

カンボジア王国
送変電システム
運営能力強化プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成24年10月
(2012年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

産公
JR
12-113

カンボジア王国
送変電システム
運営能力強化プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成24年10月
(2012年)

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部

序 文

独立行政法人国際協力機構は、カンボジア王国政府から日本政府に対して提出された要請に基づき、カンボジア王国の送変電システムの運営能力強化支援に係る情報を収集し、カンボジア王国政府と協議を行うため、2012年6月3日から6月16日まで、調査団を現地に派遣しました。

調査団は、要請された内容を確認し、カンボジア王国側関係者との協議を通じ、本プロジェクトの必要性、妥当性を確認するとともに、協力内容、対象者等を含む協力のフレームワークについて協議を行い、帰国後に資料を取りまとめ、ここに本報告書完成の運びとなりました。この報告書が今後の本プロジェクトの立ち上げ推進にあたり、関係者の参考資料として活用されれば幸いです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 24 年 10 月

独立行政法人国際協力機構

産業開発・公共政策部長 入柿 秀俊

目 次

序 文

プロジェクト位置図

現地調査写真

略語表

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	2
1-3 相手国実施機関	2
1-4 調査団員構成	2
1-5 調査日程	2
1-6 対処方針	3
1-7 主要面談者	8
第2章 協議結果の概要	9
2-1 協議結果	9
2-2 団長所感	9
第3章 電力セクター基本情報	10
3-1 電力セクター概要	10
3-1-1 電気事業体制	10
3-1-2 電力需給	10
3-1-3 電力設備	13
3-2 電源開発計画	18
3-2-1 需要想定	18
3-2-2 電源開発計画	20
3-2-3 流通設備計画	22
3-2-4 国際連系計画	23
第4章 送変電システム運用の現状と課題	25
4-1 EDC 送変電部の概要	25
4-2 送変電設備の維持管理状況と課題	25
4-3 中央給電指令所の運用状況と課題	25
4-3-1 中央給電指令所の運用状況	25
4-3-2 中央給電指令所の運用開始に向けた課題	26
4-3-3 中央給電指令所の運用開始後の中長期的課題	28
4-4 保護リレーの維持管理・整定の現状と課題	28
4-5 技術職員育成の現状と課題	29

4-5-1	EDC Institute of Electrical Science (EDC 電力大学) の組織体制	29
4-5-2	送変電部門カリキュラム	29
4-5-3	送変電設備保守・点検用工具及び訓練用設備	29
4-5-4	保護リレーカリキュラム	30
第5章	国際機関、他ドナーの協力状況	32
5-1	世界銀行の協力	32
5-1-1	「Rural Electrification and Transmission Project」	32
5-1-2	中央給電指令所建設への支援	32
5-2	アジア開発銀行の協力	32
第6章	プロジェクトの概要	33
6-1	プロジェクト名	33
6-2	プロジェクトの目的	33
6-3	期待される効果	33
6-4	活動内容	33
6-5	ターゲットグループの選定	33
6-6	留意点	34
第7章	プロジェクトの評価	35
7-1	妥当性	35
7-2	有効性	36
7-3	効率性	37
7-4	インパクト	38
7-5	持続性	38
付属資料		
1.	事業事前評価表	43
2.	詳細計画策定調査協議議事録 (M/M)	50
3.	合意文書 (MOU)	71

プロジェクト位置図



首都プノンペン（プロジェクト所在地）

出典：University of Texas, Perry-Castañeda Library Map Collection.

(<http://lib.utexas.edu/maps/cambodia.html>、2012年7月1日アクセス)

現地調査写真



中央給電指令所（NCC）全景



NCC 内部



EDC 研修センター (Institute of Electrical Science) の実習設備 (訓練用リレー)



同左 (訓練用鉄塔)



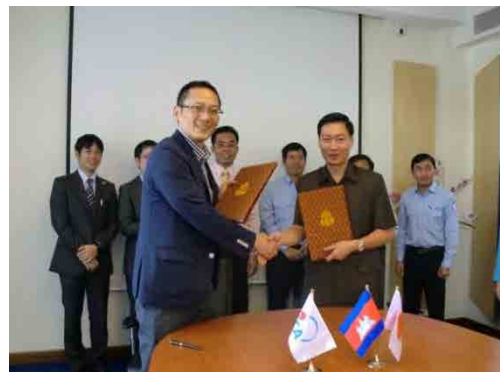
West Phnom Penh 変電所
(遮断器・断路器)



同左 変圧器



協議風景 (EDC)



M/D 署名

略 語 集

略語	正式名称	和訳名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
C/P	Counterparts of Project	カウンターパート
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
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MEF	Ministry of Economic and Finance	経済財政省
MIME	Ministry of Industry, Mines and Energy	鉱工業エネルギー省
MOU	Minutes of Understanding	合意文書
NCC	National Control Center	中央給電指令所
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
P/O	Plan of Operation	活動計画
RTU	Remote Terminal Unit	通信回線ターミナル装置
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	遠隔制御システム
UFR	Under Frequency Relay	周波数低下リレー

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景

カンボジア王国（以下、「カンボジア」と記す）は、経済成長に伴い、電力需要が2003年～2010年の間に最大電力・発電電力量ともに年平均20%以上の高い伸びを示し、これに対応するための電源開発・電力供給計画の策定と着実な実施が課題となっている。カンボジア政府が、2010年に策定した国家開発計画「National Strategic Development Plan Update 2009-2013」の中では、電力セクターについては、供給力の確保、低廉な電気料金の実現、電力関係機関の能力強化の3分野に重点が置かれている。

これに対し、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：JICA）はこれまで主に以下の協力を実施している。

- ・「電力技術基準及びガイドライン整備計画調査」（開発調査）
火力発電・送変電・配電・水力発電・再生可能エネルギー・屋内配線の6分野を網羅する「電力技術基準」を作成（2002年11月～2004年3月）
- ・「電力セクター育成技術協力プロジェクト（フェーズ1）」（技プロ）
「電力技術基準」のうち3分野（火力発電、送変電、配電）の細則の作成、鉱工業エネルギー省（Ministry of Industry, Mines and Energy：MIME）、カンボジア電力庁（Electricity Authority of Cambodia：EAC）、カンボジア電力公社（Electricite Du Cambodge：EDC）に対する人材育成支援等を実施（2004年9月～2007年9月）
- ・「メコン地域電力ネットワーク整備事業（カンボジア成長回廊）」（有償資金協力）
シハヌークヴィル～カンポット間の送電線整備に円借款の供与（アジア開発銀行（Asian Development Bank：ADB）との協調融資）を実施（2007年3月L/A調印）

「送変電システム運営能力強化プロジェクト」（以下、「本事業」）は、2007年度に案件採択（採択案件名は「電力セクター育成技術協力プロジェクト（フェーズ2）」）され、上述の有償資金協力事業の実施に伴い、有償技術支援-附帯プロとして実施することとなった。2007年10月には、第一次事前評価調査を実施したが、その際にMIMEは「電力技術基準細則（屋内配線）の作成」、EACは「電力技術基準細則（水力発電）の作成」、EDCは「送電技術者の養成」及び「中央給電指令所への支援」、3者共通で「水力開発についての実務能力の向上」と幅広い分野の協力が要請されたため、スコープを絞り込むこととしたが、実施には至らなかった。他方、「電力技術基準細則（水力発電）」は、「電力技術基準及びガイドライン整備計画調査フォローアップ調査」（2008年～2009年）で作成された。

この間、EDCでは、日本をはじめとする海外ドナーの協力により、特に首都プノンペンを中心とする南部地域で、基幹送電網の整備を推進しており、2009年にはベトナムからの輸入電力を同地域に供給する送電線を建設し、現在新規に完成する発電所からの電力を同地域に供給する送電線等を建設中である。さらに2012年1月には、プノンペンに、世界銀行の支援により、電力系統を適切にコントロールして、経済的かつ高品質な電力供給を可能にする中央給電指令所が建設されている。

一方、JICAが実施した「カンボジア国電力セクター基礎情報収集・確認調査」（2012年3月）によると、EDCには、これら新規に整備された設備の運用、維持・管理に関する能力・経験を有

する職員が不足しており、電力の安定供給を行ううえでの大きな懸念材料となっていることから、送変電分野に携わる EDC 職員の人材育成に焦点をあてた取り組みを進める必要性が指摘されている。

1-2 調査の目的

以上の経緯を踏まえ、本詳細計画策定調査では、EDC の送変電部門への技術協力計画について検討を行うため、まずは関係実施機関の組織や予算、能力につき確認のうえ、本事業の目的及び成果とそのために必要な投入についてカンボジア側と認識を十分に共有し、プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix : PDM) (案) を作成する。協力枠組みについてカンボジア側との基本的な合意に至った場合、合意文書 (Minutes of Understanding: MOU) のドラフトを含む、先方との合意内容を協議議事録 (Minutes of Discussion: M/D) に取りまとめ、署名交換を行うこととする。なお、協議対象となるカンボジア政府機関は、EDC、MIME、EAC である。

1-3 相手国実施機関

カンボジア電力公社 (EDC)

1-4 調査団員構成

担当分野	氏名	所属	期間
総括	伊藤 晃之	JICA 産業開発・公共政策部 電力課 課長	2012.6.7～6.13
電力人材育成企画	篠田 孝信	JICA カンボジア事務所	2012.6.4～6.12 (現地参団)
協力計画	内藤 武司	JICA 産業開発・公共政策部 電力課 特別嘱託	2012.6.3～6.13
電力開発計画／送 変電設備維持管理	小川 正浩	東電設計 株式会社	2012.6.3～6.16
系統運用技術	秋元 政俊	東電設計 株式会社	2012.6.3～6.16
評価分析	南村 亜矢子	合同会社 適材適所	2012.6.3～6.16

1-5 調査日程

	日程		JICA 団員 (伊藤課長)	JICA 団員 (篠田所員)	JICA 団員 (内藤)	コンサルタント団員
1	6月3日	日			12:00 成田→16:30 (TG643) バンコク 18:15 バンコク→19:25 (TG584) プノンペン	
2	6月4日	月			8:30 JICA カンボジア事務所との協議 14:30 EDC 総裁表敬 (キックオフミーティング) 16:00 EDC 送変電部へのインタビュー調査	
3	6月5日	火			9:00 世界銀行とのディスカッション 11:30 カンボジア電力庁 (EAC) とのディスカッション 14:00 サイト視察 (National Control Center (中央給電指令所)、 Institute of Electrical Science (EDC 電力大学))	
4	6月6日	水			10:00 EDC 送変電部へのインタビュー調査 PM 団内打合せ (PDM 作成)	

5	6月7日	木	12:00 成田→ 16:30 (TG643) バンコク 18:15 バンコク→ 19:25 (TG584) プノンペン	10:30 UNIDO とのディスカッション PM 団内打合せ (PDM 作成)		
6	6月8日	金	9:30 鉱工業エネルギー省 (MIME) エネルギー局 副局長 (Deputy Director General) 表敬 11:00 カンボジア電力庁 次官 (Vice Chairman)表敬 AM EDC 送変電部へのインタビュー調査 14:30 在カンボジア日本国大使館 大使表敬 16:00 EDC との M/D 協議			
7	6月9日	土	サイト視察(中央給電指令所、West Phnom Penh 変電所)			
8	6月10日	日	報告書作成、団内打合せ			
9	6月11日	月	AM 団内打合せ (M/D, MOU 案) 16:00 EDC との M/D 協議			
10	6月12日	火	9:00 ラップアップ協議 (M/D 署名) 16:30 JICA カンボジア事務所報告			
11	6月13日	水	10:05 プノンペン→ 11:10 (TG581) バンコク 14:20 バンコク→ 22:30 (TG660) 羽田		伊藤課長に同じ	フォローアップ調査
12	6月14日	木				フォローアップ調査 PM 世界銀行とのディスカッション
13	6月15日	金				フォローアップ調査 AM EDC 電力大学へのインタビュー調査 20:25 プノンペン→ 21:30 (TG585) バンコク 23:50 バンコク→
14	6月16日	土				8:10 (TG642) 成田

1-6 対処方針

項目	対処方針
1-6-1 調査の位置づけ	以下の事項について、先方関係機関との協議及び現地踏査を通して確認し、先方政府との合意内容を協議議事録 (M/D) として取りまとめ署名交換を行う。協力枠組みについて関係機関との基本的な合意に至った場合、合意文書 (MOU) のドラフトを上記 M/D に添付することとする。
1-6-2 協議の進め方について	現地調査冒頭に、EDC、MIME、EAC に対し、EDC 送変電部門の能力向上がカンボジア電力セクターにとり最優先課題であるという日本側の課題分析を説明し、本事業では EDC 送変電部門への技術協力を実施することについて合意を得る。 また、本事業に関連する EDC の中央給電指令所 (National Control Center : NCC)、EDC 電力大学 (Institute of Electrical Science)、プノンペン近傍の変電所の視察を行い、現状理解を踏まえたうえで、MOU (案) ドラフトの検討を行う。

項目	対処方針
1-6-3 技術協力プロジェクトのスキーム説明	<p>技術協力プロジェクトの特徴として、日本人専門家とカンボジア側カウンターパートによる協働事業である点を説明する。また、Project Design Matrix (PDM) 等の案件監理ツールについても概要を説明するとともに、(専門家の活動のみを記載するものでなく) 双方が共同で達成すべき目標・成果を記載するものである点を確認する。</p>
1-6-4 協力実施内容(MOU案)の確認	<p>MOU (案) の内容について協議、修正のうえ合意を形成する。</p> <p>(1) 案件名 以下の【変更案】を提案し、合意を得る。</p> <p>【採択案件名】 (和) カンボジア国電力セクター育成技術協力プロジェクト (フェーズ2) (英) Capacity and Institutional Building of the Electric Power Sector (Phase2)</p> <p>【変更案】 (和) 送変電システム運営能力強化プロジェクト (英) Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance</p> <p>(2) 協力期間及び活動地域 2.5年間、プノンペンを提案し、合意を得る。</p> <p>(3) 協力の内容 以下をもとに PDM (案) を作成し、内容について合意を得る。上位目標を「プノンペン系統内で電力が安定的に供給される」(プノンペン系統内の需要家一軒あたりの停電時間及び停電回数等を指標)、プロジェクト目標を「プノンペン系統内における、EDC 送変電部の、設備運用・ネットワーク運用の能力が向上する」とし、協力の具体的な内容は以下の2点とする。</p> <p>①プノンペン系統内における EDC の送変電部門の運用維持管理能力の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ EDC 送変電部において、変電所や送電設備の巡視・点検・点検時の機器操作及び作業安全についての社内ルールをカウンターパート (Counterparts of Project : C/P) と共同で作成する。 ・モデルとなる変電所を選定し、作成したルールに基づき機器操作・巡視・点検の訓練を実施し、ルールの浸透を図る。 ・保守点検作業を安全に実施するための資機材を整備し、それを用いた訓練を実施する。 ・現地での研修に加え、C/P に当該分野の日本における事例を紹介するため、本邦研修を実施する。 <p>②EDC の系統運用業務 (中央給電指令所) の実施体制の基盤整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・担当職員に対する送電系統運用業務の基礎技能 (遠隔制御システム (Supervisory Control And Data Acquisition : SCADA) ・通信・保護リレー整定等) 習得についてのプログラムを整備する。

項目	対処方針
	<p>・プログラムに基づいたトレーニングを実施する。 なお、今回整備するプログラムが、EDC 研修センターが実施する同分野の研修プログラムの改善に資するものとなるようにする。</p> <p>(4) 実施体制</p> <p>EDC では、送変電設備の維持管理及び中央給電指令所の運営は、送変電部（総人員約 120 名）が担当しており、本事業の技術移転の主な対象は同部の技術者（エンジニア）が想定される。EDC では、技術者の育成は、研修センターが実施していることから、本事業の実施にあつては同センターとの連携も必要となることが予想される。他方、同センターは 2012 年 8 月に「Institute of Electrical Technology」に改組のうえ、教育省の管轄の大学となる予定とのことである。こうした留意事項を念頭に、実施体制についてカンボジア側と協議する。</p> <p>また、プロジェクト全体の調整機構として合同調整委員会（Joint Coordination Committee : JCC）を構成する必要があることから、メンバーについてカンボジア側と協議する。</p> <p>実施体制及び JCC メンバー構成の案は以下のとおり。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p>【実施体制（案）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Project Director（overall responsibilities of the administration and implementation） Deputy Managing Director, Planning and Techniques, EDC ・ Project Manager（responsibilities on the managerial and technical matters） Director, Transmission Department, EDC ・ Other counterparts <p>【JCC メンバー（案）】</p> <p>(1) Chairperson: Project Director</p> <p>(2) Members:</p> <p style="margin-left: 20px;">Cambodia side</p> <p style="margin-left: 40px;">Project Manager, Counterparts</p> <p style="margin-left: 20px;">Japanese side</p> <p style="margin-left: 40px;">Chief Advisor and other experts</p> <p style="margin-left: 40px;">Representative(s) from JICA Cambodia Office</p> </div> <p>(5) 投入内容については本詳細計画策定調査にて検討する。</p> <p>① 日本側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 長期専門家 ・ 短期専門家 ・ 機材供与 *機材リスト案を現地調査前に作成し、提示

項目	対処方針
	<ul style="list-style-type: none"> ・ C/P 研修 ②カンボジア側 <ul style="list-style-type: none"> ・ カウンターパートの配置 ・ 専門家執務スペース及び必要な家具等
<p>1-6-5 詳細計画策定に必要な情報の収集及び確認事項</p>	<p>EDC の送変電部門の能力強化に向けた、現状把握・課題抽出・今後の方向性の検討に関連する情報の収集に焦点をあてる。</p> <p>(1) カンボジア政府の電力関係機関の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MIME の General Department of Energy (電気事業を所掌) の予算、組織・人員体制 ・ EAC の予算、組織・人員体制 ・ EDC の中長期の経営計画、組織・人員体制、財務資料 <p>(2) カンボジアにおける電力政策及び開発計画の現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ カンボジア政府の国家開発政策における電力関連政策 ・ 電源開発計画の最新の動向 ・ 送電線建設計画の最新の動向 ・ 地方電化計画 ・ 電気料金制度 ・ 近隣国との送電系統連系 (メコン連系) の強化に向けた取り組みの現状 <p>(3) EDC の送変電部の現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送変電部の人員体制 ・ 設備の設計・改修に携わる技術職員の能力、育成状況 ・ 設備の維持・管理に携わる技術職員の能力、育成状況 ・ 年間の停電時間 (回数)、事故、労災の発生状況とその原因 ・ 変電所の運営状況 (人員、運用ルール、現在の課題等) ・ 送電設備の維持管理状況 (保守点検体制、事故の状況等) <p>(4) 中央給電指令所の現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 中央給電指令所の組織・人員体制 ・ 設備の運用・維持管理状況 ・ 運用開始に向けた具体的な課題点 <p>(5) EDC 研修センターの現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ センターの組織、予算、人員体制、トレーナー育成状況 ・ 送変電分野の社内向け研修プログラムの内容と実施状況 ・ 現在の研修プログラムについての課題と期待 ・ 大学 (Institute of Electrical Technology) 化に向けた取り組み状況 ・ 訓練設備・用具の管理体制 ・ 他ドナーからの支援の状況

項目	対処方針																																																												
	(6) 他ドナーの動向 <ul style="list-style-type: none"> ・ ADB が 2012 年から実施予定の「Rural Electrification Project」のうち、EDC への技術協力部分の内容 ・ 世界銀行が実施した中央給電指令所建設支援の内容 																																																												
1-6-6 プロジェクト コンセプトの 大筋合意	MOU の署名に向け、先方負担事項等を説明し、協議を行う。 <table border="1" data-bbox="395 548 1358 1839"> <thead> <tr> <th data-bbox="395 548 1193 591">MOU 記載項目</th> <th data-bbox="1193 548 1358 591">協議対象</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" data-bbox="395 591 1358 633">【表紙】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 633 1193 676">・ 署名者</td> <td data-bbox="1193 633 1358 676">○</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="395 676 1358 719">【THE ATTACHED DOCUMENT】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 719 1193 761">・ カウンターパート機関</td> <td data-bbox="1193 719 1358 761">○</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="395 761 1358 804">【PROJECT DOCUMENT】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 804 1193 846">I. BACKGROUND</td> <td data-bbox="1193 804 1358 846">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 846 1193 889">II. OUTLINE OF THE PROJECT</td> <td data-bbox="1193 846 1358 889">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 889 1193 931">1. Title of the Project</td> <td data-bbox="1193 889 1358 931">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 931 1193 974">2. Overall Goal</td> <td data-bbox="1193 931 1358 974"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 974 1193 1016">3. Project Purpose</td> <td data-bbox="1193 974 1358 1016">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1016 1193 1059">4. Outputs</td> <td data-bbox="1193 1016 1358 1059">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1059 1193 1102">5. Activities</td> <td data-bbox="1193 1059 1358 1102"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1102 1193 1144">6. Inputs</td> <td data-bbox="1193 1102 1358 1144">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1144 1193 1187">5. Implementation Structure</td> <td data-bbox="1193 1144 1358 1187">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1187 1193 1229">6. Project Site and Beneficiaries</td> <td data-bbox="1193 1187 1358 1229">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1229 1193 1272">7. Duration</td> <td data-bbox="1193 1229 1358 1272">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1272 1193 1314">8. Reports</td> <td data-bbox="1193 1272 1358 1314">○</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="395 1314 1358 1357">III. IMPLEMENTING ARRANGEMENTS</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1357 1193 1400">1. Administration of the Project</td> <td data-bbox="1193 1357 1358 1400">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1400 1193 1442">2. Evaluation</td> <td data-bbox="1193 1400 1358 1442">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1442 1193 1485">3. Undertakings of EDC</td> <td data-bbox="1193 1442 1358 1485">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1485 1193 1527">4. Mutual Cooperation</td> <td data-bbox="1193 1485 1358 1527">○</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="395 1527 1358 1570">【ANNEX】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1570 1193 1612">I. PDM</td> <td data-bbox="1193 1570 1358 1612">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1612 1193 1655">II. Tentative PO</td> <td data-bbox="1193 1612 1358 1655">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1655 1193 1697">III. Project Implementation Structure</td> <td data-bbox="1193 1655 1358 1697">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1697 1193 1740">IV. Tentative List of Equipment</td> <td data-bbox="1193 1697 1358 1740">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1740 1193 1783">V. Joint Coordination Committee</td> <td data-bbox="1193 1740 1358 1783">○</td> </tr> <tr> <td data-bbox="395 1783 1193 1825">VI. Summary of EX-ante Evaluation Sheet</td> <td data-bbox="1193 1783 1358 1825">○</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="395 1839 1358 1883">・ II. OUTLINE OF THE PROJECT については、PDM にて協議</p>	MOU 記載項目	協議対象	【表紙】		・ 署名者	○	【THE ATTACHED DOCUMENT】		・ カウンターパート機関	○	【PROJECT DOCUMENT】		I. BACKGROUND	○	II. OUTLINE OF THE PROJECT	○	1. Title of the Project	○	2. Overall Goal		3. Project Purpose	○	4. Outputs	○	5. Activities		6. Inputs	○	5. Implementation Structure	○	6. Project Site and Beneficiaries	○	7. Duration	○	8. Reports	○	III. IMPLEMENTING ARRANGEMENTS		1. Administration of the Project	○	2. Evaluation	○	3. Undertakings of EDC	○	4. Mutual Cooperation	○	【ANNEX】		I. PDM	○	II. Tentative PO	○	III. Project Implementation Structure	○	IV. Tentative List of Equipment	○	V. Joint Coordination Committee	○	VI. Summary of EX-ante Evaluation Sheet	○
MOU 記載項目	協議対象																																																												
【表紙】																																																													
・ 署名者	○																																																												
【THE ATTACHED DOCUMENT】																																																													
・ カウンターパート機関	○																																																												
【PROJECT DOCUMENT】																																																													
I. BACKGROUND	○																																																												
II. OUTLINE OF THE PROJECT	○																																																												
1. Title of the Project	○																																																												
2. Overall Goal																																																													
3. Project Purpose	○																																																												
4. Outputs	○																																																												
5. Activities																																																													
6. Inputs	○																																																												
5. Implementation Structure	○																																																												
6. Project Site and Beneficiaries	○																																																												
7. Duration	○																																																												
8. Reports	○																																																												
III. IMPLEMENTING ARRANGEMENTS																																																													
1. Administration of the Project	○																																																												
2. Evaluation	○																																																												
3. Undertakings of EDC	○																																																												
4. Mutual Cooperation	○																																																												
【ANNEX】																																																													
I. PDM	○																																																												
II. Tentative PO	○																																																												
III. Project Implementation Structure	○																																																												
IV. Tentative List of Equipment	○																																																												
V. Joint Coordination Committee	○																																																												
VI. Summary of EX-ante Evaluation Sheet	○																																																												
1-6-7 安全管理	日本人専門家の活動の可能性や方法等について、JICA 事務所、日本大使館、先方実施機関と意見交換を行う。																																																												

1-7 主要面談者

(1) EDC

- ・ Mr. Keo Rottanak; RGC Delegate in charge of Managing EDC
- ・ Dr. Chan Sodavath; Deputy Managing Director, Planning and Techniques
- ・ Mr. Nou Sokhon; Director of Transmission Department
- ・ Mr. Oum Piseth; Director of Institute of Electrical Science

(2) MIME

- ・ Dr. Bun Narith; Deputy Director General, General Department of Energy

(3) EAC

- ・ Mr. Hul Kunnak vuth; Vice Chairman
- ・ Dr. TY Thany; Executive Director
- ・ Mr. Theng Marith; Director of Generation and Transmission

(4) 在カンボジア日本国大使館

- ・ 黒木雅文大使
- ・ 横山博之一等書記官

(5) JICA カンボジア事務所

- ・ 鈴木康次郎所長
- ・ 平田仁次長

第2章 協議結果の概要

2-1 協議結果

本調査において、PDM（案）を作成し、協力枠組みについて EDC と協議の結果、基本的な合意に至り、合意文書（MOU）のドラフト含む先方との合意内容を協議議事録（M/D）に取りまとめ、署名交換を実施した。その後、2012年9月に MOU の締結を実施した。

2-2 団長所感

カンボジア関係者並びに在カンボジア大使館より、本技プロに関する重要性、期待、支持が確認できた。カンボジアの電力系統の拡大計画、既往円借款事業との相乗効果にかんがみれば、創設間もない EDC 送電部に対する技術協力は時期を得たものであり、その必要性は高い。引き続き、EDC 上層部の関与を引き出しつつ、MIME や EAC 等にプロジェクトの進捗を共有するなどして、カンボジア政府全体からのサポートを取り付けていくことが望ましい。

世界銀行の支援により建設された中央給電指令所（NCC）は通信接続の遅延などのため稼働を開始出来ていないことから、本技プロによる系統運用に対する支援の在り方が議論となった。EDC とコントラクター（SCADA・シミュレーター：GE、通信：アレバ・CCTPG（中国））の契約事項の仲裁を JICA が行うことは必ずしも適切でなく、EDC による対応を強く促し、本年9月末までの対応が約された。プロジェクト開始は2013年明けで合意できたことから、時間的な猶予はあるが、引き続きプッシュしていく必要がある。一方、仮に NCC の操業が遅延したとしても系統運用業務に対し対応可能な部分は多いものの、工程上の NCC 稼働以前においても実施可能な業務を前半部分に設定するとともに、プロジェクト開始直後に通信専門家による状況確認と必要であれば EDC への助言を可能とすることで対応することとした。

EDC 総裁からは、本技プロに対する期待はもちろんのこと、EDC がカンボジア政府との関係で直面している問題（①転貸問題（対外借入の経済財政省（Ministry of Economic and Finance : MEF）からの転貸条件が厳しすぎる。無償案件すらも転貸されるケースがある）、②総選挙を来年に控え電気料金改定がままならぬばかりか、一般家庭向け料金にかかる VAT まで EDC 負担となっていること、③地方電化は必要なるも EDC への財務負担を補助するための地方電化基金（REF）が機能していないこと、④政府関係機関による電力料金延滞等）に関して、他ドナーと共同してカンボジア政府への働きかけへの期待が表明された。これらの点は、データに基づく分析を踏まえ、ドナーとの協調枠組みや政策協議の機会等を捉えて、取り組むことが期待される。

本技プロは送変電設備の維持管理及び系統運用と多岐にわたり、投入される専門家の数も多い。技プロの団長は往往にしてプロジェクトのみに注力されることが散見されるが、Chief Adviser にはチーム全体のマネジメントに加え、上記のような政策 이슈にも視野を広げ、EDC のみならず MIME、EAC 等の電力関係機関に事業の意義、進捗、懸案をインプットしていく役割も期待したい。

第3章 電力セクター基本情報

3-1 電力セクター概要

3-1-1 電気事業体制

2001年2月2日に公布された電気事業法は、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。この中で、全国大での安定した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ている義務を実行する独立規制機関として、カンボジア電力庁(EAC)の設立を決定し、鉱工業エネルギー省(MIME)には電力セクターの管理方針・諸施策・計画などの権限を与えている。カンボジア電力公社(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。EDCは、MIMEと経済財政省(MEF)の共同保有である。カンボジアの電気事業体制は、図3-1のとおりである。

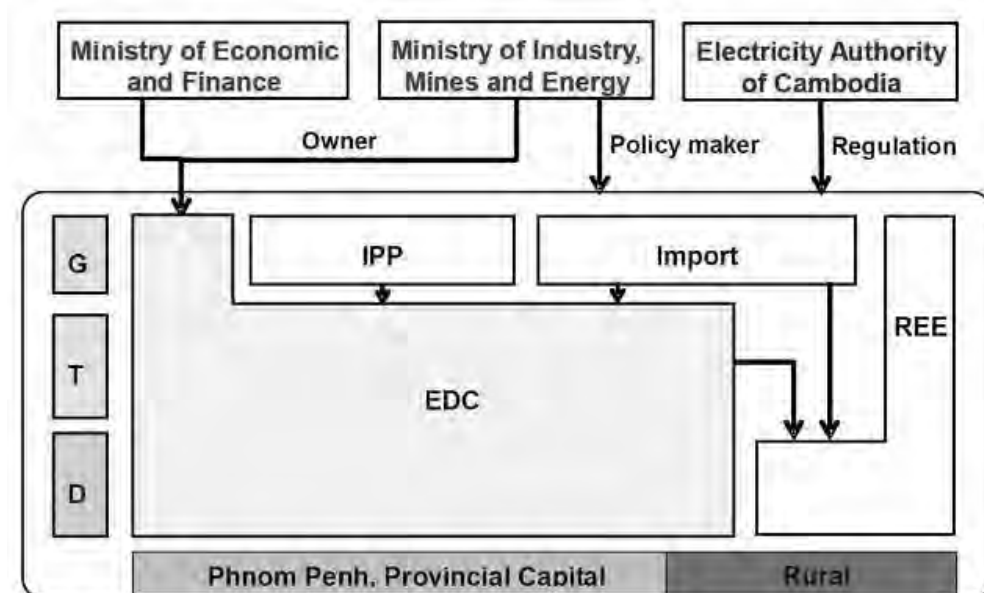


図3-1 カンボジア電力セクターにおける電気事業体制

3-1-2 電力需給

(1) 発電電力量

図3-2に、カンボジアの供給電力量の推移を示す。2007年に115kV送電線によるタイからの電力輸入、2009年に230kV送電線によるベトナムからの電力輸入、2010年に22kV配電線によるラオスからの電力輸入が開始され、2010年における供給電力量のうち、輸入によるものが占める割合は61.5%になっている。

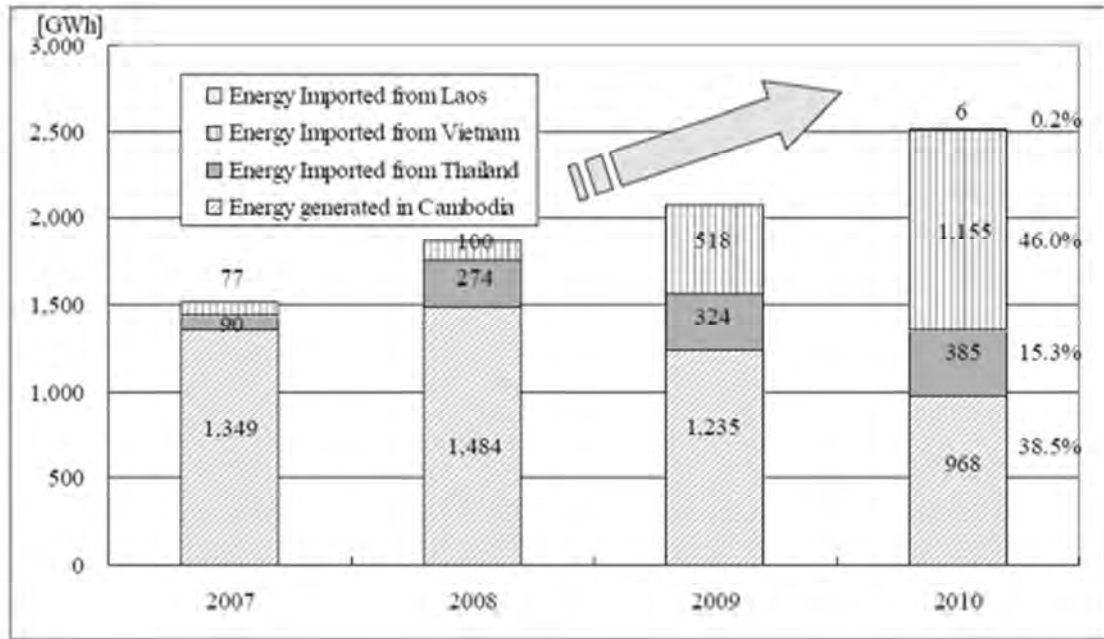


図 3 - 2 供給電力量の推移

カンボジア国内の発電電力量の発電事業者別内訳を図 3-3 に示す。2010 年には、発電電力量の 91%を独立系発電事業者（Independent Power Producer : IPP）が発電している。

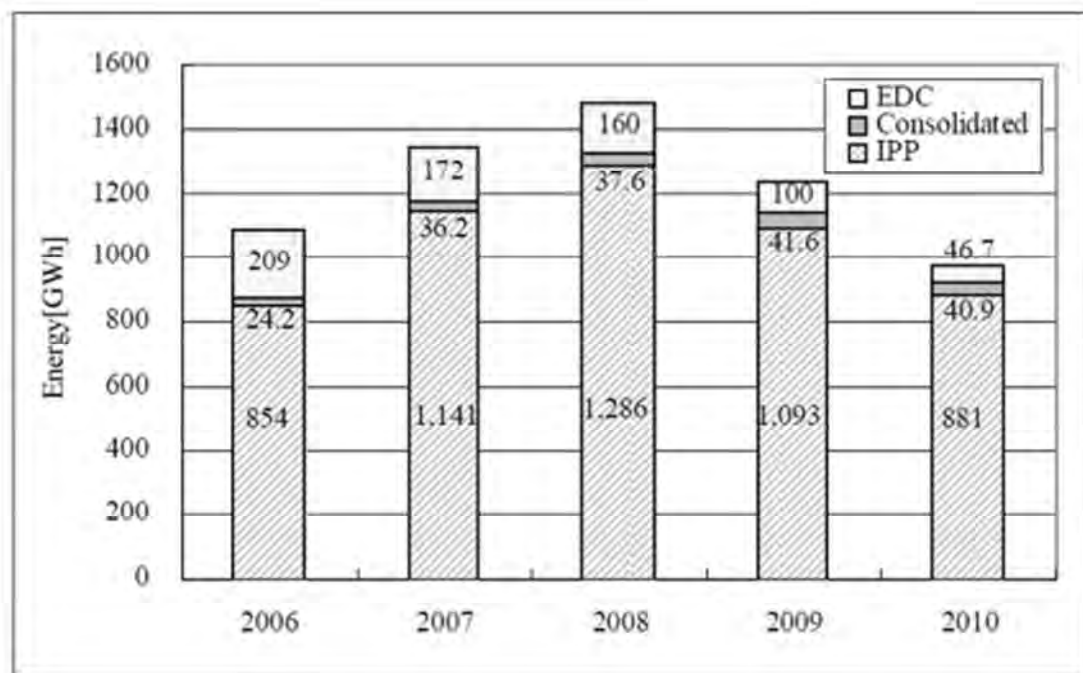


図 3 - 3 発電事業者別発電電力量

(2) 販売電力量

2003 年から 2010 年までの全国の販売電力量の推移を図 3-4 に示す。2003 年から 2010 年までの年平均増加率は 20.9%であり、経済成長に伴って急激に販売電力量が伸びている。この増加率は、第 2 位のベトナム（15%）を大きく上回り、アジアで最も高い（図 3-5）。

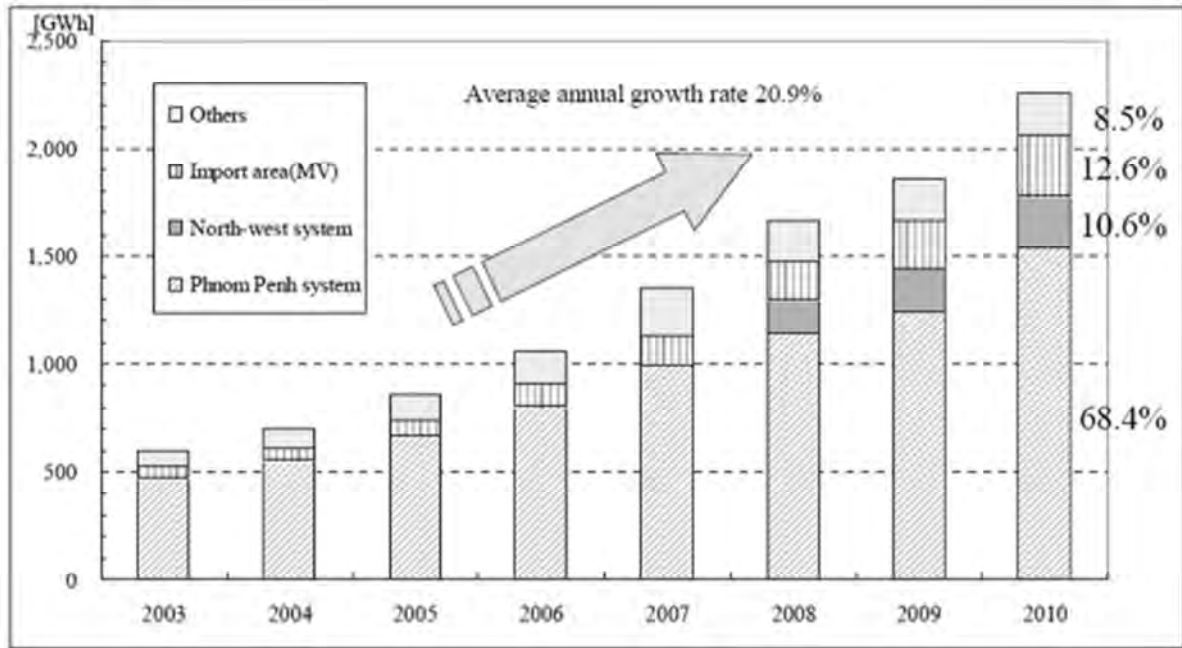


図3-4 販売電力量の推移

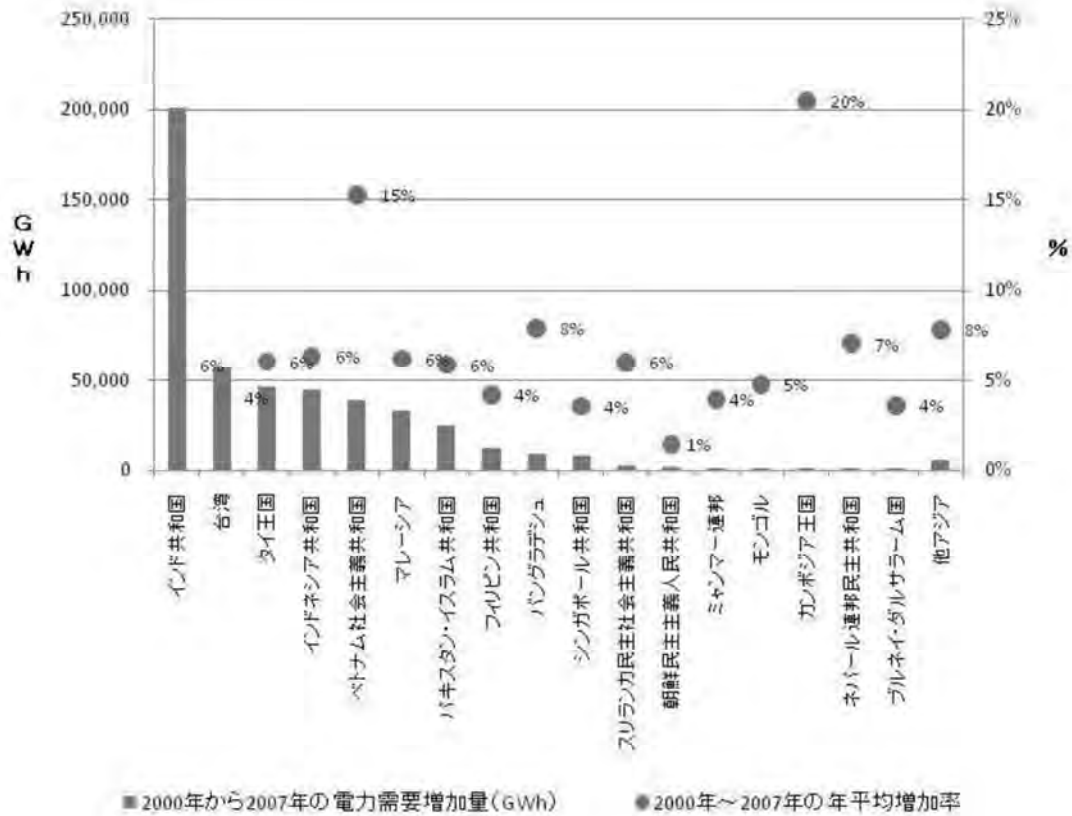


図3-5 アジア各国の近年の電力需要増加量、年平均増加率

Source : Energy Statistics of Non-OECD Countries 2008 Edition

3-1-3 電力設備

(1) 発電設備

カンボジアにおける発電種別の発電設備容量及び発電電力量を表3-1に示す。設備容量、発電電力量とも、全体の90%以上がディーゼルまたは軽油によるものであり、そのことが近隣国に比して高い電気料金の要因となっている。

表3-1 発電種別発電設備

発電種別	設備容量 (kW)		発電電力量 (GWh)	
	2009年	2010年	2009年	2010年
水力	13,350	13,330	47.425	31.734
ディーゼル 軽油	340,003	327,972	1152.650	898.730
バイオマス	5,776	5,776	6.486	5.819
石炭	13,000	13,000	28.033	32.081
合計	372,129	360,078	1234.594	968.364

IPPの2010年における発電設備と発電電力量を表3-2に示す。小規模の発電所が大部分であり、100MWを超えるような中規模・大規模の発電所はない。

表3-2 IPP 発電設備及び発電電力量

事業者名	設備設置場所	売電先	設備容量 (kW)	発電電力量 (GWh)
Cambodia Utilities Pte. Limited	C 2 Power Plant, Phnom Penh	EDC Phnom Penh	37,100	120.223
CETIC International Hydropower Development Co., Ltd	Kirirom Plateau of Koh kong Province, (Koh Kong and Kampong Speu)	EDC Phnom Penh	12,000	24.194
Khmer Electrical Power Co., Ltd	Phum Dam Nak Thom, Sangkat Steung Mean Chey (Phnom Penh)	EDC Phnom Penh	48,192	230.384
City Power Group Corporation	Phum Tror Peang Chrey, Sangkat Kar Kap, Khan Dang Kor (Phnom Penh)	EDC Phnom Penh	8,100	18.273
Colben Energy (CAMBODIA) Ltd	Land Lot No. 283, Phum Boung Salang, Sangkat Russey Keo, Phnom Penh	EDC Phnom Penh	21,400	35.795
Colben Energy (CAMBODIA) Ltd	EDC's power plant, Phum No. 3, Khum no.3, Sngkat Mita Pheap, sihanoukville	EDC Sihanoukville	14,600	51.522
SHC (Cambodia) International Pte Ltd	Rattanakiri's power plant	EDC Rattanakiri	800	4.653
(Cambodia) Electricity Private Co, Ltd	Phum Tuol Pongro, Sangkat Chom Chao, Khan Dang Kor, Phnom Penh	EDC Phnom Penh	48,192	247.286

Kampot Power Plant co., Ltd	Cement factory of Kampot cement Co., Ltd at Banteay Meas District, Kampot Province	Kampot Cement Co. Ltd (Industry)	23,160	57.939
SL Garment Processing (Cambodia) Ltd	Phum Russey, Sangkat Steungmeanchey, Khan Meanchey, Phnom Penh	EDC Phnom Penh	4,500	4.046
Han Seng Land and Property Co. Ltd	Khum Roleab, Sampouvmeas District, Pursat Province	Nareth Co. Ltd Electricity Development	2,000	6.873
S.O.K. Company Limited	Road No.1, Group 7, Phum 7, Khum khsam, Kampong Chhanang	Sovanny Electricity Development Co. Ltd	2160	5.331
Sovanna Phum Investment Co., Ltd	Khum Samrong Thom, Kean Svay District, Kandal Province	EDC Phnom Penh	13,000	32.081
Tai Seng Import Export & Construction Co. Ltd	Khum Kachanh, Banlung District, Ratnakiri Province	EDC Rattanakiri	1,200	1.705
Kratie City Power Co., Ltd	Phum O-Reusey 2, Khum O-Reusey, Kratie District, Kratie Province	Electricity of Kratie Province	1,670	5.112
GTS Power Ltd	Phum Beung Kok, Khum Beung Kok, Kampong Cham District, Kampong Cham Province	EDC Kampong Cham	7,500	31.388
Sinohydro Kamchay Hydroelectric Project Co. Ltd	Trial run of part plant	EDC Kampot		3.951

(2) 流通設備

a.送電設備

国内の115kV～230kVの送電設備を、表3-3に示す。2012年3月現在、230kV送電線では、ベトナム～タケオ及びタケオ～プノンペンの2系統、115kV送電線では、プノンペン周辺の送電系統、Kirirom1水力発電所からプノンペンへの送電系統、タイ国境からのシェムリアップ及びバタンバンへの送電線（タイからの電力輸入を行うための送電設備をBTOで実施しているカンボジアの民間企業CPTL社が所有）がある。

表3-3 送電設備

起点	終点	電圧 (kV)	距離 (km)	所有者
Vietnam Border	Takeo GS	230	50.1	EDC
Takeo GS	GS 4 Phnom Penh	230	45.9	EDC
Kirirom hydro	GS Kampong Speu	115	65.2	EDC
GS Kampong Speu	GS 1 Phnom Penh	115	46.2	EDC
KEP	GS 4 Phnom Penh	115	24.6	EDC
KEP	GS 2 Phnom Penh	115	6.6	EDC

CEP	GS 2 Phnom Penh	115	7	EDC
CEP	GS 3 Phnom Penh	115	5	EDC
GS 1 Phnom Penh	GS 3 Phnom Penh	115	11.3	EDC
GS 4 Phnom Penh	T - Connection	115	31.7	EDC
Thai Border	Industrial Estate GS	115	4	CPTL
Industrial Estate GS	Banteay Meanchey GS	115	43	CPTL
Banteay Meanchey GS	Siem Reap GS	115	85	CPTL
Banteay Meanchey GS	Battambang GS	115	53	CPTL

その他には、大規模な送電系統は存在せず、独立した配電系統により電力が供給されている。首都圏及び地方都市部においては、EDC が比較敵規模の大きい系統により電力供給を実施しており、首都圏（プノンペン）をはじめとして、シアヌークビル、シェムリアップ、コンポンチャム、バタンバン、タケオの6つの独立系統を有している。EDC の所有している。送電線は10線路である。

さらにプノンペン周辺送電系統図を図3-6に示す。

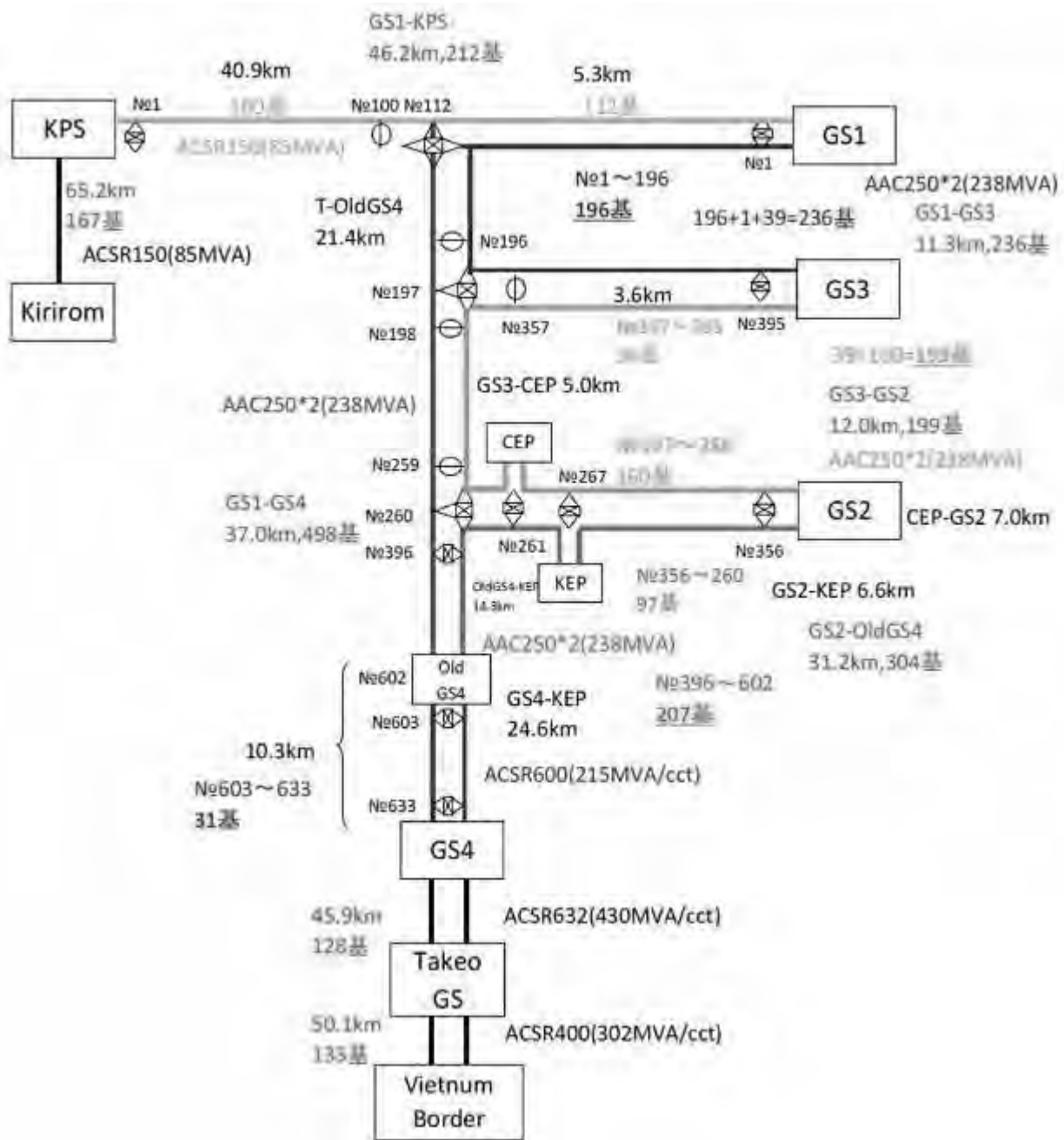


図 3-6 プノンペン送電系統図

b.変電設備

カンボジア国内の変電設備を、表 3-4 に示す。EDC の所有する変電所は 6 カ所であり、残りは CPTL 社が所有している。

表 3-4 変電設備

変電所名	変圧器		22 kV フィーダーの接続数	所有者
	kV	MVA		
GS1	115/22/15	30/30/12 (ONAN)	21	EDC
		50/50/20 (ODAF)		
	115/22	30 (ONAN)		
		50 (ODAF)		
GS2	115/22/15	30/30/12 (ONAN)	20	EDC
		50/50/20 (ODAF)		
	115/22	30 (ONAN)		
		50 (ODAF)		
GS3	115/22	30 (ONAN)	17	EDC
		50 (ODAF)		
	115/22	30 (ONAN)		
		50 (ODAF)		
GS4	230/115	200	10	EDC
	230/115	200		
	115/22	50		
	115/22	50		
Takeo	230/22	16	2	EDC
Kampong Speu	115/22	6.3	6	EDC
Banteay Meanchey	115/22	25	2	CPTL
Siem Reap	115/22	50	5	CPTL
Battambang	115/22	25	2	CPTL

c. 配電設備

EDCが所有する配電設備は、表3-5のとおりである。電圧構成は中圧22kV、低圧400/220Vに統一されることになっている。カンボジアでは、信頼度向上、ロス低減、周辺国との電圧レベルを合わせるために、現時点で90%以上が22kVとなっている。

表3-5 EDCにおける配電設備

	中圧線 (km)			低圧線 (km)		
	架空線	地中線	合計	架空線	地中線	合計
Phnom Penh、Kandal	581.13	351.51	932.64	829.92	135.95	965.87
Kampong Speu	59.21	1.73	60.94	71.45	1.73	73.18
Sihanoukville	38.91	30.21	69.12	82.36	6.87	89.23
Siem Reap	107.69	84.37	192.06	193.05	31.91	224.96
Kampong Cham	45.08	4.10	49.18	106.48		106.48
Pohneakrek	23.59		23.59	15.96		15.96
Memut	23.10		23.10	26.07		26.07
Takeo	30.65	1.11	31.76	72.29	1.86	74.35
Battambang	362.34	5.06	367.40	172.16	1.67	173.83
Banteay Meanchey	27.30	2.24	29.54	106.71	0.51	107.22
Monkulborei	15.27	0.06	15.33	33.63	0.28	33.91
Kampot	66.17	2.25	68.42	78.45	0.80	79.25
Kampong Trach	25.05		25.05	20.13		20.13
Prey Veng	54.02	0.27	54.29	42.74	0.16	42.90
Steung Treng	75.34	1.85	77.19	33.81	0.44	34.25
Svay Rieng	124.20	3.78	127.98	106.00	1.52	107.52
Bavet	11.21		11.21	20.16	0.37	20.53
Mondulkiri	27.53	0.47	28.00	32.00		32.00
Keosyma	20.00		20.00	24.00		24.00
Ratanakiri (*Part = 10 kV)	19.90*	0.35	20.25	33.40	0.35	33.75

3-2 電源開発計画

電源開発計画は、IPPによる大規模水力開発が中心であり、2017年までに、合計1,816MW（内訳：水力916MW、火力900MW）の発電所が運転を開始する計画となっている。

3-2-1 需要想定

これまでカンボジアにおいて、表3-6に示す需要想定が行われている。

表 3-6 需要想定を実施したプロジェクト

No.	実施プロジェクト名	年月	実施者
1	Strengthening Energy Planning in the Department of Energy	1996年10月	ADB
2	Power Transmission Master Plan & Rural Electrification Strategy	1998年6月	WB
3	Feasibility Study on the Sihanoukville Combined Cycle Power Development Project in the Kingdom Cambodia Progress Report	2000年8月	JICA
4	Update of Power rehabilitation 2 Project Preparation Study	2001年3月	ADB
5	Electric Power Development in Cambodia	2002年6月	Cam-Tai Electric Power Co., Ltd.
6	TA project no. 5920-reg indicative Mater Plan on Power Interconnection in GMS Countries	2003年8月	ADB
7	Rural Electrification and Transmission Project & Great Mekong Sub-region Power Project	2006年12月	WB

表 3-6 のうち、公式な需要想定として活用されているのは、2006 年に世界銀行が実施した“Rural Electrification and Transmission Project & Great Mekong Sub-region Power Project”で実施したものである。この需要想定は、EDC の供給エリアの需要想定だけでなく、REE が供給する電力需要やバッテリーによる電力消費などの需要も含んだ州単位の需要想定である。

2010 年には MIME、EAC 及び EDC がこれに、2009 年までの需要実績を加えたものをベースとして、2024 年までの州単位で需要想定を実施している。さらに、州全体の電力需要から各系統への接続率と負荷率を考慮し、主要系統における需要想定した結果が、図 3-7 である。なお、想定は、High、Base、Low の 3 ケースであり、GDP の成長率を 6、5、3% に設定したものである。最大電力は、年平均 High、Base、Low の 3 ケースの年平均伸び率は、20%、15.3%、6.7% 程度である。さらに図 3-8 に国全体の電力消費想定を示す。

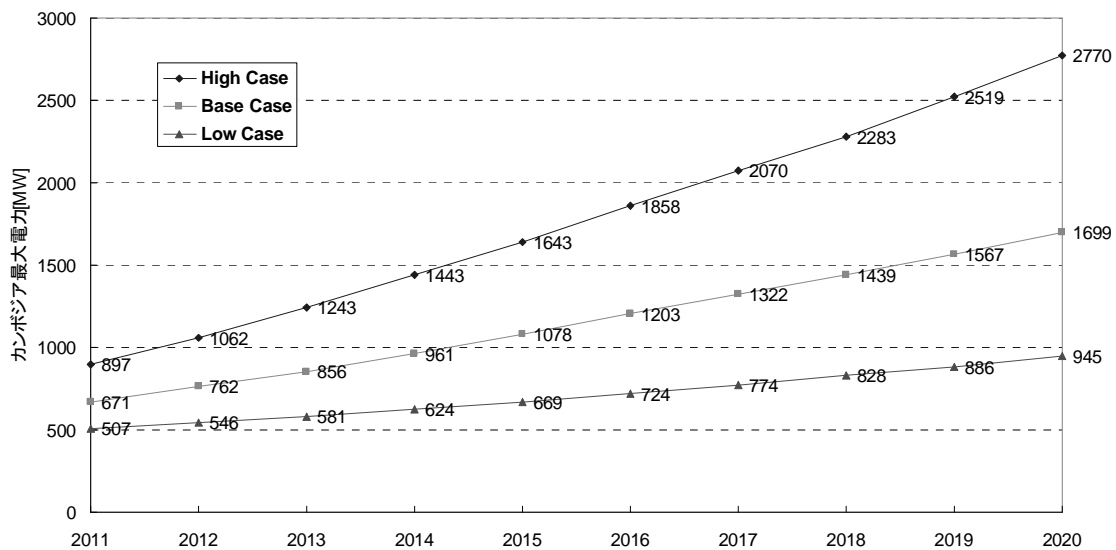


図 3-7 カンボジアの最大電力想定

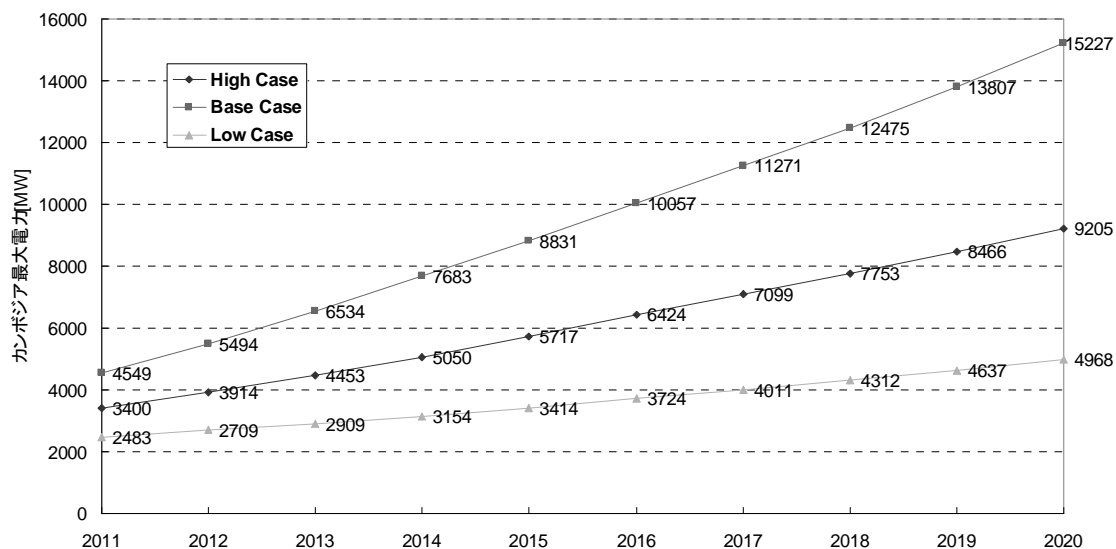


図 3-8 カンボジアの最大消費電力想定

3-2-2 電源開発計画

2012年1月時点での電源開発計画は、表3-7及び3-8のとおりである。表3-7は既に電力購入契約（Power Purchase Agreement：PPA）が締結されているプロジェクトである。これらは、工事進捗の状況がカンボジア政府に提出されており、若干の運開時期の変更がある可能性もあるが、ほぼ予定どおり運開できるものと考えられている。表3-8は、FS実施前など計画段階の発電所である。

表 3-7 数年以内の電力開発計画

プロジェクト	発電種別	設備容量 (MW)	運開時期	事業者	現況	接続する変電所	送電線電圧
1 Kamchay	水力	194.1	2012年	Sinohydro Kamchay Hydroelectric Project Co. Ltd. (China)	建設中	180MW: Kampot S/S 14.1MW: Local	180MW: 230kV 14.1MW: 22kV
2 Kirirom III	水力	18	2012年	CETIC Hydropower Development Co. Ltd. (China)	建設中	Kirirom I P/P	115kV
3 Stung Atay	水力	120	2012年	C.H.D. (Cambodia) Hydropower Development Co. Ltd. (China)	建設中	O'soam S/S	115kV
4 Stung Tatay	水力	246	2013年	Cambodian Tatay Hydropower Limited. (China)	建設中	O'soam S/S	230kV
5 Lower Stung Russei Churum	水力	338	2013年	China Huadian Lower Russei Churum Hydroelectric Project (Cambodia) Company Limited (China)	建設中	O'soam S/S	230kV
6 100 MW Coal Fired Power Plant on BOO Basin in the Preah Sihanouk Province	石炭	100	2013年	Leader Universal Holding Berhad (Malaysia)	建設中	Sihanouk Province Terminal S/S	230kV

7	270 MW Phase 1 of the 700MW Coal Fired Power Plant on BOO Basin in the Preah Sihanouk Province	石炭	270	2014年 (135MW) 2015年 (135MW)	Cambodia International Investment Development Group Co. Ltd. (China)	EDCとPPA 締結済	Preah Sihanouk Province Terminal S/S	230kV
8	100 MW Coal Fired Power Plant on BOO Basin in the Preah Sihanouk Province	石炭	100	2016年	Cambodia International Investment Development Group Co. Ltd. (China)	EDCとPPA 締結済	Sihanouk Province Terminal S/S	230kV
9	430 MW Phase 2 of the 700MW Coal Fired Power Plant on BOO Basin in the Preah Sihanouk Province	石炭	430	2017年	Cambodia International Investment Development Group Co. Ltd. (China)	F/S 実施済	Sihanouk Province Terminal S/S	230kV

表 3 - 8 調査中の電力開発計画

	プロジェクト	発電種別	設備容量	運開予定年	事業者	現況
1	Steung Sen	水力	38.0 MW	2015年	Royal Group (Cambodia)	LoP:PreF/S
2	Chhay Areng	水力	108 MW	2016年	China Southern Power Grid Co., Ltd (CSG)	LoP:PreF/S
3	Prek Laang	水力	90 MW	2016年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
4	Lower Sesan 2	水力	400.0 MW	2016年	EVNI (Vietnam)	Under negotiation
5	Prek Leang 1	水力	64.0 MW	2016年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
6	Prek Leang 2	水力	64.0 MW	2016年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
7	Lower Sesan 3	水力	375.0 MW	2017年	KTC (Korea)	-
8	Steung Pursat 1	水力	40.0 MW	2017年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
9	Steung Pursat 2	水力	17.0 MW	2017年	Guangxi Guohong (China)	LoP:PreF/S
10	Steung Battambang 1	水力	24.0 MW	2017年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
11	Steung Reussei Chrom Upper	水力	32.0 MW	2017年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
12	Sre Pok 3	水力	330.0 MW	2018年	China Huadian Corporation	-
13	Sre Pok 2	水力	235.0 MW	2018年	China Huadian Corporation	-
14	Steung Treng	水力	980.0 MW	2018年	IDICO	MOU:PreF/S-F/S
15	Sekong	水力	148.0 MW	2018年	EVNI (Vietnam)	MOU:PreF/S-F/S
16	Steung Reussei Chrom Kandal	水力	125.0 MW	2018年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S
17	Sambour	水力	2,600.0 MW	2019年	China Southern Power Grid Co., Ltd (CSG)	LoP:PreF/S
18	Steung Battambang 2	水力	36.0 MW	2019年	KTC (Korea)	LoP:PreF/S

3-2-3 流通設備計画

送電線開発は表 3-9 のとおりである。また、現在の電力系統構成と開発計画は図 3-9 のとおりである。

表 3-9 送電線開発計画

	線路名	電圧 (kV)	完成予定年	Source	現況
1	Takeo – Kampot	230	2012 年	KfW (Germany) (Grant)	完成
2	WPP – Kampong Chhnang – Pursat - Battambang	230	2012 年	Chinese Private Company (Cambodia Power Grid) (BOT)	ほぼ完成
3	NPP - Kampong Cham	230	2012 年	Malaysian Private Company (Cambodia Transmission Limited) (BOT)	建設中 (35%)
4	Stung Atay – O’ soam	115	2012 年	Chinese Private Company (Cambodia Power Grid) (BOT)	建設中
5	O’ soam - Pursat	230	2012 年	Chinese Private Company (Cambodia Power Grid) (BOT)	建設中 (70%)
6	Kampot - Sihanoukville	230	2013 年	ADB、JICA (loan)	建設中
7	Lower Russey Chrum – O’soam	230	2013 年	Chinese IPP (China Huadian)	建設中
8	Stung Treng - Kratie	115	2015 年	India (loan)	F/S 中
9	Kampong Cham-Kratie	115	2015 年	Leader (Malaysia) & LYP group (Cambodia) (BOT)	F/S 中
10	WPP - Sihanoukville	230	2016 年	Chinese Private Comapnay (CHMC) (BOT)	F/S 済
11	EPP - Neak Loeung – Svay Rieng	115	2018 年	Chinese Private Comapnay (CHMC) (BOT)	F/S 中
12	NPP - Chhay Areng – O’soam	230	2018 年	TBD	F/S 前
13	Kampong Cham – Kampong Thom – Siem Reap	230	2019 年	KTC (Korea) (BOT)	F/S 前

3-2-4 国際連系計画

表 3-9 送電線開発計画のうち、国際送電線連系線は表 3-10 のとおりであるが、いずれの送電線ともに現在融資が凍結されており、運転開始が大幅に遅滞する見込みである。

表 3-10 国際連系線開発計画

	線路名	電圧 (kV)	完成予定年	Source	現況
1	Stung Treng - Lao	230	2014 年	TBD	F/S 済
2	Kratie - Lower SeSan2 - Vietnam	230	2017 年	TBD	F/S 中

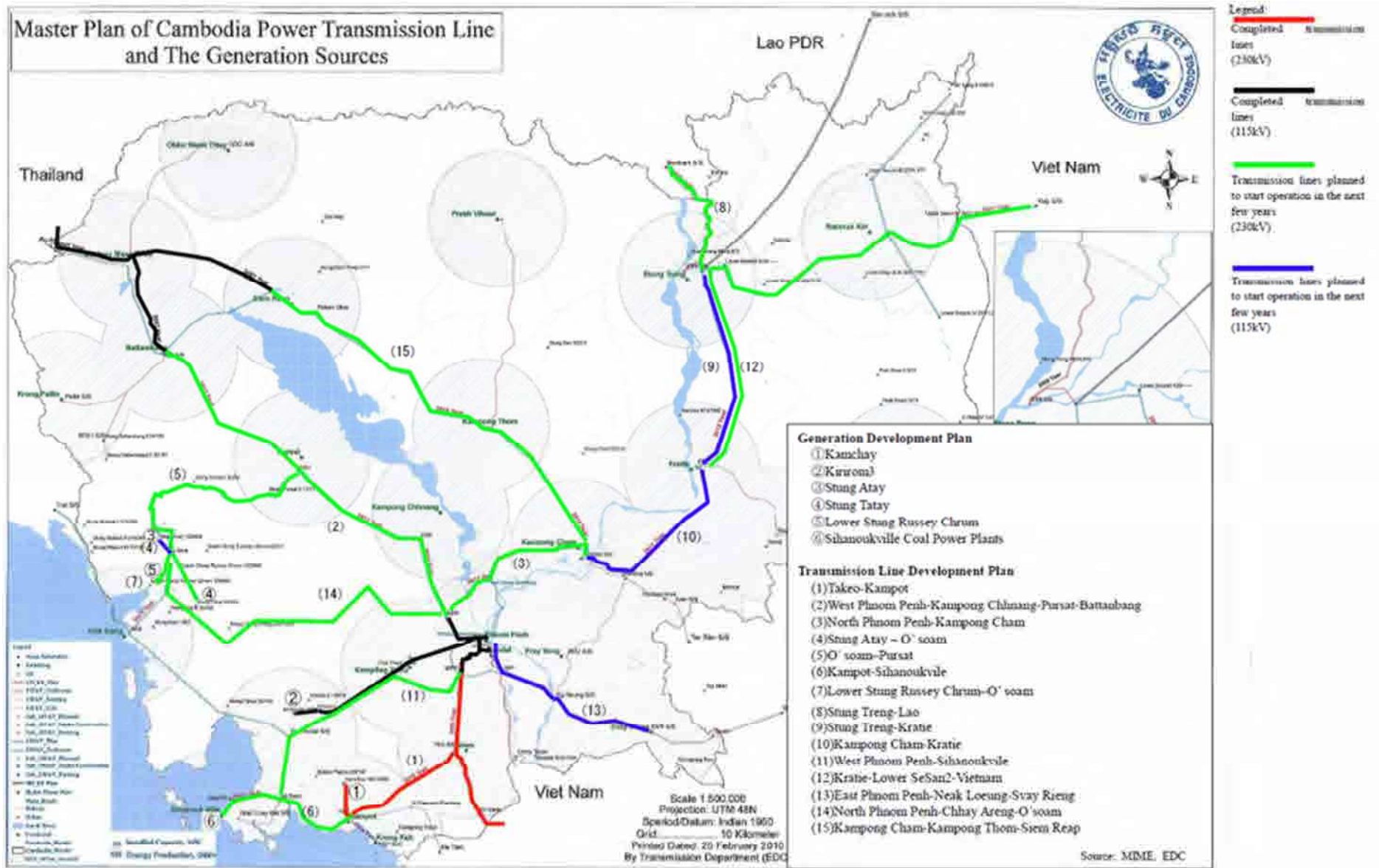


图 3-9 送電系統図と開発計画

第4章 送変電システム運用の現状と課題

4-1 EDC 送変電部の概要

EDC 送変電部は、2007 年に送配電部が送変電部と配電部に分割されて設立されたものであり、EDC が所有する 230kV 及び 115kV 送変電設備の維持管理・運転を担っている。同部は、

- ・ Transmission Unit：送電線及び変電所の維持管理・運転を担当（約 120 名）
- ・ National Control Center（NCC）：給電指令を担当（約 50 名）
- ・ Relay Protection Office：保護リレーの維持管理・整定を担当（約 20 名）

の 3 部署からなっている。

4-2 送変電設備の維持管理状況と課題

Transmission Unit は、その人員の大部分が元配電部門の技術者で構成されており、一部はベトナム電力グループ（EVN）の研修所で訓練を受け、送変電設備の維持管理技術を保持している。しかし Unit 全体で見ると、その技術は発展途上の段階であり、保守・点検作業については、JICA の有償資金協力事業「メコン地域電力ネットワーク整備事業（カンボジア成長回廊）」のソフトコンポーネントの中で、中国電力株式会社が 2009 年に提案した安全ルールに基づき、設備点検チェックシート等を活用した最低限の作業を実施している状況である。また設備維持管理に必要な機器類についても、2009 年にある程度整備されているが、これらを有効に活用できていない状況と考えられる。

そこで、Transmission Unit で送変電設備を維持管理している Transmission Section（25 名）、Substation Section（20 名）を対象に、巡視、点検、修繕、作業安全等のルールを定め、そのルールに基づき設備の維持管理ができる能力を強化する研修プログラムが必要不可欠であると考えられる。

- ・ 送電設備：①巡視、②点検、③修繕、④作業安全
- ・ 変電設備：①巡視、②点検、③修繕、④作業安全、⑤変電所機器操作

4-3 中央給電指令所の運用状況と課題

4-3-1 中央給電指令所の運用状況

(1) 中央給電指令所建設の経緯

中央給電指令所の建設は、世界銀行の「Rural Electrification and Transmission Project」（2003 年～2012 年 1 月）の中で実施された。しかし、建設工程の遅れに、世界銀行の対カンボジア融資の中断（第 5 章参照）という問題が重なった結果、中央給電指令所は、2012 年 1 月 31 日、通信ネットワーク設備の未整備により運用が出来ない状況のまま、EDC に引き渡されることとなった。

(2) 設備の整備状況

中央給電指令所には、本調査実施時点で、オンラインで電圧や電力潮流等の電気諸量データを表示する SCADA システム、電気諸量データを記録・保存処理するためのシステム、電力潮流計算等の基本的な系統計算システム、訓練用シミュレーター等、給電所に必要な基本的な機能を持つハード・ソフトは設置・導入済みである。

しかし、オンラインデータ表示のために電気諸量データを受信する通信回線・コミュニケーションシステムは、ハードのみ設置されている状態で、現在も外部との接続作業が続いている。具体的には、中央給電指令所と、系統内の7カ所の火力発電所及び4カ所の水力発電所との間を接続する通信回線・コミュニケーションシステムが未接続である。これは、各発電所の通信プロトコルと、中央給電指令所に繋がる新設通信回線の通信プロトコルとが異なり、その繋ぎこみ作業が難航しているためである。さらに、中央給電指令所の通信回線ターミナル装置（Remote Terminal Unit：RTU）については、EDCはメーカーからマニュアルを入手しておらず、運用への影響が懸念される。

また訓練用シミュレーターについても、運用には、SCADA経由で得られるオンライン電気諸量データを、シミュレーターシステムに取り込み、これを加工することにより使用することが前提となっていることから、現状では使用できない状態である。

4-3-2 中央給電指令所の運用開始に向けた課題

(1) 通信回線の接続について

現在通信回線の接続は、EDCが実施しており、同社では、2012年9月末までに作業を完了させる計画であるが、社内には通信専門の技術者はおらず、作業の監理についても技術的に十分な対応ができない可能性があり、その場合は、工事の円滑化・迅速化に向けての指導を行う外部の専門家の協力を得る必要がある。

(2) 瑕疵担保保証期間等について

中央給電指令所の建屋やSCADA等の設備については、世界銀行の事業が終了した2012年1月31日の翌日を起点として1年間の瑕疵担保保証期間が設定されている。また、通信回線・コミュニケーションシステムについては、接続が未完了の状態でもコントラクターよりEDCに引き渡されたが、EDCでは他の設備と同様の1年間の保証期間があると認識しているものの、世界銀行では現時点では保障期間は設定されていないとしていることから、今回、調査団はその確認をEDC側に促した。また、1年間の瑕疵担保保証期間後のメンテナンスについては、メーカーから5年間のメンテナンス契約のオファーがあり、EDC内で検討中である。

(3) 訓練用シミュレーターの活用

現在、EDCでは、停電事故復旧操作は、主にOJTで口頭での技能伝達が行われているが、中央給電指令所に設置された訓練用シミュレーターを利用すれば、事故後の迅速な系統復旧操作等、系統操作の当事者である“Dispatchers”(3交替勤務者)の実践的な技能向上の研修が可能となる。しかし訓練用シミュレーターを活用した訓練を実施するためには、トレーナーの育成、シミュレーター訓練の評価体制の整備、評価結果の実務への確実な落としこみ等、要員・制度について、体系的な整備・構築が必要である。

現状、EDCでは、通信設備の接続を完了させ中央給電指令所の運用を開始することを最優先課題としているため、訓練用シミュレーターについては、一部職員がメーカーで研修を受講したのみで、その使用に向けた準備は行っておらず、SCADAシステムからシミュレーターシステムへのデータ送出回線はブロックされたままの状態である。

なおメーカーでの研修時には、トレーナー画面のみを使用し、シミュレーターを使った訓練の“訓練フロー”についてのデモンストレーションを行った模様である。そのため EDC 側では、シミュレーター訓練を、そのデモンストレーションと同等のもの（画面上で、受講者がひとりで学習する）と認識しており、シミュレーターの機能を正しく認識していないようであった（今回調査時に、口頭で、シミュレーターを使った訓練の概略を説明したところ、大まかな概念は掴めた模様）。EDC 側では、今後、訓練システムの使い方、訓練の進め方等について、調査・修得を進めていくとのことであった。

(4) 中央給電指令所の組織体制と業務内容についての構想

EDC では、中央給電指令所の内部に以下の 4 つの部署の設置を検討している。

1) 短期運用計画担当

現状、発電計画等（設備計画も含む）を策定する計画部門と系統の運用部門との業務上の連携がうまくいっておらず、同社では、中央給電指令所の運用開始に合わせて、短期運用計画課を設置してこれを是正したいと考えている。主な業務内容は次のとおり。

- ・ 発電運用計画
- ・ 発電機と流通設備の予定停止計画調整
- ・ 電力系統の解析（Time-domain Dynamic Computation 等を含む）

2) 給電指令業務担当（1 日 3 交替）

3) SCADA とコミュニケーションシステム（通信システム）担当

4) 中央給電指令所の機能維持、メンテナンス担当

(5) ルール、マニュアル等の整備

カンボジア電力庁（EAC）が制定した系統運用規則（Grid Code）は、一部記述が簡潔に過ぎると思われる部分があるものの、電気の安定供給に資する“Code”という意味では、一定程度技術的に説得力のあるものとなっている。しかし、事業者である EDC では、それをブレイクダウンして定めるルールやマニュアル類は整備しておらず、実際の系統運用は、人の経験と感覚に頼る業務の進め方となっている。

このような実態については、EDC 側も問題として認識しており、ルール制定、マニュアル整備、研修実施等が必要と考えている。以下に、EDC が必要と考えている整備事項を列挙する。

1) 中央給電指令所における電力設備の予定停止計画調整業務のルール整備

今後の基幹電力系統設備のメンテナンス時の設備停止や、設備の新增設工事に伴う設備停止の増加を意識した整備事項である。現状、電力設備の予定停止に備えた事前検討が不十分で、予定停止を可能とするために、必要以上に計画停電を実施している状況にあり、このような状況を変えるための整備事項でもある。

2) より正確な需要想定の方法

今後、電力需要が増大し、全国規模での基幹電力系統の連系が進んでいくと、電力の需給バランス確保、適切な発電余力の確保のために、より精度の高い需要想定が必要となってくる。

3) 日々の発電機の運転における、より経済的な出力配分の方法

電力需要の増大に呼応して、今後、大容量の石炭火力発電所や貯水池式水力発電所の建設が進んでくると、電力の安定供給のために発電力を確保することを大前提として、水系の効率的・経済的運用も含めた、よりきめ細かい経済的な発電機の運転方法・出力配分等を検討しておく必要がある。水系運用については、降雨量、河川流量等の統計的処理が必要である。

4) 周波数調整、電圧調整の方法

現時点では、プノンペン基幹系統の規模に比べて、連系するベトナムの系統の規模が圧倒的に大きいため、系統の周波数調整、電圧調整はベトナム側に依存している。しかし、今後カンボジア国内の電力需要の増大、全国規模での基幹電力系統の連系が進むと、カンボジア側でもベトナム系統と協調して、周波数調整、電圧調整を実施する必要がある

5) ベトナムの系統への連系線が事故等で遮断された際の対応手法

ベトナムへの連系線が事故等で遮断された際には、カンボジア側のみで系統の運転を継続する必要がある。しかし、現状では、その手法について、系統特性定数の意味合い等も含めた基礎的な考え方の整理がなされておらず、また事故等で周波数が下がった時には、周波数を回復するために周波数低下リレー（Under Frequency Relay : UFR）が動作するが、現状の UFR 整定では、過剰な量の負荷が遮断されてしまうという問題があり、それらに対処する必要がある。

6) リレー故障時の対応、リレー整定変更の方法

研修センターでの研修で使用しているリレーは、現状のリレーシステムに合致していない古いタイプであり、さらに事故時の故障電流を計算するソフトがないため、整定変更に必要な事故電流さえも把握できていないのが現状である。

4-3-3 中央給電指令所の運用開始後の中長期的課題

EDC では、基幹系統の拡大に伴い、中央給電指令所のほかに、将来的には、地域給電所、エリア給電所を複数設置する計画であり、①各給電所の管轄エリア（コントロールエリア）分担の考え方、②各給電所、各発電所、各変電所等を結ぶコミュニケーションネットワーク構築の考え方を中長期的な課題としている。

なお、これについて、本詳細計画策定中に調査団に対し助言を求められたことから、系統運用部門（中央給電指令所に係る部門）と、発電計画等の計画部門との間の人事交流を促進し、日々の運用に預かる運用部門と計画部門との間で、業務知識・ノウハウの共有を図ることが、業務の効率化・円滑化、要員の士気向上につながり、自律的・自立的に働く要員の育成、職場の活性化に大いに役立つとの助言を行った。

4-4 保護リレーの維持管理・整定の現状と課題

Relay Protection Office については、今後、保護リレーについて、設備やリレー自体の経年化が進んでくると、リレー故障・不具合時に、隣接するリレーで故障したリレーの保護区間を補完保護するための整定変更が必要になる等、迅速な対応が要求される。従って、Relay Protection Office は、最新式デジタル保護リレーを含めた維持管理・制定を適切に行えるような能力向上が必要で

ある。なお将来的にこの業務は、中央給電指令所に対応できる仕組みになるように整備することが有効と考えられる。

4-5 技術職員育成の現状と課題

4-5-1 EDC Institute of Electrical Science (EDC 電力大学) の組織体制

EDC では、職員の育成はこれまで EDC Training Center (EDC 研修センター) が担当してきたが、同センターは社内教育コースに加え、学士号を授与できるコースを開設することとなり、EDC 電力大学と名称を変更のうえ、組織改編を実施中である。学士号が授与されるコースは、修業年限が5年間で、カリキュラムについては、2012 年末までにセンターの講師により策定される予定である。

調査時点で、EDC 電力大学には 62 名のスタッフが勤務しており、そのうち 25 名が研修講師である。なお、大学となった後も、経営主体は EDC のままで、組織的にも同社の一部門であることには変更がない。

4-5-2 送変電部門カリキュラム

EDC 電力大学では、送変電部門の職員向けに、2012 年より下記 4 種類の送電、変電設備維持管理に関するカリキュラムを開講している。しかし、いずれも理論の講義のみで実技研修はなく、発展途上段階である。

Basic Knowledge on Transmission Line

Safety Work on Transmission Line

Operation and Maintenance of Transmission Line

Operation and Maintenance of Substation

現在、送電、変電分野で各 3 名の講師がおり、彼らは EVN 研修所にて、保守・点検の研修を受講し、一連の保守・点検作業が可能である。そこで、電力大学では、実技を含めた研修カリキュラムの見直しを計画している。

4-5-3 送変電設備保守・点検用工具及び訓練用設備

EDC 電力大学には、フランス電力会社 (EDF) が提供したヘルメット、安全带、接地棒等が整備されているが、送変電設備の保守・点検を行っていくうえで必要な工具・機器類は十分に整備されていない。



EDF 提供の工具・機器類

また敷地内には、送電部が建設した実物大の 230kV 訓練用鉄塔（鉄塔高：約 50m）が 3 基あるが、構造上電線には張力がかけられていないことから、電線への乗出し等の訓練は出来ず、鉄塔昇降の訓練しか行っていない状況であり、EDC 電力大学では昇塔、がいし交換、電線接続等の実技研修ができる訓練用小型鉄塔の設置を強く望んでいる。

変電所訓練用設備としては、訓練用断路器のみが設置されている。しかし、現実には変圧器、避雷器、遮断器、断路器等の変電機器一式に対する訓練が必要なことから、講師、研修生が工事、点検等で停止している変電所に直接出向き、その設備を活用した訓練を実施するのが有効であると考えられる。



230kV 訓練用鉄塔



訓練用断路器

4-5-4 保護リレーカリキュラム

現在は、保護リレーのセッティングに関して、トピックスに応じて、2 日～3 週間の研修を実施している。講師は、メーカー出身者から 2 年間直接指導を受け、リレーに関する知識が豊富な者が 4 名いる（2 名は送電部と兼務、2 名は研修センター専属）。

研修では、EDF が提供した距離リレー（送電線主保護）、過電圧リレー、過電流リレー、差

動継電器（Differential リレー：変圧器保護）を用いた実習を行っているが、これらは古いタイプの静止型のリレーである。しかし、EDC 実系統の変電所では、最新のデジタル型リレーが設置されているので、実習でのセッティングは、全く参考にならないとのことであった。また。この実習用リレーには、事故直後に当該設備の両端の遮断器を開き、事故区間を“除去”する機能までは装備しているが、再閉路リレー機能（“除去”後再び、両端の遮断器を投入する機能）がなく、さらに最も重要な距離リレーは現在故障中であり、修理のめどが立っていない。



実習用静止型リレー

一方で、EDC 送変電部では、職員のリレー技術の向上の重要性を強く認識していることから、保護リレー研修プログラムの充実、実習用最新保護リレーシステムの設置等が有効と考えられる。

第5章 国際機関、他ドナーの協力状況

5-1 世界銀行の協力

5-1-1 「Rural Electrification and Transmission Project」

世界銀行によるカンボジアの電力セクターに対する協力として、「Rural Electrification and Transmission Project」(2003年～2012年1月)がある。同プロジェクトは、地方電化支援と送電網整備支援の2つのコンポーネントからなり、前者では配電網の拡充による電化(対象地域: Sihanoukville, Battambang, Kampot, Kampong Speu)と「地方電化機関(REF: Rural Electrification Fund)を通じたオフグリッド電化の促進(対象地域: Kampong Thom, Kampong Speu, Pursat, Preah Vihear, Siem Reap, Mondul Kiri, Ratana Kiri)を実施し、後者ではベトナムとの連系線を含む南部地域の送電網の建設(ADBとの協調融資)を実施した。なお、同プロジェクト実施中の2011年8月、世界銀行は同行の支援で実施されたプノンペンの土地管理登記システムを用いて実施された民間企業によるプノンペン市内の土地開発事業が、同行の環境社会配慮ガイドラインに沿って実施されていないとして、カンボジアに対する新規プロジェクトを凍結し、現在新たなプロジェクトの実施は予定されていない。

5-1-2 中央給電指令所建設への支援

世界銀行は、上述の送電網整備支援の一部として、EDCの中央給電指令所の建設支援事業を実施した。同事業では、カナダのSNC LAVALIN社(後に、米国General Electric社が買収)がコントラクターとなり、中央給電指令所の建屋建設及びSCADAシステム等の設置に加え、SCADAシステム利用に係る人材育成支援が実施された。人材育成支援については、GE社が、EDCの職員8名をカナダに招へいし、7～8カ月間にわたり、発送配電分野のSCADA Data Processingとプノンペン電力系統に適合したシステムのConfiguration等についての研修を行った。なお、研修に参加した8名のうち、本調査時点でEDCに在職していたのは5名のみであった。

また、本事業は中央給電指令所の建設地点決定の遅れなどにより、当初の計画より完工が遅れていたが、世界銀行が2012年1月31日を最終期限に設定したため、EDCが実施していた通信設備の接続が完了しないまま、事業は終了した。世界銀行では、中央給電指令所が、通信設備の接続の未了により、調査時点においても運用が開始されていないことを重要な問題として認識しているが、新規プロジェクトが凍結されている現状から、フォローアップ協力の計画はなく、SCADAシステムの維持・管理については、EDC自身がその重要性を認識し進めていくべきだとしている。

5-2 アジア開発銀行の協力

アジア開発銀行(ADB)はこれまで、「Greater Mekong Subregion Transmission Project」(2003年～2008年)や「Second Power Transmission and Distribution Project」(2006年～2013年予定)を通して、カンボジア電力セクターへの支援を実施してきた。調査時点で計画中のものとして、「Rural Electrification Project」がある。これは、西部及び南東部(Kampot, Siem Reap, Kandal and Takeo)での配電網の拡張による地方電化事業である。実施期間は2013～2018年(5年間)を予定しており、2013年以降に、EDCに対する財務、経営面の人材育成を予定しているが、具体的な内容は検討中である。

第6章 プロジェクトの概要

6-1 プロジェクト名

本プロジェクトは、「電力セクター育成技術協力プロジェクト（フェーズ 2）」（Capacity and Institutional Building of the Electric Power Sector（Phase2））という名称で採択されていたが、名称に具体的な協力内容を反映させ、「送変電システム運営能力強化プロジェクト」（Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance）とすることとした。

6-2 プロジェクトの目的

EDC の送変電事業の運営能力の向上により、「プノンペン送変電連系系統内で電力が安定的に供給される」ことをプロジェクト目標とした。

6-3 期待される効果

本プロジェクトの期待される効果は次の2点とした。

- ・成果 1. プノンペン送変電連系系統内における EDC の送変電設備の運用・維持管理能力が向上する
- ・成果 2. EDC の計画・スケジューリングから日々の実運用に至るまでの新たな系統運用業務の実施基盤が整備される

6-4 活動内容

成果 1 のための活動は、以下のとおり。

- (1) 送変電設備の維持管理の現状についてレビューと分析を実施する
- (2) 設備の巡視、点検作業のルールの作成及びルールを周知するためのセミナーを開催する
- (3) 作業用機器、研修教材を整備する
- (4) ルールの実践に関するトレーナー研修及びトレーナーによる職員への研修を実施する

成果 2 のための活動は、以下のとおり

- (1) 現行の系統運用業務とそれに関連する運用計画策定業務のレビューと分析を実施する
- (2) 新たな系統運用業務の枠組の策定とそれにかかわるマニュアルを作成する
- (3) 作成したマニュアルに基づく研修教材の作成及び新たな業務内容を周知するためのセミナーを開催する
- (4) 系統運用に関するトレーナー研修の実施及びトレーナーによる職員への研修を実施する

6-5 ターゲットグループの選定

成果 1 については、EDC 送変電部の職員及び EDC 電力大学の送変電分野の研修講師を対象とする。

成果 2 については、EDC 送変電部、配電部、発電部、EDC 電力大学の送変電分野の研修講師を対象とする。

6-6 留意点

(1) NCC の稼働について

EDC は、2012 年 9 月末をめどとして、NCC の稼働に必要な、NCC と各発電所・変電所を接続する通信網の整備などを、機器やソフトウェアの製造メーカーと調整のうえ、実施中である。NCC が稼働した場合、本プロジェクトでは、そこで得られるデータや、NCC に設置されているシミュレーターを活用して、より実践的な活動を実施することを合意した。

(2) 供与機材の適切な管理

M/D の中で供与機材の候補リストについて合意しており、具体的な選定は、事業開始後に JICA と EDC の協議により実施する。また、供与機材、特に電力大学 (Institute of Electrical Science) に供与される機材についても、EDC がその適切な管理に責任を持つことで合意した。

(3) カウンターパート研修

カウンターパート研修はフェーズ 1 の終了時評価結果に基づき近隣国 (タイを想定) における実施を想定。カウンターパート研修に参加する EDC 職員の人選については、プロジェクト開始後に JICA と EDC の協議により実施することで合意した。

(4) 専門家執務スペース

専門家の執務スペースの設置場所については、今後 JICA と EDC で協議して決定することで合意した。

第7章 プロジェクトの評価

7-1 妥当性

(1) 優先度

■カンボジア政府の政策

包括的な国家開発の枠組みを策定した通称「第2次四辺形戦略」に基づいて「国家戦略開発計画 2009-2013 (National Strategic Development Plan Update 2009-2013)」が2010年に策定されており、電力セクターにおいては、1)供給力の向上、2)低廉な電気料金、3)制度体系と管理能力の強化の3つに重点を置くことが明示されている。さらにカンボジア全土で送電網を整備し、都市部、州、村落部すべての電力需要に応えることや、EAC、EDC、関連省庁の能力強化と機構改革を行って経営効率を向上し、供給電力の品質を改善することを掲げている。本プロジェクトではEDCの送電部門の維持管理能力の向上と系統運用の業務基盤の確立を支援することによって、プノンペン送変電連系系統内の電力安定を実現することをめざしており、カンボジア政府の政策と整合性がある。

■わが国の援助方針

わが国の「対カンボジア国別援助計画」の中で、電力セクターの整備は「社会経済開発のための基盤整備」の重要な課題として取り上げられている。その援助方針としてインフラ整備の面で首都と地方との格差を埋め、中長期的かつ全国的な視点で政策立案、技術・技能者育成のための技術協力、資金協力に取り組むことを掲げており、本プロジェクトはその方針に則っている。わが国の電力セクターの支援は、有償資金協力による「メコン地域電力ネットワーク整備事業(カンボジア成長回廊)」でシハヌークビルーカンポット間の送電線の整備等が進められており、本プロジェクトも対カンボジアの電力セクター支援プログラムのひとつとして位置づけられる。また本事業によって送変電設備や系統運用に関するEDCの能力が強化されれば、上記の円借款事業によって建設された送電線が適切に維持管理されると期待される。

(2) 必要性

■対象機関のニーズ

EDCは前述の「メコン地域電力ネットワーク整備事業」による送電線建設を始め、2009年に首都プノンペンに電力を供給するプノンペン系統をベトナムの系統と連系させた。新規のIPP発電所からの電力を供給するための送電線を建設するなど、国内の基幹送電網の整備を推進している。基幹送電系統の主要部分はEDCが維持管理の責任を負っており、現在建設中のシハヌークビルーカンポット送電線(亘長82km)や2013年に運転開始予定のオサマン変電所は、運転開始後にEDCへ維持管理部分が移管されることになる。一方EDCの送変電部は2008年に新設されたが、メンテナンスや修理に熟知した人材の育成が依然として必要である。さらにEDCでは送変電設備に関する維持管理のルールが整備されておらず、送変電設備の巡視や点検ルールの整備が急務である。2012年1月には世界銀行の支援によってプノンペン市内に中央給電指令所(NCC)が建設され、現在は運転開始の準備が進められているが、給電運用に関するルールの整備と運転者の育成が喫緊の課題となっている。

■ 対象地域のニーズ

プノンペン地域の需要家 1 軒当たりの日平均停電時間は、2008 年度の 33.8 分から 2010 年度には 6.9 分と大幅に改善されているが、改善された要因はベトナムからの電力輸入の開始により電力不足による停電時間が改善されたためである。送変電設備の不具合に起因する停電時間は 3.7 分から 4.4 分へと悪化しており、送変電設備の維持管理能力を向上させることによって、安定した電力供給を行える体制を整備する必要がある。

(3) 手段としての妥当性

プノンペン送変電連系系統内での電力供給の安定は EDC の大きな課題である。このためには多くの取り組みが必要だが、近年はプノンペン系統をベトナムの系統と連系させるなど、電力需要に応えるために国内の基幹送電網の整備が推進され、電力供給の安定に取り組んでいる。他系統との連系は今後も進められる予定であり、送変電設備を適切に維持管理していく必要性が高い。また系統間の連系が進められた場合、電力供給の指令系統が統一され、適切に系統運用業務が遂行される必要がある。したがって、本プロジェクトは、対象地域における電力安定のために適切なアプローチをとっているといえる。

カンボジアでは電力需要の大きいプノンペン市で安定した電力供給を行うことが課題であるが、本プロジェクトではプノンペン系統内地域を対象としており、カンボジア電力セクターが抱える課題に対応している。また電力需要が大きい同地域をプロジェクトの対象地域としたことは適切だったといえる。

これまでのカンボジアへの支援については、各国のドナーが様々な援助を行ってきた。近年では ADB、中国等がグリッドの拡張によって地方電化を援助しているほか、世界銀行と ADB の協調融資によって地方電化の促進と NCC の建設が実施された。本プロジェクトでは、送変電設備の維持管理能力の向上と系統運用業務の基盤の強化を行うため、これを実施することによって他ドナーの支援内容との相乗効果をカンボジアの電力セクターにもたらすといえる。

7-2 有効性

本プロジェクトは以下の理由から有効性が認められる。

(1) プロジェクト目標の内容とアウトプットとの関係

プロジェクト目標は「プノンペン送変電連系系統内で電力が安定的に供給される」と設定した。これを達成するために、(1)2008 年に新設された送変電部門による関連設備の維持管理能力の向上、(2)系統運用業務の基盤整備の 2 つのアプローチを取ることとした。送変電設備の巡視・点検の実施を徹底し、設備の維持管理が適切に実施されれば事故が未然に防げ、事故による停電の低減につながる。系統運用の業務実施体制¹が整備され、発電計画部門と日々の電力供給に預かる系統運用部門とが部門横断的な関係を強化して、計画と運用の一体化・効率化を進めれば、計画停電実施時間・頻度の減少、経済性を考慮した適切な需給バランス確保等をめざした動きにつながり、電力供給の安定性が増す。したがって、これらのアプローチはプロジェクト目標を達成するために有効な手段である。

¹ 具体的には設備新增設・保全のための既存設備の停止計画調整ルールとその実施体制の整備等を指す。

プロジェクト目標の指標は、(1)プノンペン送変電連系系統内で、送変電設備における大きな事故²やトラブルが発生しない、(2)プノンペン送変電連系系統内で、停電時間、停電回数が減少する、と設定した。ただし停電時間や停電回数は、電力需給等の要因も含まれるケースもあるので、事故原因や他の要素をレビューし専門家が総合的に判定することとなる。

(2) 外部条件

プロジェクト目標の達成に必要な外部条件を「EDC が設備の維持管理や研修実施に適切に予算を配分する」と設定した。プノンペン連系系統内の送変電設備は比較的新しい設備が多いが、適切な維持管理を実施するためにはある程度の予算が維持管理に割りあてられる必要がある。これまで EDC の職員研修は EDC のトレーニングセンターが実施してきたが、2012 年に EDC Institute of Electrical Science という大学に改編された。EDC へのヒアリングによれば、大学となっても EDC の 1 組織であり、予算は EDC から配分されるとのことである。大学となった後もこれまでどおり、EDC から職員研修のための予算が適切に配分されるようにモニタリングする必要がある。

7-3 効率性

本プロジェクトは以下の理由から効率的な実施が見込める。

(1) 活動面の効率性

本プロジェクトではルール整備や研修教材作成をカウンターパートと JICA 専門家が共同で遂行し、まずカウンターパートをトレーナーとして育成する。プロジェクト期間の後半には、育成されたトレーナーが関連部署の職員を対象として内部セミナーや OJT を実施する予定である。トレーナー育成期間と、一般職員向けの OJT を実施するための期間はバランスよく確保しており、無理のない計画となっている。

JICA では MIME、EAC、EDC を対象として「カンボジア国電力セクター育成技術協力プロジェクト（2004 年～2007 年）」を実施した。EDC は JICA の技術協カスキームの経験を有するため、スムーズにプロジェクトを開始でき、その後の活動も円滑に進むと考えられる。

プロジェクトの活動にはいくつかのクリティカル・パス、つまりひとつの活動が終了しないと次の活動に移行できないポイントがいくつかあるため、活動が遅れないようその進捗を管理する必要がある。維持管理や系統運用に関するルール・枠組の作成、訓練機器の調達、研修教材の作成等が特にモニタリングする必要がある活動である。

(2) 外部条件

本プロジェクトの効率性を確保する条件として、1)研修を受けた EDC 職員が送変電部から異動しない、2)自然災害などで送変電設備に大規模な損害が発生しない、の 2 項目を設定した。これら 2 つの項目は成果（アウトプット）達成のための重要な項目であるため、プロジェクト活動中もモニタリングをする必要がある。

² 変電機器の火災、電線の断線など

7-4 インパクト

(1) 上位目標達成の見込み

本プロジェクトの上位目標は「プノンペン連系系統内で電力が安定的に供給される」と設定した。上位目標の達成度を測る指標には、電力セクターで運用・効果指標として通常活用される「需要家1軒当たりの年間停電時間と停電回数」の指標を活用する。本プロジェクトの実施によって、送変電部設備に起因する大きな事故が発生せず、適切な系統運用が実施されればプノンペン連系系統内での電力の安定供給に貢献するといえる。ただし、上位目標達成のためには、1)プノンペン連系系統内の発電所から計画どおりに電力が供給されること、2) 周辺諸国から電力が安定的に輸入されること、3)プノンペン連携系統内の配電部門が適切に設備の維持管理を行うことも必要不可欠な要素であり、これらの条件が満たされる必要がある。

(2) 波及効果

EDC では現在基幹送電線網の整備を進めており、将来は国内の送電網がつながる予定である。本プロジェクトでは、プノンペン変電連系系統内の送変電設備の維持管理向上と系統運用の基盤確立を対象としているが、国内の基幹送電網が整備された場合は、本プロジェクトで強化された能力を活用して、国内の全系統の基幹送電網と変電所設備の維持管理、系統運用の業務を実施していくことになる。この点で波及効果が期待できるといえる。

(3) ネガティブなインパクト

本プロジェクトは設備の維持管理の能力向上と系統運用の業務基盤の体制整備を実施するため、関連する活動によってネガティブなインパクトが発生する可能性は低いと考えられる。

7-5 持続性

(1) 政策・制度面

前述のとおり、国家戦略開発計画（2009-2013）では電力セクターの人材育成は重要項目のひとつとして掲げられている。これまで電力セクター関連の政策が変更されるような要素はみあたらず、今後も本プロジェクトはカンボジアの電力セクターの政策との整合性を保てるといえる。

(2) 財政面・組織面

EDC の送変電部は2008年に設立されたが、NCCの新設に伴い現在も人員体制を整備しているところである。送変電設備の維持管理を担当する課である Transmission System Unit では、本件調査時点では大きな人事異動はなく、課の人員も昨年より微増している。設立されたばかりの中央給電指令所ユニット（National Control Center Unit）は、現在組織体制を検討しているところであり、まだ検討中の要素が多いが、送電部では関連部署から NCC を適切に運営できる人材を確保したいと考えている。NCC ユニットでは、NCC の詳細な役割や機能が明確に定義された後に人員体制も確立すると考えられるので、プロジェクト開始後、NCC の人員体制について再確認する必要がある。

財政面に関しては、EDC では過去 5 年経常黒字を出しているため、送変電設備の維持管理や職員の研修予算はある程度確保されると考えられる。

(3) 技術面

本プロジェクトではプロジェクト期間の前半で送変電の維持管理と系統運用に関するキーパーソンをトレーナーとして育成するアプローチを取っているため、プロジェクト期間終了後も育成されたトレーナーが EDC の職員に対して研修や OJT を実施し、EDC 職員の技術レベルを向上していけると期待される。またプロジェクトでは EDC Institute of Electrical Science の講師もカウンターパートに配置し、対象分野の講師の能力強化を行うだけでなく、プロジェクトで検討した研修プロジェクトを EDC Institute の短期研修コースとするため、プロジェクト終了後も Institute の正規プログラムとして継続されることになる。したがって技術面の持続性は確保されるといえる。

付 属 資 料

1. 事業事前評価表
2. 詳細計画策定調査協議議事録 (M/M)
3. 合意文書 (MOU)

1. 事業事前評価表

国際協力機構 産業開発・公共政策部 資源・エネルギーグループ
資源・エネルギー第一課

1. 案件名

国名：カンボジア王国

案件名：送変電システム運営能力強化プロジェクト

Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における電力セクターの現状と課題

カンボジアは、経済成長に伴い、電力需要が 2003 年～2010 年の間に最大電力・発電電力量ともに年平均 20%以上の高い伸びを示し、これに対応するため安定的な電力の供給体制の構築が課題となっている。このうち、発電事業については、主として独立系発電事業者 (IPP) が担い、系統運用を含む送配電事業については、電力関係機関の中核を占めるカンボジア電力公社 (EDC) が担っている。

現在 EDC は、日本をはじめとする海外ドナーの協力により、特に首都プノンペンを中心とする南部地域で、高圧送電網の整備を推進しており、2009 年にはベトナムからの輸入電力を同地域に供給する送電線を建設し、現在は、新規に完成する IPP の発電所からの電力を同地域に供給する送電線等を建設中である。さらに 2012 年 1 月には、SCADA システム¹が導入された中央給電指令所が建設されたことから、電力システムを適切にコントロールし経済的かつ高品質な電力供給を行う系統運用業務²を実施するためのインフラも整備されている。

一方、JICA が実施した「カンボジア国電力セクター基礎情報収集・確認調査」(2012 年 3 月)によると、EDC には、これら新規に整備された設備の運用、維持・管理に関する能力・経験を有する職員が不足しており、電力の安定供給を行ううえでの大きな懸念材料となっていることから、送変電分野に携わる EDC 職員の人材育成に焦点をあてた取り組みを進める必要性が指摘されている。

(2) 当該国における電力セクターの開発政策と本事業の位置づけ

カンボジアでは、包括的な国家開発の枠組みを策定した第 2 次四辺形戦略に基づいて「国家戦略開発計画 2009-2013 (National Strategic Development Plan Update 2009-2013)」が 2010 年に策定されており、電力セクターにおいては、1)供給力の向上、2)低廉な電気料金の実現、3)関係機関の能力強化の 3 つに重点を置くことが明示されている。3 つ目の重点項目に関しては、カンボジア電力庁 (EAC)、EDC や関連省庁の管理能力強化と機構改革を行って経営効率を向上することと供給電力の品質を改善することを掲げている。

本プロジェクトは、プノンペン連系系統地域³での電力供給の安定性向上に資するため、EDC の送変電設備の維持管理能力の向上と系統運用の業務基盤を確立することをめざすものであり、本プロジェクトの成果をベースに EDC が電力供給の品質改善にさらに取り組むことで、電力セクターの目標に貢献できる。

¹ コンピュータを用い、遠隔地の設備の操作及び状態の監視を行うシステム

² 電力の需給をバランスさせ、送電設備の停止・復旧や潮流監視等の電力システムの管理を行うこと

³ プノンペンを中心に送電線で接続された地域 (プノンペン特別市、カンダル州、タケオ州、カンポット州、シアヌークビル特別市)

(3) 電力セクターに対するわが国及び JICA の援助方針と実績

わが国の「対カンボジア国別援助計画」の中で、電力セクターへの協力は「社会経済開発のための基盤整備」の重要な課題に位置付けられている。

カンボジアの電力セクターに対しては、これまで有償/無償資金協力、技術協力など多くの支援を実施している。無償資金協力では、「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)」を実施し、技術協力プロジェクトの「カンボジア電力セクター育成プロジェクト(2004～2007年)」では、電力技術基準の作成と実施支援を行った。現在は有償資金協力の「メコン地域電力ネットワーク整備事業(カンボジア成長回廊)」(2007年3月L/A調印)でシアヌークビルーカンポット間の送電線(230kV、2回線、78km)を整備中である。

(4) 他の援助機関の対応

カンボジア電力セクターについては、わが国以外に、世界銀行(WB)、アジア開発銀行(ADB)、国連工業開発機関(UNIDO)、ドイツ復興金融公庫(KfW)、中国、韓国が主な援助機関となっている。WBは、「Rural Electrification and Transmission Project(2003年～2012年1月)」で地方電化支援と送電網整備支援を実施した。ADBは「Greater Mekong Subregion Transmission Project(2003-2008)」で、WBとの協調融資によって南部地域の送電網の建設・送電線整備による周辺地域の電化を促進し、EDCの送変電・配電部門への技術協力も実施した。また「Second Power Transmission and Distribution Project(2006-2013)」では、JICA、ADBとの協調融資によりシアヌークビルーカンポット間の送変電設備を建設している。さらに2013年から「Rural Electrification Project」で地方部の配電網の拡張、配電事業に係るEDC職員の能力向上、財政・事業計画関連の能力向上を実施する予定である。中国、韓国は水力発電所の建設や送電網の整備等に資金を提供している。UNIDOでは、環境面からのアプローチにより、国内の変圧器に含まれるポリ塩化ビフェニル(PCB)の処理規程の策定と適切な処理方法の定着支援を予定している。

3. 事業概要

(1) 事業目的(協力プログラムにおける位置づけを含む)

本事業は、プノンペン連系系統内地域において、EDCの送変電設備の維持管理能力の向上と、系統運用の業務基盤を確立することによって、プノンペン送変電連系系統内⁴での電力の安定供給を図り、よって配電系統⁵を含むプノンペン連系系統全体における電力の安定供給に寄与するものである。

(2) プロジェクトサイト/対象地域名

プノンペン連系系統内地域(プノンペン特別市、カンダル州、タケオ州、カンポット州、シアヌークビル特別市:総面積13,537km²、総人口約510万人)

⁴ プノンペン連系系統のうち、230kV/115kV送変電設備で構成される部分

⁵ プノンペン連系系統のうち、22kV以下の配電設備で構成される部分

- (3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）
EDC 送変電部、配電部、発電部の職員、EDC Institute of Electrical Science（EDC 電力大学）の講師
- (4) 事業スケジュール（協力期間）
2013 年 1 月～2015 年 9 月を予定（計 33 カ月）
- (5) 総事業費（日本側）
約 2.8 億円
- (6) 相手国側実施機関
カンボジア電力公社（Electricite Du Cambodge: EDC）
- (7) 投入（インプット）
- 1) 日本側
 - 専門家派遣（86MM）
 - チーフアドバイザー
 - 送電設備（分野総括、ルール策定、現業技能）
 - 変電設備（分野総括、ルール策定、現業技能）
 - 系統運用（分野総括、SCADA、リレー、通信）
 - 組織/研修マネジメント
 - 研修マネジメント/調整員（長期）
 - 機材供与
 - 周辺国でのカウンターパート研修
 - 現地業務費
 - 2) カンボジア側
 - カウンターパート配置
 - Project Director：EDC 副総裁（企画・技術担当）
 - Project Manager：EDC 送変電部長
 - Project Co-Manager：EDC 電力大学責任者
 - その他カウンターパート（EDC 送変電部、配電部、発電部の職員、EDC Institute of Electrical Science（EDC 電力大学）の講師）
 - プロジェクト事務所スペースと設備
- (8) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発
- 1) 環境に対する影響/用地取得・住民移転
 - ①カテゴリ分類：C
 - ②カテゴリ分類の根拠
本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010 年 4 月公布）上、環境へ

の望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2) ジェンダー・平等推進/平和構築・貧困削減

本プロジェクトの実施によるジェンダー・貧困層への負の影響はないと考えられるため、特になし。

(9) 関連する援助活動

1) わが国の援助活動

ADB との協調融資による有償資金協力「メコン地域電力ネットワーク整備事業（カンボジア成長回廊）」によってシアヌークビルーカンポット間の送電線整備が現在実施中である（2007年 L/A 調印）。本プロジェクトで EDC の送変電設備に関する維持管理能力が強化されれば、有償資金協力によって建設された送電設備も適切に維持管理されることになり、本プロジェクトとの相乗効果が期待できる。

2) 他ドナー等の援助活動

ADB では 2013 年から「Rural Electrification Project」で地方部の配電網の拡張、配電事業に係る EDC 職員の能力向上、財政・事業計画関連の能力向上を実施する予定である。本プロジェクトとは重複しないが、支援対象機関が同じ EDC であるため適宜その進捗を確認しておく必要があるといえる。

4. 協力の枠組み

(1) 協力概要

1) 上位目標：

プノンペン連系系統地域で電力が安定的に供給される

指標：

- プノンペン連系系統地域の需要家 1 軒当たりの年間停電回数（SAIFI）
- プノンペン連系系統地域の需要家 1 軒当たりの年間停電時間（SAIDI）

2) プロジェクト目標：

プノンペン送変電連系系統内で電力が安定的に供給される

指標：

- プノンペン送変電連系系統内で、送変電設備における大きな事故やトラブル⁶が発生しない
- プノンペン送変電連系系統内で、停電時間、停電回数が減少する⁷

3) 成果及び活動

成果 1：プノンペン送変電連系系統内における EDC の送変電設備の運用・維持管理能力が向上する

⁶ 変電機器の火災、電線の断線など

⁷ ただし電力需給等の要因も含まれることがあるので、事故原因や他の要素をレビューし専門家が総合的に判定する。

指標：

- 1-1. 作成されたルールに基づいて、送変電設備の巡視・点検が実施されている
- 1-2. 巡視・点検により発見された送変電設備の変化（錆の発生等）に対して、適切な対応が取られることで、設備における事故・トラブルが未然に防げる
- 1-3. 技能認定されたトレーナー（送変電維持管理）が xx 人育成される⁸

活動：送変電設備の維持管理の現状レビュー、維持管理関連のルール作成、作業用機器と訓練用設備の整備、トレーナー（送変電維持管理）認定基準の作成、トレーナー（送変電維持管理）研修の実施、ルール周知のための内部セミナー（送変電部のエンジニア対象）の開催、研修教材の作成、EDC 電力大学の EDC 職員向け短期研修コースへの研修プログラム組み込み、一般職員（送変電部のエンジニア）向けの研修実施

成果 2：EDC の計画・スケジュールリングから日々の実運用に至るまでの新たな系統運用業務の実施基盤が整備される

指標：

- 2-1. 設備の作業停止計画に関するルールに基づいて停止業務が実践されている（部門間の情報伝達・共有、連携がスムーズに行われている）
- 2-2. 保護リレー⁹を運用できるようになる
- 2-3. SCADA システムの維持管理とそれを活用した系統運用業務ができるようになる
- 2-4. 各部でトレーナー（系統運用）が xx 人育成される¹⁰

活動：現行の系統運用業務の計画・スケジュールリング業務のレビュー、部門横断的な新たな系統運用の枠組の決定、系統運用業務のマニュアル作成、研修教材の作成、トレーナー（系統運用）研修の実施、新たな系統運用のマニュアルや業務フロー等を周知するための内部セミナー開催（送変電部のエンジニア対象）、EDC 電力大学の EDC 職員向け短期研修コースへの研修プログラム組み込み、一般職員（送変電部・発電部・配電部のエンジニア）向けの研修実施

4) プロジェクト実施上の留意点

①プロジェクトデザイン

本プロジェクトの目標である「プノンペン送変電連系系統内で電力が安定的に供給される」を達成するため、2つの点から活動を実施する。1つ目は、送電系統の設備（ハード面）に注目し、EDC の送変電設備の運用・維持管理能力の向上を支援する（成果 1）。2つ目は、送電系統の運用（ソフト面）に注目し、EDC の計画・スケジュールリングから日々の実運用に至るまでの新たな系統運用業務の実施基盤整備を支援する（成果 2）。

また、本プロジェクトで設定した 2 つの成果では、カウンターパートの中から、送変電部の日常業務におけるリーダーや EDC 電力大学の送変電分野の研修講師となるトレーナーの候補を選抜・育成し、その後育成されたトレーナーが他の職員へ指導するよう

⁸ 認定は、専門家・EDC 送変電部・電力大学で実施する試験により行う。トレーナー候補の選定方法は、活動 1-1 の現状把握の活動実施後に決定する。

⁹ 電力系統に発生する落雷などの事故を高感度に検出し、事故区間を系統から高速に切り離すシステム

¹⁰ 認定は、専門家・EDC 送変電部・電力大学で実施する試験により行う。トレーナー候補の選定方法は、活動 1-1 の現状把握の活動実施後に決定する。

活動を組み立てている。トレーナーの育成は、単にトレーナー養成研修を実施するだけでなく、その前段の活動である現状のレビュー、新たな系統運用の枠組の決定、各種ルール作成、研修教材の作成等をカウンターパートが JICA 専門家と共同で行うことによって、トレーナーとしての知識、スキルを身につけることとする。

②指標について

プロジェクト目標の指標である「プノンペン送変電連系系統内で、停電時間、停電回数が減少する」は、送変電関連のトラブルに起因する停電時間や回数についてプロジェクト活動を開始した後にベースラインを測定する必要がある。成果 2 の系統運用に関する活動の中で、停電事故の原因分析と適切な統計処理の能力強化も実施する予定であり、この活動によってプロジェクト目標の指標 2 のベースラインを測定することになる。

成果 2 の保護リレーと SCADA に関する指標は、活動で系統運用に関する枠組を決定した後に本プロジェクトがめざすレベルを設定することになるため、当該活動が終了する時期（事業開始後 10 カ月）に指標の目標値を設定する。

成果 1 と 2 で育成されたトレーナーの数を指標として設定している。具体的な目標人数は活動で現状レビューを行った後に設定することとする。

③その他インパクト

EDC では現在基幹送電線網の整備を進めており、将来は国内の送電網がつながる予定である。本プロジェクトでは、プノンペン連系系統内の送変電設備の維持管理能力向上と系統運用の業務基盤の確立を主な支援内容としているが、国内の送電網がつながった場合は、この強化された能力を活用して、国内全体の系統の送変電設備の維持管理と系統運用の業務を実施していくことになり、効果の全国への波及が期待できるといえる。

5. 前提条件・外部条件 (リスク・コントロール)

先方政府とは未協議のため今後確認が必要だが、プロジェクト開始のための前提条件、その他の外部条件は以下のように考えられる。

(1) 事業実施のための前提

- EDC が専門家執務スペースの確保やカウンターパートの配置を実施する
- EDC が設備の維持管理や研修実施に適切に予算を配分する

(2) 成果達成のための外部条件

- 研修を受けた EDC 職員が、送変電部から大規模に異動しない
- 自然災害などで送変電設備に大規模な損害が発生しない

(3) プロジェクト目標達成のための外部条件

- 特になし

(4) 上位目標達成のための外部条件

- プノンペン連系系統内の発電所から計画どおりに電力が供給される
- 周辺諸国から電力が安定的に輸入される

- プノンペン連系系統内で EDC 配電部が適切に設備の維持管理を行う

6. 評価結果

本事業は、カンボジアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、また計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。

7. 過去の類似案件の教訓と本事業への活用

鉱工業エネルギー省（MIME）、EAC、EDC を対象として 2004 年～2007 年に実施された「電力セクター育成技術協力プロジェクト」の終了時評価調査では、(1)地域の実情に合った研修コースの実施、(2)ベースライン調査の実施、(3)既存施設・人材の能力強化が教訓として挙げられている。本プロジェクトでは、類似した設備を有する周辺諸国でのカウンターパート研修の実施、プロジェクトの初期段階での現状調査の実施によるベースライン把握と目標値の設定、基礎統計を収集する活動をプロジェクト活動の一環に含め、既存人材の能力強化を行うこと等を計画に含めているため、教訓を活かしたプロジェクトデザインとなっている。

8. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4. (1)のとおり

(2) 今後の評価計画

事業開始後 6 カ月以内	ベースライン調査
事業終了 6 カ月前	終了時評価
事業終了 3 年後	事後評価

MINUTES OF DISCUSSION
BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
ELECTRICITE DU CAMBODGE
ON
PROJECT FOR IMPROVEMENT OF
TRANSMISSION SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE

DATE: June 12, 2012
PLACE: Phnom Penh,
The Kingdom of Cambodia

For
Japan International
Cooperation Agency

For
Electricite Du Cambodge



Caletun HATO

Director, Electric Power Division,
Natural Resources and Energy Group,
Industrial Development and Public
Policy Department



Keo Rottanak

RGC Delegate in charge of Managing
EDC

I. INTRODUCTION

Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched a survey mission (hereinafter referred to as "the JICA Mission") to the Kingdom of Cambodia from June 4 to June 12, 2012 for the purpose of developing a detailed plan for the Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance (hereinafter referred to as "the Project").

During its stay in the Kingdom of Cambodia, the JICA Mission exchanged views and held a series of discussions with the representatives of relevant organizations of the Kingdom of Cambodia.

As a result, the JICA Mission and Electricite Du Cambodge (hereinafter referred to as "EDC") confirmed that both parties would sincerely cooperate with each other with a view to contributing toward smooth implementation and enhancing development effect of Greater Mekong Power Network Development Project (Cambodia Growth Corridor) signed on March 26, 2007 by attaining the purposes of the Project.

Both parties agreed the Project details and main points discussed during the survey as described in attached Memorandum of Understanding (hereinafter referred to as "MOU") subject to approval by the competent higher authorities on both sides, and request their respective governments to go through necessary procedures for implementation of the Project.

In case both parties intend to modify any items described in the draft of MOU, they may hold a meeting to finalize the draft, if necessary. It is preferable that MOU will be signed within a month after signing of M/D.

The Project will be carried out within the framework of the Agreement on Technical Cooperation signed on June 17, 2003 and the Notes Verbale between the Government of Japan and the Royal Government of Cambodia, and privileges, immunities and other benefits necessary for smooth implementation of the Project will be granted to the Japanese experts, missions and their families accordingly. *u*

N

(DRAFT)

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING
BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
ELECTRICITE DU CAMBODGE
ON
PROJECT FOR IMPROVEMENT OF
TRANSMISSION SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE

DATE:
PLACE: Phnom Penh,
The Kingdom of Cambodia

For
Japan International Cooperation Agency

For
Electricite Du Cambodge

Yasujiro SUZUKI
Chief Representative
JICA Cambodia Office

Keo Rottanak *KR*
RGC Delegate in charge of Managing
EDC

N

I. INTRODUCTION

Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched a survey mission (hereinafter referred to as "the JICA Mission") to the Kingdom of Cambodia from June 4 to June 12, 2012 for the purpose of developing a detailed plan for the Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance (hereinafter referred to as "the Project").

During its stay in the Kingdom of Cambodia, the JICA Mission exchanged views and held a series of discussions with the representatives of relevant organizations of the Kingdom of Cambodia.

As a result, the JICA Mission and Electricite Du Cambodge (hereinafter referred to as "EDC") confirmed that both parties would sincerely cooperate with each other with a view to contributing toward smooth implementation and enhancing development effect of Greater Mekong Power Network Development Project (Cambodia Growth Corridor) signed on March 26, 2007 by attaining the purposes of the Project.

The Project will be carried out within the framework of the Agreement on Technical Cooperation signed on June 17, 2003 (hereinafter referred to as "the Agreement") and the Notes Verbale between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Royal Government of Cambodia (hereinafter referred to as "RGC"), and privileges, immunities and other benefits necessary for smooth implementation of the Project will be granted to the Japanese experts, missions and their families accordingly.

Appendix 1: PROJECT DOCUMENT

Appendix 2: MAIN POINTS DISCUSSED *u*

N

PROJECT DOCUMENT

I. BACKGROUND

Cambodian electric power sector, especially transmission system has grown rapidly in recent years. Specifically, new high voltage transmission lines and substations construction projects have been completed/planned, Japan's ODA loan project "Greater Mekong Power Network Development Project (Cambodia Growth Corridor)" will be completed and the National Control Center (NCC) will be started to operate soon. EDC is expected to develop its human resources to correspond to these progresses.

This project was requested to transfer technology and train engineers for maintenance and management of transmission and transformation facilities, and to upgrade the contents of training courses of it, network operation and relay protection in EDC.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

Details of the Project are described in the Project Design Matrix (PDM) (Annex 1) and the tentative Plan of Operation (Annex 2).

1. Project Title

JICA has explained to the Cambodia side that the Project title will change from "Capacity and Institutional Building of the Electric Power Sector (Phase2)" to "Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance", to which both sides have agreed.

2. Overall Goal

Overall goal of the Project is "Electrical power is stably supplied in Phnom Penh power grid".

3. Purpose

Purpose of the Project is "Electrical power is stably supplied in Phnom Penh bulk power system".

4. Output

(1) Capacity of operation and maintenance of transmission line and substation facilities in Phnom Penh system is enhanced.

(2) Basic capacity of enhanced power system operation such as planning, *ll*

N

scheduling and actual execution is strengthened.

5. Activities

Necessary activities in the Project, as shown in Annex 1(PDM)

6. Input

(1) Input by JICA

(a) Dispatch of Experts

- Chief Advisor
- Transmission Line 1 (leader)
- Transmission Line 2
- Transmission Line 3
- Substation facilities 1 (leader)
- Substation facilities 2
- Substation facilities 3
- System management (leader)
- System management (SCADA)
- System management (Relays)
- System management (Communication)
- Organizational/Training Management
- Training Management /Coordinator (long-term expert)

(b) Provision of Overseas Training of EDC personnel

- Necessary overseas trainings in neighboring countries

(c) Provision of Equipment

- Tentative equipment for activities, as shown in Annex 3

Contents of equipment will be determined through mutual consultations between JICA and EDC during the implementation of the Project.

(2) Input by EDC

EDC will take necessary measures to provide at its own expense:

- (a) Services of EDC's counterparts personnel and administrative personnel as referred to in III-1;
- (b) Suitable office space with necessary equipment;
- (c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than equipment provided by JICA;
- (d) Credentials or Identification cards;
- (e) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project; and, *W*

N

(f) Running expenses necessary for the implementation of the Project

7. Project Site

Phnom Penh power grid area

8. Duration

The duration of the technical cooperation for the project under this Attached Document will be two years and nine months.

9. Reports

EDC and JICA experts will work together to prepare the following reports in English.

- (1) Progress Report on semiannual basis until the project completion
- (2) Project Completion Report at the time of project completion

10. Social/Environmental Consideration

EDC agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. IMPLEMENTING ARRANGEMENTS

1. Administration of the Project

The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

- (1) EDC will assign:
 - (a) Project Director (who will bear overall responsibility for the administration and implementation of the project) : Deputy Managing Director, Planning and Techniques, EDC
 - (b) Project Manager (who will bear responsibility on the managerial and technical matters): Director of Transmission Department, EDC
 - (c) Project Co-Manager: Director of Institute of Electrical Science, EDC
 - (d) Other counterparts

(2) JICA Experts

The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to EDC on any matters pertaining to the implementation of the Project. *ll*

N

(3) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held at least once a year and whenever deems it necessary. JCC will approve an annual work plan, review overall progress, conduct monitoring and evaluation of the Project, and exchange opinions on major issues that arise during the implementation of the Project. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex 4.

2. Evaluation

(1) Ex-Ante Evaluation

Ex-Ante Evaluation was conducted jointly by JICA and the Cambodian authority concerned during JICA mission's stay. Summary of the Ex-Ante Evaluation is as per Annex 5.

(2) Terminal Evaluation and Ex-Post Evaluation

Evaluation of the Project will be conducted jointly by JICA and the Cambodian authority concerned, during the last six months of the Project (Terminal Evaluation) and after completion (Ex-Post Evaluation) in order to examine the level of achievement and impact of the Project. Ex-Post Evaluation will be conducted three (3) years after the Project completion, in principle.

3. Undertakings of EDC

(1) EDC will provide counterpart personnel and suitable office space with necessary equipment and secretariat services.

(2) EDC will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of the Project, through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.

(3) EDC will ensure that the technologies and knowledge acquired by the Cambodia nationals as a result of the Project will contribute to the economic and social development of the Kingdom of Cambodia.

(4) EDC will ensure that the Equipment referred to in II-6 above will be utilized effectively for the implementation of the Project in consultation with the Japanese experts and properly utilized/managed even after completion of the Project.

(5) EDC will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Cambodia personnel from technical training in *uu*

neighboring countries will be utilized effectively in the implementation of the Project.

- (6) EDC will provide security-related information as well as measures to ensure the safety of the experts.
- (7) EDC will provide information as well as support in obtaining medical service.
- (8) EDC will provide credentials or identification cards.
- (9) EDC will take necessary measures to permit the experts to enter, leave and sojourn in the Kingdom of Cambodia for the duration of their assignments therein.

4. Mutual Cooperation

JICA and EDC will consult each other whenever any major issues arising in the course of Project implementation.

- Annex 1 Project Design Matrix
- Annex 2 Tentative Plan of Operation
- Annex 3 Tentative List of Equipment
- Annex 4 Joint Coordinating Committee
- Annex 5 Summary of Ex-Ante Evaluation
- Annex 6 Tentative Lists of Counterparts
- Annex 7 Organization Chart *u*



MAIN POINTS DISCUSSED

1. National Control Center (NCC)

Both parties agreed that starting operation of NCC is crucially important and prerequisite for a part of JICA experts' Activities II shown in Annex 2. EDC assured that NCC will be ready for operation by the end of September 2012 by taking all means including negotiations with the original contractors, and that supporting systems for equipment and software installed to NCC will be acquired by the original manufactures. JICA reiterated that technology transfers using equipment in NCC (eg. SCADA, Training Simulator) can be conducted only after NCC starts operation. EDC agreed to that.

2. Provision of Equipment

Both parties agreed that contents, specification and quantity of equipment in Annex 3 will be finalized through mutual consultations taking into account the priority within the allocated budget of Japanese fiscal year.

EDC ensured that EDC will take responsibility to properly utilize and maintain all the equipment to be provided by the Project (including that to Institute of Electrical Science).

3. Overseas Training

Both parties agreed that number of personnel who will join overseas training will be decided through mutual consultations within the allocated budget of Japanese fiscal year.

4. Location of JICA Experts' Office

Both parties agreed that location of JICA expert's office space will be decided through mutual consultations. *th*

N

End

Project Name: Project for Improvement of Transmission System Operation and Maintenance

Project Period: 2 years and nine months (33 months)

Implementation Agency: Electricite du Cambodge: EDC

Project Site: Phnom Penh power grid area

Target Groups: Staff of Transmission Department, Generation Department, Business and Distribution Department, and Instructors of the EDC Institute of Electrical Science

Direct Beneficiaries: Transmission Department, Generation Department and Business and Distribution Department of EDC and the EDC Institute of Electrical Science

Indirect Beneficiaries: Electrical power users in Phnom Penh city

Date: June 12, 2012

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><u>Overall Goal:</u></p> <p>Electrical power is stably supplied in Phnom Penh power grid.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. SAIFI in Phnom Penh power grid 2. SAIDI in Phnom Penh power grid 	<p>Data from EDC</p>	
<p><u>Project Purpose:</u></p> <p>Electrical power is stably supplied in Phnom Penh bulk power system.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Serious accidents or troubles¹ at TL and SS do not occur. 2. The duration and the frequency of power outage are reduced. (Note: Since the causes of power outage vary and include issues such as balance of power demand and supply, JICA experts will review the detailed causes and judge whether this goal is fulfilled.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reports on accident/troubles • Data from EDC 	<ul style="list-style-type: none"> • Power plants in Phnom Penh power grid supply power as planned. • Electricity is stably imported from neighboring countries. • Distribution facilities in Phnom Penh power grid are appropriately operated and maintained.
<p><u>Output:</u></p> <p>1. Capacity of operation and maintenance of transmission line (TL) and substation facilities (SS) in Phnom Penh bulk power system is enhanced.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. Patrol and inspection of TL and SS are safely practiced complied with formulated rules. 1-2. Accidents/troubles at TL and SS are prevented from occurring. 1-3. The number of trainers who are certified as trainers² 	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. List of rules formulated/report on patrol and inspection 1-2. Report on accidents/troubles/ Assessment by JICA experts 1-3. Progress report/report on trainings 	<ul style="list-style-type: none"> • EDC appropriately allocates the budget for operation and maintenance for the facilities and staff training.

¹ Serious accident and troubles means fire on transformer or cut of conductors

² The target number is determined after activity 1-1.

<p>2. Basic capacity of enhanced power system operation such as planning, scheduling and actual execution is strengthened.</p>	<p>2-1. The planned outage coordination and operation is appropriately carried out complied with the formulated rules on the planned outage scheduling. (Firm information sharing and its conveyance through reciprocal coordination among relevant departments)</p> <p>2-2. Protection relays are properly operated. (to be specified after project is started)</p> <p>2-3. EDC staff is able to operate and maintain SCADA system and to supervise power system and control facilities utilizing SCADA. (to be specified after project is started)</p> <p>2-4. The number of trainers for power system operation³ at relevant departments of EDC.</p>	<p>2-1. Assessment of JICA experts/Plan of scheduled outage</p> <p>2-2 & 2-3. Assessment of JICA experts</p> <p>2-4. Progress report/report on trainings/Assessment by EDC top management and JICA experts</p>		
<p><u>Activities</u></p> <p>1-1. Review and analyze the current practice of operation and maintenance of transmission line (TL) and substation facilities (SS).</p> <p>1-2. Formulate rules⁴ for operation and maintenance for TL and SS</p> <p>1-3. Procure the equipment and tools for TL and SS training facilities</p> <p>1-4. Develop criteria to certify trainers</p> <p>1-5. Conduct training of trainers (TOT) on how to apply the formulated rules.</p> <p>1-6. Organize internal seminar to disseminate the existing and formulated rules to relevant staff of EDC (Trainers will be lecturers)</p> <p>1-7. Develop the training materials of formulated rules in Activity 1-2.</p> <p>1-8. Incorporate the revised program into the short course trainings at the EDC Institute of Electrical Science (EDC Training Center)</p> <p>1-9. Conduct OJT on patrol, inspection, operational safety and usage of tools for EDC staff (conducted by trainers)</p> <p>2-1. Review and analyze the current practice of power system operation (operation of</p>	<p style="text-align: center;"><u>Inputs</u></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;"><u>Japanese side</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● JICA Experts <ul style="list-style-type: none"> ➢ Chief Advisor ➢ Transmission Line 1 (leader) ➢ Transmission Line 2 ➢ Transmission Line 3 ➢ Substation facilities 1 (leader) ➢ Substation facilities 2 ➢ Substation facilities 3 ➢ System management (leader) ➢ System management (SCADA) ➢ System management (Relays) ➢ System management (Communication) ➢ Organizational/Training Management ➢ Training Management/Coordinator (long-term expert) ● Overseas trainings ● Provision of Equipment </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;"><u>Cambodian side</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Office space for JICA experts ● Allocation and Assignment of counterpart personnel </td> </tr> </table>	<p style="text-align: center;"><u>Japanese side</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● JICA Experts <ul style="list-style-type: none"> ➢ Chief Advisor ➢ Transmission Line 1 (leader) ➢ Transmission Line 2 ➢ Transmission Line 3 ➢ Substation facilities 1 (leader) ➢ Substation facilities 2 ➢ Substation facilities 3 ➢ System management (leader) ➢ System management (SCADA) ➢ System management (Relays) ➢ System management (Communication) ➢ Organizational/Training Management ➢ Training Management/Coordinator (long-term expert) ● Overseas trainings ● Provision of Equipment 	<p style="text-align: center;"><u>Cambodian side</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Office space for JICA experts ● Allocation and Assignment of counterpart personnel 	<ul style="list-style-type: none"> ● Trained staff of EDC is not transferred to other positions ● Transmission line and substation facilities do not get damaged by sever natural disaster.
<p style="text-align: center;"><u>Japanese side</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● JICA Experts <ul style="list-style-type: none"> ➢ Chief Advisor ➢ Transmission Line 1 (leader) ➢ Transmission Line 2 ➢ Transmission Line 3 ➢ Substation facilities 1 (leader) ➢ Substation facilities 2 ➢ Substation facilities 3 ➢ System management (leader) ➢ System management (SCADA) ➢ System management (Relays) ➢ System management (Communication) ➢ Organizational/Training Management ➢ Training Management/Coordinator (long-term expert) ● Overseas trainings ● Provision of Equipment 	<p style="text-align: center;"><u>Cambodian side</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Office space for JICA experts ● Allocation and Assignment of counterpart personnel 			
	<p><u>Pre-conditions</u></p> <p>-</p>			

³ The target number is determined after activity 2-1.

⁴ The rules to be prepared: (1) patrol, (2) inspection, (3) work safety, and (4) equipment operation (only SS).

N
M

<p>generators, and power system supervision and facilities control) and related planning and scheduling work.</p> <p>2-2. Identify the framework of the enhanced power system operation to which planning and scheduling are properly related.</p> <p>2-3. Prepare manuals⁵ for the enhanced power system operation.</p> <p>2-4. Develop training materials based on the manuals prepared at activity 2-3. (activities are jointly carried out by JICA experts, Business and Distribution Dept. (mainly DCC), Generation Dept. Relay Protection Office, NCC Unit, and Institute)</p> <p>2-5. Conduct the training of trainers (TOT) to relevant staff of target departments utilizing the prepared manuals.</p> <p>2-6. Organize the internal seminar to disseminate newly identified framework of the enhanced power system operation, and the related rules.</p> <p>2-7. Incorporate the training program into the short course trainings at the EDC Institute of Electrical Science (EDC Training Center)</p> <p>2-8. Conduct trainings to the staff of relevant departments. (conducted by trainers)</p>		
---	--	--

SAIFI: System Average Interruption Frequency Index, SAIDI: System Average Interruption Duration Index
NCC: National Control Center, DCC: Dispatching Control Center

⁵ Jobs to which manual and trainings are applied: (1) the planned outage coordination and scheduling, (2) the plan of economic commitment and dispatch of generators and daily demand & supply operation based on the prepared plan (firstly prepare training materials), (3) power system supervision and facilities control, (4) protection relays (firstly prepare training materials), (5) analysis of power failure causes and their appropriate statistical processing (firstly prepare training materials), and (6) formulating simulator training framework in NCC such as allocation of personnel together with their roles/jobs, support for training scenario development and so on.

N

M

Annex 3

Tentative List of Equipment

No	Field	Item	Specification	Quantity	Reference	
1	Transmission Dept	Safety Tools	Safety belt	10		
2			Laser gloves	10		
3			Conductive uniform	10		
4			Rubber gloves	10		
5		Measurement Tools	Distance Meter	Digital type	1	
6			Ground resistance meter		1	
7			Insulation resistance meter		2	
8			Leakage current meter		1	
9			Windmill type voltage detector	For 115 kV	1	
10			Windmill type voltage detector	For 230kV	1	
11			Voltage meter		1	
12			Ampere meter		1	
13			Infracted camera for corona discharge measurement		1	
14			Inspection Equipments	Inspection equipments for transformer (1 set)		1
15		Inspection equipments for circuit breaker (1 set)			1	
16		Inspection equipments for arrester (1 set)			1	
17		Inspection equipments for disconnect or (1 set)			1	
18		Others	Small tools (1 set)		1	
19	Institute of Electrical Science	Training Equipments	Training towers	115kV, 2 circuits, prototype	3	
20			Tester of protection and control relays (1 set)		1	
21		Safety Tools	Helmet		10	
22			Safety belt		10	
23			Safety shoes	Conductive Type	10	
24			Laser gloves		10	
25			Rubber gloves		5	
26		Measurement Tools	Thermo-hygrometer		1	
27			Voltage withstanding test equipment		1	
28			Windmill type voltage detector	For 115 kV	1	
29			Windmill type voltage detector	For 230kV	1	
30			Voltage detector	For 115 kV	1	
31			Voltage detector	For 230kV	1	
32			AC/DC tester		3	
33			Distance Meter	Digital type	1	
34			Ground resistance meter		1	
35			Insulation resistance meter		1	
36			Voltage meter		1	
37			Ampere meter		1	
38			Earthing Tools	Earthing system	For 115 kV	1
39		Earthing system		For 230 kV	1	
40		HV and LV clamps			3	
41		Earth clamp			3	
42		3 phase earth rod set		For 115 kV	1	
43		Others	Binocular		2	
44			Small tools (1 set)		1	
45		Project Office	Office Equipments	Desk Top PC		2 For database of rules and manuals
46				Color copy machine with printer		2
47				Uninterrupt Power System		2
48				Projector		2

N

W

JOINT COORDINATING COMMITTEE

1. Function

The Joint Coordination Committee (JCC) will meet at least once a year or whenever necessity arises. The main functions of JCC are:

- (1) To approve the Annual Plan of Operation formulated by the Project in accordance with Minutes of Understanding.
- (2) To review the overall progress of the Project and activities carried out under the above-mentioned Annual Plan of Operation in particular.
- (3) To review and exchange views on major issues arising from or concerning the Project
- (4) To facilitate coordination with other relevant authorities.

2. Membership

(1) Chairperson: Project Director

(2) Members:

-Cambodian side

Project Manager

Project Co-Manager

-Japanese side

Chief advisor and other JICA experts

Representative (s) from JICA Cambodia Office

-Other stakeholders appointed by the Chairperson *u*

N

SUMMARY OF EX-ANTE EVALUATION

RELEVANCE

- The Royal Government of Cambodia (RGC) addressed further rehabilitation and construction of physical infrastructure as one of the key policies in National Strategic Development Plan (NSDP) updated 2009-2013. The development of energy sector is included in sub-components to pursue this policy, and set up three major prioritized areas: These are 1) to increase electricity supply capacity, 2) to reduce tariff to an appropriate level, and 3) to strengthen institutional mechanism and management capability. In regard to third priority, the NSDP mentioned that the RGC would also pay attention to capacity building and institutional reform in the Electricity Authority of Cambodia (EAC), Electricite Du Cambodge (EDC) and other relevant ministries and agencies to improve management efficiency and the quality of electricity supply. Therefore, the Project aiming to enhance the capacity of EDC to stably supply electrical power focusing on transmission line/substation facilities and power system operation has consistency with the policy on energy sector in Cambodia.
- The EDC is responsible for the maintenance and management of the major part of the national grid and will be also responsible for a number of new transmission line and substation facilities which are currently under construction. The Transmission Department established in 2008 is responsible for operating and maintaining transmission line and substation facilities. Therefore, the EDC has strong needs of having personnel available with necessary maintenance and repair knowhow to meet a significant increase in the scale of the facilities. In addition, the National Control Center, established under the WB fund, is in preparation for its operation. EDC also needs to enhance the capacity of the power system operation with good collaboration among relevant departments within the EDC. Therefore, the proposed components of the Project meet the needs of the EDC.
- The EDC currently is extending the transmission line between Kampot and Preah Sihanouk with the assistance of JICA loan project of Greater Mekong Power Network Development Project (Cambodia Growth Corridor). Therefore, the capacity enhancement of operation and maintenance of transmission line and substation facilities and power system operation provided by this Project will certainly contribute to good operation and maintenance of newly constructed transmission line and to increase in the reliability of stable power supply.

EFFECTIVENESS

The Project ensures its effectiveness from the viewpoints as followed:

- The project purpose is to stably supply electrical power in Phnom Penh bulk power system. To fulfill this purpose, the Project has two components.
 - 1) Capacity of operation and maintenance of transmission line (TL) and substation facilities (SS) in Phnom Penh bulk power system is enhanced.
 - 2) Basic capacity of enhanced power system operation such as planning, scheduling and actual execution is strengthened.

Under the first component, the Project will train EDC engineers so as to become able to appropriately operate and maintain the relevant facilities complied with specified rules, such as

N

patrol, inspection, work safety and equipment operation (substation). The second component will focus on capacity enhancement of power system operation covering the issues of the planned outage coordination and scheduling, the plan of economic commitment and dispatch of generators and daily demand & supply operation based on the prepared plan, and power system supervision and facilities control. These two components are sufficient to fulfill the project purpose.

- There are several internal and external factors that may affect the fulfillment of the project purpose. These are as follows.
 - The EDC appropriately allocates the budget for operation and maintenance for the facilities and staff training.
 - Relevant departments of EDC have good coordination to carry out the project activities.
 - Trained staff in the Project remains in his/her original positions.
 - NCC needs to start its operation as confirmed in June 2012; otherwise, the degree of technical guidance on power system operation in regard to SCADA would be limited.

The Project will monitor these factors and ensure that these risks would not occur or adversely affect the project attainment.

EFFICIENCY

The Project ensures its efficiency as follows:

- The proposed implementation schedule of the Project secures sufficient lead time from the review and analysis of current practices of operation and maintenance and power system operation until training of EDC engineers. Also, it sets up approximately one year to provide training for EDC engineers by the trained staff. All activities are in place to produce expected outputs within the planned implementation period.
- EDC has experience to implement the JICA technical cooperation project; therefore, the Project will be smoothly started and implemented.
- The project activities have some critical paths in its schedule. The Project needs to ensure that related activities should be completed before proceeding to the next activities. Those are: formulation of relevant rules, the identification of framework of revised power system operation, procurement of equipment or tools for training, and preparation of teaching materials.

IMPACT

- The expected impact to be achieved after the Project is that electrical power is stably supplied in Phnom Penh power grid. Given that other important factors also have to be satisfied to achieve this goal besides the Project, it is difficult to verify the extent to which this Project will solely contribute to stable power supply in Phnom Penh power grid. Yet, the Project covers one of the important components for stable power supply and will certainly bring positive impacts in electrical power sector.
- The external factors toward achieving the overall goal of the Project is as follows:
 - Power plants in Phnom Penh power grid supply power as planned.
 - Electricity is stably imported from neighboring countries.
 - Distribution facilities in Phnom Penh power grid is appropriately operated and maintained.

SUSTAINABILITY

N

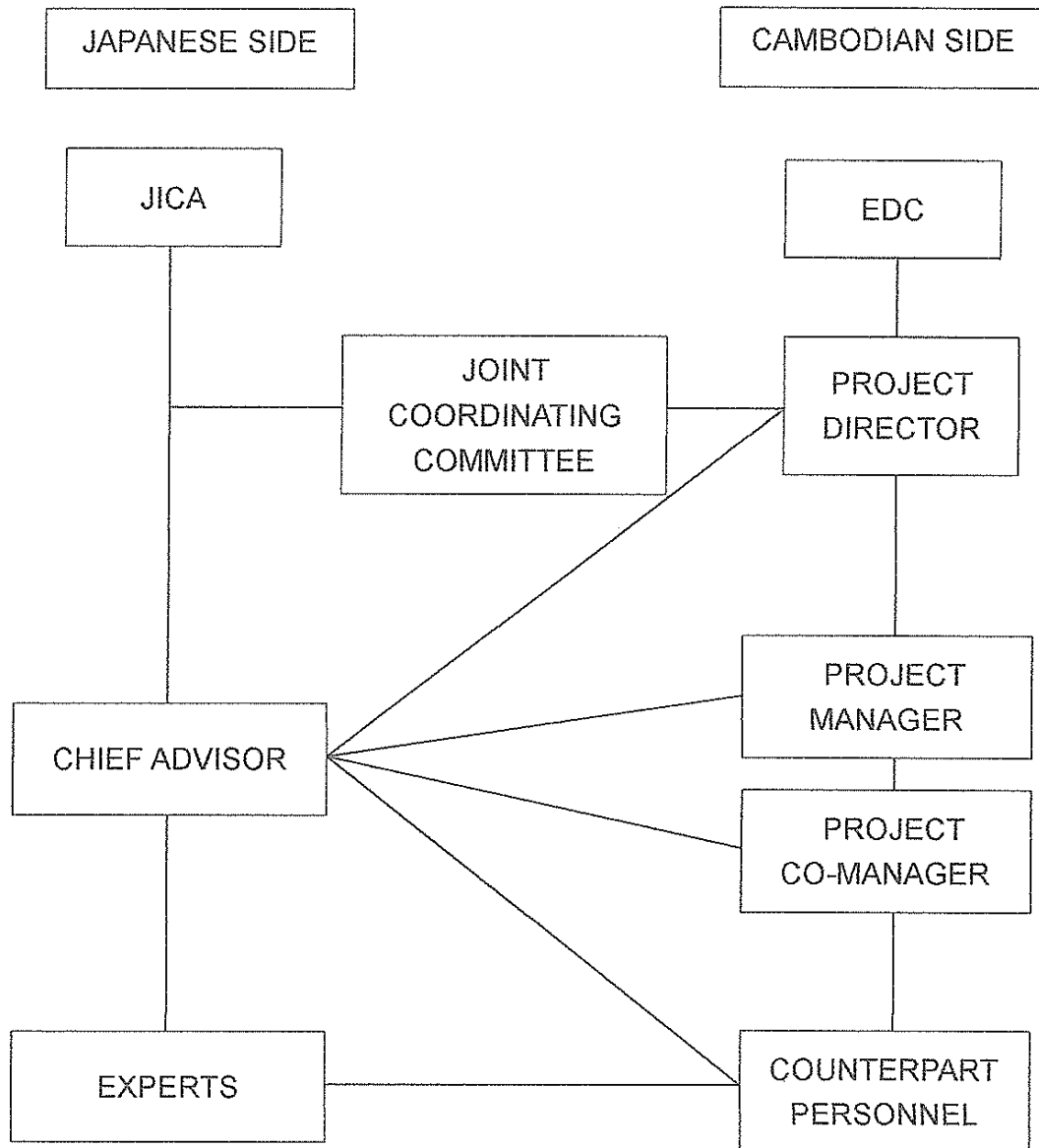
- Since any significant changes have not been observed in the policy of energy sector, especially in the electrical power sector, the favorable policy environment is likely to keep supporting the EDC in the future.
- The EDC's financial position has remained in surplus for the last five years; therefore, it is expected that the EDC will allocate a certain amount of budget to operation and maintenance of transmission line and substation facilities, and to the staff training for the Transmission Department and other relevant departments including the staff in charge of power system operation.
- The Project, firstly, train the key personnel in relevant technical areas, and afterward, the trained key personnel will provide training to other staff. Through the project activities, trainer will be able to acquire the substantial knowledge, experience and knowhow on operation and maintenance of transmission line and substation facilities and power system operation. They will instruct other EDC staff working outside of Phnom Penh bulk power system. Moreover, the instructors of the EDC Institute of Electrical Science (Training Center) will be involved in project activities and training program to be developed by the Project will be incorporated into the existing short training courses of the Institute. Therefore, the sustainability is high in technical aspect. *th*

N

LIST OF EDC COUNTERPART PERSONNEL

1. Project Director
Deputy Managing Director, Planning and Techniques
2. Project Manager
Director of Transmission Department
3. Project Co-Manager
Director of Institute of Electrical Science
4. Staffs from Transmission Office, Transmission Department
5. Staffs from Relay Protection Office, Transmission Department
6. Staffs from National Control Center, Transmission Department
7. Staffs from Institute of Electrical Science
8. Staffs from Planning and Generation Office, Generation Department
9. Staffs from Dispatching Control Center, Business and Distribution
Department
10. Other personnel mutually agreed upon as necessary *u* *N*

ORGANIZATION CHART
FOR THE ADMINISTRATION OF THE PROJECT



Handwritten marks: a signature and the letter 'N'.