

ラオス人民民主共和国
エネルギー鉱業省 エネルギー政策計画局

ラオス国

電力セクターガバナンス機能向上に 向けた技術支援プロジェクト

ファイナルレポート (要約版)

平成 25 年 6 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

中部電力株式会社
電源開発株式会社

目次

第1章 序論	1
1.1 プロジェクトの背景	1
1.2 本プロジェクトのデザイン	1
(1) 本プロジェクトの目的	1
(2) 業務の対象	2
(3) 調査関係機関	2
(4) 活動実績概要	2
1.3 本報告書の構成	4
第2章 電力セクターガバナンスの現状	5
2.1 ラオス電力供給の現状	5
2.2 ラオス政府の電力政策	6
2.3 電力セクター内組織の役割	6
(1) 電力セクター行政の概要	7
(2) MEM 傘下の組織	7
(3) MEM および電力セクターの組織能力強化	8
2.4 民間主導開発の活用	8
2.5 現在の PDP の課題	9
(1) 需要想定	9
(2) 電力供給	9
(3) EDL の財務状況	10
2.6 環境社会配慮	10
2.7 他ドナーの支援との連携	11
2.8 電力セクターガバナンスに関するまとめ	11
第3章 電力セクターガバナンス向上策	12
3.1 国家電力計画（NPDP）の策定	12
(1) NPDP の構成	12
(2) 将来の電力開発における政策の明確化	12
(3) NPDP 作成のアプローチ	14
(4) NPDP の目次案	15
3.2 EDL の役割と将来の電力計画の確認	16
3.3 持続可能な電力計画のための包括的なマネジメント	17
(1) MEM 内の連携の必要性	17
(2) IPP 開発メカニズム	17
(3) 世界銀行の TA との連携および今後の役割分担	18
第4章 EDL-PDP の改善	20
4.1 総論	20

4.2	需要想定.....	20
4.3	発電計画.....	21
	(1) 月別出力データの作成.....	21
	(2) 水力データベースの作成.....	22
	(3) 水力の優先順位付け.....	22
4.4	系統計画.....	23
	(1) 系統計画.....	23
	(2) 将来の送電系統.....	25
	(3) 系統解析ソフト DigSILENT の導入.....	25
第5章 提言		26
5.1	NPDP 策定のための技術協力プロジェクト.....	26
	(1) 電力政策・計画の能力開発プロジェクト.....	26
	(2) 調査型プロジェクト.....	27
5.2	送変電プロジェクト.....	28
	(1) 送変電建設プロジェクト（円借款）.....	28
	(2) 変電所保守技術協力.....	29
5.3	海外投融資の可能性.....	29

略語一覧

略語	正式名称	和名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BD, B/D	Basic Design	基本設計
CA	Concession Agreement	事業権協定
COD	Commercial Operation Date	商業運転開始日（年）
DEB	Department of Energy Business	エネルギービジネス局
DEM	Department of Energy Management	エネルギー管理局
DEPD	Department of Energy Promotion and Development	エネルギー促進開発局
DEPP	Department of Energy Policy and Planning	エネルギー政策・計画局
DL, D/L	Distribution Lines	配電
DOE	Department of Electricity	電力局
DSM	Demand Side Management	需要管理
ECI	Electricity Construction and Installation State Enterprise	電力建設・施設国営会社
EDL	Electricité du Laos	ラオス電力公社
EDL-Gen	EDL Generation Public Company	EDL 発電株式会社
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計・調達・建設
FS, F/S	Feasibility Study	事業可能性調査
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GMS	Great Mekong Subregion	大メコン圏
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IREP	Institute for Renewable Energy and Promotion	再生可能エネルギー促進局
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LEPTS	Lao Electric Power Technical Standard	ラオス電力技術基準
LHSE	Laos Holding State Enterprise	ラオス国営持株会社
MEM	Ministry of Energy and Mines	エネルギー鉱業省
MNRE	Ministry of Natural Resource and Environment	天然資源環境省
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省
NGD	National Geographic Department	国土地理局
MOU	Memorandum of Understanding	（排他的調査権に関する）覚書
MRC	Mekong River Commission	メコン川委員会
NPDP	National Power Development Plan	国家電力開発計画
NPSH	National Policy on Environmental and Social Sustainability of Hydropower Sector	水力発電における環境社会の持続性に関する国家政策

略 語	正式名称	和 名
OJT	On the Job Training	職場内訓練
PDA	Project Development Agreement	事業開発協定
PDEM	Provincial Department of Energy and Mines	県エネルギー鉱業局
PDP	Power Development Plan	電力開発計画
PPA	Power Purchase Agreement	電力購買契約
ROA	Return on Assets	総資産利益率
ROE	Return on Equity	株主資本収益率
RD, R/D	Record of Discussions	討議議事録
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境影響評価
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社
SPP	Small Power Producer	小規模発電事業者
SS, S/S	Substation	変電所
TA	Technical Assistance	技術協力
TC	Technical Cooperation	技術協力
TL, T/L	Transmission Lines	送電線
TOR	Terms of Reference	仕様書
WB	World Bank	世界銀行
WT	Working Team	ワーキングチーム

図目次

図 1-1 :	調査全体スケジュールと構成.....	3
図 2-1 :	EDL の発電量と輸出入.....	5
図 2-2 :	ラオス電力セクターの組織体制.....	6
図 2-3 :	DOE 組織改編.....	7
図 2-4 :	EDL の収益と利益率.....	10
図 3-1 :	NPDP 策定の実施体制（案）.....	15
図 3-2 :	MOU 段階における事業者選定方法.....	18
図 3-3 :	新たに提案した IPP 開発フロー.....	19
図 4-1 :	系統計画の基本構成.....	20
図 4-2 :	EDL モデルと DEPP モデルの基本構成.....	21
図 4-3 :	最大出力と常時出力による需給バランス.....	22
図 4-4 :	水カプロジェクト情報の集約方法.....	22
図 5-1 :	技術協力プロジェクトのイメージ.....	26

表目次

表 1-1 :	報告書の成果とその概要.....	4
表 2-1 :	既設発電設備の内訳.....	5
表 2-2 :	電力セクターガバナンス向上に向けた課題.....	11
表 3-1 :	NPDP 目次案.....	16
表 3-2 :	開発段階ごとの MEM 内組織の役割分担.....	17
表 4-1 :	評価項目（案）.....	23
表 4-2 :	送電線開発計画（ロングリスト）.....	24
表 5-1 :	NPDP 策定スケジュール.....	27
表 5-2 :	円借款候補プロジェクトリストおよび進捗状況.....	28
表 5-3 :	ラオスにおける日本の IPP 事業者.....	29

第1章 序 論

1.1 プロジェクトの背景

インドシナのバッテリーとも称されるラオスでは、2010年現在国内のピーク需要に対して約30倍以上の包蔵水力を保有している。電源開発については、ラオス電力公社（EDL）および独立系発電事業者（IPP）が担っているが、EDLの財務および技術面等の制約から、近年IPPによる電源開発が活発化してきている。2010年時点で国内に立地する水力発電設備の約85%はIPPにより整備されたものとなっている。2011年作成の電力開発計画（PDP）によれば、今後10年間の新規電源の約90%はIPPにより整備される見込みであることから、国内でIPPに依存する傾向は今後益々強くなることが見込まれている。

国内電力設備は、EDLが数年ごとに作成するPDPに基づき整備されることになっていることから、PDPには中長期的な国内需要を正確に予測し、施設整備やタイ等隣国との融通を計画的に遂行するための指針を提示することが期待されている。しかしながら、年率20～30%と急激に増加する国内需要、さらには現在のEDLおよび監督官庁であるエネルギー鉱業省（MEM）のキャパシティ不足から、現行PDPは特に需要予測、施設計画等の信頼性に大きな問題があると考えられている。また、EDLは国内の需給バランスのみを所轄する機関であり、IPPは輸出・国内向けを含め、MEMのエネルギービジネス局（DEB）が所轄していることから、情報共有が円滑に進まず、IPPによる新規事業の調査・建設等の進捗状況が正確にPDPに反映できていない。

IPPによる新規事業の調査・建設については、DEBおよびエネルギー政策計画局（DEPP）が、EDLと連携しつつ全体の供給計画の中で適切に促進、管理していくことが求められているが、現状ではDEB、DEPPの組織上の連携不足、ノウハウ不足等から、十分な情報共有、調整が行われていない。またIPPによる電源開発の仕組みは、「IPPからの発意に基づく提案」を随時に受け付け、実現性を審査の上で独占調査合意（MOU）、開発合意（PDA）へ進めるものとなっている。このため、中長期的需要予測に基づく開発を政府が主体性を持って計画的に管理することができない。またIPPによる事業計画の中には、実現可能性が必ずしも高くないものや進捗が乏しい事業も含まれている。これらの中には、MOUやPDAが適時適切に透明性のある形で見直されていないものも含まれているため、事業化スケジュールに遅延が見られるケースも散見される。信頼性のある包括的な電源開発計画、電力設備開発における競争性の導入、明確なクライテリアと透明性・公平性のある管理プロセスの整備等、電力開発全体のガバナンスメカニズムを強化することが喫緊の課題となっている。

このような背景を踏まえ、ラオス側実施機関であるMEMと国際協力機構（JICA）は次に示す目的の協力を行うことについて、2012年2月17日に合意文書を締結した。

1.2 本プロジェクトのデザイン

(1) 本プロジェクトの目的

1) PDPの需要予測や施設整備計画実施の課題分析および具体的改善策を提案するとともに、開発

計画に取り込む IPP プロジェクトを十分に吟味することにより、信頼性の高い包括的な PDP を提案すること、並びに現行電力設備開発メカニズムの課題を特定し改善に向けた具体的提案をすることにより、ラオス電力セクターガバナンス機能の向上を目指す。

- 2) 現状 EDL や DEPP には組織全体としてのパフォーマンスを向上させるためのマネジメントメカニズムや人材開発を体系的に強化するための計画が欠如している。このため、これらについても課題を分析した上で機能強化に向けた具体的計画について提案し、ラオス電力セクターのガバナンス機能が自立発展的に向上していくことも目指す。
- 3) 本業務により、IPP 等による発電・送電等電力設備投資をより透明性・競争性が確保された明確な仕組みにおいて実施できる環境を整え、電力設備開発の促進・活性化を図ることにより、円借款事業により整備する電力設備の開発効果増大に貢献することを目指す。また業務の中で、新規円借款案件形成に向けた技術的助言を行うことで、次期円借款事業の迅速な形成にも貢献する。

(2) 業務の対象

ラオス全土（文献調査は周辺国も含む）を調査対象とした。

(3) 調査関係機関

<実施機関> エネルギー鉱業省 エネルギー政策・計画局 (DEPP)

<関係機関> ラオス電力公社 (EDL)、エネルギービジネス局 (DEB)

(4) 活動実績概要

調査は、2012年6月から2013年4月までの4回に分けて実施した。第1次調査として基本的なデータ収集と分析を実施した。第2次、3次調査では政府の作成する包括的なPDP (NPDP) を提案し、その骨子について議論を行った。第4次調査ではNPDP策定への方針およびIPP促進のためのメカニズムについて議論を行った。

また技術面では、EDLが作成している既存のPDP改善のために需要予測や系統解析手法について、技術セミナーを含む技術指導を実施した。調査期間を通じて調査方針や結果についてラオス側と協議を行うためのワークショップを4回開催した。調査の全体スケジュールと構成を図1-1に示す。

年	2012年												2013年				
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5				
国内作業 現地作業																	
国内作業	国内準備作業 1) ラオス電力セクターに係る各種情報収集・確認 2) インセプションレポートの準備			国内作業(その1) 1) プロGRESSレポート(1)の準備			国内作業(その2) 1) プロGRESSレポート(2)の準備			国内作業(その3) 1) ドラフトファイナルレポートの準備							
現地作業	現地作業(その1) 1) インセプションレポートの説明・協議(第1回ワークショップ) 2) 業務実施体制の確立 3) 周辺国との電力融通メカニズムのレビュー 4) IPPを受け入れている国についてのレビュー 5) 他ドナー等の取組みについてのレビュー 6) 基本情報の収集 7) 現行PDPの課題分析 8) IPPを含む電力設備開発メカニズム改善策の検討 9) 組織マネジメント強化および人材開発計画の検討 10) 需要想定および系統解析ツールの検討			現地作業(その2) 1) プロGRESSレポート(1)の説明・協議(第2回ワークショップ) 2) 基本情報の収集(継続) 3) PDP見直しに向けた基本方針の検討 4) IPPを含む電力設備開発メカニズム改善策の検討(継続) 5) 組織マネジメント強化および人材開発計画の提案(継続) 6) 需要想定および系統解析ツール選定			現地作業(その3) 1) プロGRESSレポート(2)の説明(第3回ワークショップ) 2) PDP見直し案の提案(政策枠組み、方向性) 3) PDP需要予測の見直し 4) PDPの供給計画の見直しおよび需給バランス見通しの検討 5) 系統解析の実施および系統整備計画の提案 6) IPPを含む電力設備開発メカニズム改善策の検討(継続)およびワークフローの作成 7) 組織マネジメント強化および人材開発計画の検討(継続)および提案 8) 関連マニュアルの整備 9) 電力セクタープログラムローン形成に向けた技術的助言			国内作業(その4) 1) ファイナルレポートの準備 現地作業(その4) 1) ドラフトファイナルレポートの説明・協議(第4回ワークショップ) 2) 系統解析、需要想定手法技術移転ワークショップの実施 3) 電力セクタープログラムローン形成に向けた技術的助言(継続) 4) 関連マニュアル作成							
月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5				
報告書提出		▼				▼		▼			ドラフト	最終報告	▼				
説明・協議 (ワークショップ)		△			△	△	△	△		第4回ワークショップ (ドラフトファイナルレポート説明・協議)	△	△	▼				
		インセプションレポート			第2回ワークショップ (プロGRESSレポート1の説明・協議)	第1回技術セミナー		第3回ワークショップ (プロGRESSレポート2の説明・協議)			第2回技術セミナー		マニュアル準備				

図 1-1: 調査全体スケジュールと構成

1.3 本報告書の構成

JICA は 2012 年 1 月に” 電力セクター協力プログラム” 原案を策定し、i)政策および計画、ii) 法律的枠組み、iii) 設備開発、iv) 実施能力の 4 点の成果を定めた。このうち、本調査では主として ii) を除く 3 つの成果に加え、将来の円借款や技術協力のプログラム提案を行っている。

本報告書の第 2 章ではまず、ラオスの電力セクターガバナンスを取り巻く現状について、上記 4 つの成果に結び付く事実に加え、環境社会配慮と他ドナーの協力プログラムについて現状と課題を整理、分析した。

現状分析に基づく電力セクターガバナンス強化策のうち、i) 新たに提案する国家電力開発計画 (NPDP) の策定、ii) EDL マネジメントの改善、iii) IPP による電力開発メカニズム提案については第 3 章で、そして需要想定や系統解析といった現状 PDP の技術面については、第 4 章で改善点 (手法) を紹介した。そして第 5 章では、円借款につながる案件や技術協力、さらには JICA を通じた海外投融資の活用の可能性など、将来の協力について提案という形で記載している。表 1-1 には、本報告書における成果とその概要 (各章との関連) を示す。

表 1-1： 報告書の成果とその概要

成果	概要
(1) 現状分析	第 2 章： 電力セクターガバナンスの現状
(2) PDP の改善	第 3 章 (3.1)： NPDP の策定 第 4 章： EDL-PDP の改善 第 5 章 (5.1)： NPDP 策定のための技術協力プロジェクト
(3) 電力開発メカニズム提案	第 3 章 (3.3)： 持続可能な電力計画のための包括的なマネジメント
(4) 組織および人材能力開発提案	第 3 章 (3.1)： NPDP の策定 第 3 章 (3.2)： EDL の役割と将来の電力計画の確認 第 5 章 (5.1)： NPDP 策定のための技術協力プロジェクト
(5) 円借款案件の提案	第 5 章 (5.2)： 送変電プロジェクト (5.3)： 海外投融資
(6) キャパシティディベロップメント	第 4 章 (4.5)： 技術移転

(出所) 調査団作成.

第2章 電力セクターガバナンスの現状

2.1 ラオス電力供給の現状

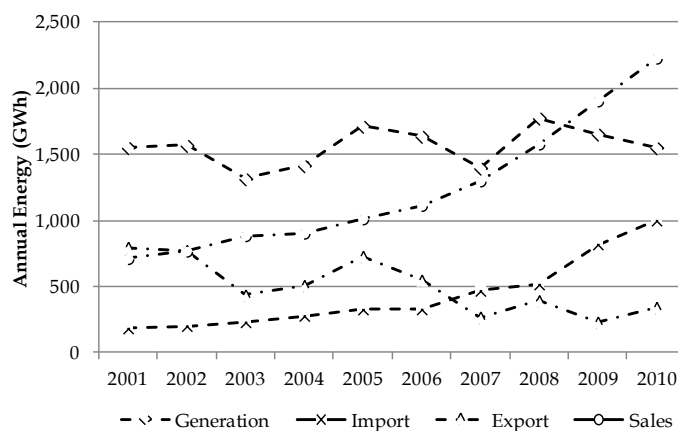
ラオスは周辺をタイなどに囲まれた内陸国であり、人口（約 600 万人）も他国に比べて少なく、電力供給は周辺諸国の影響を受けやすい状況にある。国内の電力消費はここ 10 年電力量で年平均 15.0%、最大電力で年平均 13.4%と目覚ましい伸びを示している。ラオス国内の既存の発電設備はほぼ水力で、設備容量は 2,557.4 MW（うち国内向け 569.4 MW、輸出用 1,975 MW）であり、国内向けの 70%近くを EDL が供給して 20%近くを国内向け IPP 事業者が、そして 10%強は輸出用 IPP がその一部を国内向けに供給している（表 2-1 参照）。

表 2-1： 既設発電設備の内訳

事業者	発電設備容量 (MW)		
	国内向け	輸出向け	合計
EDL	384.85 (67.6 %)	--	384.85 (15.0 %)
国内向け IPP	104.25 (18.3 %)	--	104.25 (4.1 %)
輸出向け IPP	77.1 (13.5 %)	1,975 (100 %)	2,065 (80.8 %)
県等自治体	3.165 (0.56 %)	--	3.165 (0.12 %)
合計	569.4 (100 %)	1,975 (100 %)	2,557.4 (100 %)

（出所）調査団作成

国内は 115 kV の送電線で形成されているが、北・中部系統と南部系統は繋がっていない。タイ、ベトナム、中国といった周辺国とは主要発電所から直接 115 kV の送電線で繋がっている。タイとはビエンチャン、パクサン、タケク、サバナケット、及び、パクセの 5 都市から 115 kV の送電線でそれぞれ EGAT の系統に接続されているが、ラオス側での系統運用はできていない。また図 2-1 に示すように EDL は 2007 年より輸入超過に陥っている。



（出所）EDL電力統計 2010年版より調査団作成

図 2-1： EDL の発電量と輸出入

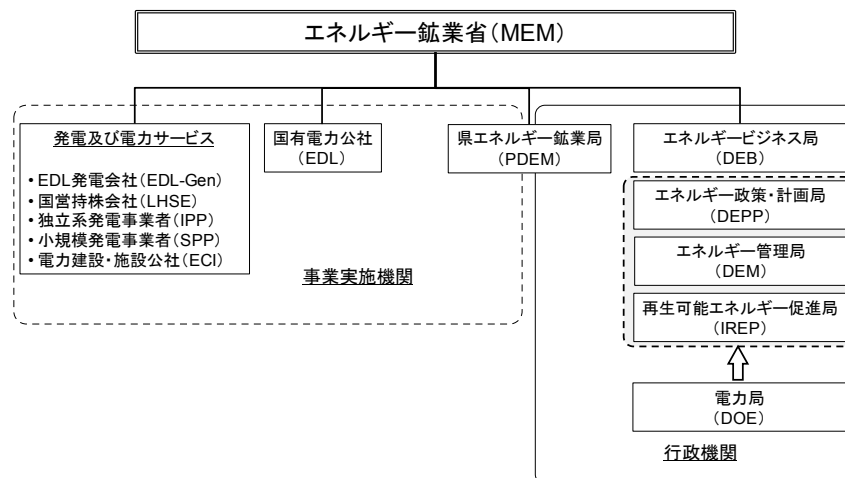
2.2 ラオス政府の電力政策

ラオスの電力セクターは、安定かつ安価な電力を国内に供給することにより、民生の向上及び産業発展に資すること、また、豊富な水力を中心に電力を輸出して外貨を稼ぐという2つの使命を担っており、国内供給が十分でない現状では矛盾を孕んでいる。周辺諸国に対しては個別に電力輸出のMOUを締結しており（タイには2015年までに5,000 MW、2015年以降さらに2,000 MW、ベトナムには2020年までに5,000 MWなど）、大メコン圏（GMS）での包括的な政策や計画との整合性が必要である。

ラオス国家レベルでの電力政策や戦略については、一部家屋電化率の数値目標（2020年までに家屋電化率90%）や前述のように周辺諸国への電力輸出目標は設定されているが、スローガンに留まっており、それらの裏付けとなる政策や根拠が不明確である¹。電力開発についても近年開発可能なプロジェクトの積み上げや、その方法（例えば小規模発電事業者（SPP）からの電力購入）、国内IPP事業者（IPP(d)）や輸出用IPP事業者（IPP(e)）からの購入が記載されているに過ぎない。

2.3 電力セクター内組織の役割

ラオス電力セクターの組織構造は図2-2に示すとおりである。MEMでは2012年5月に本省内の組織改編を行い、旧エネルギー促進開発局（DEPD）がエネルギービジネス局（DEB）と改称し、旧電力局が3つの局に分割された。



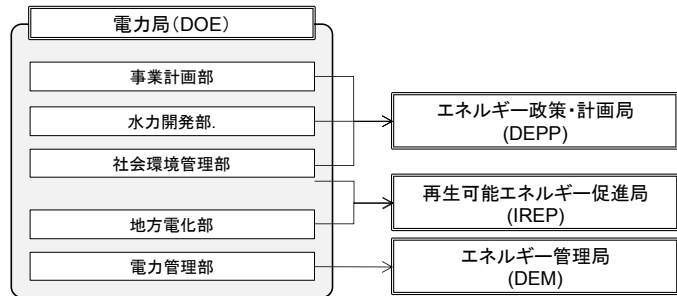
（出所）MEM資料に基づき調査団作成

図 2-2： ラオス電力セクターの組織体制

¹ 例えば”The Strategy Plan for Developing the Energy and Mines from 2006 to 2020”

(1) 電力セクター行政の概要

MEM 本省にあるエネルギービジネス部 (DEB) は IPP 事業者との契約交渉窓口として、エネルギー政策・計画局 (DEPP) は電力政策計画立案部署として、エネルギー管理局 (DEM) はラオス電力技術基準 (LEPTS) に基づく審査検査部署として、深く電力行政にかかわっている。2011 年度の MEM 統計によるとこれら 3 局で職員は 67 名しか配置されておらず (そのうち約半数の 35 名が DEB)、DEPP には 16 名の職員しか配置されていない。DEPP は旧 DOE の業務のうち、水力計画を含む計画業務と環境社会対策管理業務を引き継いだ (図 2-3 参照) が、今後新たに開始される政策ペーパー (国家電力開発計画 : NPDP) の策定担当部署としての具体的業務は始まっていない。



(出所) MEM資料に基づき調査団作成

図 2-3 : DOE 組織改編

(2) MEM傘下の組織

1) DEPP

2012 年の MEM 再編成によって旧 DOE は DEPP, DEM および IREP の 3 局に分割されたが、DEM (技術基準に基づく電力設備の審査検査) および IREP (再生可能エネルギー、地方電化普及) の業務分掌 (Mandate) は比較的簡単である一方で、DEPP には 33 もの業務 (Duty) があり、水力のみならず全エネルギー分野の政策・計画など多岐にわたっている。そのうち最も重要と思われる政策 (Policy) が 8 つの業務が記載されている。

また、DEPP には系統計画、発電計画、環境工学、エネルギー政策、管理という 5 つの部 (Division) が発足と同時に設置されたが、スタッフが不足しており (旧 DOE からの職員が課長職となり、他はほぼ新人)、NPDP 策定のためには十分な体制とはいえない。

2) DEB, DEM, IREP

DEB は旧 DEPD 時代より、電力事業者との交渉および契約担当窓口として業務を行ってきており、MOU、PDA および CA の各段階で IPP 開発に大きな役割を果たしている。業務分掌によると規制、ファイナンス等に関して計画投資省 (MPI) や財務省 (MOF) との調整を行うこととなっているが、一部 F/S のレビューを行う業務も入っている。

DEM はラオス電力技術基準 (LEPTS) に基づく審査検査を行う局として、旧 DOE の部から格上げとなり、IPP 開発の規制側の立場として重要な位置づけにある。DEM の中には、審査検査に関わる輸出用 IPP プロジェクト管理部、国有企業管理部、民間企業管理部の 3 つがあるが、その業務内容はまだ明確に定められてはいない。

IREP は再生可能エネルギー促進、政策立案実施、省エネルギー促進、地方電化促進などの目的で設立され、15MW 以下の小水力など再生可能エネルギーのデータソースとしての役割を果たしている。

3) EDL

EDL は電力公社として MEM 傘下であり、1961 年の設立以降国内の電気事業（発送配電事業）を一貫して行ってきた。2010 年には 6 つの発電所 (387 MW) が分割民営化され、発電会社 (EDL-Gen) として水力発電所の運営を行っている。2011 年現在での職員数は 3,239 名、このうち技術部の電力システム計画室の 14 名で、需要予測および系統解析等の業務を行い、国内向け電力開発計画 (PDP) を策定しており、より PDP を精緻なものとするための技術力向上と、毎年計画的に見直しができる体制作りが必要とされている。

(3) MEM および電力セクターの組織能力強化

調査団は、組織能力強化のためのより深い分析を行うため、問題系図を用いた問題分析を DEPP および EDL 職員に対して実施した。その結果、需要予測手法や系統解析手法あるいは投資計画政策立案といった個別能力の強化のような技術面でのニーズが EDL 職員により多く挙げられ、一方 MEM (DEPP) からは以下に示すような組織や組織間の関連性に起因する能力強化ニーズが認められた。またこのような双方の認識の違いが電力セクター全体のガバナンスに影響を及ぼしている。

- 1) 電力事業者への管理能力
- 2) 関係各局の関係体制強化
- 3) 実現するための要員が配置されていない業務分掌
- 4) 今の業務体制を改めることへの抵抗（モチベーション） 等

2.4 民間主導開発の活用

IPP 事業者による開発手続きについては、排他的に調査を実施するための覚書 (MOU) をラオス政府との間で締結することから始まる。申請窓口は計画投資省 (MPI) で、事業者は開発申請を行い、MOU を取得して事業可能性調査 (F/S) を実施する。調査の結果、事業の実現性が確認された場合、事業者は事業開発権 (PDA) を取得し、電力購入者 (EGAT や EDL) との電力購買契約 (PPA) の交渉、金融機関との融資交渉、株主間交渉、プロジェクトのための特定目的会社 (SPC) の設立等を経て、最終的にラオス政府と事業権協定 (CA) を締結して、建設・運転のステージへと進む。MOU 締結以降は DEB を窓口として MEM 内外で審査・検査や関係機関との調整が進められる。DEPP は主として F/S の審査、DEM は基本設計 (B/D) の審査や完工までの現場検査と運転開始以降の運転記録等の受領で、環境に関しては天然資源環境省 (MNRE) が審査およびモニタリングを実施する。

MOU 締結までの方法や審査検査等の手続きは煩雑で、これまでは DEB が作成した事業者の手続きを中心とした開発フローと、DEM が作成した LEPTS に基づく審査フローが存在したが、調査団はそれを包括的に取りまとめた新たなワークフローを提案するとともに、以下の問題点を指摘した。

- 1) 事業者の選定や審査方法が不透明なこと
- 2) 15 MW 以下の小水力は県の所轄となり中央政府 (DEPP) の管理が及ばないこと
- 3) 特に PDA 以降の審査検査手続きが煩雑で事業者にとって分かりにくいこと
- 4) 建設中から運転開始後の事業者に対する管理体制が分かりにくいこと

2.5 現在の PDP の課題

ラオスで現在存在するのは EDL が作成している国内向けの電力開発計画（PDP）のみで、10 年後までの電力開発計画を EDL が 3 年毎に更新している。最新版は 2011 年 8 月に制定された PDP 2010-2020 (revision-1) である。現在の PDP は主として電力需要想定、発電計画、送変電設備開発計画などから構成された EDL の事業計画である。

ラオス政府は 2011 年 12 月に公布された新電力法の第 10 条においても包括的な PDP の作成を規定しており、現状の PDP は一次エネルギーの配分、輸出用を含む発電プロジェクトの優先順位、ターゲット、方向性、メカニズム等が欠けており、さらに社会環境配慮についても記載されておらず、電力法で規定された包括的な PDP とは異なる。以下、電力需要想定、発電計画、送変電設備開発計画、さらには EDL の財務状況について現状の課題を示す。

(1) 需要想定

需要想定には比較的短期を取り扱うボトムアップ（積み上げ）方式と、20 年から 30 年の長期を扱うトップダウン方式（計量経済モデル）があり、それぞれ利点と欠点を持ち合わせている。EDL はこれまで基本的にボトムアップ方式で需要想定を実施してきたが、EDL の需要想定の大きな問題点として以下の項目が挙げられる。

- 1) 需要を大規模産業とその他（家屋、小規模産業、農業、商業）で分けているが、それぞれ不確定要素が多すぎること
- 2) 大規模産業のカテゴリーに 5 つのカテゴリー（産業、ダム、鉄道、経済特区、アルミニウム産業）があるが、産業に鉱業、セメント、製鋼等関連性が見られないものを大括りにしていること
- 3) その他にある家屋や農業などに入っている伸び率の根拠が不明確なこと（現在の需要状況を反映しているように見えないこと）

(2) 電力供給

1) 発電計画

現在の PDP には国内の急速な需要の伸びに従って、2020 年までに主として水力で 5,500 MW の発電容量で 28,000 GWh の電力が追加されることになっている。現在国内で 600 MW 以下の発電容量しかない EDL にとっては大変大きな数字で、国家開発計画との整合性や環境社会配慮の観点、さらには IPP 導入に必要な発電コストや電気料金レベルや事業者の実施能力などの観点から、以下のような課題を抱えている。

- 1) 90%以上の開発を不確定要素の高い IPP に頼っており、EDL や EDL-Gen の開発が少ないこと（2017 年以降は皆無）
- 2) IPP のプロジェクトにしても CA が締結され建設中のものはまだ 13%しかなく、F/S 段階のプロジェクトですら確実に開発されると見込んでいること
- 3) 現状の PDP では電力需給バランスを 1 年単位の発電電力量及びピーク出力で考えており、雨季と乾季の発電能力の違い等が反映されていないこと

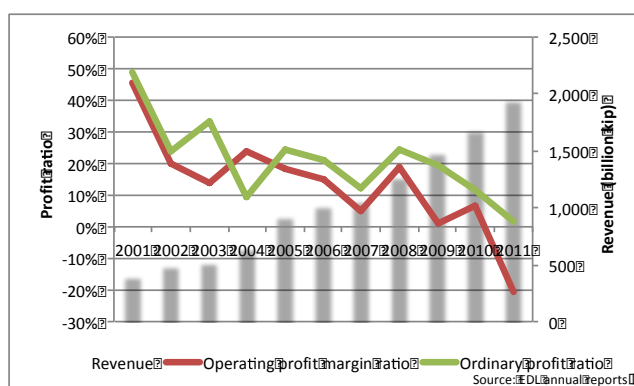
2) 系統計画

現在のラオスは、国内需要の急速な増大とそのため水力発電所の開発が見込まれ、PDP2010 Revision-1 では、これに対応するための 115 kV および 230 kV 系統の拡充計画が立案されている。現状の国内系統と系統計画の主要な課題は次のとおりである。

- 1) EDL 系統は EGAT 系統に大きく依存している一方で、いまだに EDL 自身により十分に系統運用ができていないこと
- 2) 将来の国内系統の構築や隣国との連系について明確な見通しが無いこと
- 3) 系統解析は潮流解析を行っているものの、実測データが得られないため解析結果の検証が行われていないこと

(3) EDLの財務状況

EDL は 2001 年からの 10 年で大きく収益を伸ばしてきたが、収益率は減少の一途を辿っている (図 2-4 参照)。これは 2000 年台後半から EDL が投資額を増やし、売電収入を上回るレベルに達しているためである。総資産利益率 (ROA) や株主資本収益率 (ROE) は 2011 年断面ではほぼ 0% と、タイ、マレーシアやインドネシアの電力会社と比較して最低水準にある。さらに、向こう 10 年の投資に対して 7.6% のみを自己資金 (売電収入) で賄い、残りを借入により資金調達をする計画となっているが、利子負担が無くとも年間 3,100 billion Kip を返済せざるを得ず、2011 年の収入が 1,952 billion Kip であることに鑑みると、その利子負担も含めて履行不可能な投資計画と言わざるを得ない。



(出所) PDP 2010-2020 に基づき調査団作成

図 2-4 : EDL の収益と利益率

ラオス政府は 2012 年 12 月に電気料金を 17% 値上げして、その後 2013 年から 2017 年にかけて毎年 2% の電気料金の値上げを承認した (名目値としては合計 32% の上昇) が、これを GDP デフレーターで調整した実質の電気料金はほぼ現在と同水準に留まる。

2.6 環境社会配慮

現在、ラオスにおいては、2010 年に制定された「環境影響評価に関する省令」や 2012 年に制定された「環境影響評価指針」等に従って、DEPP が窓口となり MNRE が中心となって、個別電力プロジェクトの環境社会配慮面での実施体制が整備されている。一方で、今後ラオス政府が作成する予定

の国家レベルの電力開発計画（NPDP）においては国全体あるいは地域別の特性を活かした電力開発計画を策定するために、個別プロジェクト前に広く戦略的に社会環境影響を確認するため、戦略的環境影響評価（SEA）が必要である。

ラオス政府ではSEA関連法やガイドラインが2013年内の完成を目途に作成されているところであり、これまでSEAの適用例はない。電力設備へのSEA実施には、既存施設の位置情報や土地利用や河川情報などの情報が必要であり、MEMや首相府国土地理局(NGD)にある地理情報システム(GIS)が有効である。本プロジェクトでは水力プロジェクトの開発優先順位付けのため、また将来の円借款候補案件のスクリーニングのためにSEAの考え方を適用した。

2.7 他ドナーの支援との連携

ラオスのエネルギーセクターや電力セクターには、JICA以外にも世界銀行(WB)やアジア開発銀行(ADB)による資金協力や技術協力(TA)が行われてきた。そのうち本プロジェクト関連のあるのは、世界銀行が2011年に承認して実施中(2014年9月終了予定)の「水力及び鉱業セクターの能力開発に関する技術協力プログラム」である。このコンポーネント2の小項目は以下のとおりである。

- 1) 水系管理と水力発電計画
- 2) 水力発電の事業権協定(CA)
- 3) 水力の管理と水力発電における環境社会の持続性に関する国家政策(NPSH)

1)と3)についてはDEPPをカウンターパート機関として進められており、また、2)についてはDEBをカウンターパートとして進められている。本プロジェクトでは、調査の進捗に合わせて世界銀行のTAとJICAの技術協力の将来的な連携について協議を行った。

2.8 電力セクターガバナンスに関するまとめ

これまで分析してきたように、現状の電力セクターガバナンスには制度、組織、財政、技術など様々な課題がある。とりわけ新電力法に規定された包括的な国家電力開発計画(NPDP)の策定は急務である。表2-2に、第2章で把握・分析した主な課題と解決策を示す章節を示す。

表 2-2： 電力セクターガバナンス向上に向けた課題と解決策を示す章

分類	課題	章節
政策	適切な需給バランスを考慮した具体的な電力開発政策の必要性	3.1 (NPDP 策定)
制度	電力輸出入、国内外の送電網、効率的な水利用や財務制約等を考慮した包括的な国家電力開発計画の必要性	3.1 (NPDP 策定)
組織	NPDP 策定のための MEM 内外での関連機関の協力体制強化	3.1 (NPDP 策定)
	より良い IPP 管理のための MEM 内組織の連携強化	3.3 (IPP 管理)
環境社会	NPDP 作成のための SEA の導入、各開発段階での SEIA との協調	4.3 (優先順位付) 3.3 (IPP 管理)
計画策定	より良い技術を用いた詳細な需要想定と月単位での発電系統計画	4 (PDP 改善)
ドナーとの連携	CA マネジメントや水力計画、料金調査など世界銀行との連携	3.2 (料金制度)
		3.3 (IPP 管理)

(出所) 調査団作成

第3章 電力セクターガバナンス向上策

本章では NPDP の必要性およびその具体的内容、EDL の役割と財政面の改善、そして電力開発メカニズムの改善点など、電力セクターガバナンスを強化のための組織制度的枠組みについて記載する。主として EDL-PDP 策定に係る技術面での能力向上については、第4章で記載する。

3.1 国家電力計画（NPDP）の策定

本調査の最も重要な成果の一つが現状の PDP の改善であるが、第2章（2.2 と 2.5）での現状分析を踏まえると、以下のような2つの視点からとらえる必要がある。

- 1) 現状 EDL の設備計画でしかない PDP について、政府が主体となり現在の社会経済状況（特に大規模産業の需要）や、輸出入バランスのとれた電源系統計画立案などの政策議論を行うという、いわゆる包括性の視点
- 2) より信頼性のある需要予測、電源計画および系統計画といった緊急性の高い技術力向上の視点（第4章に記載）

(1) NPDPの構成

調査団が提案する NPDP は以下に示す3つのパートから構成される。

1) 国家開発のための政策

国の社会経済開発計画、一次エネルギーの配分、電力の輸出入バランス（エネルギーセキュリティの視点から）、省エネルギー、地方電化や再生可能エネルギーなど

2) 自国内電力開発

需要予測、電源計画、需給計画、系統計画、最適投資計画など

3) 外部との関係

民間活力の導入（IPP）や周辺諸国との電力融通など

(2) 将来の電力開発における政策の明確化

本節では、MEM を中心としたラオス政府が電力開発のために決めていかななくてはならない、幾つかの重要な政策議論を示す。

1) コストバランスを考慮したエネルギーセキュリティ

ラオスは豊富な水力資源を有しているが、コスト面も考慮すると自国内で全て賄う水力開発をするべきだということではなく、輸出入を考慮したラオス側の利益を最大にするような開発シナリオを準備する必要がある。EDL は確実性がはっきりしない大規模産業需要も考慮して、投資計画を策定しているが、その部分を EGAT からの輸入で賄うというのも一つのシナリオである。

2) 発電と輸出入の最適化

ラオスでは電力供給に関して、EDL による国内向け発電、国内向け IPP からの買電、輸出用 IPP からの国内向け買電および EGAT からの輸入の 4 パターンがあり、この組み合わせの最適化が NPDP における大きな政策議論の一つとなる。最適化のためには、電源のタイプ（年間調整できる貯水池式か流れ込み式か）、IPP に大きく依存することのリスク、EDL の財務状況などを考慮に入れて議論を行う必要がある。

3) 合理的な水資源開発

ラオスは GMS のバッテリーを標榜して、水力を外貨獲得および貧困削減手段として掲げている。一方で大規模な水力開発は水の流れを妨げ、自然環境に大きな影響を与える。これまでは水管理を所轄する省庁が明確でなく、2011 年に水資源環境省（MNRE）が発足し、ようやく水資源管理のための法律（1996 年施行）の改正に着手したところである。

Nam Theun 2 や Theun Hinbun など大規模水力プロジェクトは河川の転流を行っており、上流域の効率的な河川を阻害している可能性がある。また、15MW 以下の小水力は地方政府の許可で開発を進めることができるため、中央政府が計画している水力開発の妨げとなる可能性もある。このため、EDL、IPP や小規模発電事業者（SPP）も含め、最適な水力資源開発について議論する必要がある。

4) 将来の送電網

現在 EDL の国内系統は輸出用 IPP の送電線に接続されておらず、EDL は独自に国内向け発電所から需要地に送る送電線を建設する必要がある。将来の最適な送電網について、EDL の送電網と EGAT の送電網の接続や南北の基幹送電線の建設など、電力安定供給や多様化、そして費用やリスクなどを考慮し、MEM と EDL は議論をしてその形態を明確化していかなければならない。

5) 投資と資金調達

第 2 章（2.5（3））で述べたように、EDL は 2001 年からの 10 年で収入を伸ばしてきたが、収益率は減少の一途を辿っている。さらに、向こう 10 年の投資に対して 7.6%のみを自己資金（売電収入）で賄い、残りを借入により資金調達をする計画となっているが、将来の電気料金値上げを考慮しても、利子負担を含め収入をはるかに超える返済額となっている。NPDP ではこのような財務状況にある EDL の直接投資を避け、送電設備の民営化や電力輸入などの対策を検討する必要がある。

6) 地方電化と再生可能エネルギー

現状の PDP では、各県での地方電化計画は政府のターゲット（家屋電化率を 2015 年までに 80%、2020 年までに 90%）に従って進められている。一般的に地方電化は配電線延伸、ミニグリッド、独立（家屋別）システムに分けられるが、現在の PDP には電化手法や役割分担（EDL なのか PDEM 等他の機関の役割なのか）が明確でなく、NPDP で議論が必要である。

ラオス政府は 2011 年に再生可能エネルギー開発戦略を策定し、2025 年までに全エネルギーのうち 30%を再生可能エネルギーで賄おうという壮大な計画を立てている。しかし計画は現実離れしており、例えば出力 15MW 以下の小水力や風力の設備利用率を 85%という過大な見積りをしている。NPDP 策定の際には、このようなエネルギー政策（戦略）との整合性を取る必要がある。

7) 省エネルギー

電力開発に加えて、ロス削減などの省エネルギーや DSM による負荷平準化によりエネルギー効率を改善することは重要な施策である。ラオスにおける配電線ロス率は最大 15%、地方における年負荷率は 40%程度であるため、今後、ロス削減や負荷平準化の余地が十分にある。将来、需要の伸びが鈍化するなど新規電源の建設が難しくなった場合に、DSM による需要管理の必要性は特に高まる。将来のラオスに適用可能なエネルギー効率化策を検討する必要がある。

8) 環境社会配慮

これまで議論してきたように、国全体あるいは地域の特性を活かした電力開発計画を策定するため、個別プロジェクトの実施前に広く戦略的に社会環境影響を確認するため、NPDP 策定段階より戦略的環境影響評価 (SEA) を取りこんだ政策議論を行うことが重要である。IPP は営利を目的とした事業者であり、国としての環境による便益を早い段階より明確にし、双方のバランスを取っていくことが持続可能な開発のために必要である。

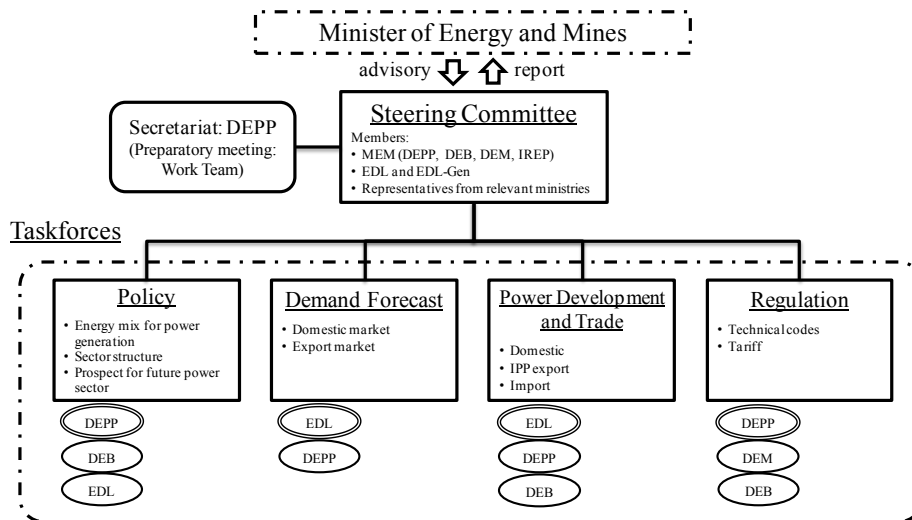
9) 大メコン圏 (GMS) におけるラオスの位置付け

ラオスは GMS のバッテリーとして 2015 年までにタイへ 7,000MW、2020 年までにベトナムへ 5,000MW を輸出する計画である。ラオスの豊蔵水力 (12.5 - 23GW) は自国内消費には大きすぎるが、これを他国と比較すると、タイは 31GW、ベトナムは 21GW などラオスが必ずしも有利な状況下にあるわけではない。このため、政策議論を通じて例えば国際連系ネットワークのハブとしての位置付け、あるいは周辺諸国のバックアップ電源としての位置付けなど、ラオスの GMS 内における立場についてのシナリオを作成する必要がある。

(3) NPDP作成のアプローチ

1) NPDP 作成の実施体制

NPDP 作成にあたっては、エネルギー鉱業大臣の指示に基づき、エネルギー鉱業副大臣を議長として関係省庁および EDL などの関係者が集まって議論を行う運営委員会 (ステアリングコミティ) を形成する。運営委員会の下には、例えば政策、需要予測、電力開発・融通、関連法などの作業部会 (タスクフォース) で議論を行い草稿して、運営委員会に諮る体制を提案した (図 3-1 参照)。DEPP はまず事務局として、資料準備、議事進行等の業務を行う体制とする。



(出所) 調査団作成

図 3-1 : NPDP 策定の実施体制 (案)

2) 今後の組織能力強化策

調査期間中、DEPP の職員は NPDP 作成のため少人数のワーキングチーム (WT) を編成して、需要予測、電力開発や将来の系統等について議論を行ってきており、事務局としての役割や将来のタスクフォース編成への準備を行ってきている。今後 2 年から 3 年の短期的な組織能力強化には、DEPP が事務局としての最低必要な能力強化 (NPDP の内容の理解、電力セクターが置かれている現状の理解および NPDP 作成のために必要な情報とその入手先) が必要である。また、特に EDL に対しては需要予測手法や系統解析手法といった、更なる技術能力強化が必要となる。

上記のような過程で DEPP もしくは MEM 内の関係機関が協力し合って NPDP を作成することになるが、この段階で DEPP や関係各局の業務分掌を再度見直すとともに、以降 4 年程度かけて NPDP 作成がルーチン化できるような組織能力強化策 (業務分掌の精査、主たる業務を年次・月次の計画に落として実行・モニターする仕組みづくり等) が必要である。

(4) NPDP の目次案

調査団が提案した NPDP 目次案は表 3-1 の通りである。

表 3-1 : NPDP 目次案

国家電力開発計画
1. 序論
1.1 背景と法的根拠
1.2 委員会とタスクフォースの組織
2. 電力セクターの現状
2.1 EDL による国内電力供給
2.2 IPP と電力輸出
3. 政策課題
3.1 エネルギー安全保障、リスクとコスト
3.2 最適な電源構成と電力融通
3.3 水力資源の合理的な開発
3.4 電力システムの構成
3.5 投資と資金調達
3.6 地方電化
3.7 省エネルギー
3.8 環境社会配慮
3.9 ラオス電力セクターの GMS 地域における将来の見通し
4. 電力開発計画 (2013 - 2033)
4.1 国内市場
4.1.1 需要想定
4.1.2 電源開発計画
4.1.3 系統計画
4.2 輸出市場
4.2.1 輸出用 IPP 開発計画
4.2.2 輸出用送電計画
5. EDL のファイナンスと電気料金
5.1 必要な投資と資金調達
5.2 EDL のファイナンスの重荷
5.3 料金水準

(出所) 調査団作成

3.2 EDL の役割と将来の電力計画の確認

既に述べたように現在の財務状態を考えると、EDL は新規発電所のみならず、新規送電線や変電所の建設についても新たな投資を行う余裕が無い。本節では、このような制約下で実現可能な将来の電力開発に向けて、以下のような提案を行った。

1) 大規模需要への対応

大規模需要、特に鉱業についてはその電力消費量も多く、これを全て自国内電源で賄おうとすると新たな発電所や送変電設備建設に多額の費用が必要となる。このような場合、タイ (EGAT) からの専用線や鉱業事業者による発電所の併設 (自家発電として) により、EDL の負担を軽減することができる。

2) より詳細な EDL 財務レポートの必要性

2011 年の EDL の財務諸表を見ると、EDL 本体は赤字であるにも関わらず、既に分割民営化された

ものの依然として75%のシェアをEDLが有しているEDL-Genについては大幅な黒字が計上されている。このような現状および不均衡な財務状況を適切に把握するため、EDLは連結子会社を含むより詳細な財務レポートを作成する必要がある。

3) 新たな料金制度の必要性

EDLは新規投資をするための資金もなく、現状の電気料金値上げ策でも十分なものとはいえない。今後世界銀行による料金の調査が開始されるが、今後EDLがIPPからの（コストリカバリーベースでの）購入量を増やすこと、IPPがうまく進展しない場合の短期的な対応策として、EGATからの輸入量を増やした場合の輸入超過分にかかるサーチャージなどを考慮していかなければならない。

3.3 持続可能な電力計画のための包括的なマネジメント

(1) MEM内の連携の必要性

MEM傘下の各部局（DEPP、DEB、DEM、IREP及びEDL）はIPPによる電力開発の計画から調査、建設、運営段階に至る一連のプロジェクト段階でそれぞれ重要な役割を果たしており、これらが連携することが重要である。特にDEPPについては、プロジェクト選定段階においてNPDPの策定の過程を通じ、水力プロジェクトのデータベースを作成して優先順位を付けるという、国としての水力開発政策を反映させるという重要な役目を担っている。表3-2に、各開発段階でのMEM傘下組織の役割分担を示す。

表 3-2： 開発段階ごとのMEM内組織の役割分担

No.	開発段階	DEPP	DEB	DEM	IREP	EDL	PDEM
1	中長期計画	✓✓✓	✓	N/A	✓✓	✓✓✓	*
2	計画段階（MOU締結以前）	✓✓✓	✓✓	N/A	✓	*	*
3	実施段階（MOU～PDA）	✓✓	✓	✓	N/A	*	*
4	実施段階（PDA～CA～COD）	N/A	✓✓✓	✓✓✓	N/A	*	*
5	運転段階	N/A	✓	✓✓✓	N/A	*	*

* EDL及びPDEMについては、国内供給計画を除き、実質的には開発に関与しない。

（出所）調査団作成

(2) IPP開発メカニズム

本節では、IPPによる電力開発において抱えている課題とその解決策を開発段階別に記載するとともに、透明性・説明責任および効率性の観点から、開発手続きの改善策を提示した。

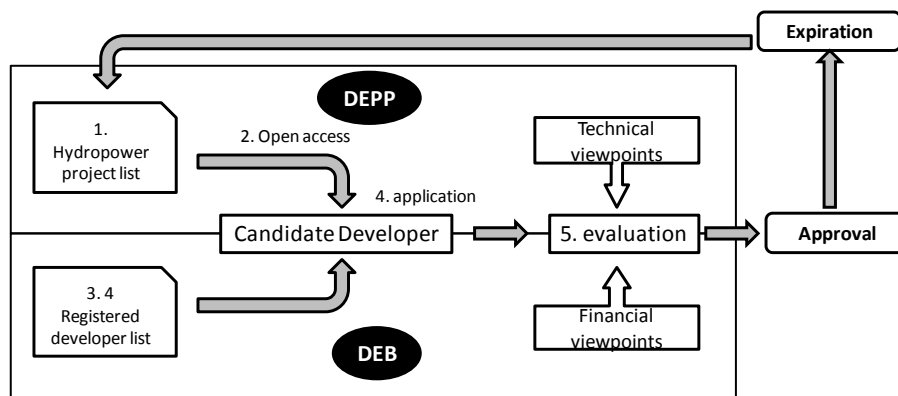
1) 長期計画段階

長期計画を策定する段階、つまりNPDPを策定する段階では、「4.3 発電計画」で述べたようにDEPPが関係機関から情報を集めて水力データベースを作成する。経済性や環境社会配慮等を勘案して優先順位をつけて、長期短期のプロジェクトリストを作成し、ウェブサイト等で公開することにより事業者に対し透明性の高い情報を提供する。

2) 計画段階（MOU締結前）

現状事業者が独自に調査し提出しているMOU提案および事業者の選定については、前述のプロジェクトリストの公開に加え、事業者登録制度と事業者の財務状況や技術能力を考慮した選定方法につ

いて提案した。また、新電力法には MOU や PDA の有効期限や更新期限が明記され、調査等の進捗の無いプロジェクトについてはその権利はく奪されることとなった。2013 年 3 月現在 16 のプロジェクトについて MOU あるいは PDA が失効したが、同様の事業者選定の仕組みで調査権等を新事業者に付与する方法も提案した（図 3-2 参照）



（出所）調査団作成

図 3-2： MOU 段階における事業者選定方法

3) 調査段階（MOU—PDA—CA）

取得した事業者は F/S 調査を行い、独占開発権（PDA）を取得してさらに詳細な調査を行いつつ、SPC の設立や PPA の手続きに入り、DEB を窓口として CA の交渉に入るが、審査検査手続きが煩雑で事業者から分かりにくい。特に F/S（DEPP が担当）と B/D（DEM が担当）を一本化し、その職務内容に応じて DEM、DEPP、DEB が審査を行う方法を提案した。

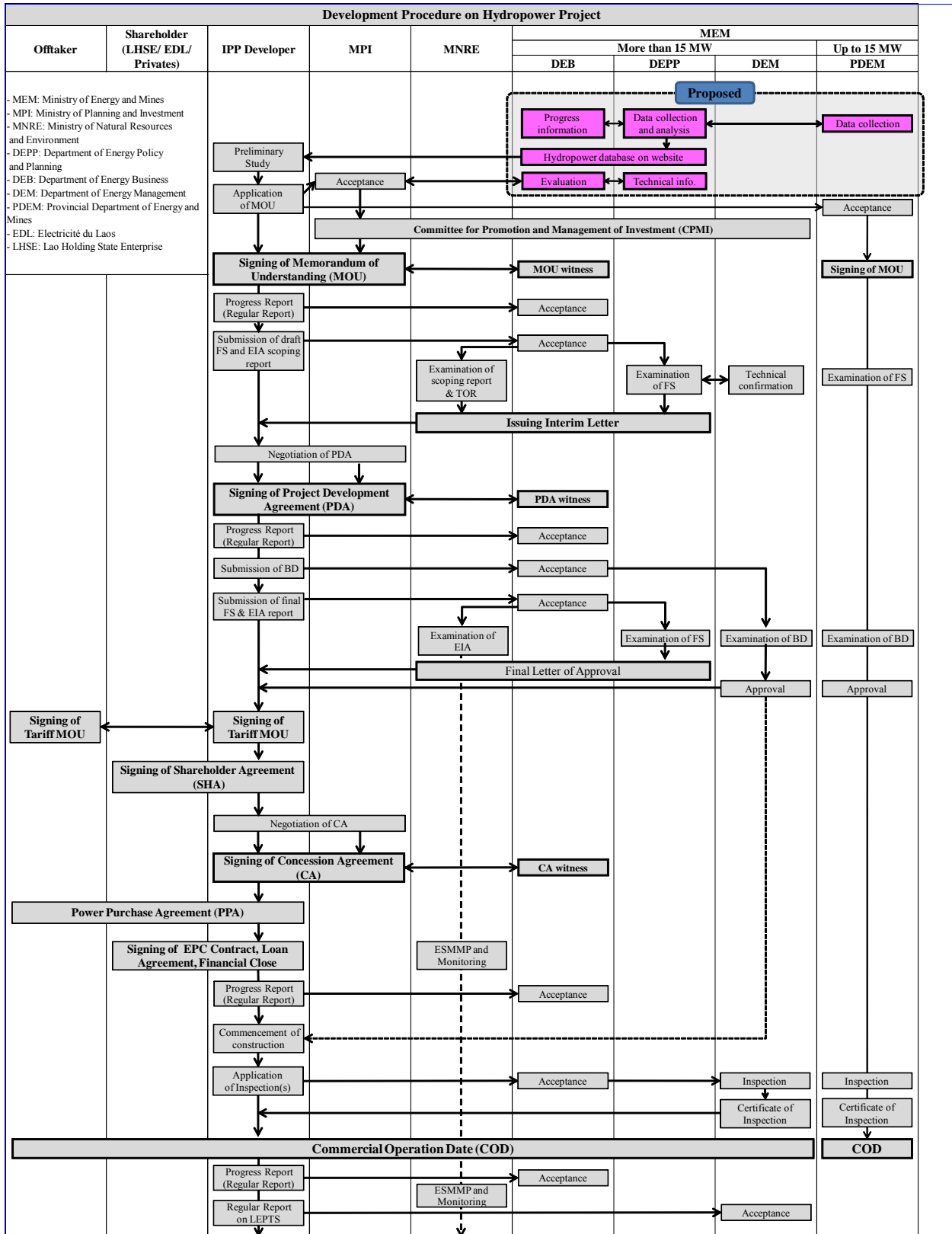
4) 開発運転段階（CA—建設—運転）

建設段階以降は CA および LEPTS に基づいてそれぞれ DEB がプロジェクトの進捗管理を、DEM が審査検査を実施するが、現状ではその役割分担が明確ではない。

(3) 世界銀行のTAとの連携および今後の役割分担

本調査で提案した新たなワークフローを図 3-3 に示す。本ワークフロー（制度）や CA の内容については 2013 年 3 月より約 1 年かけて実施中の世界銀行の TA「水力発電の事業権協定（CA）」と情報共有を図り、詳細については世界銀行の方で引き続き検討を実施する。

IPP 管理に関する手続きや情報については、進捗を把握している DEB が一元的に管理することが現実的な対応であるが、水資源の有効利用や効率的な発電計画の観点から、DEPP が将来的にプロジェクト全体を把握していく姿が好ましい。



(出所) 調査団作成

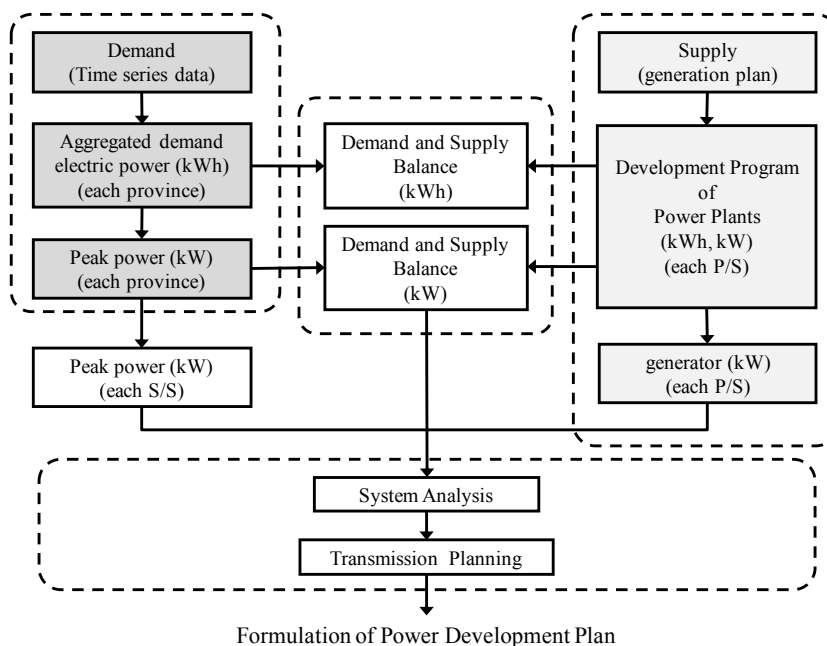
図 3-3 : 新たに提案した IPP 開発フロー

第4章 EDL-PDP の改善

本章では、EDL が現在作成している PDP (EDL-PDP) に対して実施した、技術面での改善点を中心に記載する。

4.1 総論

系統計画の策定は図 4-1 に示すように需要想定、発電計画策定（需給バランス）および系統解析から送電計画策定から構成される。本章では、需要想定では計量経済モデルを利用した信頼性の高い予測手法を、また発電計画や系統計画はより正確性を上げるために季節（月）別の解析を行うことができる手法を提案した。



(出所) 調査団作成

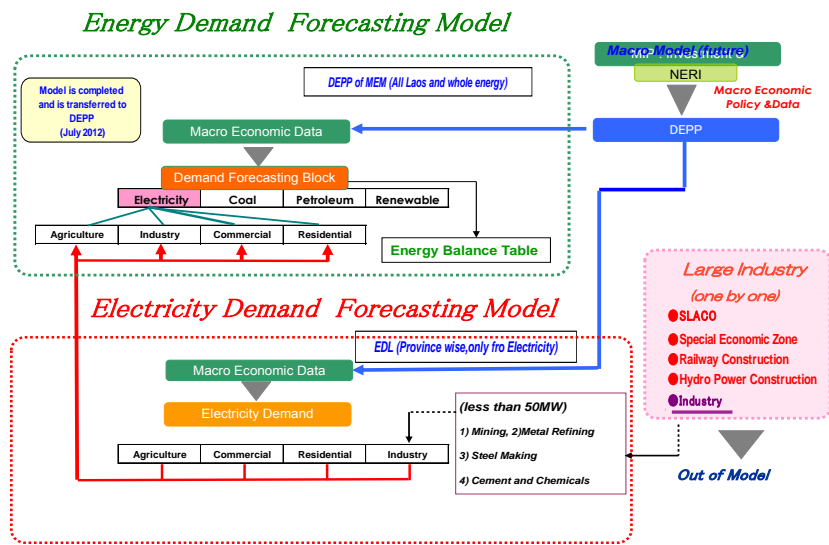
図 4-1： 系統計画の基本構成

4.2 需要想定

第 2 章で指摘したように、現在の PDP の需要予測において最も大きな問題点は、想定と実際の需要を経済実態に結びつけて説明できないことにある。そこで調査団は計量経済モデルを用いた需要予測手法を提案した。しかし、計量経済モデルを画一的に導入するのではなく、本プロジェクトではまずプロトタイプを作成し、今後 3 年程度をかけて予測と結果を検証しながら最終的なモデルを作成することとした。

図 4-2 に示すように、新しい EDL モデルは既に関連されている DEPP のモデルに接続され、それが将来的には MPI が試用するマクロ経済データに接続される。EDL は県別の電力データのみを取り扱うことになり、家屋、農業、商業および 50 MW 以下の産業については、このモデルの中に組み込

まれる。一方で、アルミ精錬工場や経済特区のような需要については今まで通りモデル外として取り扱われる。



(出所) 調査団作成

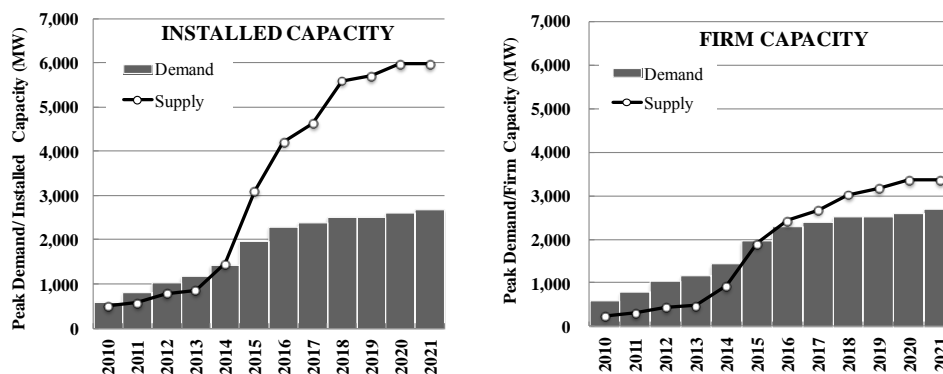
図 4-2： EDL モデルと DEPP モデルの基本構成

なお、計量経済モデルのソフトウェアは、市販の「Economate」を活用することとした。2013年4月に1週間の研修をEDLとDEPP職員を対象に実施した。

4.3 発電計画

(1) 月別出力データの作成

現行のPDPでは需給バランスは年ピークでしか検討されていない。ラオスは建設中のHongsa石炭火力および計画中のKaluem石炭火力を除けば水力で計画されており、乾季に出力が大きく減少する点を考慮しなくてはならない。2015年以降EDLの全国への供給は十分であるとされているが、乾季の常時出力のみで考えると必ずしも十分ではない(図4-3参照)。



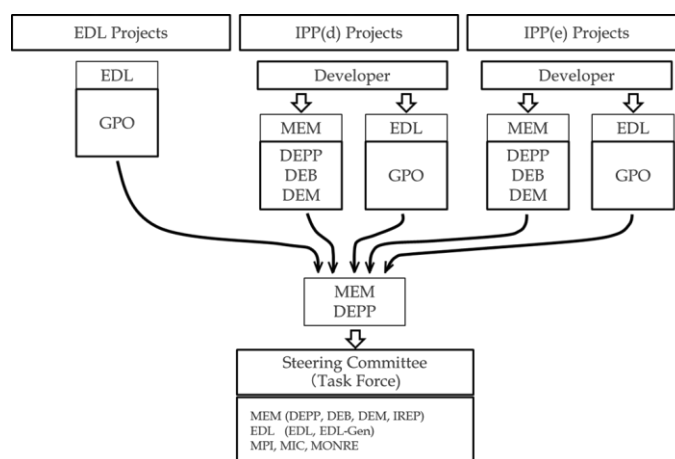
(出所) PDP 2010 Revision-1に基づき調査団作成

図 4-3： 最大出力と常時出力による需給バランス

このため、既設の発電所のデータに加え、IPP は F/S レポート等を参照し、データが公開されていない発電所については流量データもしくは最大出力と設備利用率等で簡易な方法によって EDL が月別のデータを作成できる方法を指導した。EDL は次期 PDP の見直し時にこの手法を導入する。

(2) 水力データベースの作成

現行の PDP は IPP や余剰電力の輸出を意識して計画されており、国としての産業開発振興や電力輸出入といった政策面での運用が考慮されていない。将来の NPDP 作成を視野に入れた場合、その事務局となる DEPP が中心となって水力データを集積・分析し、それを関係機関に提供する方法を調査団は提案し、そのテンプレートを作成した。図 4-4 のように、プロジェクトの基本データや進捗は EDL や DEB を通じて可能な限り IPP 事業者からも提供を受ける体制とする。なお前述の世界銀行の TA（水系管理と水力発電計画）により流域開発の最適化およびデータベース作成が予定されており、完成された場合はメコン川委員会（MRC）のデータベースとの情報共有することも可能となる。



(出所) 調査団作成

図 4-4： 水力プロジェクト情報の集約方法

(3) 水力の優先順位付け

DEPP が中心となって集めた水力データベースは、経済性や環境社会配慮面等から評価され、PDP

をより効率よく策定することができるようになる。調査団が提案した評価手法は表 4-1 のとおりであるが、最終的にはプロジェクトを A から E までの 5 段階で評価できるような仕組みとしている。各評価項目への重み付けや最終的な優先順位については NPDP 作成のための運営委員会などでステークホルダーの意見を反映したうえで決定されなければならない。

表 4-1： 評価項目（案）

分野	分類	評価項目
技術	事業効率	最大出力 (MW)、常時出力 (MW)
		年間発電電力量 (GWh)
		乾季の供給能力 (MW)
		日ピーク需要に対する供給能力 (MW)
	障害	他プロジェクト等との干渉 (他水力、鉱山開発、道路等)
経済性	費用	プロジェクト総額 (百万米ドル)
		建設単価 (米ドル/kW)
		発電原価 (セント/kWh)
	売電料金	料金 (セント/kWh)
	事業性	プロジェクト内部収益率 (%)
環境	自然環境	保護区域への影響 (ha)
		絶滅危惧種への影響 (定性的評価)
		森林への影響 (同上)
		魚類及び水生生物への影響 (同上)
		自然環境への影響 (同上)
		その他自然環境に対する顕著な正負の影響 (同上)
	社会環境	移転家屋数
	貯水池による水没面積 (ha)	
	社会環境改善策 (定性的評価)	
	その他社会環境に対する顕著な正負の影響 (同上)	
建設		建設期間 (年)
		搬入路 (km)、送電線延長 (km)

(出所) 調査団作成

4.4 系統計画

(1) 系統計画

至近年の需要想定は実績と大きな乖離がみられるので、特に大規模需要家の取り扱いに注意することにより、より現実的と考えられる需要想定を採用した。また、既存の PDP は年間ベースの需給検討を行っているが、隣国との融通を最適化するなどの必要性から、月間ベースでの検討を行うこととした。このように、新しい需要想定と最新の発電計画から、月間ベースの需給バランス計算および潮流解析を行い、系統計画を策定した。表 4-2 に送電線開発計画の結果を示す。現行の PDP2010-2020(Revision-1)に比べて多数の計画変更が生じる結果となった。これは、系統解析に用いた最新の電源開発計画 (PDP 2012-2025 用) が現行 PDP と大きく異なること等に起因する。

(2) 将来の送電系統

将来のラオスの系統計画は必ずしも明確でなく、GMS 系統を含め合理的で長期的な見通しを立てることが必要である。将来の送電系統に関して、過度の送電線投資による EDL の財務状況の悪化、多量の国内用電源導入による雨季の需給バランスおよび国内系統の安定性などが懸念される。

近い将来の具体的な課題として、230kV 南北連系線建設の是非が挙げられる。今後は北中部系統と南部系統ともに電源が充足することから、今のところ連系の必要性は不明確だが、建設する場合でも、長距離であることや GMS 系統との親和性から 500kV 設計が必要かもしれないと慎重な検討を要する。

また、500kV 輸出用 IPP 送電線とラオス国内系統の接続が視野に入るのは、2030 年代後半以降の IPP 送電線の償還以降と一般には考えられる。しかし現在 IPP 所有の Nabong 変電所（および 500kV 輸出用送電線）が EDL に買収される見込みから、Nabong 変電所を通じて EDL 系統を EGAT の 500kV 系統と接続する構想がラオス政府内で浮上してきた。この接続により、EDL 系統の安定性の飛躍的な向上、雨季の余剰電力の効率的な輸出など EDL 系統の最適化につながるものと考えられる。

(3) 系統解析ソフト DigSILENTの導入

EDL は EGAT の系統と接続され、かつ、EGAT の系統を経由して北中部と南部が連系しているため、EDL が系統解析を行う際には、EGAT 系統を無視できない。

現在、EDL は PSS/E を系統解析に使用しているが、EGAT は DigSILENT を使用している。そのため、EGAT から解析データを入手する際には DigSILENT のデータを PSS/E 用のデータに変換する必要があるが、このデータ変換は特に過渡解析を行うためには必ずしも完全ではなく、解析結果に影響が出る可能性がある。このため、EGAT と協調を取った系統解析ができるよう、EDL も EGAT と同様に DigSILENT を導入することとした。

第5章 提言

本章では、本調査の主要課題である NPDP 策定のための技術協力プロジェクト、次に円借款による送変電増強プロジェクトや変電所保守に関する技術協力プロジェクトを提案する。更に発電分野では JICA の PSIF スキーム活用の可能性を議論する。

5.1 NPDP 策定のための技術協力プロジェクト

本調査では NPDP 策定の準備作業を行ったが、実際の策定にはさらなる技術支援が必要であるため、(1) に示す技術協力プロジェクトを提案した。このプロジェクトは NPDP 策定に加えて DEPP の能力開発を実施するため、少なくとも 4 年程度の期間を要する。

一方で MEM および DEPP 上層部は、DEPP における人的資源の制約から、より短期間（最長 1 年）で、内部補助金や EDL 投資計画といった重要な政策課題のみについて、コンサルタントによる直接かつ具体的な成果を望んでいる。

このような議論に基づき、NPDP 策定支援に関してもう 1 つのオプションを提案した。2 つのオプションを便宜上、能力開発（CD）プロジェクトおよび調査型プロジェクトとした。図 5-1 に示すとおり NPDP 策定という目標に達するために、CD プロジェクトではカウンターパートの能力開発によるため、その効果が持続的である半面、効率が悪く成果が得られにくい。これに対して調査型プロジェクトではコンサルタントが直接実施するため、効率が良く成果が得られやすい半面、能力開発は行われない。以下に 2 つのオプションの概要を示す。

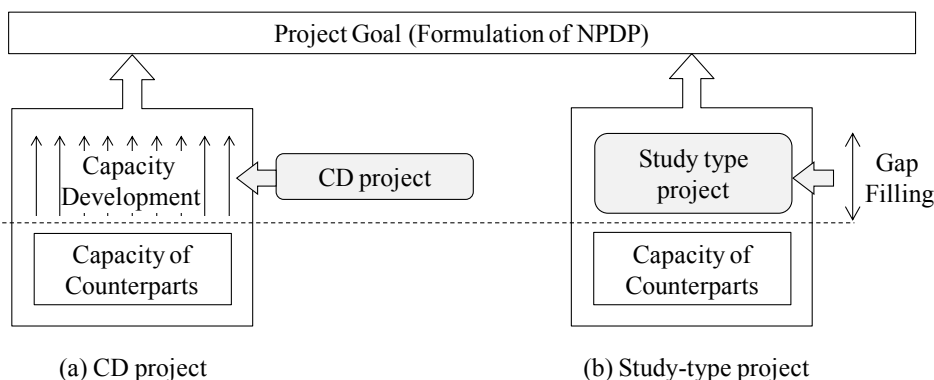


図 5-1： 技術協力プロジェクトのイメージ

(1) 電力政策・計画の能力開発プロジェクト

本プロジェクトでは、NPDP を策定するとともに、策定事務局となる DEPP の能力開発を実施する。よって 1 次カウンターパートは DEPP とし、また 2 次カウンターパートは IPP 開発を管轄する DEB および国内供給担当の EDL とする。

運営委員会の下 4 つの作業部会（電力政策、需要想定、電力開発、規制）を設置した上で NPDP 策定の作業を進める。その中で、資料や議論の方向性をあらかじめ準備した上でこれら作業部会を取

りまとめる事務局としての DEPP の能力開発を行う。

プロジェクトの実施期間は 4 年程度とし、具体的な実施項目とスケジュールを表 5-1 に示す。

表 5-1： NPDP 策定スケジュール

Stage	I. Preparation				II. Policy discussion				III. Formulation				IV. Approval				
	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Preparation																	
1. List of policy issues																	
2. Draft of implementation structure																	
3. Draft of overall schedule																	
4. Discussion among Secreratiat (Work Team)																	
Steering Committee																	
1. Approval of implementation procedures																	
2. Review of interim report and report to Minister																	
3. Approval of final draft of NPDP																	
4. Report and submission of NPDP to Minister																	
Secretariat (DEPP)																	
1. Preparation of draft implementation procedures																	
2. Compilation of interim NPDP																	
3. Compilation of final NPDP																	
Taskforce I: Power Sector Policies																	
1. Fundamental data collection and analyses																	
(1) Primary energy potential																	
2. Policy issues in NPDP																	
(1) Energy security																	
(2) Optimization of generation and trade																	
(3) Rational development of water resources																	
(4) Configuration of national grid																	
(5) Investment and funding																	
(6) Rural electrification																	
(7) Environmental and social consideration																	
(8) Future prospect in region																	
3. Set-up development scenarios																	
Taskforce II: Demand Forecast																	
1. Fundamental data collection and analyses																	
(1) Socio-economic data (population, GDP etc.)																	
(2) Potential large demand (Mining, SEZ, etc.)																	
2. Demand forecast																	
(1) Calculation by econometrics model																	
(2) Daily load and load duration curves																	
(3) Load forecast at BSP (S/S)																	
Taskforce III: Power Development and Trade																	
1. Fundamental data collection and analyses																	
(1) Progress of IPPs																	
(2) Foreign power situations and plans																	
(3) Regional network																	
2. Generation development planning																	
(1) Long list of potential projects																	
(2) Prioritization of projects																	
(3) Optimization of generation development (Least cost)																	
3. Transmission development planning																	
(1) Modeling																	
(2) System analysis																	
(3) Transmission and S/S development planning																	
4. Distribution development planning																	
(1) Rough planning of distribution facilities																	
(2) Rural electrification planning																	
5. Export project development																	
Taskforce IV: Regulatory Issues																	
1. EDL Tariff and PPA study (WB-TA)																	
2. Strategic Environmental Assessment																	
(1) Comparison among scenarios																	
3. Capital requirement																	
(1) Capital requirement for domestic supply																	
(2) Capital requirement for export IPPs																	

(2) 調査型プロジェクト

このプロジェクトでは、NPDP 策定に必要な政策課題のうち特に重要なものについて分析および提言を行う。加えて EDL-PDP を信頼性と包括性の面から改善する。

効率的なプロジェクト実施のために、発送配電や財務など主要データを保有する EDL（副総裁及び部長級）を 1 次カウンターパートとし、DEPP と DEB を 2 次カウンターパートとする。

扱うテーマは喫緊の課題である内部補助金と EDL 投資計画を想定するが、プロジェクト開始前に

ラオス側の意見を再確認して決定するものとする。コンサルタントはデータ収集および分析を行い、四半期ごとのワークショップにて MEM の高官（EDL の総裁・副総裁・部長、および MEM 各局の総局長・副総局長級）に対して提言を行う。

更に、本調査で導入された計量経済モデルを用いた需要予測や、DigSILENT を用いた系統解析を EDL 技術者と共同で実施する。その中で、EDL 財務（長期限界費用）の観点から電力供給と輸出の最適化、およびこれに伴う系統計画の最適化を行う。

プロジェクトの実施期間は、本調査におけるカウンターパートのリクエストから 1 年程度と想定するが、EDL-PDP の改訂スケジュールに従い調整が必要である。また、本プロジェクトでは重要な政策課題に絞って議論するが、3 章で示された NPDP で議論されるべき全ての政策課題をカバーするためにプロジェクトの延長も視野に入れる。

5.2 送変電プロジェクト

4 章で実施した系統解析や現地視察の結果に基づき、将来円借款および技術協力の候補となる送電プロジェクト、変電プロジェクト、および変電所保守技術協力を提案する。

(1) 送変電建設プロジェクト（円借款）

調査団が本調査で実施した需要予測結果、先行してデータが作成された PDP 2012 - 2025 の発電データを用いて系統解析を実施してロングリストを作成した（第 4 章参照）。このうち、優先度の高い 8 つの送電案件を円借款候補として抽出した。2013 年 4 月にはこのプロジェクトリストをもとに EDL へのヒアリングを実施して、その進捗状況や EDL の意向を確認した。表 5-2 に円借款候補リストと開発状況を示す。なお、これらの送電線に対しては、戦略的環境評価（SEA）を実施した。

表 5-2： 円借款候補プロジェクトリストおよび進捗状況

No.	Transmission line project	Project status
1	230 kV Naxaythong - Nabong - Thavieng	Under construction
2	230 kV Saravan - Pak Xong - Ban Hat	MOU signed
3	115 kV Phonsavan - Xamneua	Planned
4	115 kV Pakbo - BanNa (Seno) - M. phin	Under construction
5	115 kV Jiengxay - BanYo	Under construction
6	115 kV Vangvieng - Hinheup	Planned
7	115 kV Ban Don - Non Hai	Planned
8	115 kV Luangprabang2 - Sayabouly	Planned

（出所）調査団の解析結果および EDL へのヒアリング

また、本調査の系統解析の結果から同様に、変圧器の増設、電圧維持のための調相設備の増設が多数必要であることがわかった。

これらの送電線建設プロジェクト、あるいは変電機器増設プロジェクトを今後円借款プロジェクトとして形成するためには、いずれの場合も、F/S やラオス政府からの要請等、ローンアグリーメント等の手順（最低 2 年）を経て、さらに建設引き渡しまで最低 2 年を要することとなる。

これら提案プロジェクトを実施するにあたり、系統解析に関する技術協力を併せて実施することが望ましい。例えば変電機器増設プロジェクトにおいては、最新のデータを用いた系統解析により潮流

上のボトルネック箇所および電圧問題のある箇所を詳細に確認した上で、優先的に必要な変圧器および調相設備の増設を円借款にて実施することが想定される。

(2) 変電所保守技術協力

本調査で実施した変電所視察の結果、開閉器や保護リレーが破損した状態で放置されているなどメンテナンス上の課題、保護リレーの設定に関する技術が無く適切な設定ができないなどの課題があることがわかった。このため、現場技術者に対して、開閉器・保護リレーのメンテナンス手法や保護リレーの設定方法について技術指導するとともに、劣化した機器に対して取り替えを実施、3年程度の期間を要する。

5.3 海外投融資の可能性

これまで、ODA ローンにより多くの開発途上国において電力設備を含む社会資本整備のために多額の開発資金が供給されてきた一方で、公共セクターの資金制約を補うために、開発途上国では民間投資が促進されつつある。こうした背景から、日本政府は2012年10月16日にJICAの海外投融資の正式再開を決定した。

ラオスの水力開発、とりわけ国内向けIPP事業に関しては、政府の開発政策との一致、インフラ・成長の加速化、カントリーリスクの低減や民間資金の呼び水効果等の観点から、一般論として、海外投融資適用のための必要条件が揃っているといえることができる。

ラオスの新規開発の水力はほとんどが民間セクターによるIPPプロジェクトであり、増加する国内向け需要に対応するためにも、参入のための透明性や公平性を高め、国内向けIPPへの投資環境を魅力的なものにする必要がある。そのためのラオス側の努力に加えて、PPP（官民パートナーシップ）や海外投融資といった融資支援スキームにより、融資条件と投資環境が改善され、また投資リスクが減ることにより、本邦事業者の国内向けIPP市場への参入が促進されることが期待される。

表5-3に示す様に、これまで日本企業3社がラオスのIPPプロジェクトのMOUまたはPDAを締結している。合計4案件のうち2案件はラオス国内向け事業であり、PPPや海外投融資スキームの適用により、民間資金を通じてラオスの社会経済発展に寄与することが期待される。

表 5-3： ラオスにおける日本のIPP事業者

事業者	プロジェクト	市場	進捗状況	備考
神戸グリーンパワー	Nam Phak	EDL	PDA	
関西電力	Nam Ngiep 1	EGAT/EDL	PDA	
	Xekatom	EDL	PDA	PDAは2012年に失効し延長申請中
中部電力	Nam Mouan	EGAT/EDL	MOU	