAC、EDCで構成されるJCCに代わり、メンバーとして、MEF、MIME、DIME、EUMP及び地方政府の代表者よりなる運営監視委員会を組織し、EUMPの会計の透明化、需要家に対する電気供給の公正化を確保する体制を構築する。
- 2) 業績に見合う職員の給与体系等を導入し、職員の士気を高め組織の活性化を図る。

(4) 電気料金設定に係る課題

- 1) 操業開始に必要な資金として約2万US\$が試算されており、同資金はMIMEの責任で準備することになる。同金額は現時点における試算値であり、接続世帯数、大口ユーザーの消費電力量等の需要想定を高める必要がある。また、次の対策により、MIMEに対する財務支援の可能な規模を協議する必要がある。
 - ・初期接続料及び保留金・前金（デポジット）の徴収
 - ・ディーゼル発電の運転時間制限
 - ・電気料金の見直し（段階別）
 - ・職員給与の見直し（段階別）など
- 2) 流れ込み式水力発電所は24時間電気を安定供給できる。したがって、夜間電力の有効利用を促進するとともに、未電化地域への電化を行ううえで、バッテリー充電サービス等が考えられる。本事業が導入される際には、バッテリーの適正な利用・廃棄方法がされるよう、利用者に対して保守管理を徹底する責任がある。
- 3) 発電所施設は、5年後に水力発電所の最大出力時に最も効率的な発電ができるように設計されているが、急速に需要が増加することも想定される。これらの対策についても考慮しておく必要がある。考えられる対策としては次のような案がある。
 - ・輪番停電の実施（優先供給含む）
 - ・使用電力量の制限（ディーゼル発電の制限）
 - ・大口ユーザーに対するディーゼル発電稼働のための電気料金設定等

- 4) 電気料金は、コストベースで計算されるため、操業当初にEUMP職員の給与を過度に低く設定するとそれに応じて電気料金が設定される。職員の給与を上げたために電気料金を値上げするというロジックは住民に受け入れられないだろう。そうなると、電気料金の値上げは難しくなり、給与値上げもできなくなり、将来的にスタッフの離職率を高める懸念が生じることになる。
- 5) 電気料金は「カ」国の電気料金法に基づき算定し、EACの承認が必要となる。発電原価の算定方法は、火力発電所運用に適用されることを想定しており、発電量が流量に左右されるような水力発電所運用に対しては十分カバーされていない。日本の場合は、渇水準備金を確保して河川流量の変動に対応している。この点についてEAC関係者と協議することも有益である。

(5) 研修体制と人材育成に係る課題について

- 1) 組織力を高めるためには、有能な人材の確保が不可欠である。このためには、職員の継続的な研修、教育を行うことが必要である。また、新規採用職員の採用計画も長期戦略で考察する必要がある。
- 2) EDC等「カ」国内で可能な研修を有効に利用する。EDCの技術支援体制のあり方についても協議する必要がある。

第4章 プロジェクトの内容

現地調査及び「カ」国側関係者との協議・意見交換の結果、プロジェクトの基本計画を次のように確認した。

本プロジェクトは、現在実施中の無償資金協力プロジェクトにおいて、2008年11月に2か所の小水力発電所施設及び1か所のディーゼル発電所施設の建設完了、引渡しに際し、初動期における初期不良・故障を未然に防ぐとともに、自然を相手に刻々と変化する状況下において施設を適切に運転・維持管理を行い、更には電気事業者として適正な運営管理を行う能力を向上することを目的として実施されるものである。EUMPはMIMEの管轄下にあり、その組織運営についてはMIMEの責任において実施されることが確認されている。

4-1 上位目標

「センモノロム市民へ安定した電力供給がなされる。」

<指標>

- ・センモノロム市の世帯電化率が増加する⁷。
- ・年間を通じ、電力の安定供給がなされる。

4-2 プロジェクト目標

「モンドルキリ州電力公社（EUMP）において、適切な経営管理及び土木構造物、発電施設、送配電設備のオペレーションを実施する体制が整備される。」

<指標>

- ・EUMPが利益を上げている。
- ・1日のうちで電力が供給される時間が増える⁸。

4-3 成果

1. EUMPの経営管理システムが構築され、機能する。

<指標>

- 1-1 電気料金回収が適正に行われる。
- 1-2 EUMPにおいて適切な会計手続きが取られている。

2. ゲート、スクリーン（トラッシュ・ラック）、ペンストックを含む土木構造物メンテナンスの技術ガイダンスが構築され、機能する。

<指標>

- 2-1 当該分野において、2年間の試行操業による経験・実情を加味し、EUMP用マニュアルが修正される。
- 2-2 同マニュアルの内容を一定程度理解し、土木構造物の維持管理業務を実施できる人材が

⁷ センモノロム市の世帯電化率は、B/D調査時点（2004年12月）で約32%である。役所、会社等の事務所を含めた全体の電化率は35%であった。事前評価時点での電化率は未調査であるが、B/D調査以降配電区域が広がっていないことからB/D調査時から大幅な変化はないといえる。

⁸ 具体的な数値目標については、プロジェクト開始後約半年後に開催予定のJCC（プロジェクト開始後第1回目のJCC）にて、それまでの状況を勘案して正式に決定することとする。

育成されている⁹。

3. 発電施設メンテナンスの技術ガイダンスが構築され、機能する。

<指標>

3-1 当該分野において、2年間の試行操業による経験・実情を加味し、EUMP用マニュアルが修正される。

3-2 同マニュアルの内容を一定程度理解し、発電の運転維持管理業務を実施できる人材が育成されている¹⁰。

4. 送配電設備メンテナンスの技術ガイダンスが構築され、機能する。

<指標>

4-1 当該分野において、2年間の試行操業による経験・実情を加味し、EUMP用マニュアルが修正される。

4-2 同マニュアルの内容を一定程度理解し、送配電設備の維持管理業務を実施できる人材が育成されている¹¹。

4-4 活動

1-1 中・長期事業戦略と資金計画を作成する。

1-2 課金システムを構築する。

1-3 経営管理マニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。

1-4 OJTを通じて、電気設備の操作と管理を実施する。

1-5 当該分野のデータ（顧客データ・販売電力量・収入支出内容など）を記録・整理する。

2-1 土木構造物のメンテナンスに関する中・長期計画を作成する。

2-2 土木構造物のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。

2-3 OJTを通じて、土木構造物の検査とメンテナンスを定期的実施する。

2-4 当該分野のデータ（運転記録・補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

3-1 発電施設のメンテナンスに関する中・長期の計画を作成する。

3-2 水力発電施設のオペレーション及びメンテナンスシステムを強化する。

3-2-1 水力発電施設のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。

3-2-2 OJTを通じて、水力発電施設の検査とメンテナンスを定期的実施する。

3-2-3 当該分野のデータ（運転記録・補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

3-3 ディーゼル発電施設のオペレーション及びメンテナンスシステムを強化する。

3-3-1 ディーゼル発電施設のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要

⁹ 理解度、能力向上度は、試験実施により客観的に測ることとする。

¹⁰ 同上

¹¹ 同上

な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。

3-3-2 OJTを通じて、ディーゼル発電施設の検査とメンテナンスを定期的を実施する。

3-3-3 当該分野のデータ（運転記録・補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

4-1 送配電設備のオペレーション及びメンテナンスに関するマニュアルを、必要な修正を行い、英語からクメール語に翻訳する。

4-2 OJTを通じて、送配電設備の検査とメンテナンスを定期的を実施する。

4-3 当該分野のデータ（補修点検記録・事故時対応記録など）を記録・整理する。

4-5 投入

4-5-1 日本側（総額1.52億円）

- ・ 専門家派遣（分野：主席アドバイザー／管理・経営、電力土木技術、発電運用技術、水力機器技術、ディーゼル発電機器技術、送配電技術）
- ・ 機材供与：技術協力活動に必要なもの
- ・ カウンターパートの第三国あるいは「カ」国内研修

4-5-2 「カ」国側

- ・ プロジェクト実施のためのローカルコスト
- ・ カウンターパートの配置（経営管理に係る人材、設備のオペレーション及びメンテナンスに係る人材）
- ・ 専門家の執務室及び必要な機材

4-6 プロジェクトの実施体制

4-6-1 合同調整委員会（JCC）の設置、構成

本プロジェクトの効果的かつ効率的な実施のため、JCCを設置することを「カ」国側、日本側双方で合意した。JCCの機能については、以下の4点を確認した。

- ①プロジェクト活動の年間計画に関する指導
- ②プロジェクト運営の確認とプロジェクト運営に関連して発生した主要な問題点を解決するための解決策の検討
- ③討議議事録（R/D）に基づいて作成される活動計画表（PO）を参照しつつ、プロジェクトの年間活動計画に関する指導
- ④プロジェクトの全体の進捗確認と目標達成度の評価

JCCの構成については、以下のとおりで合意した。

(1) 議長：鉱業エネルギー省次官

(2) 「カ」国側メンバー

- ・ プロジェクト・ダイレクター（EUMP総裁）
- ・ プロジェクト・カウンターパート全員
- ・ プロジェクト関係者（必要に応じて）
- ・ その他議長が任命した者

(3) 日本側メンバー

- ・チーフアドバイザー
- ・日本人専門家
- ・JICAカンボジア事務所代表
- ・その他チーフアドバイザーが任命した者

4-6-2 プロジェクトの運営

プロジェクトの運営に関し、オフィススペースの確保及びイニシャルコストの負担につきMIMEと協議を行った。

オフィススペースについては、協議の中でEUMP内に専門家の執務スペースの確保と執務環境整備を「カ」国側に依頼し、「カ」国側はこれを了承した。ただし、EUMPの事務所建物を視察したところ、当該スペースに使用可能なスペースはなく、実際はEUMP内ではなくモンドルキリ州センモノロム市内に備上することになると思われる。また、執務環境整備についてはプロジェクトで必要となる事務機器等は日本側での調達の依頼があった。

発電所の操業開始に必要なイニシャルコストについては、当初、EUMPは独立行政法人であるためMIMEによる予算措置は不可能とのことであったが、その後、EUMPのあり方につき協議を重ねた結果、EUMPは独立行政法人化に必要な法的手続きを経ておらず、また事業実績がないこと、組織基盤が脆弱であること、事業規模が小規模であること、正式な手続き完了までには早くても1年程度の時間がかかることなどの要因を考慮し、本プロジェクト開始時にはEUMPはMIMEの監督下に設立される組織であり、部分的な資金面の独立採算制を採ることで双方合意した。この形式を有することにより、EUMPの操業開始に要するイニシャルコストは、監督官庁であるMIMEが責任をもって準備することが確認され、プロジェクト実施期間中を通じてMIMEの関与が必要であることが明確となった。

4-6-3 カウンターパートの配置

カウンターパートについては、詳細は付属資料1. 協議議事録(M/M)のANNEX3に記載のとおりであり、プロジェクト開始に先立ち計26名を配置することで合意した。このうち、EUMP総裁1名及び副総裁2名をコアメンバーとし、他のEUMPスタッフをカウンターパートメンバーとすることとした。

カウンターパート配置に際し、EUMPが電気料金の回収により上げた利益によりスタッフの給与を支払うことができるようになるまで、当初数か月間の給与支払いに要する資金については、MIMEの責任で準備することで合意した。

4-7 外部条件の分析と外部要因リスク

本プロジェクトに関する外部条件については、「カ」国側とともにPDMの検討過程において検討した結果、以下のとおり設定した。

(1) 上位目標達成のための外部条件

- ・EUMPが継続的に稼働できるよう、「カ」国政府が政策的及び資金的支援を行う。
- ・センモノロム市民がEUMPからの電力購買意欲を有し、かつEUMPから電力を購入する。

(2) プロジェクト目標達成のための外部条件

- ・発電施設周辺の治安が良好である。
- ・プロジェクトサイトで自然災害が発生しない。

(3) 成果達成のための外部条件

(なし)

(4) 前提条件

- ・EUMPがEACに正式に認可される。
- ・EUMP職員がプロジェクト実施に尽力する。
- ・対象小水力発電所の完成、引渡しから間を置かずに本プロジェクトが実施され、初動期における円滑な稼働が確保される。

事前評価調査時点においては、上記の外部条件は全て満たされる見通しであることが確認された。前提条件の一つ目「EACによるEUMP正式認可」については、現在申請手続きを始めるところであり、プロジェクト開始時までには完了する見込みである。また、二つ目についても職員候補者に対して行ったインタビュー結果からは、彼らの積極的、前向きな姿勢が見て取れた。三つめについて、同条件を満たすことが可能なタイミングで実施が開始できるよう、JICA内で必要な諸手続きが進められる見通しであることが確認された。

プロジェクト目標達成のための2つの外部条件については、治安、自然災害ともに対象地域の状況は安定しており、急激に悪化する恐れは少ないと思われる。

上位目標達成のための外部条件については、住民の電力購買意欲は高く、既に地方電気事業者(REE)から高い電気料金を払って電力を購入していることから、本プロジェクトの発電所による比較的安価な電力供給に対する期待は高まっており、同条件についても満たされる可能性が高いと判断された。また、2030年までの長期計画等に地方電化100%達成¹²を目標として掲げていることから、「カ」国政府による政策的支援の自立発展性もあると評価された。将来的な資金的支援については、不安は残るものの、本プロジェクトの運転操業資金の準備をMIMEの責任で行うことに合意したことから、電気事業が適切に運営されなければ、政府として何らかの形で資金的な工面をしていく必要が生じることは認識したと思われる。

4-8 協力実施上の留意点

本プロジェクトを実施するにあたり、留意が必要な点としては以下の3点があげられた。

- ①「カ」国側関係機関間の関係性が不明瞭である(特にMIME/DIMEとEUMPの関係)。
- ②EUMPは新設された組織であり、組織としての基盤が脆弱である。
- ③EUMPの経営管理面における強化が必要である。

(1) MIME/DIMEとEUMPの関係、MIMEの本プロジェクトへの関与について

今回事前評価調査において、MIME/DIMEとEUMPとの関係、特にMIMEの本プロジェクト

¹² 2020年までにバッテリーによる電化を含み100%、2030年までに系統による電化率70%を目標としている。

における役割が必ずしも明確になっていないことが明らかとなった。EUMPの独立行政法人化についても、「カ」国内において必要となる諸手続きについての認識も不十分な印象が残った。

プロジェクトの開始に先立ち、特に発電所の操業開始に必要な資金（人件費、事務所維持・管理費、ディーゼル発電施設用燃料代ほか）につきMIMEの責任で準備することが今回調査において確認されたが、プロジェクトが開始したあとについても、EUMPはMIMEの監督下であり、資金面において部分的な独立採算制を採るものの、発電所設備は「カ」国政府に属するものであり、MIMEはその運営・維持管理に責任を有することをMIMEが明確に認識することが必要である。

プロジェクト開始までには、MIMEをはじめとした「カ」国側とJICAカンボジア事務所をはじめとした日本側との間で考え方を整理し、関係者間での共通認識を形成する必要がある。

（２）EUMPの組織的基盤の脆弱性について

EUMPは、DIMEからの3名の派遣職員を管理職とし、事務・運転・保守に携わる職員23名は地元モンドルキリにおいて採用される予定である。採用予定者の選定は既に実施済みであり、選定に際しては試験を実施している。可能な限り関連分野の知識を有する人材の採用に努めてはいるものの、モンドルキリは「カ」国内でもいわゆる僻地に相当し、人材の層が薄いのが現状であるため、実態としては採用候補者の電気に関する知識レベルは低く、EUMPはゼロからのスタートという側面を有している。

このように、EUMPの技術能力は未だ低い状況にあることから、現在実施中の無償資金協力プロジェクトにおいて既に実施が開始されているソフトコンポーネントのなかで、引き続きEUMP採用候補者を対象とした基礎能力強化活動を実施していくことが重要である。こうした活動を通じて、本プロジェクトの開始時のカウンターパート人材の技術レベルを可能なかぎり向上することにより、本プロジェクト活動の効率性、有効性の向上に寄与することが可能となると思われる。

（３）EUMPの経営管理面における強化について

本プロジェクトでは、発電所設備の運転・保守管理に関する技術移転を行うほか、EUMPという電気事業体組織の経営管理面における強化を行うこととなっている。後者の経営管理面における強化は、JICAのこれまでの経験蓄積が比較的少ない分野である一方、「カ」国側カウンターパートとなるDIMEも、行政機関としての知識経験を有しているものの会社経営の経験はないに等しい。このため、当該部分の目標達成は、難易度の比較的高いものとなると思われる。

現在、日本側の人員配置計画としては、チーフアドバイザーが当該分野の専門家を兼務することが検討されているが、本邦のリソースをかんがみると適任者は決して多くはないと考えられる。したがって、チーフアドバイザーと当該分野専門家の兼務が人材確保上困難である可能性が高い場合は、それぞれ専任の専門家配置を検討するなど、柔軟な対応を行っていくことが必要である。

第5章 プロジェクトの事前評価

5-1 妥当性

5-1-1 「カ」国の開発計画との整合性

「カ」国は、Energy Sector Strategy (2001-2005)、国家貧困削減戦略 (2003-2006) 及び四辺形戦略で、それぞれエネルギー分野、なかでも電力供給の推進を強調している。地方電化についても、その重要性を認識しており、安価で安定的な電力供給が可能となる施設整備及び運営管理技術の向上を通じて、地域住民の生活環境の改善や地域産業の振興、ひいては地域格差の是正と貧困削減をめざしている。「カ」国政府は2010年までに電化率を25%まで、2030年までには100%¹³まで引き上げることを目標として掲げているが、現在は約15%にとどまっております、対応が必要とされている。このことから「カ」国の政策との整合性は高い。

5-1-2 日本の援助政策やJICA国別事業実施計画との整合性

「カ」国に対する日本の援助政策としては、「経済・社会インフラ整備」を重点分野に掲げ、その中で電力セクターの整備にむけて、政策立案や組織強化、施設整備や技術者の育成などに関する協力を実施していく方針を明らかにしている。したがって、我が国の援助政策とも整合している。

5-1-3 「カ」国の状況及びニーズへの合致

モンドルキリ州においては、日本の無償資金協力にて2か所の小水力発電所（出力各185kW）及び1か所のディーゼル発電所（出力300kW）を建設中であり、2008年11月に完成／引渡し予定である。水力発電施設の運用に際しては、刻々と変化する自然状況を的確に捉え適切な対応をしていく必要があり、円滑かつ適切な運用には豊富な経験と知識が不可欠であるが、実際には「カ」国では水力発電の実績が非常に限られており、設備の運転保守及び電力供給事業における組織・事業運営における経験、人材が不足している。また、センモノロム市民は、既に小規模民間事業者から3,500リエル/kWhという高額な料金を電気を購入・使用しており¹⁴、しかも供給時間は非常に限られており、不安定である。こうした状況下において、現状より安価¹⁵な電気が一定程度安定的に供給されることに対する住民の期待は大きく、無償資金協力で実施中の支払い意思調査においても回答者の100%が利用を希望している¹⁶。これらのことから、対象国・地域におけるニーズは高いといえる。

¹³ 2020年までにバッテリーによる電化を含めて100%、2030年までにオングリッドによる電化率70%を目標としている。

¹⁴ センモノロム市はナショナル・グリッドに接続されておらず、現在市内における電力供給源は小規模民間事業者のみである。したがって、同小規模民間事業者から電力を購入している率は、同市の世帯電化率（B/P（2004年12月）で約32%、377戸）と同一である。その後、事前評価時点までは追加調査は実施されていないが、配電区域が変わっていないことから、世帯電化率、当該小規模民間事業者からの電力の購入率に大幅な変化は生じていないといえる。

¹⁵ 事前評価調査時点においては、無償資金協力プロジェクトにおける試算を確認した。同試算によると、800リエル/kWhと1,200リエル/kWhの2つの電気料金設定を検討している。料金徴収システムを可能な限りシンプルにし料金回収率を向上すること、及び住民の経済格差に配慮することの2点に配慮して、低価格帯と富裕層を対象とした高価格帯の2つを設定することが妥当と考えているとのことであった。

¹⁶ ただし、今後2回の調査を実施予定であり、同結果を得て最終結果得られるため、この数字は今後変更の可能性はある。

5-2 有効性

本プロジェクトは、小水力発電所の適正な運営・維持管理に向けて、事業経営面、施設運用面（技術面）の両方にわたり包括的な技術向上をめざすものである。電力供給事業、土木構造物のメンテナンス、発電施設の運転とメンテナンス及び送配電設備の運転とメンテナンスにつき、それぞれ「計画の策定」、「マニュアルの整備」、「人材の育成」、「データの記録・整理」を行う構成となっており、これらのステップを着実に実施していくことにより、プロジェクト目標が達成されることが期待できる。したがって、プロジェクト目標を達成するために十分なアウトプットが計画されているといえる。

EUMPにより適正に電力設備が運営・維持管理されることにより、対象地域であるモンドルキリ州センモノロム市民の電力アクセスが一定程度向上することは十分に期待できる。計画されたプロジェクト目標の指標は、EUMPにおける電力設備の適切な維持管理体制が整備されたか否かを測るものであるが、設定された4つの成果が達成され、EUMPが組織として有効に機能していることを確認できるものとなっており、適切に設定されているといえる。

成果達成後、プロジェクト目標の達成につなげるための外部条件は、事前評価時点において「発電施設周辺の治安状況」と「自然災害」の2点が設定された。現在、モンドルキリ州センモノロム市の治安は良好であり、急激な治安悪化を引き起こす可能性のある要因は見出されていない。また、自然災害も少なく、いずれも満たされる可能性が高いと判断された。前提条件については3点設定されたが、EACの許認可については申請に向けての協議を始めるところであり、2008年11月までに取得の見込みである。また、本プロジェクトの開始時期については、適切なタイミングでの開始に向けた諸手続きがJICAにより行われる見通しである。

5-3 効率性

各成果の指標はいずれも入手が容易であり、指標としての適切性に加え、入手のコスト面からみても適切に設定されている。

日本側の投入について、カウンターパート研修は第三国あるいは「カ」国内での実施を予定している。「カ」国内では、EDCでの研修を既に計画しており、国内人材あるいは近隣諸国の人材の活用を通じて本プロジェクトの効率性向上が図られるものと期待できる。

EUMPの職員については、モンドルキリ州に他に特筆する収入源もなく人材確保面で競合する産業が少ないこと、給与水準について市内の他産業への従事と比較しても好条件となるよう設定する予定であること、また、採用の際に他の職業との兼務は認めないことを明確に示しており、採用予定者への周知徹底がなされていることなどの理由により、EUMPの適正な運営に必要な不可欠な、スタッフの業務への尽力が期待できる。

5-4 インパクト

本プロジェクトの実施を通じて、土木構造物、発電施設及び送配電施設を適切に維持管理・運用できる仕組みがEUMP内に構築できれば、小規模民間事業者からの不安定で量的に不十分、かつ高価な電力供給に頼る現状を脱却し、より安定的で安価な電力をセンモノロム市住民に供給することが可能となり、彼らの電力アクセスが一定程度向上することは十分に期待できる。

プロジェクト目標から上位目標に至るための外部条件としては、「『カ』国政府の政策的及び資金的支援」、「住民の購買意欲と実際の購買行動」の2点が設定されている。前者については、

国家貧困削減戦略（2003-2006）等政策文書において地方電化の重要性を指摘しており、安価で安定的な電力供給を通じ、地域住民の生活環境の改善や地域産業の振興、ひいては地域格差の是正と貧困削減をめざしている。電化率についても2030年までの長期計画・目標を設定していることから、政策的支援は期待できる。資金的支援については、基本的にはEUMPは電力会社として独立採算制をめざすものであるため、政府による大規模な資金投入を必要とするものではないが、突発的な事項（天災等）に対応するための一時的な支援は必要になる可能性はある。今回EUMPの操業開始に際して必要となる資金について「カ」国政府は必要な対応を約束していることから、こうした際には必要な対応を期待できると判断した。

2つめの外部条件「住民の購買意欲と実際の購買行動」については、センモノロム市民は、供給時間は非常に限られており不安定であるにもかかわらず、既に小規模民間事業者から3,500リエル/kWh（2008年度6月時点料金、1US\$=4,000リエル）というプノンペンと比較しても倍以上の高額な料金で電気を購入・使用している。本プロジェクト実施により、EUMPでは発電コストに基づき健全な経営が可能なレベルで電気料金を設定し、現在よりも安価で安定的な電力供給を予定している。購買意欲については、既に無償資金協力プロジェクトにより調査が開始されており、十分に高い意欲が確認されている。また、購買行動についても電力料金が安価になることから、十分に期待できると判断された。

5-5 自立発展性

5-5-1 政策面

「カ」国政府による地方電化の方針は、各種の長期計画及び電化計画（ナショナル・グリッド）において一貫して言及されており、本プロジェクトはこうした地方電化推進の方針に整合したものである。ナショナル・グリッドの延伸計画は2030年までという長期計画となっていることから、この方針は少なくとも2030年までは継続されるものと見込まれる。したがって、政策面における自立発展性は確保されていると判断される。

5-5-2 組織・人材面

EUMPは、本プロジェクトの実施に際して新たに設立される組織である。電気事業者としてEACの認可申請手続きを始めようというところであり、プロジェクト開始までには手続きを完了し、「カ」国内における正式なステータスを有する見込みである。現状においてはMIMEの監督下にあり資金面における部分的な独立採算制を有する「公社」と位置づけられており、組織的な自立発展性は一定程度確保されているといえる。

ただし、今後より一層自立発展性を向上するため、「カ」国側において将来的な組織体制のあり方を継続的に検討していく必要がある。

5-5-3 財政面

資金面については、2008年12月のディーゼル発電施設稼働開始後約半年の間は、ディーゼル燃料の購入費、職員の給与等インシヤル・コスト（操業開始のための資金）が必要となるが、同資金はMIMEの責任において準備されることとなった。その後、雨季に入り小水力発電施設の稼働が開始されれば、数か月後には（予定では2009年7月）EUMPの収支は黒字に転じる見込みである。黒字転換後は、生じた利益を適切に運用し、ニーズに対応しつつコスト

を適正範囲内に抑えた発電施設の運用や、渇水時対応のための基金の設立など、長期的な組織運営に向けての仕組みづくりと人材育成を本プロジェクトの中で実施していく予定であり、こうした活動を通じて、資金面における自立発展性を確保していくことが可能であると判断された。

中・長期的に必要となるスペアパーツ購入、オーバーホール等のための積立金について考慮していくことにより、資金的自立発展性の更なる向上が期待される。夜間電力の活用促進（バッテリー充電サービスなど）も、収益の改善に貢献すると見込まれる。

5-5-4 技術面

技術的自立発展性については、その確保のために必要な努力は最大限になされていると判断された。「カ」国は、過去の内戦の影響により一般的に人材不足傾向が強いが、特にモンドルキリ州はいわゆる僻地であり、経済的にも貧しい土地柄もあり、人材不足は深刻である。しかしながら、EUMPに採用予定の職員候補者は、電気分野における知識や業務経験を多少なりとも有している者が採用試験を通じて選ばれている。また、EUMPの専任職員になること、24時間三交代制に従事することなどの業務形態について、及び給与はEUMPの業績次第であるため、利益がまだ上がっていない操業開始当初は給与水準が低くなる可能性もある旨などについても明確に説明されたうえで、これら条件は採用予定者に了承されている。EUMPでの継続勤務に関する意思も一定程度確認されており、離職率を減じるために達成が望ましいとされる給与水準についても調査がなされている。28か月という期間内にすべての必要な技術移転が可能か否か、事前評価調査時点において明確に判断することは容易ではないが、プロジェクト実施期間中においても職員の離職を減じるよう継続的に留意していくことにより、一定程度の技術的自立発展性が確保されると判断された。