

独立行政法人 国際協力機構

水力発電分野人材育成ニーズ調査
及び育成マニュアル作成
(プロジェクト研究)

ファイナルレポート

(現地調査結果に基づく人材育成ニーズの分析)

平成 23 年 3 月

(2011 年)

電源開発株式会社

株式会社開発設計コンサルタント

産業
JR
11-018

目 次

はじめに

1. 調査対象国を中心とした電力セクターに関する動向.....	1-1
1.1 アジアにおける電力事情と広域的な電力設備の形成.....	1-1
1.2 アフリカにおける広域的な電力設備の形成.....	1-5
1.3 調査対象国以外の状況.....	1-9
2. 電気事業実施体制および水力開発促進体制.....	2-1
2.1 調査対象国の体制.....	2-1
2.2 調査対象国外の情報.....	2-13
3. 人材の整備状況と能力および人材育成機関.....	3-1
3.1 中央・地方政府、電力会社の人材の整備状況と能力.....	3-1
3.2 電力トレーニングセンター.....	3-8
3.3 大学の人材育成の状況.....	3-13
4. 今後の協力のあり方の検討.....	4-1
4.1 日本の支援実績.....	4-1
4.2 水力発電分野の人材育成に関する課題.....	4-5
4.3 水力発電分野の人材育成ニーズ.....	4-8
4.4 今後の協力のあり方.....	4-11
4.5 水力分野人材育成教材の位置づけ.....	4-13

表リスト

表 1.1	GMS 諸国の電力に関する状況（2007 年度）	1-2
表 1.2	アフリカ 4 カ国の電力に関する状況	1-6
表 1.3	SAPP に加盟している電力事業者	1-8
表 1.4	EAPP に加盟している電力事業者	1-8
表 2.1	東南アジアの電気事業実施体制	2-15
表 3.1	EDC 職員向け研修メニュー（2009 年）	3-10
表 3.2	EGAT 職員向け研修メニュー	3-10
表 3.3	研修メニュー	3-12
表 4.1	JICA および他ドナー機関等による人材育成関連プロジェクト（水力関連）	4-1
表 4.2	JICA および他ドナー機関等による人材育成関連プロジェクト（水力関連）	4-2
表 4.3	JICA による人材育成関連プロジェクト	4-3
表 4.4	JICA による人材育成関連プロジェクト	4-3
表 4.5	現地調査により得られた水力開発に関する国別の状況	4-8

図リスト

図 1.1	拡大メコン地域	1-1
図 1.2	GMS 圏における電力融通の模式図	1-4
図 1.3	アフリカ地域のパワープール構想	1-5
図 2.1	ラオス電力セクター関連組織体制図	2-1
図 2.2	カンボジア電力セクター組織	2-4
図 2.3	電力セクターの構成	2-7
図 2.4	電気事業体制	2-10
図 3.1	MEM/DOE 組織・人員	3-1
図 3.2	MIME エネルギー総局組織図	3-2
図 3.3	DOE の人員配置	3-3
図 3.4	地方電化庁組織図	3-4
図 3.5	MEMD 組織図	3-5
図 3.6	REA 組織図	3-6
図 3.7	UEGCL 組織図	3-7

略 語 表

組織		
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AIT	Asian Institute of Technology	アジア工科大学院
AOTS	Association for Overseas Technical Scholarship	(財) 海外技術者研修協会
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
BPC	Botswana Power Cooperation	ボツワナ電力公社
BSC	British Safety Council	英国安全評議会
CAPP	Central Africa Power Pool	中央アフリカパワープール
CEC	Copperbelt Energy Corporation Plc	コッパーベルト・エネルギー会社
DEPD	Department of Energy Promotion and Development	エネルギー振興開発局(ラオスエネルギー鉱業省)
DOE	Department of Electricity	電力局(ラオス工業手工芸省)
DRC	Democratic Republic of the Congo	コンゴ民主共和国
EAC	Electricity Authority of Cambodia	カンボジア電力庁
EAC	East Africa Community	東アフリカ共同体
EAPL	East Africa Electric Power & Lighting Company Limited	東アフリカ電力・電灯会社
EAPP	East African Power Pool	東アフリカパワープール
EDC	Electricité du Cambodge	カンボジア電力公社
EDF	Electricite de France	フランス電力公社
EDM	Electricidade de Mozambique	モザンビーク電力公社
EDL	Electricite du Laos	ラオス電力公社
EGAT	Electricity Generating Authority of Thailand	タイ発電公社
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
ENE	Empresa Nacional de Electricidade	電力公社(アンゴラ)
ERA	Electricity Regulatory Authority	電力規制庁(ウガンダ)
ERB	Energy Regulation Board	エネルギー規制庁(ザンビア)
ESCOM	Electricity Supply Commission of Malawi	マラウイ電力供給公社
EUMP	Electricity Unit of Mondul Kiri Province	モンドルキリ州電力公社
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
HCB	Hidoroeléctrica de Cahora Bassa	カボラ・バッサ水力発電会社
ICH	International Centre for Hydropower, Norway	国際水力センター(ノルウェー)
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IHA	International Hydropower Association	国際水力発電協会

ITC	Institute of Technology of Cambodia	カンボジア工科大学
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KGRTC	Kafue Gorge Regional Training Center	カフエ峡地域トレーニングセンター
LEC	Lesotho Electricity Corporation	レソト電力公社
LHPC	Lunsemfwa Hydro Power Company Ltd	ルンセンファ水力発電会社
LHSE	Lao Holding State Enterprise	ラオス持株国営会社
MEF	Ministry of Economy and Finance	経済財務省（カンボジア）
MEM	Ministry of Energy and Mines	エネルギー鉱業省（ラオス）
MEMD	Ministry of Energy and Mineral Development	エネルギー鉱物開発省 （ウガンダ）
MEWD	Ministry of Energy and Water Development	エネルギー・水資源開発省 （ザンビア）
MIH	Ministry of Industry and Handicraft	工業手工芸省（ラオス）
MIME	Ministry of Industry, Mines and Energy	鉱工業エネルギー省 （カンボジア）
MOJ	Ministry of Justice	司法省（ザンビア）
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源・気象省（カンボジア）
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省（ラオス）
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEF	New Energy Foundation	新エネルギー財団
NEMA	National Environmental Management Authority	環境管理庁（ウガンダ）
NORAD	Norwegian Agency for Development Cooperation	ノルウェー開発協力庁
NPA	National Planning Authority	国家計画庁（ウガンダ）
OPPI	Office for Promoting Private Power Investment	民間電力投資促進室（ザンビア）
REA	Rural Electrification Agency	地方電化庁（ザンビア、ウガンダ）
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ共同体
SAPP	Southern African Power Pool	南部アフリカパワープール
SEB	Swaziland Electricity Board	スワジランド電力公社
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SNEL	Societe National d' Electricite	電力公社（コンゴ）
TANESCO	Tanzania Electric Supply Company	タンザニア電力供給公社
UEB	Uganda Electricity Board	ウガンダ電力公社
UEGCL	Uganda Electricity Generating Company Limited	ウガンダ発電会社
UETCL	Uganda Electricity Transmission Company Limited	ウガンダ送電会社
UEDCL	Uganda Electricity Distribution Company Limited	ウガンダ配電会社
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国連教育科学文化機関
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国連工業開発機関
UNZA	University of Zambia	ザンビア大学
WAPP	West African Power Pool	西アフリカパワープール
WB	World Bank	世界銀行
ZESA	Zimbabwe Electricity Supply Authority	ジンバブエ電力供給庁
ZESCO	Zambia Electricity Supply Corporation	ザンビア電力公社
ZRA	Zambezi River Authority	ザンベジ川開発公社
一般・技術		
BOT	Build-Operate-Transfer	一括事業請負後譲渡方式
BOO	Build-Operate-Own	一括事業請負所有方式
CA	Concession Agreement	営業許可
CLVM	Cambodia, Laos, Vietnam and Myanmar	カンボジア、ラオス、ベトナム、ミャンマー
COD	Commercial Operation Day	運転開始日
DSM	Demand Side Management	需要管理
EAPMP	East African Power Master Plan Study	東アフリカ電力マスタープラン
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIS	Environmental Impact Assessment Statement	環境影響評価書
EPC	Engineering, Procurement, and Construction	設計調達建設
FS	Feasibility Study	可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GREPTS	General Requirements of Electric Power Technical Standards of the Kingdom of Cambodia	カンボジア国電力技術基準
GMS	Greater Mekong Sub-region	拡大メコン地域
IA	Implementation Agreement	実施契約
IPP	Independent Power Producers	独立電気事業者
LEPTS	Lao Electric Power Technical Standard	ラオス電力技術基準
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
NGO	Non Governmental Organizations	非政府機関
NBI	Nile Basin Initiative	ナイル流域イニシアティチブ
OJT	On-the-Job Training	実地訓練
PB	Project Brief	案件概要書
PDA	Project Development Agreement	プロジェクト開発合意
PDP	Power Development Plan	電源開発計画
PPA	Power Purchase Agreement	電力購入契約
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
REF	Rural Electrification Fund	地方電化基金

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御データ収集
SHS	Solar Home System	家庭太陽光発電システム
SPC	Special-Purpose Company	特定目的会社
SPP	Small Power Producers	小規模発電事業者
SREPTS	Specific Requirements of Electric Power Technical Standards of the Kingdom of Cambodia	カンボジア電力技術基準細則
STEM	Short Term Energy Market	短期電力取引市場
単位		
J		Joule
	MJ	Megajoule = 10^6 J
W		Watt
	kW	Kilowatt = 10^3 W
	MW	Megawatt = 10^6 W
	GW	Gigawatt = 10^9 W
Wh		Watt Hour
	kWh	Kilowatt Hour = 10^3 Wh
	MWh	Megawatt Hour = 10^6 Wh
	GWh	Gigawatt Hour = 10^9 Wh
US\$		US Dollar
USc		US Cent
V		Volt
	kV	Kilovolt = 10^3 V
VA		Volt Ampere
	kVA	Kilovolt Ampere = 10^3 VA
	MVA	Megavolt Ampere = 10^6 VA

はじめに

本報告書は、2009年12月～2010年2月に「水力発電分野人材育成に関する現地ニーズ調査」を実施し、その結果を取り纏め分析したものである。調査対象国としてアジアからラオスおよびカンボジア、アフリカからザンビアおよびウガンダを抽出し、これらの国々の電力セクターをめぐる状況を調査し、人材育成ニーズを把握する。

ラオスについては、自国の需要をはるかに超える水力資源が豊富にあり、隣国への売電を目的とした開発促進が行われている。カンボジアについては、水力資源が賦存しているものの開発が殆ど行われてこなかったが、民生需要が急増しており需要の増大が予想されている。また両国に対しては、小水力地方電化に国際援助機関などが注力している。ラオス、カンボジアは、タイ、ベトナム、ミャンマーおよび中国（雲南省）とともに、拡大メコン地域（GMS）に属しており、経済のみならず電力の補完関係が期待されている。

ザンビアおよびウガンダについては、水力資源は賦存しているものの過去30年間は水力開発は低調であり水力開発の技術が継承されていないこと、一方、今後の電力需要の伸びが著しく開発促進が予想されること、電力パワープールに加盟しており水力の価値の増大が期待されること、小水力地方電化に国際援助機関などが注力していることの特徴がある。

以上のとおり、本調査で抽出した諸国は、経済発展の度合い、水力資源の賦存の多寡、隣接諸国との電力の補完関係、電化率などの観点から、それぞれ特徴を有する国々であり、今回の調査結果は類似の電力事情を有する国々には参考出来るものである。なお、本報告書においては、調査対象外の国であっても現時点で得られた有益な情報は参考としたものである。

1. 調査対象国を中心とした電力セクターに関する動向

1. 調査対象国を中心とした電力セクターに関する動向

1.1 アジアにおける電力事情と広域的な電力設備の形成

(1) 拡大メコン地域の動向

今回、調査を実施したラオス、カンボジアおよびタイは、図 1.1 に示す拡大メコン地域 (Greater Mekong Sub-region : GMS) に属する国々である。GMS は 1992 年にアジア開発銀行 (Asian Development Bank : ADB) の音頭により、メコン川流域に位置するタイ、ベトナム、ラオス、カンボジア、ミャンマー、中国 (雲南省) の地域経済協力を目的として始まっており、総人口 2 億 7 千万人の巨大な市場を構成している。しかしながら、これらの国々は、人口、経済の発展段階、エネルギー資源の賦存が様々であり、今後の発展には各国相互の補完関係を生かした電力設備の拡充が重要な課題となっている。

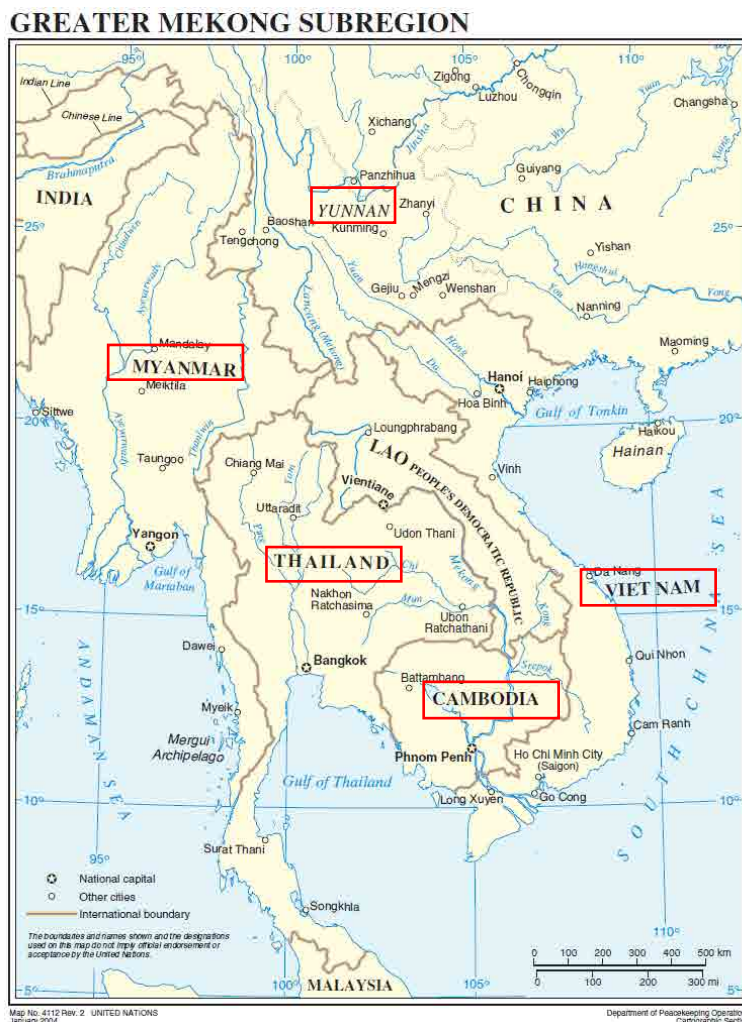


図 1.1 拡大メコン地域

(2) GMS 各国の電力事情

各国（中国を除く）の電力需給状況を表 1.1 に示し、その概要を以下に記載する。

表 1.1 GMS 諸国の電力に関する状況（2007 年度）

	タイ	ベトナム	ラオス	カンボジア	ミャンマー
人口（百万人：2007 年）	63.9	87.4	5.9	14.4	48.8
GDP（US\$/人：2007 年）	3,734	790	580	540	234
発電設備（MW）	28,530	13,450	673	314	1,718
最大電力（MW）	22,586	11,286	318	262	1,004
発電電力量（GWh）	143,378	66,773	3,596	1,349	6,398
(内訳)					
水力	8,114	20,833	3,596	50	3,619
火力	135,261	45,940	—	1,294	2,780
IPP	76,000	10,867	1,794	625	—
IPP の占める割合(注 3)	53	21	51	70	—
輸入電力量（GWh）	4,491	394	339	167	—
輸出電力量（GWh）	926	41	2,487	0	—
国内販売電力量（GWh）	131,628	58,438	1,114	991	4,423
一人当たり電力消費量（kWh/人）	2,060	668	190	68	90
世帯電化率（%）	85	94	54	16	22
エネルギー資源					
包蔵水力（MW）	—	12,000	18,000	8,600(注 4)	43,450
石炭、石油、ガス、地熱（注 2）	C,N	C, O, N	C	—	N
送電線延長（km）	40,199	25,252	1,709	355	6,140
送配電損失率（%）	6.5	10.6	17.9	11.1	20.6

(注 1) 海外電力調査会資料（2007 年度）による

(注 2) C；石炭、O；石油、N；天然ガス、H；水力

(注 3) タイは 2008 年、ベトナム・ラオス・カンボジアは 2005 年値

(注 4) メコン川本流を含む

1) タイ国

タイの近年の経済成長率は、2006 年 5.1%、2007 年 4.8%、2008 年 2.6%であり、それに対応した電力需要増加率は、それぞれ 5.4%、3.4%、0.9%となっている。一方、2008 年の電力の燃料種別の実績は、天然ガス 70.5%、石炭・リグナイト 20.7%、水力 4.7%、輸入電力 1.9%が占めており、圧倒的に天然ガスの比重が大きくなっている。水力については、揚水発電については開発可能なものの、貯水池を有する一般水力は環境問題の先鋭化で開発が困難な状況にある。石炭火力については国民の中に根深い反対意見があり、その結果として、天然ガス偏重の状況がある。

タイ政府の独立電気事業者（IPP¹）推進政策により、発電電力量に占める IPP の比率が高いという特徴がある。IPP の参入には、「エネルギー省が今後必要となる電力を民間から募集し、そこに各事業者が入札し、落札した事業者がタイ発電公社（Electricity Generating Authority of Thailand：EGAT）と電力供給契約を締結する」方法がとられている。これにより、タイの全発電電力量のうち EGAT 自己所有設備による発電電力量は 47%、IPP、小規模発電事業者（SPP²）および輸入による電力量は 53%となっている。

¹ Independent Power Producers

² Small Power Producers

2) ベトナム国

ベトナムの経済成長率は2006年で8.3%、および2001年～2005年の電力需要の平均伸び率は14.4%となっている。ベトナムは人口が87百万人と多く、その旺盛なエネルギー需要に対応し、豊富な石油、ガス、石炭、水力のエネルギー資源の開発が進められている。

電力については、電源設備の整備が行われてきたが、電力需要の急増に対して対応が不十分であり、早急な大型電源および送電連系線の整備拡充が必要となっている。2005年の水力設備量は包蔵水力の1/3程度に過ぎず、北部を中心とした水力開発に高い目標値が設定されており、今後2017年頃までは水力開発が継続して実施される予定となっている。一方、全発電電力量に占める水力の割合は31%と高く、渇水期の北部水力の出力低下等により電力供給が支障を起こすことがあり、バランスの取れた水力・火力の開発、および送電線の拡充が期待されている。

3) ラオス国

ラオスは経済発展が遅れており、消費エネルギーの規模も小さく、総エネルギー需要の8割から9割は薪炭による民生需要である。

ラオスは商業エネルギーとしての石油は全量を輸入に頼っているが、水力資源が豊富であり、包蔵水力（技術的可能量）はメコン川本流を含めた場合18,000MWである。メコン川本流を除いた支流のみでも12,500MWであり既存開発分はその内5%程度である。ラオスは山間地が国土の大半を占め、輸出品が乏しく、水力発電による電力輸出は貴重な外貨獲得の手段となっている。特に、水力開発の70%は主にタイ向けの輸出であり、現在建設中の主要3プロジェクト（合計1,945MW）は、いずれもタイまたはベトナム輸出用のIPPプロジェクトである。

4) カンボジア国

カンボジアは内戦により経済発展が遅れ、電力設備は総設備出力300MW程度（2007年）に留まっている。現在の既設の水力発電所は2カ所（計13MW）であり、ほとんど水力開発が行われていない状況である。

全国規模の電力系統は存在せず、孤立した多数の独立系統により電力供給が行われており、全国の電力系統を連系することが課題となっている。また、電力供給はディーゼル発電が主で、電気料金が高いという問題があり、政府はこれを下げるため、料金の低廉な水力の開発を進める政策に重点を置いている。

5) ミャンマー国

ミャンマーは、天然ガスや水力のエネルギー資源に富んでいるものの、政治的な理由から経済発展が遅れ、一人当たりの電力需要は90kWhと低い値となっている。また、2006/07年度³では最大電力は1,150MWと想定されていたが、供給力不足のため、実際に供給できた電力は1,000MW弱しかなく、計画停電（全国的な輪番停電）を実施せざるを得ない状況に追い

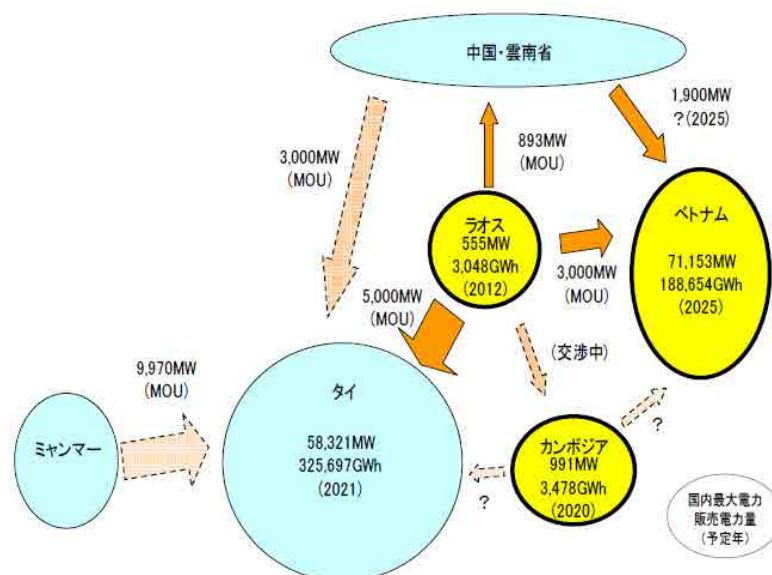
³日本の会計年度と同じで、4月から3月

込まれた。この供給制限の実施により、ミャンマーに投資意欲をもつ海外投資家に大きなマイナスの影響を与えたといわれている。

ミャンマーは人口が49百万人と多いこと、エネルギー資源に富んでいることから、政治状況が好転した場合には、自国の発展に伴う電力需要増が期待される。また、隣国タイへの電力輸出などの状況が発生するものと予想される。

(3) GMS 内の電力融通

GMS内の国境を越えた電力取引として、2005年段階ではラオスからタイへ344MW、中国からベトナムへ200MW、および国境付近の小規模な融通のみが行われている。図1.2は将来の電力融通のイメージを示したものであり、各国では数値の年代に大きな開きがあるものの、将来的なイメージを得ることができる。電力購入の最も多いタイを対象に、二国間ベースで締結されている電力供給に関する覚書(MOU⁴)をもとに将来の融通を概観する。ラオスから5,000MW、ミャンマーから9,970MW（ミャンマー側の数値）、中国から3,000MWが供給される予定である。ラオスでは包蔵水力のまだ5%程度しか開発されていない。タイはこれまでラオスの多くのIPPから電力購入を予定していたが、EGATは2009年需要減に鑑み、需要想定を見直し、現在建設中で電力購入契約の締結済み3プロジェクトからの購入は行うが、他のIPPプロジェクトは見直しの対象となる見通しである。ADBは、ラオスの電力を活用するため、ラオスとGMS各国を結ぶ500kV送電網の建設を支援している。一方、ミャンマーは水力資源、天然ガス資源などの開発が大いに期待できるので、今後、GMSにおける存在が大きくなるものと予想される。中国雲南省も水力資源が豊富であり、中国南方電網会社はタイへの電力融通も視野に入れ直流連系線の構想を持っている。



出典：平成18年度インドシナ3カ国電力事情調査、海外電力調査会

図1.2 GMS圏における将来の電力融通の模式図

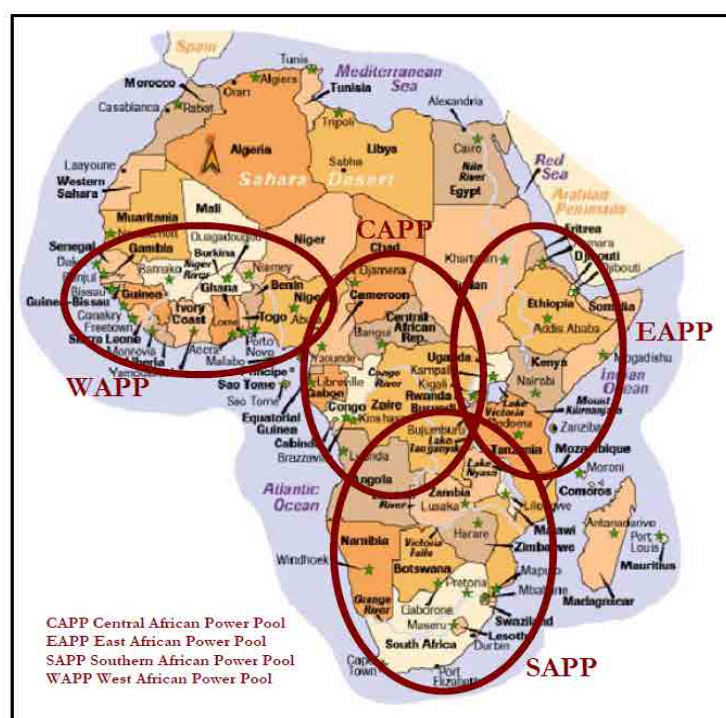
⁴ Memorandum of Understanding

1.2 アフリカにおける広域的な電力設備の形成

(1) アフリカのパワープール

サブサハラ地域（サハラ砂漠の南に位置する地域）におけるパワープール構想として、図 1.3 に示すとおり、南部アフリカパワープール（Southern African Power Pool : SAPP）、東アフリカパワープール（East African Power Pool : EAPP）、中央アフリカパワープール（Central Africa Power Pool : CAPP）、西アフリカパワープール（West African Power Pool : WAPP）がある。

(注) パワープール：信頼度向上と経済運用を目的に、2 つ以上の電力会社の系統が相互に行う電力融通および送電システムの協調体制を言う。その利点は、各系統の需要の不等時性によって総合負荷のピークが低減されることにより、負荷率が改善され、必要な電源設備量を減らすことができること、各系統の相互融通や緊急時の応援ができることにより、供給信頼度が向上すること、日常の運転で電源の経済的分担（負荷配分）が可能となり、発電燃料費の最小化が図れる 3 点があげられる。



出典：IEEE PES GM 2005 Panel Session, Paper 05GM 0597

図 1.3 アフリカ地域のパワープール構想

アフリカのパワープールは、偏在する一次エネルギー資源を均等に分配し、アフリカ大陸各国での絶対的電力不足を補う相互扶助を目的として創設された市場である。ここでは、一般に用いられる用語「パワープール」が意図する価格低下機能を第一の目的とせず、電力不足国への電力供給問題の解決が最大の機能と目的である。

(2) ザンビア、ウガンダおよび周辺国の電力状況

現地調査を行ったザンビアは SAPP に、ウガンダは EAPP に属している。表 1.2 に SAPP に属するザンビア・タンザニア、EAPP に属するウガンダ、ケニアに関する状況を記載する。

表 1.2 アフリカ 4 カ国の電力に関する状況

	ザンビア	タンザニア	ウガンダ	ケニア
人口（百万人：2008 年）	12.9	43.8	32.7	39.8
GDP（US\$/人：2008 年）	1,399	1,351	1,151	1,713
発電設備（MW）	1,936	1,149	507	1,098
最大電力（MW）	1,500	623	368	1,000
発電電力量（GWh）	9,445	3,520	1,893	6,169
(内訳)				
水力	9445	1,436	—	3,277
火力	12	2,080	—	2,878
IPP	—	2,080	—	984
IPP の占める割合（%）	約 3%	58	—	16
輸入電力量（GWh）	264	43	2	15
輸出電力量（GWh）	96	0	66	73
国内販売電力量（GWh）	7,357	2,300	1,133	4,630
一人当たり電力消費量（kWh/人）	793	80	58	116
世帯電化率（%）	20	14	6	18
エネルギー資源				
包蔵水力（MW）	6,000	5,000	2,500	4,560
石炭、石油、ガス、地熱（注）	—	C,N	O,G	G
送電線延長（km）	6,578	4,602	1169	3,988
送配電損失率（%）	22	24	39	25

出典：ザンビア（ZESCO 資料）、ウガンダ（MEMD 資料）

ザンビア国電力開発マスタープラン調査ドラフトファイナルレポート（平成 20 年 3 月、JICA）

ザンビア国地方電化マスタープラン開発調査ファイナルレポート（平成 20 年 1 月、JICA）

タンザニア、ケニア；東アフリカ地域 電力分野プロジェクト形成調査報告書（2008 年、JICA）、平成 19 年度 東アフリカ地域電力事情基礎調査報告書（平成 20 年 2 月、海外電力調査会）

（注）C；石炭、O；石油、N；天然ガス、H；水力

1) ザンビア国

ザンビアは銅が輸出額の約 60%を占め、銅の生産に依存する経済である。このため、銅の生産量と国際価格の変動がザンビア経済に大きな影響を与える経済構造になっており、政権は、こうした経済構造から脱却するため、農業の振興、観光資源の開発を推し進めていく政策を取っている。電力供給については、国内需要全体の 55%強は鉱山向けであり、約 95%を水力発電でまかなっている。水力資源について包蔵水力が 6,000MW 程度と推定されており、ザンビア政府はこの開発を目指している。また、ザンビア、タンザニアおよびケニアの間では、電力連系の計画がある。

2) タンザニア国

ケニア、タンザニアおよびウガンダの 3 カ国は、「東アフリカ共同体」（East Africa Community：EAC）を結成し、2005 年に関税同盟を発効するなど、経済面で協力体制を構築している。

タンザニアは農業および観光が重要な産業になっている。経済は、1980 年代に石油危機や隣国ウガンダの内乱、干ばつなどの影響を受け危機的な状態に陥ったが、1986 年以降、世界銀行などの支援を受けて経済改革に着手し、以後、徐々に回復しており、2005 年には 7%の

経済成長率を達成している。タンザニアは水力資源と天然ガスが比較的豊富に存在する。包蔵水力は 5,000MW 程度と推定されており、豊富な水力資源を利用して、東アフリカ地域に電力供給する計画を持っている。天然ガスについては、首都近郊のガス田が発電や繊維産業などで利用されているおり、今後も天然ガスの開発を進める予定である。

3) ウガンダ国

ウガンダの経済は度重なる内乱により 1980 年代前半まで混乱したが、1986 年に政局が安定したことを契機に、世界銀行などの支援を受け経済再建を図っている。国内資源のうち包蔵水力は 2,500MW と推定されており、このうち 490MW が利用されている。今後は水力開発を促進し自国および東アフリカ地域に電力供給する計画を有している。また、同国では石油が発見されており、今後の開発が期待されている。

4) ケニア国

ケニアは農業およびサファリなどの観光が重要な産業となっている。ケニアは、大地溝帯が国土を南北に走っている関係から地熱資源が豊富であり、以前から首都ナイロビ近郊において地熱開発が進んでいる。水力資源については包蔵水力が 4,560MW であり、石油・天然ガスについては埋蔵されている可能性があり探査が進められている。ケニアでは、経済成長に伴い電力需要が急増しているが、供給力が不足しており、供給制限が恒常化している。特に、主要な電源である水力発電所が、ひとつの水系に集中しているため、これが渇水状態になると全国的な供給力不足になる課題がある。

(3) アフリカパワープール

1) 南部アフリカパワープール（Southern African Power Pool : SAPP）

表 1.3 に示す 12 カ国の電力事業者が SAPP に加盟しており、この中で南アフリカの電力公社 Eskom の設備容量と発電量は他電力会社を圧倒した規模となっている。SAPP の戦略立案、運営・管理については南アフリカ政府および Eskom が主導的役割を担っている。SAPP には既に二国間に亘る連系送電線が存在するが、発電電力を安定して送電する仕様には必ずしもなっていない。南アフリカでは、電力供給の電力供給の 90% 近くを担う石炭火力発電所は老朽化が進んでいること、予備率が 1~2% と極端に少ないことから、供給力に課題があると指摘されている。

2) 東アフリカパワープール（East African Power Pool : EAPP）

EAPP は SAPP より約 10 年遅れで、2005 年 5 月に設立され、表 1.4 に示す 9 カ国の電力事業者が EAPP に加盟している。EAPP 内はエチオピアやケニアなど、電力系統が国内においてある程度整備されている国が存在する。しかしながら、実質的に系統が国際連系されているのはケニア-ウガンダ間のみであり、パワープールとしての機能の効果が早期に望める状況にはない。

表 1.3 SAPP に加盟している電力事業者

国	電力会社	設備容量 (MW)
アンゴラ	ENE	1,127
ボツワナ	BPC	132
コンゴ民主共和国	SNEL	2,442
レソト	LEC	72
マラウイ	ESCOM	302
モザンビーク	EDM	307
	HCB	2,250
ナミビア	Nam Power	393
南アフリカ	Eskom	43,061
スワジランド	SEB	51
タンザニア	TANESCO	897
ザンビア	ZESCO	1,632
ジンバブエ	ZESA	2,045
合計		54,711

出典：Overview of SAPP and SAPP Operation in January 2008

（アフリカ地域（南部/東部アフリカ）電力セクター域内協力にかかるプロジェクト研究
ファイナルレポート（平成 20 年 11 月）JICA より引用）

表 1.4 EAPP に加盟している電力事業者

国名	電力事業者
ブルンジ	(REGIDESO)
ジブチ	Electricite du Djibouti (EDD)
エリトリア	Eritrea Electric Authority (EEA)
エチオピア	Ethiopian Electric Power Corporation (EEPCO)
ケニア	Kenya Electricity Generating Company Ltd. (KenGen)
	Kenya Power & Lghting Company Ltd. (KPLC)
ルワンダ	Etablissement Public de Production, de transport et de Distribution d' Electricite, d' Eau et de Gas (Electrogas)
ソマリア	Ente Nazionale Energia Elettria (ENEE)
スーダン	National Electricity Corporation (NEC)
ウガンダ	Uganda Electricity Board (USB)

出典：アフリカ地域(南部/東部アフリカ)電力セクター域内協力にかかるプロジェクト研究(2008年 JICA)

3) 電力セクターの関連政策・計画

SAPP については、2006 年の SADC 閣僚理事会において、「加盟各国に対する電力規制機関 (Electricity Regulators) の導入・設立」、「SAPP への独立事業者 (IPP) の参入促進および加盟メンバーシップの拡大」を確認している。

EAPP については、パワープールとしての機能強化を視野に入れ、東アフリカ共同体 (EAC) エネルギー担当大臣会合により東アフリカ電力マスタープラン (East African Power Master Plan Study: EAPMP) の実施が決定され、ウガンダ、ケニア、タンザニアの連系送電線計画等の具体的なアクションプランが提案されている。

1.3 調査対象国以外の状況

今回の調査対象国の状況については上記に記載したが、これら以外で、水力発電の関連する電力融通（2 国間を含む）広域的な運営として以下がある。なお、以下は海外電力調査会資料などを参考に作成したものである。

(1) アジアの状況

1) アセアンパワーグリッド構想

ASEAN 諸国首脳会議で採択された「ASEAN ビジョン 2020」には、ASEAN パワーグリッドの連結が盛り込まれている。2007 年には、ASEAN パワーグリッドに関する覚書が締結され、官民協力や資本出資を促すことが、取り決めされている。これは GMS 諸国内の連系に加え、タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア、ブルネイ、フィリピンまでをカバーする計画である。

2) ネパールとインド

ネパールは技術的・経済的に開発可能な包蔵水力が、4,200 万 kW と膨大であり、かつ殆ど手付かずの開発状況にある。需要先がインドである。輸出を念頭に置いた大規模プロジェクトが多く存在し、インドとの国際連系線の強化が進められている。

3) ブータンとインド

ブータンは技術的・経済的に開発可能な包蔵水力が、2,400 万 kW と膨大である。インド東北部には、両系統を連系している送電線がある。2006 年にインドとの間で取り交わした契約では、2020 年までに 1,000 万 kW の水力を開発することになっている。

(2) アフリカの状況

1) 西部アフリカパワープール（WAPP）

図 1.3 に示したとおり、WAPP はアフリカ西部 14 カ国（ガーナ、ナイジェリア、リベリア、ペナンなど）で構成されており、各国の系統を統合して中長期的に安定性および信頼性を伴う電力を割安な価格で提供することを目標としている。

2) 中部アフリカパワープール（CAPP）

図 1.3 に示したとおり、CAPP はアフリカ中部 11 カ国（チャド、中央アフリカ、コンゴ民主共和国、ルワンダ、アンゴラ、コンゴなど）で構成されており、現在、コンゴ民主共和国がルワンダ、コンゴ、ブルンジといった近隣諸国に電力輸出を行っている。

(3) 中南米の状況

1) 中米 6 カ国と周辺国

中米電力市場の枠組み条約をもとに、中米 6 カ国（グアテマラ、ホンジュラス、エルサルバドル、ニカラグア、コスタリカ、パナマ）の各国の系統を連結する中米電力連結システムプロジェクトがある。また、メキシコとグアテマラ間、パナマとコロンビア間に国際連系線の構想がある。

2) 南米の状況

南米 12 カ国では、「南米地域インフラ統合イニシアチブ」によって、エネルギー部門のインフラ整備が予定されている。ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ、アルゼンチン間の融通、コロンビアとベネズエラ、コロンビアとエクアドル間で連系が行われている。

1.4 水力ポテンシャルの高い国に関わる国際連系

(1) 国際連系を図るメリット

水力ポテンシャルの高い発展途上国では、一般には以下がメリットとして挙げられる。

- (i) 電源設備の大容量化によるスケールメリット
- (ii) 電力設備の総合運用による発電費用の低減や電力損失の軽減
- (iii) 電力設備の相互運用による設備の重複の回避
- (iv) 供給信頼度の向上
- (v) 周波数変動・電圧変動幅の減少
- (vi) 供給予備力の削減
- (vii) 電力輸出の場合には、外貨の獲得

(2) 電力融通に及ぼす要因の分析の必要性

水力資源が豊富で水力が供給力の主体である国においては、供給力（出力、電力量）は雨季と乾季の影響を強く受け、雨季には余剰電力が発生する可能性が高い。また、乾季には河川流量の減少により供給力が低下する可能性がある。

水力主体の当該国と近隣諸国の電力事情によっては、電力融通による相互メリットが得られる可能性がある。つまり、近隣諸国が火力主体の電源構成の場合には、水力の安価な余剰電力を供給することにより、相手国の燃料費の削減に貢献するとともに、乾季には当該国の水力供給力低下に対して、相手国から融通を受けることで電源設備費を節減できる。また、水力による供給余力がある場合には、近隣諸国に売電することにより外貨獲得にもつながる可能性がある。

国際連系には既存送電線の容量、輸入国側の電源構成・需要の違い、電気料金の違い、送電線の容量などの情報が関係する。国際連系の計画推進に資するため、現在ある程度の規模で融通が実施されている国において、このような要因の分析を行うことが重要である。

2. 電気事業実施体制および水力開発促進体制

2. 電気事業実施体制および水力開発促進体制

2.1 調査対象国の体制

(1) ラオス国

1) 電力セクター関連の組織体制および関連機関の役割

現在の電力セクター関連の組織体制は図 2.1 に示すとおりである。

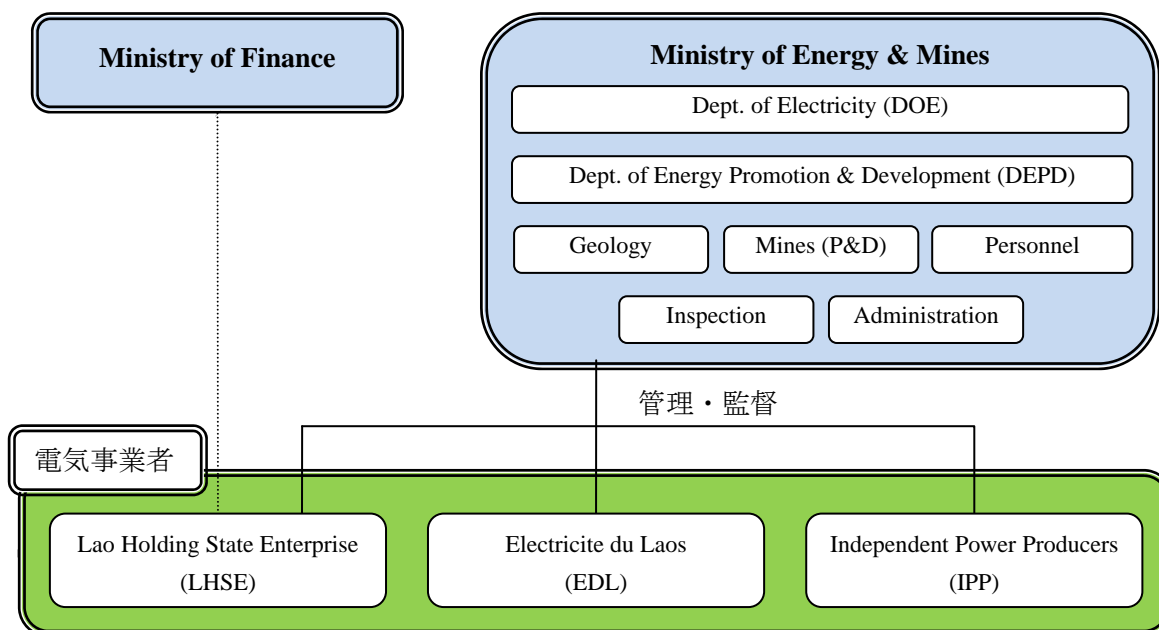


図 2.1 ラオス電力セクター関連組織体制図

(i) エネルギー鉱業省（Ministry of Energy and Mines : MEM）

電力セクターの所管官庁であり、計画を担当する電力局（DOE）、実施管理を担当するエネルギー振興開発局（DEPD）がある。また、IPP 事業の事業協定（MOU）締結業務は計画投資省（Ministry of Planning and Investment : MPI）が行っているが、技術的事項の審査は MEM/DOE が行なう。

DOE に「ラオス電力技術基準」に基づく検査ユニット（Regulatory Unit）が発足し、電気事業ライセンス交付、電気料金認可に係る業務を実施している。また、電力技術基準に基づく詳細設計審査、建設時検査等の業務も実施している。

(ii) ラオス電力公社（Electricite du Laos : EDL）

EDL は、国営企業としてラオス国内の主要な系統の発電、送電、配電業務を一貫して行うとともに、余剰電力の輸出と一部国境地帯の送電連系のない地域のための周辺国からの配電線延伸による電力輸入を行っている。また、2つの国外向け IPP 事業に対するラオス政府出資分を EDL がひきうけており、出資者として収益を得ている。なお、これらの IPP が国内向けに卸す電力は、EDL が購入して国内に供給している。

(iii) ラオス持株会社（Lao Holding State Enterprise：LHSE）

LHSE は IPP への出資を目的に設立された国営持株会社である。EDL との持株のすみ分けについては、国内向け IPP を EDL、国外向け IPP を LHSE とするのが基本的な考え方である。

(iv) 独立発電事業者（Independent Power Producers：IPP）

外資の導入により電力輸出用電源の開発を進めており、現在までに 2 つの水力発電所が運転を開始している。また、2010 年第 1 四半期には Nam Theun 2 水力発電所が運転を開始する予定となっている。

2) 現在の発電設備、電源開発計画と水力発電の位置付け並びに関連政策・計画

ラオスにおける電力に関する状況は、表 1.1（第 1 章）に示すとおりである。2006 年末の全設備容量のうち水力が 98%、ディーゼル他が 2%となっている。また、水力においては、EDL が 308.7MW（45%）、IPP が 362.1MW（52%）、地方機関が 21.1MW（3%）となっている。

ラオス国の電源開発計画（グリッドに接続されない小規模なものを除く）は、水力発電が中心となっている。2007 年現在の運転中の水力発電所は 673MW、建設中は 8 水力プロジェクト 2,540MW、計画中は 43 水力プロジェクトである。国外向け IPP については「政府開発目的に見合う収入を得るための輸出向け電源開発を促進する」という目標のため、2020 年までにタイとの間で 7,000MW、ベトナムとの間で 5,000MW の開発が実行されることとなっている。

開発は以下の方針に基づいて行われている。

- 社会経済開発を促進するために廉価で安定・持続的な国内電力供給を維持・拡大する。
- 政府開発目的に見合う収入を得るための輸出向け電源開発を促進する。
これを踏まえての優先政策が示され、以下の具体的な施策・目標が掲げられている。
- 2020 年時点の国内電化率 90%。このために国内グリッドの整備、オフ・グリッド供給の拡張、エネルギー自給率・安全の向上、長期持続的な電力プロジェクトの実施
- GMS 域内での電力融通の促進、IPP プロジェクトの選択・実施手順の確立、IPP がラオス国にもたらす利益の最大化、電力融通に資する送電網の開発
- 電力セクターの法・基準の見直し、環境保護に資する法の強化、国際的な投資基準に即した法体系の構築、オフ・グリッド開発のための法体系確立
- 責任を明確化させるための電力セクター組織改編、電力料金算定基準の明確化、商業ベースにたった EDL の改革

水力開発を行うためのプロセスおよび役割は以下のとおりである。

- (i) 事業性の調査（フィージビリティスタディ：FS）を行うための実施権は、DOE のみが覚書（MOU）として開発会社に与えることができる。開発会社は FS およ

び EIA の終了後 DOE/MEM に提出する。

- (ii) DOE は受領した FS を政府内で内部検討会議を開き審査し、DOE が承認後、プロジェクト開発協定を開発会社との間で締結する。
- (iii) 環境影響評価（EIA）レポートが完成後、環境省は NGO が参加可能な公聴会を別途開催する。
- (iv) 開発会社は、利権協定を DOE と締結し、これをもとに、PPA を開発会社と電力会社との間で締結する。

3) 地方電化の現状と課題並びに関連政策・計画

2007 年時点での世帯電化率は 58.3% であるが、2020 年までに世帯電化率 90% を達成することを国家目標として掲げている。EDL によるグリッド延伸だけでは目標電化率の達成は困難であり、DOE を中心に、政府やドナーの支援（WB、ADB 等）によりオフ・グリッド電化が進められている。WB による地方電化プログラムとして、南部地方電化計画（SPRE）が実施されている。SPRE は、グリッド延伸も含まれるが、オフ・グリッドに関するものとして、SHS（Solar Home System）による電化約 6,000 軒、ミニ・グリッドによる電化約 150 軒が実施されている。現在、SPRE の後続案件として地方電化支援プログラム（REP）の Phase-1 が進行中であり、REP においてもオフ・グリッドに関するものがあり、分散型電源の設置と地方電化組織や地方電化基金などの制度支援が含まれている。また、地方電化基金（REF）も設置されている。

4) 水力発電を含む再生可能エネルギー活用状況

ラオス国のエネルギー資源は、水力、石炭（褐炭）、バイオマスがある。国土の 47% を占める森林は多くの伝統的エネルギー供給源となっており、太陽光は分散型電源として使用されている。水力は膨大なポテンシャルを有しているものの、風力については、エネルギー源としての可能性は低い。

5) 関連法規および技術基準等の整備状況

電力関連の法令として、電力法、電力環境基準、電力法施行布告、電力環境影響評価規則、電力技術基準、同ガイドラインおよび保安規定、地方電化開発基金布告、外国投資促進管理法、水および水資源法、森林法、水および水資源法、土地法がある。

電力法は、電力事業分野の基本法であり、電気事業の許可、開発の許可、環境配慮、電力技術基準の準拠から、電力の輸出入、地方電化事業、検査機関の位置づけなどの基本事項が定められている。電力環境影響評価規則は、水資源環境庁（WREA）が制定している環境保護法に従属するかたちで、DOE が電力開発に関わる EIA 等について規定したものである。

6) 水力発電開発および運用・保守の状況

現在ラオスでは 10 ヶ所の主要な水力発電所が運転されており、そのうちの 8 ヶ所は EDL、2 ヶ所は IPP により運転されている。老朽化した発電所においては、経年劣化による出力低下や日常メンテナンス業務の増加等リハビリが必要となっている。また、2005 年の DOE 報

告によれば、ミニ/マイクロ水力においては設備不良により 24 ヶ所（計 2.7MW）が発電不能となっている（主に中国製の機器）。一方、わが国の協力で実施された分散型小水力実証試験 Nam Mong 水力発電所（70kW）は、現在も順調に運転が継続されている。

(2) カンボジア国

1) 電力セクター関連の組織体制および関連機関の役割

現在の電力セクター関連の組織体制は図 2.2 に示すとおりである。

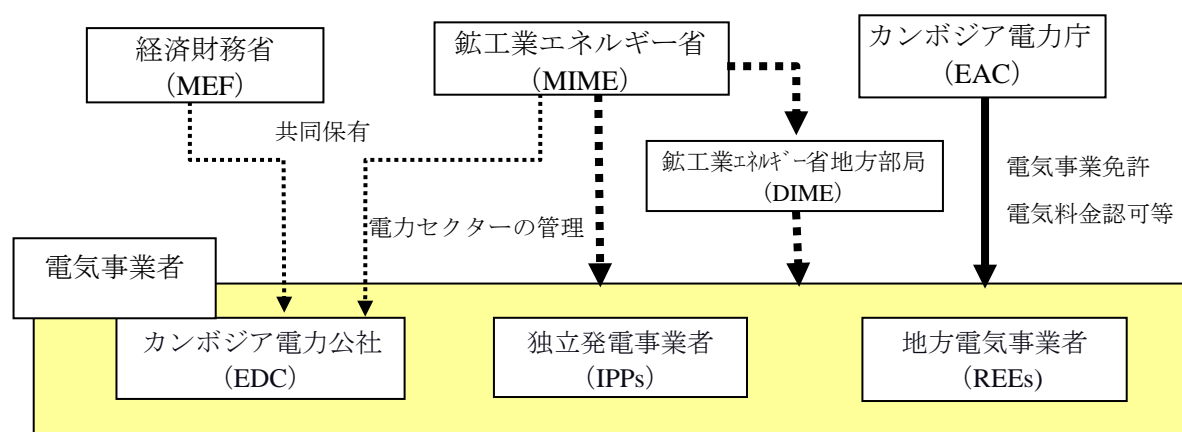


図 2.2 カンボジア電力セクター組織

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

MIME は電力セクターの管理方針、諸施策、計画等の責務を負っている。事業性の調査を行うための実施権は、MIME が覚書（Memorandum of Understanding : MOU）として開発会社を与えることができる。

(ii) カンボジア電力公社（Electricité du Cambodge : EDC）

EDC は同国最大の電気事業組織であり、基幹発電、給配電を行っている。EDC は、MIME と経済財務省（Ministry of Economy and Finance : MEF）の共同保有である。

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

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であり、電気事業免許、電気料金認可などの責務を負っている。

(iv) 独立発電事業者（Independent Power Producers : IPP）

外資の導入により電源の開発を進めており、CETIC（China Electric Power Technology Import and Export Corp）が Kirirom 1 発電所を BOT 方式で運用している。

2) 現在の発電設備、電源開発計画と水力発電の位置付け並びに関連政策・計画

カンボジアにおける電力に関する状況は、表 1.1 に示すとおりである。2007 年時点での発電設備容量は 314MW であり、増大する電力供給に対して、2007 年から 2009 年にかけて、隣国（ベトナム、タイ、ラオス）からの電力輸入に依存している。増大する電力需要に対応するために、ここ数年は隣国からの電力輸入で賄い、その後は国産エネルギーである水力開発を積極的に推進する計画である。

2010 年以降の新規電源開発 8,185MW のうち、80%強を占める 6,665MW は水力となっている。2011 年以降は IPP による 4 水力 発電所が順次運開する予定であるが、カンボジア政府が資本参加している案件はない。小水力の開発予定は 20 ヶ所 1,341KW である。

電源開発計画については世界銀行（WB）の支援などが検討している。一方、アジア開発銀行（ADB）は GMS の電力需要予測、GMS 各国の電源開発シナリオおよび送電線拡張・国際連系拡張シナリオを作成している。

水力開発を行うためのプロセスおよび役割は以下のとおりである。

- (i) 事業性の調査（フィージビリティスタディ：FS）を行うための実施権は、MIME のみが覚書（MOU）として開発会社に与えることができ、通常 2 年以内に開発会社は FS を完了しなければならない。
- (ii) FS 完了後、MIME 内で内部検討会議を開き、その後 EAC、EDC、州政府などが参加する Stakeholders Meeting を開催する。技術審査は基本的に MIME 職員のみで行っており、外国人などのインハウスコンサルタントはいない。
- (iii) 環境影響評価（EIA）レポートが完成後、環境省は NGO が参加可能な公聴会を別途開催する。
- (iv) 電力購入契約（PPA）を含む実施契約（Implementation Agreement：IA）を、カンボジア政府からの命令で組織された委員会で審査し、開発実施が決定される。

3) 地方電化の現状と課題並びに関連政策・計画

現在運転している水力発電所は 11 ヶ所 14MW であり、このうち 1 水力発電所（12MW）以外は、すべて 1,000kW 未満の小水力発電所である。

世帯電化率は 16% であり、周辺国と比較すると最低レベルの電化率である。カンボジア政府は、2006 年に電化目標として「2020 年までにバッテリー照明を含め村落電化率 100% を達成」と「2030 年までにグリッド品質の電気により世帯電化率 70% を達成」を掲げている。

地方電化のための支援機関として地方電化基金（REF）が 2007 年 4 月より本格的に活動している。主な活動としては、WB などからの資金をもとに(i)小水力発電もしくは再生可能エネルギーによる新規需要家接続のための補助金、(ii)家庭太陽光発電システム（SHS）の導入補助金、(iii)再生可能エネルギー（小水力を含む）を使った電力システムの導入補助金、(iv)パイロットプロジェクトの実施などを行っている。現在、WB の支援の下、再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査報告書をもとに次期 5 ヶ年の詳細な地方電化実施計画

を、コンサルタントが中心となり作成している。

4) 水力発電を含む再生可能エネルギー活用状況

太陽光は、カンボジアにおける再生可能エネルギーの中で最も普遍的に存在し、地方電化に資するエネルギーとしてのポテンシャルは高い。しかしながら、REFが補助しているSHSの実績は、2009年6月末までに12,000戸の目標に対して2008年末までで93戸と芳しくない。また、風力のポテンシャルは、一部の地域を除いて極めて限定的である。バイオマス発電は、農業国であるカンボジアにおいて籾殻やジャトロファ（ナンヨウアブラギリ）など燃料となるものが多く、ポテンシャルが高いと思われるが、実際稼働している設備は3ヵ所のみである。

5) 関連法規および技術基準等の整備状況

電力法はカンボジア国内の電力供給サービス事業の枠組みを策定し統制することを目的としている。この法律は、電力供給および電力供給に関わるサービスの提供、電力の使用、その他の付随的な事業等に関わる電力セクターで行われるすべての行為をカバーするものであり、消費者の権利の保護原則、民間の電力設備所有とサービス事業の促進の原則、電力セクター内での正当な競争環境の原則を含む電力事業の投資・経営環境の条件整備の原則を確立することを目的としている。環境影響評価（EIA）については、MOEが省令「Environmental Impact Assessment Process」を公布しており、一般の発電所は5MW以上、水力発電は1MW以上の計画がEIAの対象となっている。今後の水力開発にあたっては、既存の環境法および関連規定を順守することが重要である。

JICAの支援によって作成されたカンボジア国電力技術基準（GREPTS）は、2004年8月に省令として発効した。しかしながら、電気事業の組織体制やその能力に問題があり、MIMEおよびEACは電力技術基準を十分に運用することができなかった。そのため、JICAの支援により、EACに対する技術審査能力の向上と併せて火力発電・送電・配電に係る電力技術基準細則を作成し、2007年7月に法制化された。水力発電に係る電力技術基準細則（SREPTS）が近日の法制化される予定である。

6) 水力発電所の運用・保守の状況

中型以上で現在唯一存在するKirirom 1水力発電所については、BOT期間終了後EDCに譲渡されるが、現在、EDCの職員は運転・保守に一切関与していない。今後開発される水力発電所のほとんどがBOTであるため、カンボジア政府はBOT期間終了後に譲渡されたときにEDCが適切に運転・保守できるように、実施契約（IA）の段階で設計・建設・運転・保守にEDC職員が参加できるように交渉する予定である。

EDCの設備であるO Chum 2発電所は、EDC職員である電気技術者が運転・保守を行っている。また、日本の無償援助で2008年に完成したO'Romis発電所とO'Moleng発電所（Mondul Kiri州）は、モンドルキリ州電力公社（Electricity Unit of Mondul Kiri Province : EUMP）が日本の技術協力の下、運転・保守を行っており、各発電所5名の職員で運転を行っている。

(3) ザンビア国

1) 電力セクター関連の組織体制および関連機関の役割

現在の電力セクター関連の組織体制は図 2.3 に示すとおりである。

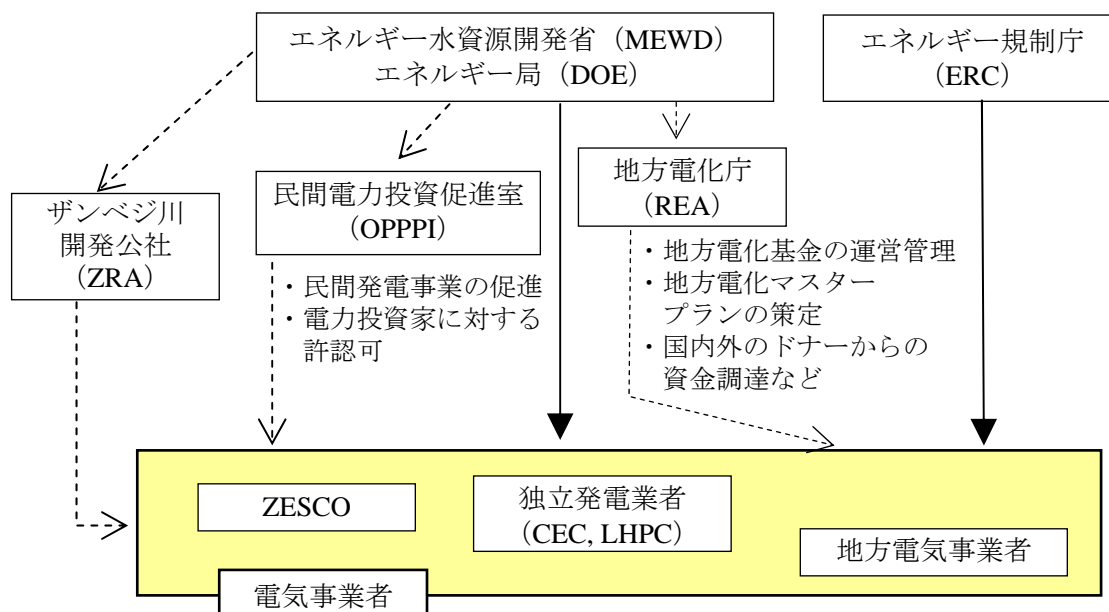


図 2.3 電力セクターの構成

- (i) エネルギー水資源開発省・エネルギー局（Ministry of Energy and Water Development, Department of Energy : MEWD/DOE）

エネルギー行政および政策立案は、エネルギー・水資源開発省（MEWD）のエネルギー局(DOE)が総括的に担っている。

- (ii) 民間電力投資促進室（Office for Promoting Private Power Investment : OPPPI）

OPPPI は、IPP プロジェクトの開発促進のため設けられており、政府を代表して関係諸機関との調整を図りながら、プロジェクトの公募、プロポーザルの評価、契約交渉を行う役割を担っている。

- (iii) 地方電化庁（Rural Electrification Agency : REA）

REA は、地方電化基金を効率的に活用し、地方電化促進を行う責務を担っている。地方電化事業の年度計画の立案、地方電化基金（REF）を活用したプロジェクトの認可、プロジェクト進捗の管理、および技術基準に基づく施工の品質管理を行う。

- (iv) ザンベジ川開発公社（Zambezi River Authority : ZRA）

ZRA は、ザンビアとジンバブエの国境河川であるザンベジ川に開発された Kariba ダムの維持管理、および両岸にある発電所の使用水量についても管理を担っている。

- (v) エネルギー規制庁（Energy Regulation Board : ERB）

ERB は、発電業務への認可、送配電線事業に関する規制、電力料金（特に小売り）に関

する規制、およびこれらに関わる争議の調停役を責務とする。

(vi) 電気事業者（ZESCO、CEC、LHPC）

ザンビア国内の電気事業者は、国有電力会社の ZESCO 社ならびに民間電力会社のコッパーベルト・エネルギー会社（CEC）およびルンセンファ水力発電会社(LHPC)の3社である。ZESCO は発・送・配電を垂直統合した国有電力会社である。CEC はコッパーベルト州の鉱山への特定供給会社であり、LHPC は ZESCO を引き取り先とする水力 IPP である。

2) 現在の発電設備、電源開発計画と水力発電の位置付け並びに関連政策・計画

ザンビアの主要発電設備は、ZESCO が 1,819 MW、CEC が 80MW、LHPC が 38MW 所有している。そのうち、水力設備は 1,775MW であり、その大半を ZESCO が所有する。一方、火力設備として、ディーゼル発電およびガスタービン発電が 87MW あり、その大半を CEC が所有している。ZESCO の系統では、大規模な 3 水力発電所（合計 1,818MW）で発電電力量の大半をまかなっている。系統における 2008 年のピーク電力需要は 1,500MW であり、新規の電源が投入されなければ 2008 年同様、今後もピーク電力および電力量の不足の状況が続く見通しである。ZESCO は電力不足対策として、短期的には既存電源と送電線の改修、中期的には自国と隣国送電線の補強、長期的には 3 ヶ所の新規水力発電所の開発を予定している。

石油および天然ガスについては、期待される結果は得られていなく、水力が最も期待され、また近年調査が進んでいる石炭についても期待されている。経済的に開発可能な包蔵水力は 6,000MW と言われており、水力の開発促進に向け IPP/PPP のスキームを活用した開発が予定されている。ZESCO の技術者によれば、「水力資源 6,000MW は古いデータ（地形図、地質図、流量）を使って計画されたものである。可能性あるその他の新規サイトについては、調査が行われていない」としている。新規水力開発プロジェクトとして 17 プロジェクト約 4,500MW がリストアップされている。

3) 地方電化の現状と課題並びに関連政策・計画

ザンビア国全体での世帯電化率は 2004 年時点で 20.3%であるが、総人口の 61%を占める地方部については 3.1%である。

地方電化基金（REF）は、地方電化の資金的支援を目的に作られた。ZESCO の顧客は、電気料金に加えて 5%相当分の租税を支払うことが求められており、このうち 3%が地方電化基金として地方電化事業の財源に用いられ、残り 2%は他の政府事業財源とされている。ただし、この租税徴収は ZESCO が直接小売りしている顧客に限定されており、ZESCO 売電電力量の約 5 割を占める販売先 CEC などに対する電力卸売りは対象外である。REF については、外国の援助機関等からの貸付、無償支援、寄付等の資金支援も期待されているものの、現時点では、上記の 3%が実質的に REF の唯一の資金源となっている。

ザンビアでは送電系統が未だ十分に発達しておらず、オフ・グリッド発電設備と独立小規模系統により電化されている地方都市が多数存在するので、小水力発電はオフ・グリッド電源のひとつとして有力な方法である。JICA は REA と協力し、地方電化促進に向けて全国レ

ベルでの地方電化マスタープランを策定し、ミニ水力発電が地方電化の方法のひとつとして確認されている。また、ザンビア政府は 2008 年に世銀と協定書を締結し、太陽光システムの設置、ミニ水力の建設といった地方電化プロジェクト支援することになっている。

4) 水力発電を含む再生可能エネルギー活用状況

ザンビア国のエネルギー資源は、水力、石炭、バイオマスがある。政府は将来のバイオマスエネルギー開発の促進に向け、制度的、法的条件を整備しているところであるが、実施までには至っていない。

ザンビア政府は、国内の石油消費の 100% を輸入に依存していることや環境保護の観点から、再生可能エネルギー源の活用を重視し、国家エネルギー計画で再生可能エネルギーに関する政策を定めている。太陽の年平均日射量は 6,600~7,700MJ/m²/年であり、50W の太陽光発電設備（家庭用システム）でも年間 70kWh 程度の発電量が期待できる。現在は、外国ドナーや政府支援により一部導入が始まった初期段階であり無電化地域の普及はこれからである。風力のポテンシャルに関するデータとして、気象庁が全国で風況観測を行っている。

5) 関連法規および技術基準等の整備状況

電力関係法令として、エネルギー規制法、電力法、地方電化法が制定されている。エネルギー規制法は、エネルギー規制庁（ERB）の創設と機能・責務の明確化、発電事業および燃料生産・取り扱い業務に対する認可管理を目的に制定されている。地方電化法は、地方電化庁との設立とその機能の明確化、および地方電化基金を再定義するために制定されている。

水力開発の環境社会配慮に関連して特に考慮すべき法令として、環境保護・汚染管理法、環境影響評価規則、ザンビア野生生物法、森林法、天然資源保護法などがある。環境影響評価規則は、環境影響評価（EIA）の対象事業や実施手順を定めており、開発プロジェクトの提案者は、提案するプロジェクトの影響の程度に応じ、案件概要書（Project Brief : PB）または環境影響評価書（EIS）を作成し、ザンビア環境審議会の審査を受けなければならない。EIS は影響の程度が大きいと見込まれるプロジェクトについて作成が求められるものであり、PB は影響の程度が小さくないと見込まれるプロジェクトについて作成が求められるものである。

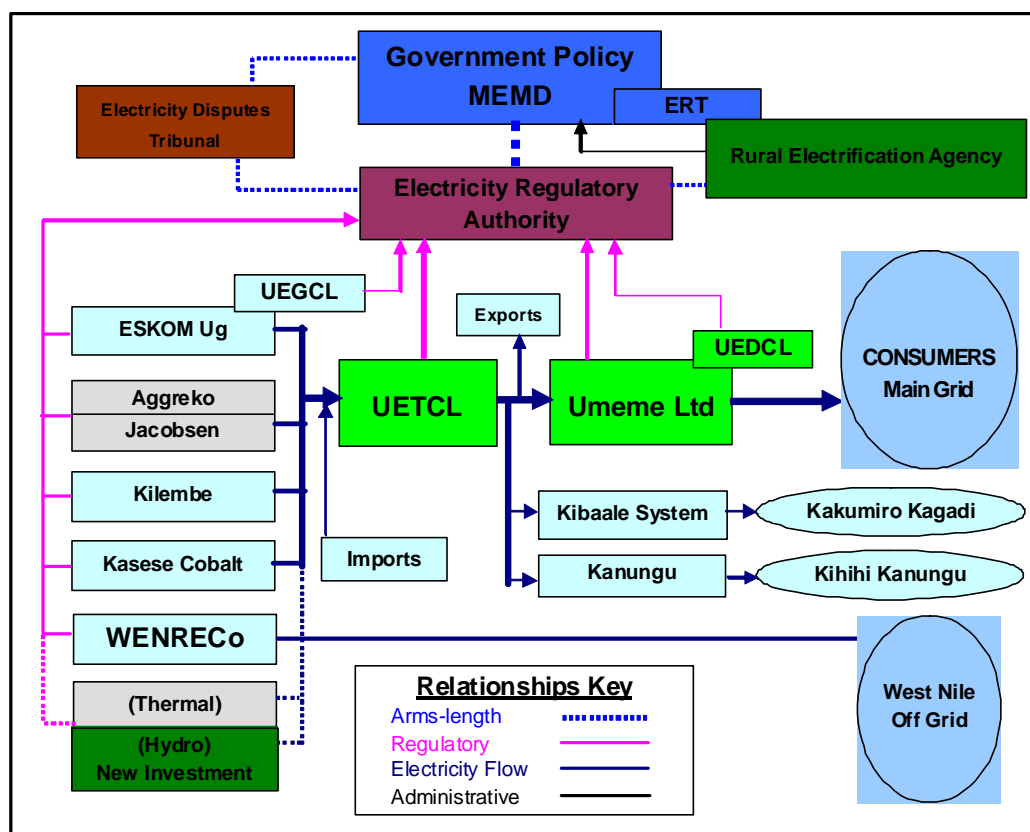
6) 水力発電所の運用・保守の状況

ZESCO が管理する大規模な 3 水力発電所は、建設されてから既に 30 年~70 年経過し、老朽化が顕在化しており、その一部はリハビリテーションプロジェクトとして世界銀行（WB）の支援により実施されている。また、流入する水草による発電阻害の問題、連続した渇水年水位低下による発電能力の低下問題が起きている。

(4) ウガンダ国

1) 電力セクター関連の組織体制および関連機関の役割

現在の電力セクター関連の組織体制は図 2.4 に示すとおりである。



出典：ERA 資料より作成

図 2.4 電気事業体制

(i) エネルギー鉱物開発省（Ministry of Energy and Mineral Development：MEMD）

MEMD が電力を始めとするエネルギー部門を管轄し、エネルギー政策や電力政策の策定を担当する。

(ii) 電力規制庁（Electricity Regulatory Authority：ERA）

MEMD から独立した組織で、発電・送電・配電事業、電力販売、電力輸出入のライセンス発行、電力料金制度の構築、電力料金のレビューと認可、電力基準の策定を行なう。

(iii) 地方電化庁（Rural Electrification Agency：REA）

国家戦略である地方電化戦略計画の実行、地方電化審議会への政策アドバイス、地方電化委員会、地方電化基金（REF）の管理を主業務としている。地方電化を担当する。

(iv) 電気事業者

資産管理会社である発電会社（UEGCL）、送電会社（UETCL）および配電会社（UEDCL）がある。UEGCL には水力開発ユニット（HPDU）が設立され、現在建設中の水力発電所（250MW）、今後の開発が予定されている水力発電計画の実施を監視することとなった。

発電事業は UEGCL から一部設備の営業権を譲渡されたエスコム・ウガンダ（ESKOM-Ug）が 2 つの水力発電所を運転し、アグレコ（Aggreko）とヤコブセン（Jacobsen）がそれぞれディーゼル発電所の運転を行なっている。また、キレンバ鉱山（Kilembe Mines Limited：KML）

とカセセ・コバルト鉱山（Kasese Cobalt Company Limited : KCCL）の2つの独立電気事業者（IPP）が行っている。配電事業については UEDCL と首都圏地域の営業権を譲渡された民間企業、ウガンダ配電会社（UMEME）が実施している。送電部門についてはシングルバイヤー制をとっており、UETCL が事業を実施している。

2) 現在の発電設備、電源開発計画と水力発電の位置付け並びに関連政策・計画

ウガンダ国の電力関連情報は表 1.1 に示すとおりであり、発電設備容量は 507MW であり、その約 78%を水力が占め、その中でも、2カ所の水力発電所 380MW を占めている。また、水力ポテンシャルは 2,500MW であり、水力は貴重な国内資源である。今後のウガンダ国の水力開発は、官民連携プロジェクト（Public-Private Partnership : PPP）としてウガンダ政府と民間投資家の手によって進められる予定である。

ウガンダでは近年 5%～7%という高い経済成長を背景に電力需要が急速に増加している。一方、発電施設の不足、主要電源である水力発電所の稼働率の低下や送電網の未整備等から、慢性的な電力供給不足の状態にある（最大需要 365MW、可能供給量 262MW）。また、近年、長時間の停電が引き起こされる等、都市部を中心とした市民生活や産業に大きな影響を与えている。MEMD は現在の地方電化率 6%程度を、地方電化戦略計画で 2012 年までに 10%までに引き上げることを目指している。経済成長と電化率向上ニーズを受け、電力需要は今後、年 7～8%程度の伸びと予測され、MEMD では新規電源の開発と送配電網等の電力設備拡充が緊急課題としている。UETCL は長期電源開発計画（Grid Development Plan 2008-2023（2009 年 1 月版）、以下 GDP 2008-2023）を策定している。

ウガンダ国はケニアとタンザニアとは基幹送電線へ連結されており、ルワンダとは配電線を介して連系されている。

3) 地方電化の現状と課題並びに関連政策・計画

地方部（オフ・グリッド）における電化率の向上を達成するための枠組みとして、地方電化基金（REF）および国家地方電化データベース策定が規定され、事業運営組織として地方電化庁（REA）が設立されている。REF は、政府資金、ドナー援助、発電課徴金（売電料金の 5%）による資金で運営されている。

地方電化戦略計画（RESP）は、地方電化の重要性を強調した開発計画であり、電力供給、並びに付随した社会福祉、教育、保険、商業活動などのサービスへの公平なアクセスを目標としている。貧困撲滅につながる地方電化を促進するために、送電系統拡張および低効率ディーゼル発電の廃止、薪燃料の消費量削減による森林環境保全、系統システム安定化の3つの柱を掲げ、地方電化を促進することとしている。

世銀の協力により地方電化マスタープラン（IREMP）が作成されている。IREMP には、電化対象地域の選定手法や選定結果のプロジェクト・リストが示され、地域別最適電化計画として、グリッド電化（送配電線の延長）、小水力やディーゼル発電によるミニ・グリッド

電化および太陽光発電によるオフ・グリッド電化の3種類を紹介している。地域ごとの優先順位は、経済性および補助金最小化の観点から選定している。

世銀により開始された地方改革エネルギープログラム（ERT）は、地方の生活改善のための総合プログラムで、エネルギー供給のみならず情報通信、保健衛生、教育、水資源など関連分野との相乗効果により、地方住民への裨益効果を最大化することを目的としている。一方で、ERTでは地方電化に官民連携（Public-Private Partnership）による民間資金の参加を期待しており、ERT基金の多くが、官民連携プロジェクトの補助金として利用されている。

4) 水力発電を含む再生可能エネルギー活用状況

ウガンダ国のエネルギー資源は、水力、地熱、石油、バイオマスがあり、バイオマス（薪）が全体の90%以上を占めている。現在、石油は全面的に輸入に依存しているが、石油開発の調査は進められている。

地熱、バイオマス、太陽エネルギーなどの再生可能エネルギーの活用が考えられているが、経済性の観点から、その利用はオフ・グリッドの地方電化に限定される。一方、ウガンダは比較的水力資源に恵まれており、現在までに開発された水力発電所は包蔵水力の13%程度であることから、開発余地が残されている。このため、政府は、今後も積極的に水力開発を進める方針であり、多くの水力プロジェクトが検討されている。また、オフ・グリッドの地方電化においても、水力が主役となっている。

5) 関連法規および技術基準等の整備状況

ウガンダ国の電力関連法規の中で、その根幹を規定する法律は電力法である。電力の発電、送電、配電、販売、輸出、輸入に関する規制するために制定されたもので、この法に基づいて、UEBの電力独占の分割・民営化、やERAを通じた電力規制が実施されこととなった。

関連法制度としては、「水管理法および水管理政策」に水資源管理の枠組みが規定され、環境法では水資源開発を行う者に対し、建設着手前の環境影響評価（EIA）の実施と土地・水・環境省水開発局から建設許可を義務付けている。

ウガンダ国では、EIAに関する許認可は環境管理庁（NEMA）が行なっている。NEMAは、環境課題の計画策定、モニタリング、調整等を行なう。EIAの審査は、環境モニタリング・コンプライアンス部の中で行なわれる。

NEMAは環境法の規定に従って、ウガンダ国EIAガイドラインを定めている。同ガイドラインによると、ダムや堰の建設、河川の転流が必要な事業、電力関連事業（発電所、変電所、送電線の建設）などは、EIAの実施が必要とされている。また、500kW超の水力発電所の建設についてはEIAが必要とされている。その他にも、野生生物管理法、湿原管理法、土地収用法などがある。

6) 水力発電所の運用・保守の状況

ESKOM-Ugが2003年から20年間の営業権を持って、2ヵ所の水力発電所（合計380MW）との運用・保守業務を行なっている。

2.2 調査対象国外の情報

ここでは、調査対象国の状況が特異なものではないことを、東南アジア主要国の電気事業実施体制について比較することで検証してみる。

各国の電気事業実施体制を紹介するに際しては、「民営化」と「分社化」がキーワードになる。東南アジアの発電事業において最も早く民間資金を導入したのは、フィリピン国である。1980年代後半から慢性的な電力不足と国営電力公社の資金難を背景に、1993年に初めてIPPが導入されたが、電力コストの高騰や供給力過剰などの弊害も生んだ。

その後フィリピン国に続く形でタイ国やインドネシア国でも、国営電力公社の公的債務削減を掲げて、積極的な民間資金導入を図ったが、必ずしも円滑に進んだわけではない。特に、1997年のアジア通貨危機において、それ以降の景気後退に伴う電気需要の激減と過剰な供給設備が国営電力公社の財務体質を悪化させた。また、電気の売り手（IPP）と買い手（電力公社）の直接的関係においては、インドネシア国のように外貨建料金を設定した国では現地通貨の下落により買い手側が負担に耐えられない状況が、タイ国のように現地通貨建料金を設定した国においては売り手側の外貨建収入が激減する状況が発生した。

上記のように、IPP導入初期においては紆余曲折があったものの、その後も民間資金導入の流れは変わらず、東南アジアのほとんどの発電部門は民間に開放している。また、多くの国で発電、送電、配電部門の分社化が進んでいる。

その中でフィリピン国では2006年に卸売電力スポット市場が設立されているが、他の東南アジア各国では未だ導入されていない。

表2.1に東南アジア7カ国の電気事業実施体制として、関連する行政組織と電気事業者の形態を示す。

(1) 行政機関

行政機関の役割としては、電力に関する基本政策の立案や電源開発計画の策定などを行う政策立案機能、電気事業者の規制・監督あるいはIPPの料金規制などを行なう規制機能、および地方電化推進する地方電化機能の3つに分かれる。

ラオス国の行政機関は、エネルギー鉱業省（MEM）が全ての機能を持っており、ベトナム国やミャンマー国の行政組織に近い。カンボジア国では、鉱工業エネルギー省が政策立案と地方電化を、カンボジア電力庁が電気事業規制を担当している。更に進化し、別々の組織が上記の3つの機能を分担している国としては、フィリピン国やタイ国である。これらのことから、ラオス国やカンボジア国の行政組織は東南アジア諸国において、特別変わった形態をしているものではないことがわかる。

カンボジア国の行政組織は、ラオス国より進化しているとも言えるが、どちらの国も小国で行政官の数が限られており、行政組織の分割はそれぞれの組織を弱体化させている感も否めない。

(2) 電気事業体制

東南アジア7カ国の電気事業体制は、これまでタイ国を除き、発電、送電および配電部門を独占してきたが、2000年ごろを境に分社化を進めた国（フィリピン国、インドネシア国、後れてミャンマー国）と未だ分社化が進んでいない国（ベトナム国、ラオス国、カンボジア国）に分けられる。

また、民営化の流れにおいては、フィリピン国を除き、発電と送電部門の民営化はあっても送電部門は電力安定供給の観点から公的関与が必要であるとしている。しかしながらフィリピン国では、2003年に旧電力公社（NPC）から独立して事業運営を行ってきた送電公社（TRANSCO）の事業権が民間に委譲され資産管理会社になっている。また、配電部門についても、マニラ電力会社（MERALCO）は民間会社がフィリピン全体の60%以上の電気を販売している。

インドネシア国における PLN の民営化は2004年に違憲判決が、タイ国においては EGAT の株式会社化に対して2006年に高等行政裁判所から上場の差し止め命令が出され公社形態に戻っている。その他の国において、民営化の動きはない。

一方、いずれの国においても発電部門を中心に民間資金の導入が進んでおり、電力市場占有率の多寡は別として、いずれの国にも独立電気事業者（IPP）の発電設備が存在する。中でもラオス国のIPPの特長は、ラオス国内供給向けのIPPより、タイ国やインドネシア国への輸出用IPPが圧倒的に大きいことにある。

表 2.1 東南アジアの電気事業実施体制

		フィリピン		タイ		インドネシア		ベトナム		ミャンマー			ラオス		カンボジア	
行政組織	政策立案	エネルギー省 (DOE)		エネルギー省 (MOE)		エネルギー・鉱物資源省 (MEMR) 国家エネルギー調整委員会 (BAKOREN)		商工省 (MOIT)		第一電力省 (MOEP1) 第二電力省 (MOEP2)			エネルギー・鉱業省 (MEM)		鉱工業エネルギー省 (MIME)	
	規制	エネルギー規制委員会 (ERC)		エネルギー規制委員会 (ERC)		エネルギー・鉱物資源省 (MEMR)		商工省 (MOIT)		第一電力省 (MOEP1) 第二電力省 (MOEP2)			エネルギー・鉱業省 (MEM)		カンボジア電力庁 (EAC)	
	地方電化	国家電化庁 (DOE 傘下)		内務省地方行政局		協同組合・中小企業担当 国務大臣府 (村落協同組合)		商工省 (MOIT)		第一電力省 (MOEP1) 第二電力省 (MOEP2) 国境地域・少数民族開発省 (MPBANRDA)			エネルギー・鉱業省 (MEM)		鉱工業エネルギー省 (MIME)	
電気事業体制	発電	電力公社 (NPC)	IPP	発電公社 (EGAT) 直轄 子会社	IPP	国有発電会社 (PLN) 直轄 100% 子会社	IPP	電力公社 (EVN) 直轄 グループ	IPP	水力発電公社 (HPGE)	ミャンマー電力公社 (MEPE)	IPP	電力公社 (EDL)	IPP	電力公社 (EDC)	IPP
	送電	送電公社 (TRANSCO) (民営化)	卸売電力スポット市場 (WESM)	EGAT		PLN (P3B Jawa Bali, P3B Sumatra 等)		EVN (直轄)		MEPE			EDL		EDC	
	配電	マニラ電力会社 (MERALCO) 他		首都配電公社 (MEA)	地方配電公社 (PEA)	PLN		EVN (独立採算)		ヤンゴン配電公社 (YESB)	地方配電公社 (ESE)		EDL		EDC	

3. 人材の整備状況と能力および人材育成機関

3. 人材の整備状況と能力および人材育成機関

3.1 中央・地方政府、電力会社の人材の整備状況と能力

(1) ラオス国

電力セクター機関の関係は図 2.1 に示してあり、以下はその体制を示したものである。

1) エネルギー鉱業省電力局（MEM/DOE）の組織体制および人員

MEM/DOE の組織体制および人員（41 名）は図 3.1 に示すとおりである。このうち開発に重要な役割を果たす土木関係の技術者は 1 名のみである。過去に在籍していた 2 名の土木技術者は、1 名はラオスも持ち株会社（LHSE）、1 名は IPP 会社に転籍している。

Power Sector Planning Division で行っている FS の許認可において、土木関係の審査も電気技術者が経験の中から学習しながら行っている。現在 62 の IPP プロジェクトがあり、これまでの FS 認可済み IPP プロジェクトは 24 プロジェクト、現在審査中のプロジェクトは 18 プロジェクト、FS 実施中のものが 20 プロジェクトである。なお、IPP に関する審査機関はエネルギー振興開発局（DEPD）が行っている。

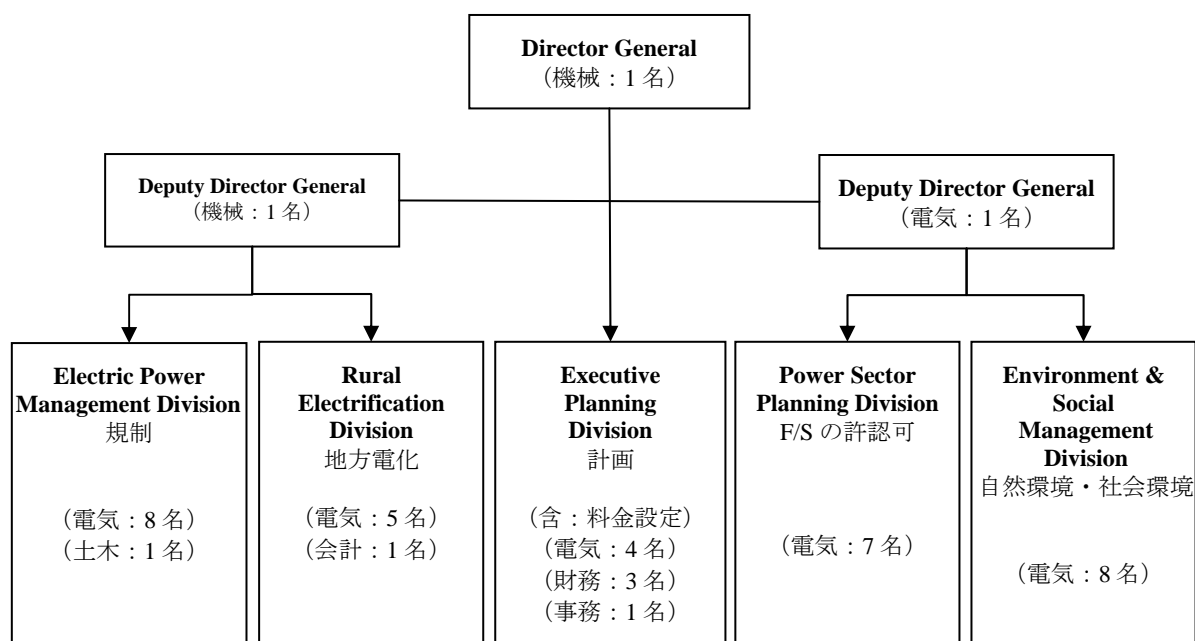


図 3.1 MEM/DOE 組織・人員

2) ラオス電力公社（EDL）の人員

EDL の職員数は 2007 年現在 2,866 名であり、EDL Annual Report 2007 によれば、そのうちの有資格者は、修士課程修了 141 名、学士課程修了 276 名、高等学校卒業 468 名、技術者資格 1,084 名、留学経験者 14 名である。

(2) カンボジア国

1) 鉱工業エネルギー省エネルギー総局（MIME/GDOE）の組織体制および人員

MIME エネルギー総局には、図 3.2 に示すとおり 83 名が所属している。水力部（Hydropower Department）には 28 名が所属しており、その内土木技術者は 5 名である。

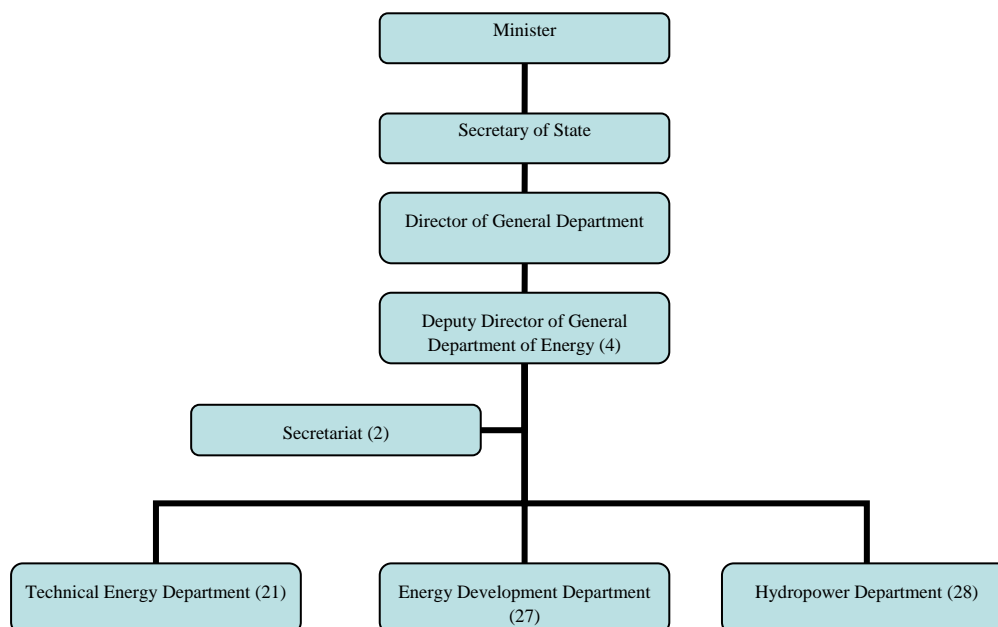


図 3.2 MIME エネルギー総局組織図

2) EAC の人員

EAC の職員数は、2010 年 1 月現在で 64 名である。その内、技術者は長官以下 16 名いるが、土木技術者はいない。

3) カンボジア電力公社(EDC)の人員

EDC の職員数は、2009 年 12 月現在 2,361 名である。その内、土木技術者は企画プロジェクト部に 3 名いるが、建物や鉄塔基礎などが専門であり水力を専門とする土木技術者はいない。

4) IPP の人員

IPP として参入してきている中国企業は、土木技術者を含めてすべて自国の技術者のみで設計から建設まで行っている。

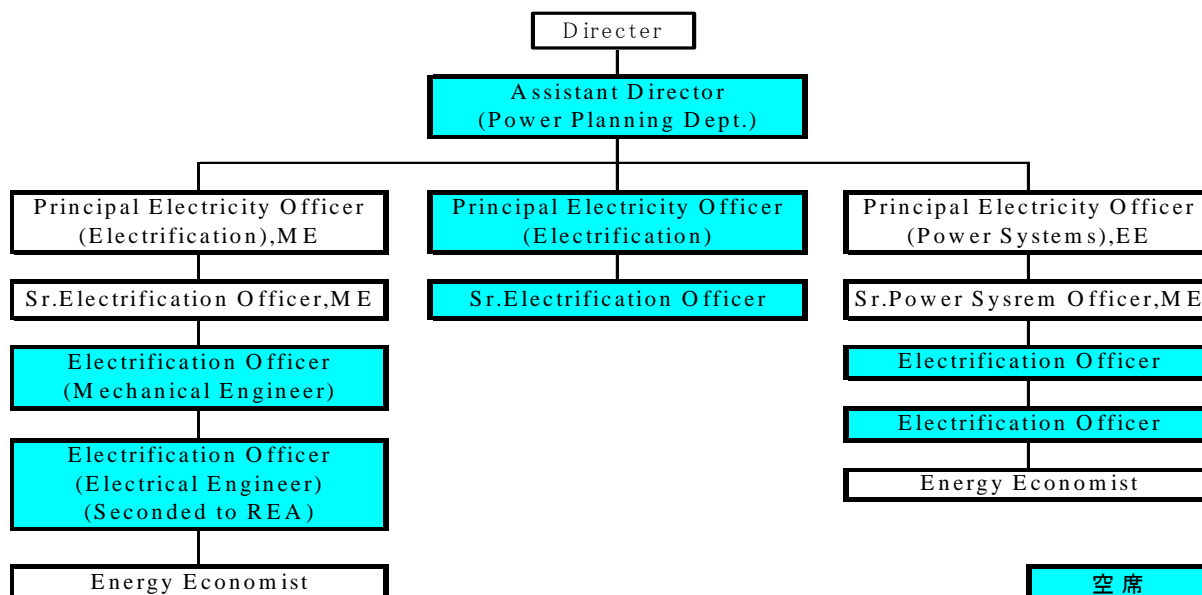
(3) ザンビア国

1) エネルギー水資源開発省・エネルギー局（MEWD/DOE）の組織体制および人員

DOE の人員配置の状況（2009 年 12 月時点）は図 3.3 に示すとおりである。予定人員は 14 名であるが、在籍は 7 名、実務に係わる人員は 4 名に過ぎない。この在籍人員の中には海外

留学が決定済みの人員 1 名がいることから、人材不足は常態化している。

人員不足の原因として、採用予算枠が絶対的に足りないこと、ZESCO に比較し給与などの待遇が大幅に低いことなどが挙げられる。また、実務に係わる 4 名のうち 2 名は 30 代～40 代前半であり、実務経験は乏しいものと見受けられる。しかしながら、海外留学を認めることにより若年人員を引き留めておく施策が、人事政策上とられているものと推測される。



(注) ME ; 機械技術者、EE ; 電気技術者

図 3.3 DOE の人員配置

2) 地方電化庁 (REA) の人員

REA の人員配置の状況 (2009 年 12 月時点) は図 3.4 に示すとおりである。上級管理者 (Senior Manager)、電気技術者 1 名、機械技術者 1 名、土木技術者 1 名、GIS 技術者 (GIS Expert) 1 名、環境専門家 1 名、経済専門家 1 名の合計 7 名で運営されている。小水力を推進していくには、各技術者の知見は極めて不足しているものと思われる。

3) 電気事業者 ZESCO の人員

ZESCO の技術者のほとんどを電気技術者が占めており、発電・送電・配電を担当しており、現状では人員的には充足しているものと考えられる。水力発電の計画やプロジェクト推進の知見を有する技術者は、新規の発電所が 30 年間近く建設されてこなかったため不在、あるいは極めて少ないものと考えられる。土木技術者は 11 名在籍しているものの、既設の発電所には配置されておらず、構造物などにトラブル時には 6 名が出張で対応している。残 5 名は特定のプロジェクトに組み入れられている。

開発が期待される新規水力において、実務にコンサルタントを雇用するとしても、現状の土木技術者の能力アップが不可欠である。

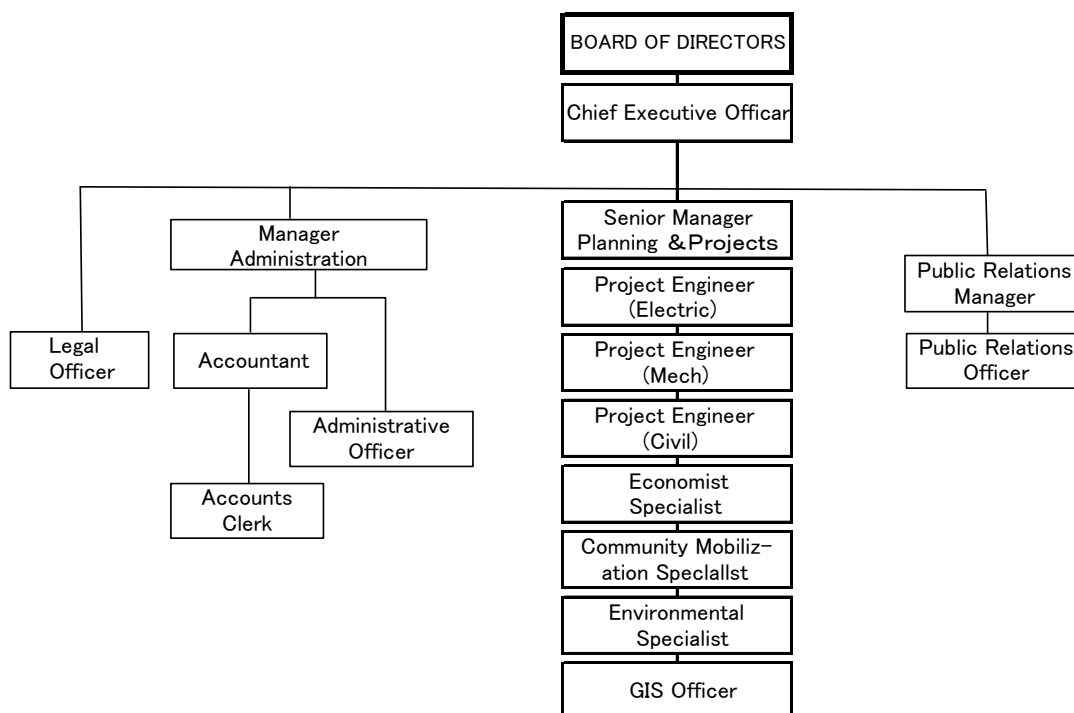


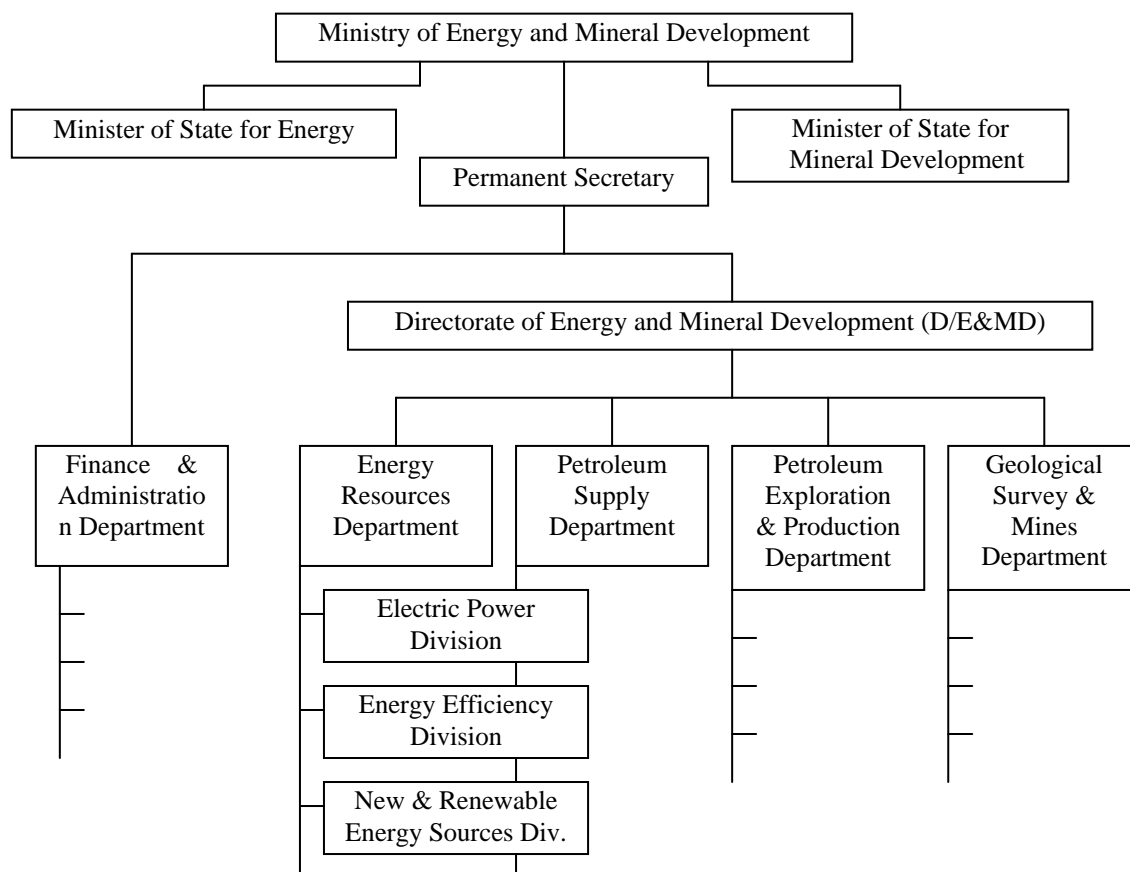
図 3.4 地方電化庁組織図

(4) ウガンダ国

1) エネルギー鉱物開発省 (MEMD) の組織体制および人員

エネルギー政策や電力政策を責務とする MEMD の組織図を図 3.5 に示す。MEMD の技術部門は、エネルギー資源局 (Energy Resources Department)、石油供給局 (Petroleum Supplies Department)、石油探査生産局 (Petroleum Exploration and Production Department)、地質調査鉱山局 (Geological Survey and Mines Department) の 4 局から成る。エネルギー資源局は、電力部、エネルギー効率部、新エネ・再生エネルギー部の 3 部から構成され、それぞれ 4 名、9 名、6 名の要員が配置されている。

水力開発に直接関与するのは電力部であるが、課長 1 名、主任技師 2 名および技師 1 名より構成されているが、水力開発を担う土木技術者は在籍していない。



出典：MEMD ホームページより抜粋

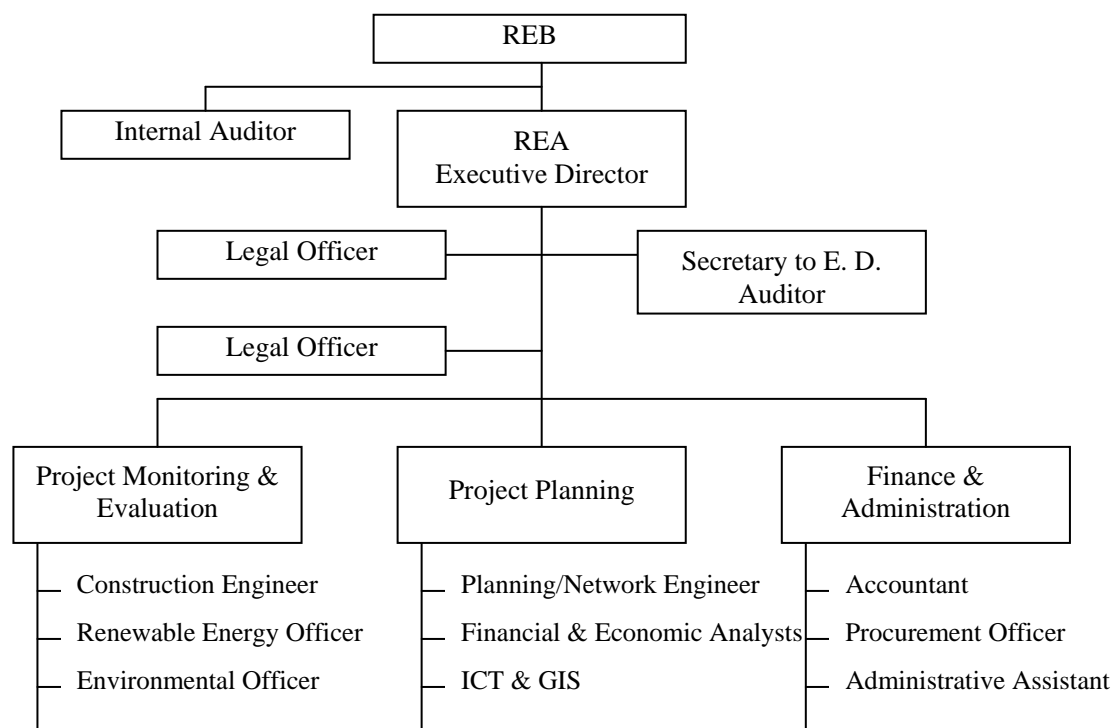
図 3.5 MEMD 組織図

2) 地方電化庁（REA）の人員

図 3.6 に REA の組織図を示す。REA は国家戦略である地方電化戦略計画（Rural Electrification Strategy and Plan 2001-2012：RESP）の実行、地方電化審議会（Rural Electrification Board：REB）への政策アドバイス、地方電化基金（Rural Electrification Fund：REF）の管理を主業務としている。

REA は政府から独立した意思決定機関として、REF の運営および個別の地方電化事業への補助金の支出の承認を行っている。MEMD の事務次官は、REB の議長を兼務しており、MEMD と REB が協調しながら地方電化計画の選定、事業運営を行っている。

REA には電気職と機械職はいるが、土木職がない。プロジェクト計画部において小水力の FS（ファイナンス、環境を含む）を実施することになるが、要員不足から実際には REA は管理するだけで、地元コンサルタントに外部委託している。またプロジェクトの建設段階では、プロジェクト管理・評価部が施工監理することになっているが、要員が確保できていない状況にある。

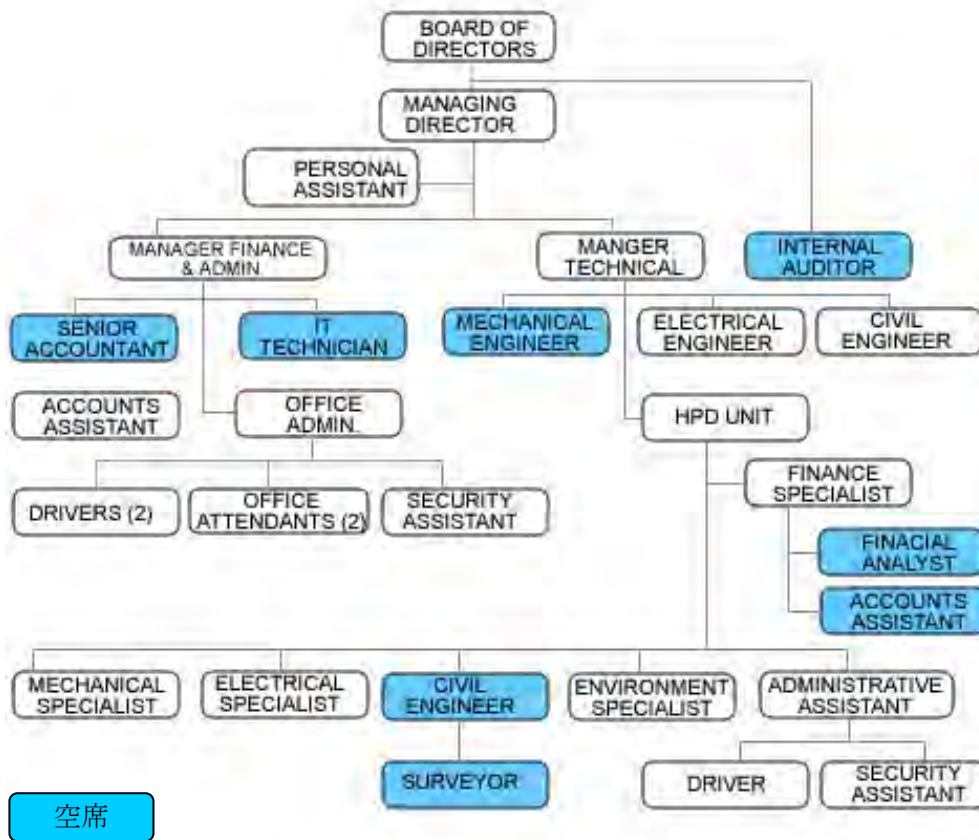


出典：REA 3-Year Business Plan July 2005 - June 2008

図 3.6 REA 組織図

3) ウガンダ発電会社（UEGCL）の人員

図 3.7 に UEGCL の組織図を示す。UEGCL は資産管理会社であり、水力発電所の運転は ESCOM-Ug（南アフリカの電力会社の子会社）が実施している。代表取締役以下、実務者は、財務・管理課長、技術課長（電気職）、電気技術者および土木技術者の 4 名で実務を切盛りしている。2008 年 6 月 UEGCL の技術課長の下に水力開発ユニット（Hydropower Development Unit : HPDU）が設置され、土木技術者、電気技術者、環境職の採用を予定している。



出典：UEGCL ホームページ

図 3.7 UEGCL 組織図

3.2 電力トレーニングセンター

電力トレーニングセンター（TC）の多くは電力会社が所有・運営しており、発電所の運転要員の育成を行っている。このため、TC は電気技術者および機械技術者の育成を主体に研修メニューを組んでいる例が多い。現在の研修メニューが水力開発に係わる内容を有しているか否かを把握し、有していない場合には今後の必要性を検討する。

(1) ラオス電力公社トレーニングセンター（EDL Training Center：EDL-TC）

EDL-TC は 1965 年に設立され、2000～2003 年にはフランス開発庁（AFD）およびフランス電力公社（EDF）の支援によりトレーニングセンターの増強が図られている。

EDL-TC の任務は、

- ・ 水力発電設備運転に関する EDL 職員の能力増強
- ・ 変電所・配電設備の維持管理に関する EDL 職員の基礎知識養成
- ・ 新規設備（水力発電所・変電所・送配電設備・屋内配線）の新採用 EDL 職員の研修
- ・ 民間会社・他組織の研修

であり、現在の主要業務は、

- ・ 全国の水力発電所・変電所・送配電設備・屋内配線に対する現地・他地点での OJT
- ・ ラオス技術基準（LEPTS）研修

である。

人員構成は、所長以下、副所長（2名）、講師（12名）、事務（5名）であり、必要に応じ EDL および外部より講師を招いている。

カリキュラムは、

- 管理運営（外部講師）
- 水力発電（EDL-TC&水力発電所）
- 変電所（115/22kV）運転管理
- 115kV 送電設備維持管理（EDL-TC&115kV 送電設備グループ）
- 22kV/0.4kV 配電設備維持管理
- 屋内配線

となっており、各分野・技術に関して、様々なカリキュラム・コース等が設定されており、研修ニーズに従い組み合わせて研修を実施している。地方電化のカリキュラムは特別に用意されていないが、地方電化担当の技術者は一般水力と同じカリキュラムで受講できる。

研修方法は、講義、実験、シミュレーション、演習、現地・他地点での OJT、研修前テスト、研修後テスト・評価を、EDL-TC の研修設備 7 建物（水理実験室、機械研修工作室、電気研修設備、研修用送電鉄塔、水力発電シミュレーター等）、全 EDL 変電所、全 EDL 水力発電所、EDL 配電網を活用して行っており、必要に応じて修了証発行も行っている。

研修は、基本的には EDL-TC の講師が行うが、ハイレベルな技術や新技術については、海外から講師を招聘している。他の国のトレーニングセンター等との協力関係は、まだ構築されていない。研修教材は講師自身（EDL-TC）で作成しているが、将来的には EDL-TC として自立していくための全体を俯瞰するようなテキストを必要としている。

研修期間は平均 2～4 週間、研修生は平均 8～12 名で構成されている。また、民間会社・他組織の研修（有料）も数多く実施している。

研修生は、基本的には基礎的な技術知識を持っている技術者を対象に研修を実施しているが、マイクロ水力村落電化における運転員研修では、モーターバイクの修理技術の知識程度の場合もある。

今後の課題としては、

- 図書室の建設
- 送電設備・SCADA システム・保護システム研修コースの向上
- 最新技術（SCADA システム・保護システム・配電設備・安全装置等）の研修設備の向上
- 講師能力の向上
- 講師の新規採用
- 新しいカリキュラムの提案（英語・財務管理・会計・契約交渉・経営管理・行政運営・プロジェクトマネジメント等）

(2) カンボジア電力公社トレーニングセンター（EDC-TC）

本センターは、2000 年にアジア開発銀行（ADB）のローンとフランスの援助を受けて設立した。当初、EDC 職員向けの研修を目的に設立されたが、2008 年から高卒者向けの大学を併設している。EDC-TC には講師は 19 名在籍しているが、ほとんどの講師は EDC の現場（営業所、変電所、発電所など）での経験は無い。講師にはアジア工科大学（AIT）の卒業生が複数いる。EDC 職員向け研修コース、大学部門とも基本的に EDC-TC 講師が教えており、経営など一部のコースのみカンボジア国内の大学・企業から講師を招聘している。

EDC 職員向けの研修は、2002 年以降は年平均約 1,000 名の職員が訓練に利用しており、大学には現在約 300 名が所属している。EDC 職員向け研修メニューは表 3.1 のとおりであり、配電と内燃力発電に関するコースが主で、水力発電に関するコースは無い。

表 3.1 EDC 職員向け研修メニュー（2009 年）

No.	分野	コース数	研修生数
1	配電 (Distribution)	14	344
2	計量器 (Metering)	7	160
3	安全 (Safety)	5	166
4	発電所保護 (Power Plant Protections)	9	88
5	ディーゼル発電 (Diesel)	12	95
6	送変電 (Transmission)	5	49
	合計	52	902

大学部門は電力技術者育成を目的としており、2年間の Technician コースと 4.5年間の Engineer コースがあり、Technician コースを修了したものは Engineer コースの途中に編入することが可能である。大学部門には土木技術者を育成するコースは無い。

(3) タイ発電公社トレーニングセンター (EGAT-TC)

EGAT は表 3.2 に示すとおり、発電所の運転員を対象した 8 コースの研修メニューをもっている。

EGAT では、2007 年からラオスとブータンの水力発電所の運転員を対象に、研修業務を請け負っている。2007 年から 2009 年の 3 ヶ年合計で、ラオスについては 34 名、ブータンについては 36 名の研修生を受け入れている。

表 3.2 EGAT 職員向け研修メニュー

	Courses	期間	Require trainees
1	POWER GENERATION AND TRANSMISSION	10 days	Young Engineer
2	Turbine Control for Hydro Power Plant	3 days	Operator
3	Excitation Control System for Hydro Power Plant	3 days	Operator
4	Unit Protection for Hydro Power Plant	3 days	Operator
5	Substation Protection for Hydro Power Plant	3 days	Operator
6	Turbine Protection for Hydro Power Plant	3 days	Operator
7	Transformer Protection for Hydro Power Plant	3 days	Operator
8	Battery, Charger, Inverter for Hydro Power Plant	3 days	Operator

(4) ザンビア カフェ峡地域トレーニングセンター（Kafue Gorge Regional Training Center : KGRTC）

KGRTC は南部アフリカ開発共同体 (SADC) 各国のエネルギー大臣の合意のもとに、「SADC およびサハラ以南のアフリカ (Sub-Sahara Africa) の電気事業者に対して水力発電の教育を提供すること」を目的に設立されている。KGRTC の設立は、共同援助者である SIDA (スウェーデン)、NORAD (ノルウェー)、ZESCO の支援プロジェクトとして行われた。SIDA、NORAD、ZESCO の支援 (期間 1989 年～1992 年) は、既存施設の改修と拡張、発電所要員のための新しいトレーニングコースの投入、2 台のシミュレーターの設置などに及ぶ。現在、KGRTC は独立採算を目指し SIDA および NORAD の資金援助を受けていないが、ZESCO が KGRTC の必要予算の約 5 割、残額を研修費用で賄っている。

KGRTC の組織および運営の主要点は以下のとおりである。

評議員会は、ザンビア (ZESCO、MEWD、ザンビア大学、科学トレーニング省、KGRTC)、マラウイ (ESCOM)、タンザニア (TANESCO)、ジンバブエ (ZESA)、ウガンダ (UETSU) で構成されている。Management のもとに「Training Advisory」が講師陣をサポートする仕組みになっており、上記の国、水資源関連の機関、鉱山の技術者がアドバイザーとして加わっている。水力発電所の運転、電力システムの計画、保守などを網羅した先進的かつ集中的なトレーニングを提供するとともに、研修設備がカフェ峡水力発電所に隣接しており、実際の発電所の運用に接することができる。フルタイムの講師はマネージャーを含めて 5 名、この内、電気技術者が 3 名、機械技術者が 2 名である。講師が不足する場合には、ゲスト講師の招聘で対処している。ザンビア国内からは、ZESCO、大学 (ザンビア大学、コッパーベルト大学)、民間電力投資促進室 (OPPI) の職員を招聘している。ザンビア国外として、関係国の電力会社、ICH (International Centre for Hydropower, Norway)、BSC (British Safety Council)、ZRA (Zambezi River Authority)、バッテンフォール (スウェーデン)、Eskom (南ア電力) などから招聘している。交通費、講演料はボランティアベースである。KGRTC は 1991 年から 2007 年までの間で、水力発電の運転保守コースで 16 力国の 2,055 人に教育し、2009 年の研修生数は年間 260 名であった。

研修メニューは表 3.3 に示すとおりである。電気技術者向けを主体とし、2010 年は水力発電系、制御系、送電系の 40 コースを設定しているが、土木系はダム安全のコースのみである。運転員 (テクニシャンレベル) のトレーニングが主体であるが、エンジニアレベル (大学卒) のコースも整備しつつある。当該コースの受講に適するかどうかは、応募申請の内容から判断する。発電所の建設がないので建設科目のニーズが低い。水管理、ダム安全などの分野を近年追加している。受講生が土木技術者対応では、前述の ICH、BSC、IHA (International Hydropower Association) の協力を得る予定である。

表 3.3 研修メニュー

2010 KGRTC TRAINING COURSE SCHEDULE		
S/N	COURSES	Duration (Weeks)
1.	Distribution Systems Operations (DSO)	3
2.	Strategic Management (SM)	2
3.	Applied Industrial Hydraulics (AIH)	2
4.	Fluid Flow and Centrifugal Pumps (FFCP)	2
5.	Power Systems Planning (PSPg)	3
6.	Dam Safety Management (DSM)	3
7.	Shift Charge Operations (SCO)	10
8.	Machinery Vibration Monitoring and Analysis (MVMA)	2
9.	Power Plant Operations and Control (PPOC)	3
10.	Customer Care (CC)	2
11.	Control Room Operations (CRO)	10
12.	Financial Management in Utilities (FMU)	2
13.	SCADA Systems Management (SSM)	2
14.	Operations and Maintenance (OM)	2
15.	Maintenance Routines (MR)	13
16.	Cable Jointing and Termination (CJT)	4
17.	Environmental Assessment and Information Management (EAIM)	2
18.	Transmission Line Maintenance (TLM)	3
19.	Geographic Information Systems (GIS)	3
20.	Power Distribution Management (PDM)	3
21.	Industrial Occupational Health and Safety Management (IOHSM)	2
22.	MV Switchgear Operations and Maintenance (MVSGOM)	2
23.	Plant Operations (PO)	13
24.	Generation Maintenance Management Systems (GMMS)	3
25.	Microprocessor Logic Controls (MLC)	3
26.	DC Power Systems Maintenance (DCPSM)	2
27.	Hydraulics and Turbine Regulations (HTR)	3
28.	Project Management (PM)	2
29.	Energy Management (EM)	2
30.	Power Systems Operations (PSO)	3
31.	Maintenance and Troubleshooting of Distribution Systems (MTDS)	2
32.	Maintenance Management Systems (MMS)	2
33.	Safe Management of PCBs (SMPCBs)	2
34.	Distribution Line Maintenance (DLM)	2
35.	Power Systems Protections (PSP)	3
36.	Transformer and Switchgear Maintenance (TSM)	3
37.	Procurement and Materials Management in Utilities (PMMU)	2
38.	Substation Operations and Maintenance (SOM)	3
39.	Advanced SCADA Systems Management (ASSM)	2
40.	Generator Performance Dynamics (GPD)	2

出典：KGRTC 2009 年資料

3.3 大学の人材育成の状況

大学を卒業する電気工学、機械工学、土木工学を専攻した学生の毎年の卒業生数を把握し、学生の電気事業に対する将来像のイメージを探る。

(1) ラオス国立大学/工学部（National University of Laos/Faculty of Engineering：NUOL/FE）

ラオス国立大学/工学部は、1995年に、国立科学技術研究所、電子科学学校、通信・運輸学校、建築学校、Tad Tong 灌漑学校が一緒になり、5年生の工学・建築学部として設立された。その後、2004年に建築学部が分離され、現在の工学部（Faculty of Engineering）という形態となっている。

大学は5年制（小中高11年制）であり、最初の1年間は学士課程のための基礎教育（一般教養）で、その後の4年間は専門課程となる。また、上級学位課程として3年間の専門課程もある。なお、2010年からは小中高12年制となり、大学は4年制に変更となる。

大学へは、約20%が各地域から成績と教育省の推薦入学により、約80%が入学試験により入学している。また、男女比率はおおよそ9：1となっている。

工学部における学科構成および人数は下記のとおりである。なお、大学の統廃合により、土木関係の学科が3学科となっている。

- ▶ 土木工学科 : 約800名（160名/学年）
- ▶ 機械工学科 : 約400名（80名/学年）
- ▶ 電気工学科 : 約1,000名（200名/学年）
- ▶ 電子・通信工学科 : 約1,000名（200名/学年）
- ▶ 道路・橋梁・運輸工学科 : 約1,200名（240名/学年）
- ▶ IT・コンピュータ工学科 : 約1,000名（200名/学年）
- ▶ 水資源工学科 : 約300名（60名/学年）

電気工学科においては、水力電気コース（2007年から設立）・電力系統コースの2コースが設置されており、水力電気コースは約60名/学年、電力系統コースは約140名/学年程度の学生が修学している。また、土木工学科においては3コースが設定されており、土木工学約400名（80名/学年）、環境工学約200名（40名/学年）、鉱山工学約200名（40名/学年）が修学している。また、2006年からは、電気工学、社会基盤土木工学、環境工学に修士課程が設定されている。水力発電の開発に関する教育は必要であると考えてはいるが、まだ教育準備ができておらず、現在のところ留学するという手段しかない。

卒業後の進路は、DOEやEDLへの就職は難しく、設備関係の会社や民間の会社への就職がほとんどである。特に土木職においては電力関係機関からの公募がない状況であり、政府機関が必要な際にのみ一時的に、大学関係者が雇われている現状がある。

NUOLとEDL-TCとは連携を図っており、また、海外の大学との連携や、JICAを含めたドナーからの支援も受けている。

- JICA 支援（1997 年以降）
- Agence Universitaire de la Francophonie（AUF）との連携：土木工学科（1997 年以降）
電気工学科（2004 年以降）
- AUN/SEED-Net 正会員
- Chulalongkorn University（タイ）との連携：社会基盤土木工学修士課程
- Lao-Germany Program Human Resource Development：職業訓練教員養成
- EU-Asian Link Program（工学修士課程：環境工学・マネジメント）
 - EU：University of Applied Science Siegen（ドイツ）
University of Science and Technology（ポーランド）
 - Asia：Sirinthorn International Institute of Technology（タイ）
Thammasat University（タイ）

(2) カンボジア工科大学（Institute of Technology of Cambodia：ITC）

ITC は、1964 年にソビエト連邦の援助で設立された大学で、1993 年以降は主にフランスからの援助を受けている。ITC は、土木学部、農村工学部、電気・エネルギー学部、情報・通信学部、工業・機械学部および食品化学部の 6 つの学部から成る。各学部の 1 学年当たりの生徒数は、土木学部約 70 名、農村工学部約 70 名、電気・エネルギー学部約 80 名、情報・通信学部約 40 名、工業・機械学部約 40 名、食品化学部約 40 名である。

在学期間はフランスの教育制度を参考にしており、High Technician コースが 3 年、Engineering コースが 5 年である。教養課程を 1 年（High Technician コース）もしくは 2 年（Engineering コース）学習後、各学部に配属するようになっている。大学院は 2010 年度から土木学部と電気・エネルギー学部で開設予定である。卒業後は、約半数が分野ごとに連携した海外の大学院へ奨学制度により進学している（例：土木分野はタイのチュラロンコン大学）。

EDC-TC とは協力関係にあり、講師の相互派遣などを行っている。水力発電に関連するコースは、約 3 年前から農村工学部に水力発電コースを開設している。現在 MIME などの政府機関には土木技術職員が少ないが、ITC によるとこれまで水力発電が発電の中で主でなく、大学においても関連するコースが無かったなど人材を育成していなかったためとのことである。なお、これまでの土木学部卒業生は、水資源・気象省（Ministry of Water Resources and Meteorology：MOWRAM）や民間会社に就職している。また、ITC では投げ込み式ピコ水力発電の電圧安定化について研究しており、小水力発電所の FS を行うためのコースを国際連合工業開発機関（UNIDO）のサポートで開設する予定である。

(3) ザンビア大学（University of Zambia：UNZA）

Zambia 大学は、農業、鉱山、教育、技術、人文科学および科学、法律、医学、獣医学などの 9 学科（School）で構成されている。鉱山学科には、学生（1 学年）として、電気約 20 名、機械約 20 名、土木約 30 名、農業約 20 名、幾何約 10 名が在籍している。電気工学には、主任教授のもとに 5 名の講師がいるが、内 2 名は博士号取得のため海外留学中であり、慢性的に教

員不足である。電気卒業生 20 名のうち、強電と弱電（電子・通信）に細分化され、強電の割合は半分以下で、人気は携帯電話や IT 企業にある。土木工学科は、水資源、構造（設計）、建設の分野で構成されている。卒業生は毎年 20 名弱程度であり、水資源関連の機関（農業、地下水など）、設計会社、建設会社に就職している。総合水資源管理センター（Integrated Water Resources Management Center : UNZA IWRM）は、MEWD の水セクター部門に対する支援プログラムの一部として、デンマークの支援で設立された。

(4) マケレレ大学（Makerere University）

マケレレ大学は 1963 年にロンドン大学の学位につながるコースを提供する東アフリカ大学となった。1970 年に東アフリカ大学はナイロビ大学（ケニア）、ダルエスサラーム大学（タンザニア）、そしてマケレレ大学の 3 つのそれぞれ独立した大学に分割され、以後約 40 年の歴史を有する。

現在、マケレレ大学は工学部を含む 10 学部有し、工学部には建築学科、土木工学科、コンピュータ工学科、建設経済・管理学科、電気工学科、機械工学科および測量学科の 7 学科がある。水力開発に直接係る学科の年間の卒業生は、土木工学科から約 80 名、電気工学科からは約 150 名（電気系 90 名、電子・通信系 60 名）および機械工学科から約 60 名となっている。この内、電気工学科電気系の卒業生の約半分は、電気事業に係る政府機関、民間会社に就職しており学生の人気は高い。一方、土木工学科卒業の学生が、電気事業に従事する機会が少ない。これは、新規の水力建設が定常的でない、すなわち電気事業に係る政府機関、民間会社が土木工学科卒業生を募集することがめったにないためである。

ウガンダ国の大規模水力発電所として 1954～1968 年にかけて運転を開始したナルバレ水力発電所と 2000～2005 年にかけて運転を開始したキイラ水力発電所の 2 ヶ所しかないことが、土木工学科卒業の学生が電気事業に従事する機会が少ないということにつながっている。

4. 今後の協力のあり方の検討

4. 今後の協力のあり方の検討

4.1 日本の支援実績

(1) 調査対象国への支援

1) ラオス国

ラオス国の電力セクターへの支援は、日本を含む多くのドナー機関から多くの技術協力および資金協力が実施されている。このうち、水力関連の人材育成に関する主なプロジェクトを表 4.1 に示す。

表 4.1 JICA および他ドナー機関等による人材育成関連プロジェクト（水力関連）

機関名	案件名	内容	実施年
JICA	個別専門家派遣	水力発電（保守）	1998～2006
JICA	個別専門家派遣	電力システム計画	1998～2004
JICA	個別専門家派遣	電力政策	2006～
JICA	集団研修（技術研修）	水力他	
JICA	地方電化第3国研修	小水力地方電化	2006～2009
JICA	PDEM 電力技術基準研修	電力法・電力技術基準（LEPTS）普及	2008～
JEPIC	セミナー	水力発電所の環境管理	2009
NEDO	トレーナー育成研修	再生可能エネルギー地方電化	2007～2009
NEF	包蔵水力調査－I	水力発電計画策定（流れ込み式）	1998～2000
NEF	包蔵水力調査－II	水文・気象（流量資料作成）	2004
WB	地方電化マスタープラン調査	小水力地方電化	2009～
Finland	再生可能エネルギー戦略開発	再生可能エネルギー人材育成	2009～2010

(i) JICA 実施分

DOE が現在実施中のトレーニングは、JICA の協力のもとに実施している PDEM (Provincial Department of Energy and Mine) を対象にした電力技術基準の普及の研修である。当該セミナーは、各 PDEM から 2 名程度の参加で DOE が講師を務め、土木・水力電気機械・送電・配電関係を実施している。なお、実際に機能しているのは研修生の能力的な問題もあり送電・配電が中心になっている。

(ii) 他ドナー実施分

EDL によるグリッド延伸だけでは国家の目標電化率（2020 年の世帯電化率 90%）達成が困難なことから、ドナー（WB、ADB）支援によるオフグリッド電化が進められている。南部地方電化計画に引き続いて、地方電化支援プログラムが進行中である。

2) カンボジア国

(i) JICA 実施分

表 4.2 に、日本がカンボジアに対し行った「電力セクターの水力および人材育成関連」の支援内容を示す。

表 4.2 JICA および他ドナー機関等による人材育成関連プロジェクト（水力関連）

機関名	案件名	内 容	実施年
JICA	個別専門家派遣	電力セクター計画	2000～2009
JICA	モンドキリ州小水力地方電化計画の運 営・維持管理	州電力公社に対する技術指導	2008～
JICA	電力技術基準およびガイドライン整備調査	電力技術基準の作成	2002～2004
JICA	再生可能エネルギー利用地方電化マスタ ープラン		2004～2006
JICA	水力マスタープラン調査		2007～2008
JICA	電力技術基準フォローアップ調査	電力技術基準（水力）細則の作成	2008～2009
JICA	モンドキリ州小水力地方電化計画	マイクロ水力発電所、ディーゼル発電所	2006～2008
JICA	ラオス・カンボジア地方電化のための技 術交流		2005～2008
JICA	CLVM の地方電化のための第三国研修		2006～2008
JEPIC	セミナー	水力発電所の環境管理	2009
AOTS	小水力発電のための基礎研修プログラム	中国電力共催	2008

JICA は現在モンドルキリ州小水力地方電化計画の運営・維持管理プロジェクトを実施中である。本プロジェクトは、カンボジアではまだ数少ない水力を主体とした設備であること、地元で採用した未経験者による地方電力公社の運営であることを考慮し、電力設備の運転維持の技術に加え電気料金の徴収および回収など経営面での指導も実施している。地方電化プロジェクトの場合、計画および建設までは電力専門家による推進は可能であるが、開発規模が小さく対象地点が多いため、維持運営に関しては地域住民を主体とした人材の育成が必要となる。しかしながら、中学・高校の普通科程度の知識や経験では電力運営は困難が予想され、かつ致命的な過失による回復不可能な設備の損傷も考えられるため、電力供給開始に合わせて技術協力プロジェクトをスタートさせたものである。現在のところ、順調に電力供給が行われて、その料金回収率は 97% であり、地方電化プロジェクト実施の成功例のひとつと言える。

(ii) 他ドナー実施分

これまでに行われた他ドナーの援助として、プノンペン市内電力設備の修復支援をはじめ、地方都市の配電網整備、プノンペン市内の送電線の整備、ベトナムからプノンペンまでの送電線、国家給電指令所の建設などの電力設備の整備などがある。また、WB は電力セクターのマスタープランなどを実施している。

3) ザンビア国

(i) JICA 実施分

地方電化マスタープラン調査の結果を受けて、現在「地方電化能力開発プロジェクト」が進行中である。また、電力開発マスタープラン調査では、電源開発計画として国内の水力開発、国内炭あるいは輸入炭を用いる石炭火力の開発の計画を提案している。

表 4.3 JICA による人材育成関連プロジェクト

機関名	案件名	内容	実施年
JICA	地方電化マスタープラン調査	地方電化	2006～2007
JICA	電力開発マスタープラン		2008～2010
JICA	地方電化能力開発プロジェクト		2009-

(ii) 他ドナーの実施分

既設の大中規模の3カ所の水力発電所が老朽化し、設備の信頼性の低下が顕在化していたため、設備の延命化および近年の逼迫する電力需給状況に対する短期の供給対策として、既設発電所のリハビリテーションプロジェクトが世界銀行（WB）の支援により実施された。

スウェーデン（SIDA）、ノルウェー（NORAD）はカフエ峡地域トレーニングセンター（KGRTC）の設立、KGRTCの独立採算性を考慮した運営への協力、講師の派遣などで貢献してきている。また、SIDAはREAに対して、地方電化の実施および更新に係る技術協力などを行っている。

4) ウガンダ国

(i) JICAの援助

表 4.4 JICA による人材育成関連プロジェクト

機関名	案件名	内容	実施年
JICA	カンパラ市配電網整備計画		1991～1992
JICA	首都圏配電網整備計画		1993～1994
JICA	第1次、2次地方電化計画		1998, 2007
JICA	ブジャガリ送電網整備計画		-2010

JICAは、無償資金協力として、表4.4に示すプロジェクトを実施してきた。また、円借款事業として、2010年に完成予定のブジャガリ水力発電所をウガンダの電力系統に接続するための送電網の整備を行うために「ブジャガリ送電網整備計画」への供与を決定している。

「アフリカ未電化地域での再生可能エネルギーの活用と普及に係るプロジェクト研究」の報告書が2008年に出されている。本報告書では、ウガンダを例題として、地方電化のための太陽光発電と小水力発電の導入に関する障害や導入後の持続可能性についての分析を行い、導入に際しての課題を抽出し、普及拡大に向けた開発モデルプランを提案している。また、現在「水力開発マスタープラン策定支援プロジェクト」を実施中であり、2011年1月に最終報告書が完成する予定になっている。

(ii) その他の援助

世銀グループは、主として、エネルギー分野に対する政策支援、地方電化の推進を実施してきている。人材育成の分野では、電力供給改善支援と電力セクター改革に対する政府関係機関の人材育成を目的としたプロジェクトを行っている。その他の国際機関として、アフリカ開発銀行（AfDB）、スウェーデン（SIDA）、ノルウェー（NORAD）等が支援している。

が、系統強化や地方電化の分野に限定される。

(2) JICA により実施された研修事業

これまでに JICA により実施されてきた水力発電に関連する主要な研修は、下記のとおりである。これらは総じて成果を上げているが、入手した研修成果は、研修生本人にとどまり、他の研修受講希望者に伝わらないなど途上国固有の問題もあり、一部は未だ成果を上げていないものもある。しかしながら、途上国の技術者が世代交代していくこともあり、これらの研修は出来る限り継続的に実施されることが望まれる。

1) 集団研修

- 水力発電コース研修：海外電力調査会経由で実施（於日本）
- 研修対象：一般水力および揚水式水力
- 研修内容：座学および発電所視察による水力全般。座学研修として、水力発電所の調査計画、建設、運転保守を前広に行う研修。

2) カウンターパート研修

- 開発調査／技プロカウンターパート研修
- 専門家カウンターパート研修
- 研修対象：一般水力・揚水式水力および小水力地方電化
- 研修内容：専門家カウンターパート研修はハイレベルのメンバーを対象とした内容

3) 第三国研修

- 地方電化第三国研修およびそのフォローアップ研修（於ラオス）
- 参加国：カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム
- 研修対象：小水力地方電化

集団研修については、日本の電力事情に直接ふれ、日本の経験を自国の電力事業運営に生かすことが出来れば、高い研修効果が得られるものといえる。このため、研修生およびその派遣元に対し、JICA の研修生受入れの条件として、以下を義務付けを行いつつある。

- 自国で抱えている課題を明確化し、研修生は日本での研修において、その解決策を見出すよう取り組む
- 帰国後に報告会を義務付け、研修で議論された解決策（解決策が無い場合を含め）について討議し、組織内での共通認識を持つ。

4.2 水力発電分野の人材育成に関する課題

(1) 現地調査から得られた人材育成に関する課題

1) 一般水力

(i) ラオス国

水力開発に関する許認可（審査・検査）に対しては、DOE にはほとんど土木技術者がいないので、電気技術者がこれまでのプロジェクトで得た知識をもとに土木関係についても審査・検査を行っている。今後急増していく水力開発に対応するためには、EDL、EDL-TC、ラオス国立大学などが連携して人材育成を行うことが課題である。

(ii) カンボジア国

現状として、水力発電の計画・建設・運転・維持管理に関する経験が極めて少ないこと、水力に対応できる土木技術者がほとんどいないことから、水力発電に関する技術的な審査や評価、判断をすることが難しい状況である。このため、カンボジア工科大学などと電力セクター全体が連携して人材育成をしていくことが課題である。

(iii) ザンビア国

日本の協力はようやく緒に就いたばかりであるが、政府は、地方電化マスタープラン、電力開発マスタープランに続くプロジェクトを期待している。現在「地方電化能力開発プロジェクト」が進行中であり、確実に実施することが課題である。

(iv) ウガンダ国

これまで、水力発電所の開発に携わる技術者の人材育成に対する援助機関からの支援は皆無であった。水力開発に関連する、MEMD、ERA、REA、UEGCL の何れの組織も圧倒的人材不足で、海外のコンサルタントが行なった検討結果のチェックも覚束ない状況である。今後、水力開発が当面続くと思われるので人材育成は重要な課題となる。多少時間がかかっても、大学レベルからの人材育成も必要になるものと思われる。

(v) 各国共通した課題

水力発電所の運転に関する研修は、当該国あるいは近隣諸国の電力トレーニングセンターなどを活用し、概ね整備されてきている（水力発電所がほとんどないカンボジアを除く）。

一方で、水力開発に携わる技術者、特に要となる土木技術者の育成ができていないのが現状である。これまで水力開発の実績が少ないザンビアやウガンダのような途上国では、国内で技術者が育成されることは無く、プロジェクト毎に外国のエンジニアに外部委託してきたことは理解できる。

しかし、ラオスでは、これまでに数多くの水力を開発し、今後も数多くの水力開発が見込まれ、かつ JICA も水力分野において数多くの協力をしてきているにもかかわらず、水力開発に携わる土木技術者が育っていない。これは、水力発電所の運転保守を核とした電気技術者中心の電力公社の体質が、土木技術者の採用を抑制しているためと思われる。すなわち、

水力開発における土木技術者の役割の重要性が、未だ十分理解されていないことに原因があると思われる。土木技術者の役割の重要性の認識の希薄さは、ラオスに限らず、他の3カ国共通の課題と思われる。

また、JICA の開発調査や技術協力プロジェクトにおいてカウンターパート研修が数多く実施されてきたが、それぞれの個別案件の理解を促すという意味での研修効果は評価できるが、土木工学、電気工学、機械工学といった個々の基礎技術の研修を行なうところまでには至っていない。

このため、次項に述べる今後の開発要員の育成が課題である。

2) 小水力地方電化

各国とも、小水力地方電化は政府機関が管轄・実施しているが、地方の未電化地域における小水力開発にて主体的役割を行うのは地方電力局職員である。地方職員は一般に小水力開発に伴う一連の業務内容を理解しておらず、中央機関による支援なしでは実務を行う事が困難である。一方、地方職員の場合は一般に中央と比較し、研修機会に恵まれていないこと、また英語能力が不足していることから、その意味では先ず中央職員の技術レベルアップを図ることが先決である。

(2) 開発要員育成に関する課題

現地調査により得られた電力セクターをめぐる概要を表 4-5 に示し、開発要員育成に関する課題は以下に整理できる。

1) 政府機関

第3章に示したとおり、開発担当部署の組織図は用意されているものの、実際の要員は恒常的に空席となっている国が多くみられる。

その理由として、人材を確保する予算が不足していること、業務の継続性が低いため当該国には人材そのものがないことがあげられる。特に後者については、水力発電所の開発（以下「水力開発」）が一過性のものであれば、当該国として開発要員を育成するよりも、必要に応じ外国のコンサルタントに業務を委託した方が経済的であることに起因する。水力開発の継続性を「包蔵水力量に対する既開発量」を用いて大まかに判断すると、表 4.5 に示すとおりラオスは高位に位置し、他の3カ国は中位に位置していると言える。

水力開発は水資源開発の一分野であり、降雨と河川流量、地形・地質、貯水池運用と水の有効利用、ダム・発電所などの構造物に対する土木工学的知見などが求められる。表 4.5 の「政府機関の水力関連人員（政策・許認可、規制機関）」では、一般水力の開発に携わる政府機関の技術者は多くて 20 名程度であり、その大半は電気技術者（以下、EE）と機械技術者（以下、ME）で、土木技術者（以下、CE）は 1~2 名程度である（カンボジアは火力発電所対応技術者）。CE の不足は今後開発を目指す途上国にとって課題である。

2) 電力会社

表 4.5 の「電力会社の開発要員（CE 数/全職員数）」では、いずれの国も圧倒的に EE と ME が占めており、CE は極めて少ない。電力会社（IPP を含む）による水力開発では、ODA あるいは IPP/PPP のいずれの開発形態においても、計画・設計・建設の段階では業務の主体は CE が中心となり、EE および ME と協働して、プロジェクト可能性調査（FS）を審査し、施工管理を実施する。運転段階に入ると、業務の主体は EE（ME を含む）の手に移り、CE は洪水時の貯水池運用や土木構造物の保守が主体となる。

水力開発の継続性が高位の場合、電力会社は開発要員として CE の増強・育成の強化が課題である。継続性が中位の場合、電力会社として多くの CE を雇用しておく必要性は低く、核となる CE の育成と大学との協働が課題である。

3) 電力トレーニングセンター

多くの電力会社は、発電・送電・配電の運転保守技術の習得を目的とした電力研修センター（以下「TC」）を持っている。これらの国での研修は以下の方法で実施されている。

- 電力会社が自前の TC を所有・運営する（ラオス、タイ、カンボジアの例）
- 複数の国が共同で TC を所有・運営する（KGRTC¹；ザンビア、ウガンダの例）
- 他国の研修生を自社の TC で引受ける（タイ、マレーシアの例（今回調査の対象外））

これらの TC では、電力会社および IPP の発電所の運転員育成に活用されており、EE および ME の育成に貢献しているが、開発を目的とした研修コースは用意されていない。

4) 大学

CE、EE および ME は、全体で毎年 200～500 名、そのうち、CE は 70 名以上卒業している（ザンビア大学を除く）。従って、上記で述べた開発要員 CE の大幅な不足は、土木工学科の卒業生が足りないということではなく、行政および電力会社側に採用の意思が希薄であることによるものである。また、大学側は多分に「水力発電技術＝電気技術」のイメージが大きく、「水力発電＝水資源分野」のイメージが小さいものと推測される。

¹ 南部アフリカ開発共同体およびサハラ以南のアフリカの電気事業者に対し、水力発電所の運転や送電に関する教育を提供することが目的で設立

表 4.5 現地調査により得られた水力開発に関する国別の状況

項目	ラオス	カンボジア	ザンビア	ウガンダ
広域的運用	GMS	GMS	SAPP	DAPP
既開発の水力設備 (MW)	679	13	1,936	507
包蔵水力量 (MW)	18,000 (注 1)	2,100 (注 1)	6,000 (注 2)	2,500 (注 2)
開発の継続性	高位	中位	中位	中位
開発の形態				
一般水力	IPP が主流	同左	IPP/PPP	同左
地方電化小水力	REF (注 3) の活用	同左	同左	同左
政府機関の水力関連人員	MEM/DOE	MIME/GDE	MEWD/DOE	MEMD/ERD
政策・許認可 一般水力 (人) (注 4)	EE ; 7	CE ; 5 (水力部 28)	ME ; 4、EE ; 2、 CE ; 2	EE & ME ; 4
規制機関 (人)	EE ; 8 CE ; 1	EE ; 16	EE & ME ; 10	EE ; 2、CE ; 1
地方電化機関 (人)	EE ; 5	一般水力に含 む	CE ; 1、EE ; 1、 ME ; 1	EE & ME ; 6
電力会社の開発要員(注 1)	EDL	EDC	ZESCO	UEGCL
CE 数 (人) /全職員数	CE ; 19 /717 (本社)	CE ; 5 /2,361	CE ; 11 /3,900	CE ; 1、 /5 (注 5)
電力トレーニングセンター	EDL-TC	EDC-TC	KGRTC	KGRTC 利用
講師 (人)	12 海外招聘	19 国内	5 国内&海外	同左
コース	水力	内燃機関・配電 のみ	水力	—
大学	ラオス国立 大学	カンボジア 工科大学	ザンビア 大学	マケレレ 大学
毎年の卒業生数 (人)	CE; 220 EE; 200 ME; 80	CE;70 EE;80 ME;40	CE;20 EE;20	CE;80 EE;150 ME;60

(注 1) メコン川本流を含まない数値

(注 2) 包蔵水力が精査された場合には、増量の可能性あり

(注 3) 地方電化基金：REF

(注 4) 構成人員数 (名)：CE；土木技術者、EE；電気技術者、ME；機械技術者

(注 5) UEGCL は資産管理会社であり、運用は運用会社に委託

4.3 水力発電分野の人材育成ニーズ

(1) 一般水力

1) 電力事業の広域運営の動きに対応した人材育成

第 1 章に記載したアジアにおける GMS 諸国やアセアンパワーグリッドの事例、アフリカにおけるパワープールの事例、中南米の国際連系の事例に見られるように、電源開発においては自国に供給する観点に加え、広域的に供給する電源の視点が求められる。

特に、水力発電所の電気を、国際連系送電線を通じて隣国に輸出できる国においては、電気は輸出商品として扱うことが出来る。例えば、水力主体の電力系統において、豊水期に発生する余剰電力を電力不足の近隣諸国に販売することなどが考えられる。また、近隣諸国と

ピーク時間帯が異なる場合には、水力で発電した電力を価値の高いピーク供給力として輸出することや、火力発電が主体の国との相互の協力により電力系統全体の経費を低減させることができる。

これらは水力プロジェクトの価値を高めることに寄与するものであり、そのためには、政府機関および事業者には、プロジェクトのフージビリティスタディ（FS）に関する知見を持った人材が必要である。

2) 多様化する政府の役割に対応した人材育成

水力開発の観点では、政府機関には一般水力の開発の許認可に係わる部門、電気料金認可などの規制に係わる部門、開発投資に係る部門、地方電化に係わる小水力の部門（以下「小水力地方電化」）などがある。

プロジェクト開発の許認可・規制としては、FS や設計の審査、建設段階の審査、運転段階に予定される発電所運用と河川管理の審査などがある。行政官にはこれらの許認可・規制の観点での判断が求められる。

一方、第 2 章に記載したとおり、近年の開発スキームはこれまでの ODA に加え、民間資金を活用してプロジェクトを開発する IPP あるいは PPP の方向に向かっている。また、水力発電プロジェクトでは、PPP は途上国政府がダムを建設し民間資金で発電所を建設する場合も対象となる。

政府系機関が IPP に出資するプロジェクト（PPP）においては、発生する電力による国家経済的効果だけではなく、プロジェクトから配当を得ることによるという直接的効果も期待できる。従って、行政官（開発に携わる技術者を含む）といえども、プロジェクトの経済性や開発スケジュールの確保といった視点を無視することはできない。

以上から、水力開発の許認可・規制、開発促進の両面に精通した人材育成が必要である。

3) 要員が限られる条件下での水力開発に関する人材育成

政策決定者・電力会社幹部は、電力安定供給の観点から、電源開発計画における候補プロジェクトの位置づけ、それぞれのプロジェクトの有するメリットとリスクなどを的確に把握する知見が要求される。

電力会社・IPP の実務者、大学教員などの実務者には、コンサルタントが実施した FS 報告書の内容を技術面・環境面・経済面から理解し、それぞれの機関の幹部にプロジェクトの妥当性を具申する能力が要求される。さらに、現在、放置されている未検討のプロジェクトについて、実務者自らの手でプロジェクト発掘を行うことができる技術力を養成する必要がある。

一般水力の開発には CE が重要な役割を果たすが、政府・電力会社においては、EE および ME は多く配置されているものの、CE は極めて少ない。開発が長期的かつ継続的に見込める国では、政府、電力会社、大学に対し CE 育成の重要性を認識させることが必要である。一方、CE 行政官の育成には長期間を要することもあるので、その場合短期的には EE・ME の

行政官が許認可対応できるよう研修を工夫する必要がある。また、開発が限定的な国に対しては、土木工学科の大学教員の活用を図ることも可能である。

4) 水資源に関する関係省庁と協議が行える人材の育成

有限な水資源を最大限有効に活用するには、発電、農業、洪水調節、水文気象観測などに係わる省庁の連携が必要であるが、開発途上国ではそれらの連携がとられていない場合が多々見られる。また、河川全体の管理あるいは水資源全体を管轄する省が存在しない国では、ダム・貯水池を所有する電力会社などがその該当範囲のみを管理する場合がある。発電を責務とする行政・電力会社の要員への研修を第一義的にするものの、人材育成には河川管理・水資源に係る他省を加えてことも必要である。

(2) 小水力地方電化

1) 中央・地方政府および運転員の開発促進に寄与する人材育成

小水力の開発には、プロジェクトの発掘、計画策定、建設、運転保守、電化組合運営（電気料金の徴収・回収など経営面での技術指導）まで、幅広い分野の知見が必要である。一方、小水力は小規模プロジェクトであるが故に経済性は低く、また多くの人員を一つのプロジェクトに割けないという特徴がある。さらに、小水力プロジェクトでは、中央政府、地方政府および現地雇用の運転員という幅のある技術レベルの関係者が関与する。従って、中央および地方政府で小水力に携わる行政官に対し、小水力の開発促進、各専門分野の技術、現地雇用の運転員に対する地方電化に関する指導能力を高める必要がある。

小水力はデータの得られにくい小河川で計画を行わざるを得ず、少ないデータしか得られない状況下で、調査・計画策定に関する技術力が極めて重要であり、限られたデータで計画を立案できる人材が必要である。

開発にあたり、計画段階で電力需要を想定し、地元には電化による生活改善の説明、電化後のユーザー責任を十分説明する人材が必要になる。運転開始後においても、電化組合スタッフに対する電気料金の請求・徴収・経理処理などの組合運営を行なえる人材も必要である。

2) EE および ME を活用する人材の育成

小水力の計画策定は複雑ではなく、また土木構造物は小規模であるので、大規模水力に要求されるような土木的知識はあまり必要としない。CE が不在の機関では、人員配置の実態に合わせ、EE・ME に CE の範囲を含めた研修を実施する必要がある。

3) 問題発見・問題解決の能力を有する人材育成および機器メーカーの育成ニーズ

発電機器の保守を安定的に行うことが、小水力発電所の成否に大きく影響する。機器トラブルが発生した場合に、当該国では機器の修理が行えずに長期間、発電できずに放置されるケースが多々見られる。これを防ぐため、問題発見、問題解決の能力を強化する必要がある。

小水力の需要が継続的に期待できる国では、産学官協同で機器メーカーの育成を図ることが望まれる。

4.4 今後の協力のあり方

前節で述べたとおり、今後はプロジェクト開発に関する人材育成のニーズは高まっており、この観点で今後の協力をまとめると以下のとおりである。

(1) 期待される JICA の協力

これまで途上国の水力分野で JICA の支援は、技術協力として、個別専門家派遣、研修（日本への招聘あるいは第3国）、総合開発計画作成のための調査（マスター・プラン調査）や開発計画の技術的・経済的妥当性の検討のための調査（フィージビリティ・スタディ調査）に代表される、開発計画調査型技術協力（開発調査）がある。また、無償資金協力としては、小規模水力による地方電化などがある。多くの途上国では、引続きこれらの JICA の支援が必要とされている。

今回訪問した4カ国において確認できた水力に関する技術レベルにおいて、唯一ほぼ自前でできているのは、運転保守管理業務（O&M）とそのための人材育成である。そのためのトレーニングセンターは、継続中のものも含めてこれまでの諸援助機関の支援により持続可能なものになっている。その結果、電気事業者や関連組織による独自の人材育成により、水力発電所の日常の運転、点検、小規模補修が行なわれている。しかしながら、大規模補修あるいはリプレースとなった場合は、新規の水力開発と同様な知識が必要となり、外国コンサルタント、コントラクターの支援が必要になる。

すなわち O&M はテクニシャンレベルの業務であり、そこまでの人材育成はできているが、途上国における水力開発を持続可能なものとするためには、技術者（エンジニアレベルの人材育成が不可欠である。公的機関を主体として水力発電事業が進められる国においては、許認可を与える行政官や建設、運営を行なう電力公社のエンジニアの能力向上が必要である。民間を主体として進められる国においても、行政官の役割は変わらず、電気事業の規制、監督に加え、料金規制も加わる。また、ラオスのように、水力発電事業を100%外資に頼らず、民間の電気事業者として資本参加する場合もあり、出資者としてプロジェクトの実現性を判断する能力を求められる。プロジェクトの実現性を検証するということは、技術的、経済的および環境的にプロジェクトが可能であるかを見極めることである。技術面では構造物の安全性、経済面では発電電力量の予測と費用の見積もり、環境面では堆砂、水質汚濁といった技術面での影響予測や技術的緩和策の検討を行なう上で、水力開発技術者の果たす役割は大きい。

以上のことから、今後 JICA に期待される協力は、これまでの協力に加え、以下のものと考ええる。

水力開発技術者の人材育成に特化した研修の場及び教材の提供

(2) 今後の JICA 協力の提案

「水力開発技術者の人材育成に特化した研修の場及び教材の提供」という観点で、今後の JICA 協力について、以下の提案を行う。

1) 産学官の連携を対象とした研修の実施

途上国の行政官、電気事業関係者および大学関係者は、当該国の電力事情（小水力を含む）に対処するには、水力開発技術者の育成の必要性を認識している。しかしながら、これら関係者は、水力開発の技術力向上に向けたアプローチなどに関し共通認識が乏しい状況にある。これを打開するには、水力開発に係る産学官のメンバーが同時に研修を受け、水力技術を共有する方法が考えられる。このためには多くのメンバーが参加できる環境が必要であり、日本で研修するのではなく、講師が当該国に出向く出張講座が有効であると考えられる。

(具体例)

大学での JICA 講座「水力開発コース」（仮称）の開設	
水力開発に携わる技術者の重要性を認識してもらおうと同時に、その関連技術を紹介するために、業務全般のカリキュラムを構成し、大学で短期コースを開設する。ラオスの国立大学、カンボジア工科大学、ウガンダマケレレ大学での開設が考えられる。3～5 年間試行し、その効果を確認しながら、継続の必要性や講義内容の改善を議論する。	
コース名	「水力開発コース」（仮称）
期間	2 週間～4 週間
対象者	行政官、電気事業関係技術者、大学生

2) 水力開発技術の全体を俯瞰できる教材

これまでに作成された教材には、未消化の状況にある教材（例、技術基準）がある。これを消化させるには、「水力開発技術の全体を俯瞰できる教材」により水力技術を容易に理解できるようにし、「未消化の教材」の理解を支援する試みが必要である。これは、一般水力・揚水式水力および小水力地方電化にも共通して言えることである。

3) 体系的に整備された教材によるカリキュラム教育

開発要員の育成にはカリキュラムに基づく教育形式が有効であり、そのためには体系的に整備された教材を使用する必要がある。また、研修後の個人レベルでの復習、補足研修・疑問点説明等により学習効果の向上を図ることが求められるが、このために「講義ビデオ（DVD）と出張講義の併用」、「フォローアップ研修が出来るような環境（e-learning）を準備」が求められる。今回作成する人材育成マニュアルは、これら教材の基礎材料と位置付ける内容とする。

4) 中核となる人材の先行研修

実務技術者の層を厚くするには、多数を対象とした研修が求められる。しかしながら、非英語圏では英語を理解できる人材は限定的であるため、多数の技術者を対象とした英語を使った現地研修は困難である。この対処として、電力トレーニングセンター、大学教員などの英語を使用できるコアとなる人材の研修を先行して行い、次にコア人材が教材を現地語へ翻

訳し、現地語で学生や実務者に研修することが有効である。

（具体例）

既存トレーニングセンターの活用した「水力開発コース」への支援	
ラオス電力公社トレーニングセンター、カンボジア電力公社トレーニングセンターおよびカフエ峡地域トレーニングセンターでは、テクニシャンを対象に既設発電所の運転管理や安全についてのトレーニングを実施している。これら既存の設備を使って、電気事業者の技術者（エンジニア）を対象として、「水力開発コース」を開設する。上記の大学講座のカリキュラムよりは、より専門性をもたせた講義内容が想定される。カフエ峡地域トレーニングセンターなどは、周辺の英語圏の国からの参加者も多く、より効率的な人材育成が可能となる。	
コース名	「水力開発コース」（仮称）
期間	2週間～4週間
対象者	電気事業関係技術者

5) 参加型研修の実施

研修生自らが講師となって知識普及を目指す参加型研修を実施する。具体的には、小水力地方電化については、中央機関管理職が同職員および地方機関職員に研修し、自己の研修効果の拡大、研修の効率化を図る。

その具体的方策としては、無償資金協力と技術協力プロジェクトにおける研修業務の強化が考えられる。

JICA の無償資金協力によって実施された、マクロ水力発電所とディーゼル発電所によるカンボジアの「モンドルキリ州地方電化計画」は、相手国政府からも絶大の評価を得た、地方電化の成功例と言える。このプロジェクト（発電所、配電線の建設）に引続き、JICA は「モンドルキリ州小水力地方電化計画の運営・維持管理」を技術協力プロジェクトにより、州電力公社に対する技術指導を行なった結果、プロジェクトの持続性はより確実なものになった。

この無償資金協力と技術協力プロジェクトにより、直接従事した技術者の能力は飛躍的に向上したことに疑いの余地は無いが、無償資金協力と技術協力プロジェクトの特長として、複数の専門家が派遣される中で、実際の建設プロジェクトが進められることから、その機会を捉えて、カンボジア全国の技術者の人材育成を行なう意味で、プロジェクト参加型 OJT、セミナー短期講座といった形で人材育成の支援を行なうのが効率的である。

4.5 水力分野人材育成教材の位置づけ

上記のあり方をもとに、「水力分野人材育成マニュアル」の作成には以下を配慮する。

(1) 水力開発に携わる技術者に対する「全体を俯瞰した教材」

具体的には、一般水力（揚水式水力を含む）については FS 段階を中心に記載したマニュアル、小水力地方電化については調査計画から発電所運営までを含む全体を対象としたマニュアルとした2部構成とする。

(2) 行政官（政策決定者）と実務者を対象とした記載

一般水力と小水力地方電化のそれぞれには、行政官を対象とし部分、行政官を実務面で支援する実務者や大学教員を対象とした部分からなる構成が重要である。

(3) 教材は「水力開発ガイドマニュアル（Guideline and Manual）」と位置づけ

行政官を対象とした部分は「ガイドライン」、実務者・大学教員を対象とした部分は技術的知見を記載した「技術マニュアル」とする。

(4) 水力開発ガイドマニュアルの活用

本マニュアルは、水力開発の上流からから下流までを幅広く網羅した教科書的なものであり、電力分野に派遣される JICA 専門家が携行することにより、ある程度の水力案件に対応可能となる。

JICA が実施している水力発電分野の集団研修時に、研修生へ配布することにより各々の国の水力技術者が必要となれば、JICA ホームページからアクセスすることが可能となる。

また、本マニュアルは英語にあわせて日本語も作成するため、英語に不慣れな国内を中心に業務に携わった日本の技術者が海外に出て行く際にも有益である。なお、日本語版の作成は、国内の電力関係者の要望をくみ取る形で作成したものである。