

北部小水力発電計画策定調査概要

結論と提言

1. 地方電化推進の提言

2020 年までに全国世帯電化率を 90%に上げるとしたラオス国の電化目標は、同年までに LDC 国(後発開発途上国)脱却を目指す国家開発の長期目標の一部をなすもので、「公平な経済成長による貧困撲滅」がその上位目標と位置付けられている。

我々はこの 90%電化の目標達成に向けて、地方電化を事業規模により次の 4 通りに分類し、それぞれの対象戸数、必要経費に裏付けされたマスタープランを提案する。すなわち、全国規模での電力系統接続(グリッド発電)による電化(発電規模 5MW 以上)、小水力発電を独立電源としたオフグリッド電力供給による郡センターの電化(同 100kW ~ 5MW)、マイクロ水力発電によるミニグリッド電力供給の村落別電化(同 10kW ~ 50kW)、さらに太陽光(同 20W ~ 50W)・ピコ水力発電(同 100W ~ 300W)による簡易戸別電源(同 1kW 以下)に分けて地方電化の推進を計ることを提案する。

また電化推進体制として、利益と効率が優先するグリッド発電事業にとって厄介者でしかなかったオフグリッド地方電化事業を EDL から切り離し、中央政府である MIH(ラオス国工業・手工芸省)が中心となって持続的な開発を推進することを提案する。すなわち、MIH に専属の技術・管理要員を配置して、オフグリッド接続による郡センターへの電力供給を行う一方、これとは別の MIH 職員によるマイクロ水力発電での村落別電化、簡易な個別電源を用いた村落電化を実施するものである。なお、MIH 職員を各県レベルで補助する組織として、PDIH(県工業・手工芸局)の職責を明確にする必要がある。

2. 優先プロジェクトの選定

優先順位	グリッド型水力	オフグリッド型水力
優先プロジェクト	Nam Long (2,500 kW: Luang Namtha 県) Nam Ham 2 (1,000 kW: Bokeo 県)	Nam Ou Neua (260 kW: Sampanh 県) Nam Likna (30 kW: Sampanh 県)
実施候補プロジェクト	Nam Boung 2 (4,000 kW: Phongsaly 県) Nam Sim (8,000 kW: Huaphanh 県)	Nam Chong (50 kW: Bokeo 県) Nam Xeng (110 kW: Luangprabang 県)
対象外プロジェクト	Nam Gnone (600 kW: Bokeo 県)	Nam Xan 3 (80 kW: Xiengkhuang 県) Nam Hat 2 (120 kW: Bokeo 県)

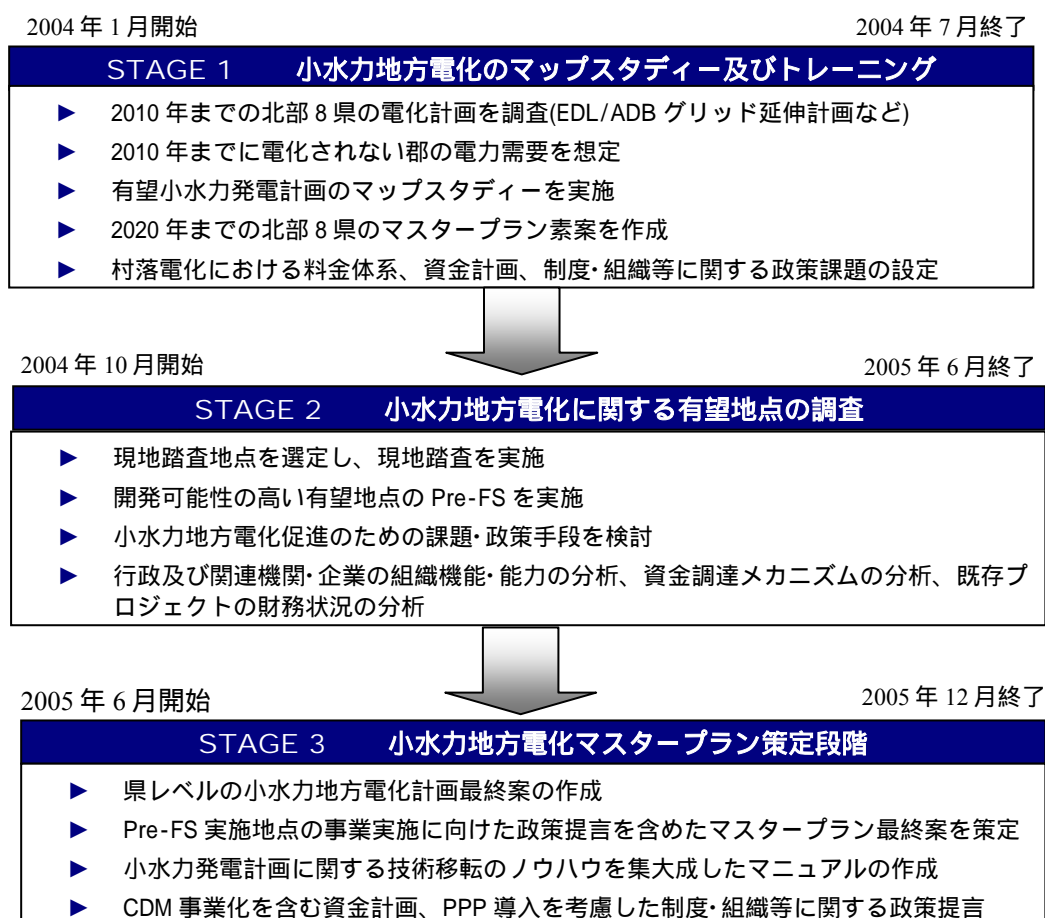
3. 調査の目的と対象地域

本調査は、ラオス北部 8 県(ポンサリ、ルアンナムタ、ウドンサイ、ボケオ、ルアンプラバン、フォアパン、サイナブリ、シェンクアン)を対象とし、同地域での電化率向上、貧困削減及び経済発展を上位目標としている。このため本調査の目的は、各郡センターの未電化地域における電化促進、郡センターに給電している隣接国からの電力輸入依存の低減、郡センターの電化をディーゼル発電に依存するオフグリッド給電地域の小水力代替を通じた下記項目の確実な達成である。

- 2020 年を目途とする小水力地方電化マスタープランの作成。
- 小水力地方電化事業促進に関する組織・政策提言。
- 小水力地方電化に関するカウンターパートへのキャパシティ・ビルディング実施。

4. 調査の背景と工程

2002 年 7 月、北部 8 県を対象として 5MW 発電規模以下の小水力発電計画を行う開発調査の要請がラオス政府から提出された。これを受けて、JICA(国際協力機構)は 2003 年 3 月にプロジェクト形成基礎調査団を派遣した。さらに、予備調査団が同年 9 月に派遣され、ラオス側は同月 18 日実施方針(S/W)に合意し、議事録(M/M)と共に署名した。本調査はこの S/W に基づき、次の 3 段階に分けて実施された。



小水力地方電化に関する課題と政策提言

5. 政策提言の基本姿勢

小水力地方電化事業実施における母体となる中央政府(MIH)やラオス国電力公社(EDL)から地方の住民自治体に至るまで、その実施能力、資金力に乏しい。小水力地方電化プロジェクトは地域経済活性化の端緒となる可能性を持つ反面、事業化には高いリスクがあり、事業開始後の収益性は低いという特徴を持つため、ラオス国や近隣諸国の民間セクターが単独で事業に参入することは想定できない。中央政府主導の下、官民協力型、コミュニティ参加型とした取組みなしには、小水力地方電化の推進は困難である。

6. 地方電化に関わる電力セクターの現状

電力供給源

現在のラオス国内の電力供給は主要電力系統と独立電力系統により行われている。国内の電力系統には下記の4電源から電力供給されている。

EDL が所有・運転する中小規模発電所からの電力供給(ディーゼル発電・小水力発電)

輸出用 IPP 大規模水力発電所からの国内需要向け電力供給

タイ国、ベトナム国及び中国雲南省からの輸入電力供給

地方自治体や民間レベルで地域毎に独立した小規模グリッドによる電力供給
(ディーゼル発電、マイクロ水力発電、太陽光発電)

ラオスの電力セクター概要

ラオスの電力セクターは電力法に基づき、MIH(工業手工芸省)が全面的に統括し、EDL が国の電力供給の運営と管理のために組織されている。EDL の支所が存在しない県では、県自身が発電事業の運営・管理を行っている。開発規模を問わず水力発電に関する技術的实施機関は、MIH 内の組織である DOE(電力局)である。

地方電化に関わる現行の法令・制度

国内 IPP 参入も視野に入れた地方電化に関連する国内法令・制度は、外国投資法、電力法、水資源法、水力発電に関する環境影響評価規制の4種に代表される。

電力法は 1997 年 8 月 29 日に施行された。発電プロジェクトへ適用するには、プロジェクトが、100kW 以下、100 kW ~ 2MW、2MW ~ 50MW、50MW 以上の 4 つのカテゴリーの何れかにに属する必要がある(第 9 条):

地方電化実施プロジェクトと事業モデル

EDL/ADB による送配電網整備プロジェクト(Power Transmission and Distribution Project: PTD1)、北部地域送配電網整備プロジェクト(Northern Area Rural Power Distribution) NARPD Phase 1 (俗称 PTD2)、NARPD Phase 2 (同 PTD3)の実施実績がある。

EDL/WB による南部地方電化計画(SPRE: Southern Province Rural Electrification Project)は、EDL が南部で主体的に実施する送電線延長事業と、全国規模で MIH/DOE が実施する SHS 配布事業で構成されている。

7. 地方電化資金調達面の課題

ラオス政府は、上記の財政赤字の 8 割以上の補填を対外援助に依存している。援助額は、ラオス GDP の 15% ~ 18%を占めており、資本支出のための非常に重要な資金源となっている。ラオス援助の主要なドナーは、ADB、世界銀行、日本のほか、IMF、UNDP、WFP、スウェーデン、ドイツ、フランス、オーストラリア、そして国際 NGO などがある。エネルギーセクターについては、年度により幅があるものの年平均で 16.3 百万ドル(1997 ~ 2003)となっている。世銀の推計によると 2020 年までに世帯電化率 90%を達成するためには今後 745,000 世帯を電化し、421 百万ドルもの費用が必要とされている。エネルギーセクターへの援助額の全額を地方電化に使用したとしても、ODA 資金のみで目標を達成することは不可能である。

8. 小水力地方電化政策に関する提言

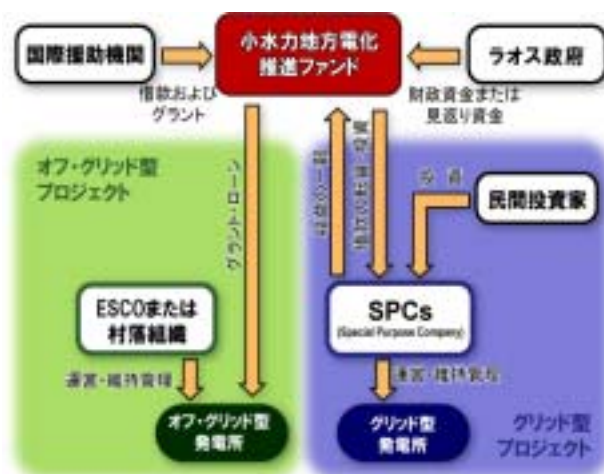
世界各国で、小水力地方電化普及のための推進策として検討が進められているのが、公的資金を用いて、初期投資の費用分担を軽減する方策である。発展途上国で実験的に行われているプロジェクト類例からは次の 2 つのキーワードを見出すことができる。それは、「PPP(官民パートナーシップ)」と「コミュニティ参加」である。

9. ファンド設立による小水力地方電化推進の提案

本ファンドの基本構想は、利益が上がるグリッド型案件からの収益で、利益が上がらないものの貧困削減に資するところの大きいオフ・グリッド型案件の赤字を補填することによって、全体として収益を維持し、持続性を図ろうとするものである(次図参照)。

ファンドへの拠出は、日本政府を含むドナーからのグラント及び譲許性の高いローン、それにラオス政府からの財政資金・見返り資金あるいは他の電力事業収入である。

ファンドのプロジェクトへの資金支援は、グリッド案件、オフ・グリッド案件共に実施するものであるが、資金支援の形態・条件は、その案件の採算性によって決められる。



小水力地方電化推進ファンド概念図

10. CDM 適用による資金調達

ここでは、21 年間分の CDM クレジットの 50%を前払いで受け取るケース、前払いを受けない通常通りケースの 2 通りについて分析を行った。その結果は、グリッド型の Nam Ham 2 水力の場合では、FIRR が 0.94 ~ 1.92% point 向上、10%の割引率で計算した NPV も 115,154 ~ 200,400 ドル向上した。オフ・グリッド型のうち Nam Ou Neua 水力については小さいながらもある程度の収益性が向上しているが、Nam Likna 水力の場合、得られる CDM クレジットが手続きにかかる費用を下回っているため、逆に収益性が悪化する結果となった。

11. 地方電化を通じた貧困削減に関する提案

電化は、村落開発の必要条件であるが、十分条件ではない。電化のみですぐさま地域の生産性が向上し、ひいては所得向上につながることににはならない。電灯需要だけでなく、電動力が必要となる産業に活用されて初めて生産性改善につながることになる。

本調査で推計した WTP、ATP などの事例、世銀による ESCO 事業における料金設定などの事例を参考にして料金水準を設定すると共に、以下の事項について配慮することが望ましい。

- オフ・グリッドの電気料金設定のガイドライン作成
- 接続料金の分割払い
- 電灯需要のみの世帯向けには定額制、電灯以外も使用する世帯には従量制で課金
- 商工業用電気料金の低廉設定
- 灌漑向け電気料金の低価格設定
- 道路整備事業と電化事業の一体整備による相乗効果
- 電力を利用した商売の起業に対するマイクロクレジットの供与

小水力地方電化マスタープラン

12. 県レベルの小水力地方電化マスタープラン概要

ラオス国家は、2020年において総世帯数の90%電化を目標としている。このために、2003年時点でのラオス北部8県の平均電化率31%を77%に引き上げる必要がある。このため、既存の電源開発計画に、本調査による小水力発電の郡都中心の電化計画を追加することに加え、郡都以外の村落の電化が必要となってくる。

県 No.	県名	世帯数	電化世帯数	電化率 %	既電化世帯の電力源					
					EDLグリッド	輸入電力	村/水力	ピコ水力	村/ディーゼル	村/ソーラー
02	ボ-ンサリ	27,410	3,938	14.4	0	0	2,179	641	1,118	0
03	ルアンナムタ	25,168	8,839	35.3	0	6,232	228	192	889	1,298
04	ウド-ンサイ	41,500	8,338	20.2	0	0	5,697	0	1,961	680
05	ホ-ケオ	25,657	9,366	36.5	0	7,643	0	1,689	34	0
06	ルアンブ-ラバ-ン	66,986	20,526	30.6	13,552	0	262	192	6,151	369
07	ホ-ア-ン	41,621	21,664	52.1	0	8,485	3,272	9,723	184	0
08	サイブ-リ	61,370	18,961	30.9	6,978	10,892	0	0	202	889
09	シェンク-ア-ン	34,527	10,243	29.7	4,258	0	535	3,414	1,837	199
合計		324,239	101,875	31.4	24,788	33,252	12,173	15,851	12,376	3,435

第1ステップ

北部8県の現在の電化率31%は、既存のEDLグリッド延伸計画、本調査のオフグリッド小水力発電計画(Pre-FS分)による電化、村落水力ポテンシャル地点の電化及び既存のピコ水力・SHSの設置計画を加えることにより、電化率51%程度まで上昇する。

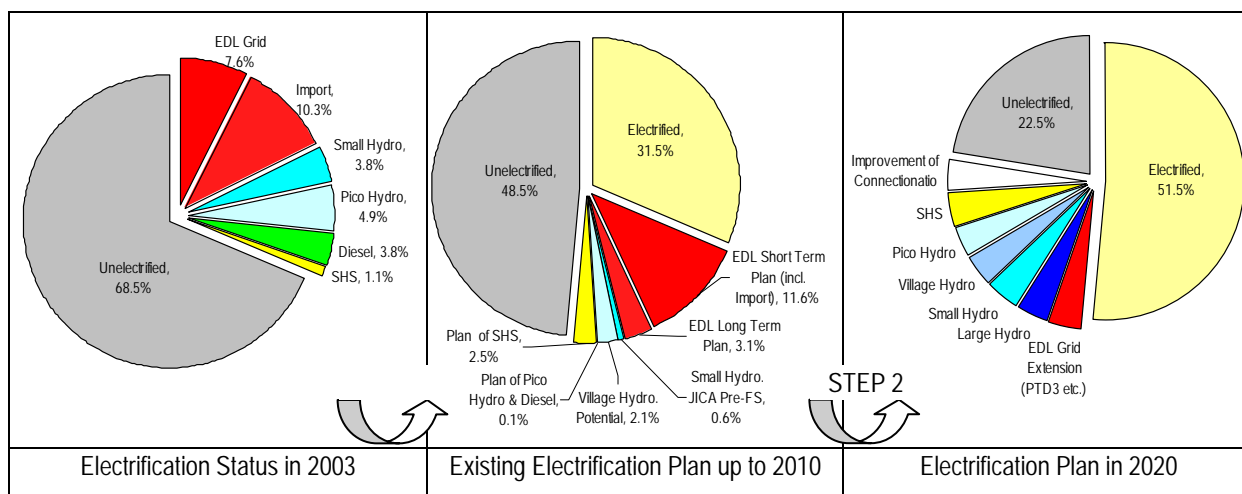
県 No.	県名	世帯数	電化計画実施後電化世帯数	電化計画実施後電化率 %	既存電化計画、本調査オフグリッド Pre-FS 及び VHポテンシャルサイト					
					EDL (ショートターム プラン)	EDL (ロングターム プラン)	JICA 村/グリッド Pre-FS	村落水力電化サイト	ピコ水力計画	SHS 計画
02	ボ-ンサリ	27,410	8,451	30.8	2,951	0	527	1,035	0	0
03	ルアンナムタ	25,168	9,966	39.7	912	0	0	215	0	0
04	ウド-ンサイ	41,500	14,502	35.0	5,723	0	0	441	0	0
05	ホ-ケオ	25,657	14,592	56.9	2,638	746	52	711	0	1,079
06	ルアンブ-ラバ-ン	66,986	27,699	41.4	4,707	0	676	1,481	0	309
07	ホ-ア-ン	41,621	25,354	60.9	1,932	572	0	1,186	0	0
08	サイブ-リ	61,370	42,234	68.8	7,418	8,524	0	489	415	6,427
09	シェンク-ア-ン	34,527	22,542	65.3	10,918	0	334	781	0	266
合計		324,239	165,340	50.9	37,199	9,842	1,589	6,339	415	8,081

第2ステップ

ラオス国家の目標である2020年世帯電化率90%の達成のために必要な北部8県の世帯電化率は77%である。上記の既存の電化計画等の後の電化率を51%から77%に引き上げるために、(1)EDLグリッド延伸計画、(2)ラオス北部地域での大水力発電による近傍村落の電化、

(3) 小水力発電、(4) 村落水力発電、(5) ピコ水力発電、(6) SHS の電源が考えられる。

現況および第 1 ステップと第 2 ステップにおける、北部 8 県を総合した電化状況を次図に示す。



13. 地方電化概算事業費

ケース	地方電化概算費用
世銀 OPS プログラムの SHS で実施するケース	ここで算出された概算合計事業費は US\$140 百万であり、第 2 ステップにおける SHS 投入費用は US\$32 百万である。
EDL 送電線延伸で実施するケース	北部 8 県の世帯電化率を第 2 ステップにて 51% から 77% に引き上げるための電化を SHS ではなく、グリッド接続により実施する場合の概算合計事業費は US\$186 百万程度になり、SHS による電化の約 6 倍である。

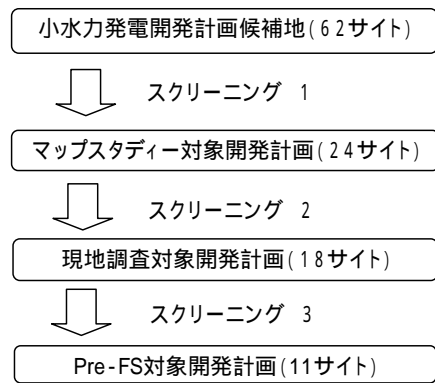
14. 小水力地方電化マスタープラン更新の留意点

項目	今後の留意点
現地地形情報中心の計画展開	今後、小水力発電計画を進めるにあたり、5m 単位での落差が計画の経済性に大きく影響を及ぼすことを見据え、地形図情報のみならず、PDIH 等からの現地情報を収集し、現場地形情報重視での発電計画が求められる。
グリッド延伸計画との連携	今後 2006 年頃を目途に、PTD3 の 22kV 送電線計画が具体化することになるが、DOE スタッフが EDL に頻繁に確認することにより、この送電線延伸計画の把握とそれに続く各県が検討対象とする独自の送電線延伸計画をいち早く把握し、それら計画に合致したオフグリッド村落電化を実現することが重要である。
地域の気象・地形特質を考慮した発電計画	本調査にて作成した乾季比流量マップにも示されているように、小水力発電計画は、乾季流量が比較的多い、ホアバン県、シェンクアン県、ポンサリ県、ルアンナムタ県北部、ウドンサイ県北部及びルアンナムタ県北部で、有利に開発できる。このことを踏まえたうえで、村落の地形特質も考慮し、送電線が到達しない僻地村落での電化手法を選択することが効率の良い村落電化に繋がると考えられる。

小水力発電 PRE-F/S の実施

15. 小水力発電有望地点の選定

本調査は、ラオス北部 8 県の小水力発電候補地 62 サイト(100kW～5MW)から 11 サイトの Pre-F/S を実施した。そのフローは、右図の通りである。



小水力発電開発計画候補地(62 サイト)の選定

まず始めに、未電化の郡都等のオフグリッド発電の需要地を選定し、その近傍で小水力発電候補地を探した。小水力ポテンシャルが無いとされていたボケオ県においては、需要地付近の河川状況をマップ上で検討し、新たな候補地を見出した。また、既存の小水力発電調査報告書を参考とし、輸入電力代替および主要送電線グリッドの補強としての開発の可能性がある小水力ポテンシャルサイトを選出した。これらのサイトは、合計 62 サイトとなった。

スクリーニング1(マップスタディー対象地の選定)

No.	2010 年段階の郡の状況	県名	郡名
1	主要な電力源が何もない。	Phongsaly	Nhot Ou, Samphan
		Bokeo	Meung, Pha Oudom
		Luangphrabang	Viengkhoune
		Xiengkhuang	Morkmay
2	既存の小水力発電以外に電力源がなく電力不足。	Luangnamtha	Nalae
		Oudomxay	Nga, Pakbeng
		Huaphanh	Viengthong, Huameuang, Xamtay
3	既存のディーゼル発電以外に電力源がなく電力不足。	Phongsaly	May, Khua
		Luangnamtha	Viengphoukha

スクリーニング2(マップスタディーによる現地調査対象地の選定)

No.	小水力発電計画概要	計画地点数
1	オフグリッドの発電計画であり、EDLグリッドが建設されない郡を対象地域とする。	15 地点
2	EDL 送配電線が既存又は建設予定の地域で、水力ポテンシャルが高い計画地点を選択し、EDLグリッドに接続することにより、グリッドの補強と輸入電力の代替を目的とする。	9 地点

スクリーニング3(現地調査による PRE-F/S 対象地の選定)

マップスタディー調査の結果選定された 18 箇所その他、現地踏査中に確認された新たな小水力発電候補地 6 箇所を追加して、現地踏査を実施した。

現地踏査の結果に基づき、マップスタディーで想定していた発電計画のための落差、河川流量、地形、周辺の村落状況、電力需要地である郡センターの電化状況等についての情報を明らかにし、これを総合評価することにより、Pre-F/S の対象地を選定した。なお、Pre-F/S を実施する地点の数量は元来 10 箇所と指示されていたが、DOE との協議の結果、11 箇所に変更した。

16. 小水力発電計画

Pre-F/S 対象となる有望地点には、近傍の村落群に電力を供給するオフグリッド型と、グリッドに接続するグリッド型とがあり、それらの計画手法は異なるため、2 種類のプロシージャーを用意した。

No.	分類	説明
1	オフグリッド型小水力発電計画	オフグリッド型小水力発電計画は、ミニグリッドを構築し、郡都とその周辺の村落に電力を供給することを目的としており、その適性開発規模はシステムのピーク電力負荷と水流量のバランスによって決定される。 この際、計画の供給面の目安となる水流量は 95% 流量とし、需要面の原単位となる各世帯のピーク負荷(標準ピーク時間 4 時間)を、既存の Nam Mong 水力の電力消費パターンを参考に 190W/HH と規定するとともに、オフピーク(ベース)負荷をピークの 40% と仮定している。また、接続率を全世帯数の 80% と仮定し、過大な開発規模にならないように留意した。
2	グリッド型小水力発電計画	比較的大規模なグリッド型小水力発電計画は EDL グリッドに電力を供給し、その増強もしくは輸入電力の削減を目的としているため、発電した電力は全てグリッドによって吸収されることを前提とした。従い、その最適規模は電力需要から一義的に確定するものではなく、規模の異なる何ケースかの検討から最も発電単価(UScent/kWh)の安価なものを最適とした。そのため、全ケースの発生電力量シミュレーションの他に Pre-F/S 設計および積算を実施した。

17. Pre-F/S 設計

概略計画に基づいて、11 地点の Pre-F/S 設計を実施した。設計に当たっては、調査団作成中の小水力発電計画マニュアルに記載される基準を用い、それに沿って主要水路構造物の概略寸法を決定するプログラムを調査団側で準備した。同プログラムもカウンターパートの能力向上に資することを目的としており、その計算方法については詳細な解説を行った。

18. Pre-F/S 積算

Pre-F/S レベルの概略設計が終了した案件については数量計算および積算を実施した。数量計算は基本的に設計図を基にした計算によって行われているが、グリッド型小水力計画の設備容量の最適設計の際に、調査団は概略的な数量計算用に数式による数量計算プログラムを準備し活用した。同プログラムもまた DOE の能力向上に資するよう解説を行った。

なお、積算で用いた単価は、ラオス国において実施された過去の水力発電プロジェクトの実績および、灌漑局や各北部 8 県の所有する建設単価を参考にして作成した。機電関係のコストは、EDL より過去の小水力発電建設時の費用を入手し、これを参考として見積もった。

19. Pre-F/S 設計の結果概要

Seq. No.	Project Name	Total No. of HH	Design Discharge (m ³ /s)	Effec.Head (m)	Inst.Cap (kW)	Effec.Ann. Energy (MWh)	Const. Cost (US\$)	Gener. Cost (¢/kWh)
4	N. Likna	154	0.37	12	30	106	198,273	24.70
5	N. Ou Neau	1,549	1.90	20	260	1,026	1,587,867	20.20
6	N. Boun 2	Grid	3.90	129	4,000	25,500	5,823,581	2.44
7	N. Long	Grid	1.35	238	2,500	15,269	3,515,003	2.48
15	N. Gnone	Grid	1.55	42	600	2,669	1,275,232	5.18
17	N. Chong	270	0.12	62	50	119	229,360	25.80
20	N. Hat 2	693	0.37	48	120	457	1,018,823	29.20
23	N. Xeng	629	1.64	10	110	416	859,392	29.80
27	N. Sim	Grid	6.71	148	8,000	31,673	6,502,610	2.20
31	N. Ham 2	Grid	0.78	170	1,000	5,794	1,888,824	3.53
32	N. Xan 3	431	0.41	29	80	293	462,633	20.80

20. 経済・財務分析

便益の設定	グリッド型	オフグリッド型
財務分析	プロジェクト期間を 30 年とした EDL への売電による収入(売電単価 4.5 ¢ /kWh)	プロジェクト期間を 20 年とした住民への売電収入。住民への売電単価及び接続料金は、地区別に社会調査によって算定された 80%の世帯が WTP を持つ価格水準に設定。
経済分析	グリッド接続前は輸入電源の代替、グリッド接続後は EDL グリッドにかかる発送電の追加費用代替(長期限界費用)	社会調査によって算定された電力料金・接続料金に対する平均 WTP。

経済・財務分析結果

項目 (セント/kWh)	グリッド型					オフグリッド型					
	Nam Boun 2	Nam Long	Nam Gnone	Nam Ham 2	Nam Sim	Nam Likna	N. Ou Neua	Nam Chong	Nam Xeng	Nam Xan 3	Nam Hat 2
発電単価	2.44	2.48	5.18	3.53	2.20	24.7	20.2	25.8	29.8	20.8	29.2
FIRR	21.4%	18.9%	5.5%	11.4%	22.0%	-8.08	-6.9%	-10.8%	-11.3%	-7.5%	-12.8%
EIRR	24.9%	25.4%	7.9%	14.9%	28.1%	10.54	11.8%	9.4%	7.2%	10.8%	5.5%

21. 代替電源との費用比較

項目(単位: セント/kWh)	Nam Likna	Nam Ou Neua	Nam Chong	Nam Xeng	Nam Xan 3	Nam Hat 2
オフ・グリッド小水力	24.74	20.15	25.82	29.83	20.79	29.23
ディーゼル発電機	35.29	41.67	40.77	37.64	35.67	39.44
グリッド延伸	27.45	29.34	37.21	31.89	17.17	17.55

22. 優先プロジェクトの選定

優先順位	グリッド型水力	オフグリッド型水力
優先プロジェクト	Nam Long (2,500 kW: Luang Namtha 県) Nam Ham 2 (1,000 kW: Bokeo 県)	Nam Ou Neua (260 kW: Sampanh 県) Nam Likna (30 kW: Sampanh 県)
実施候補プロジェクト	Nam Boun 2 (4,000 kW: Phongsaly 県) Nam Sim (8,000 kW: Huaphanh 県)	Nam Chong (50 kW: Bokeo 県) Nam Xeng (110 kW: Luangprabang 県)
対象外プロジェクト	Nam Gnone (600 kW: Bokeo 県)	Nam Xan 3 (80 kW: Xiengkhuang 県) Nam Hat 2 (120 kW: Bokeo 県)

23. CDM 適用における財務便益

検討ケース	Nam Ham 2		Nam Ou Neua		Nam Likna		Ou Neua + Likna	
	FIRR	NPV	FIRR	NPV	FIRR	NPV	FIRR	NPV
ベース・ケース(無 CDM)	11.44%	-	-6.87%	-	-8.08%	-	-7.00%	
有 CDM(前払いなし)	12.38%	+115,154	-6.42%	+6,951	-9.33%	-19,695	-6.57%	+10,225
有 CDM(50%の前払有)	13.36%	+200,400	-6.59%	+24,996	-9.54%	-21,554	-6.70%	+30,128

注：感度分析では、ベースケースは CDM 適用なしの場合であり、クレジット 21 年間分の CDM クレジットの 50%を前払いで受取るケース、前払いを受けない通常通りケースの 2 通りについて分析を行った。CDM 適用のコストとしては、有効化審査費用、CDM 事業登録費用、検証・認証費用を考慮している。

24. 村落社会経済調査概要

調査の方法

オフグリッド型小水力発電候補地点の近隣に位置する郡センター 8ヶ所を対象として、村落社会経済調査を実施した。各郡センター内に位置する 3~6 村において合計 60 世帯に対してインタビューを実施し、全体で 30 村の村落データおよび 480 世帯の世帯データを収集した。

電力料金に対する支払い能力 (Ability to Pay: ATP)

項目	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	平均
総支出 (Kip/月)	903,754	743,526	644,075	490,444	1,782,686	767,195	1,229,520	723,901	985,032
支払能力(Kip/月)	45,188 90,375	37,176 74,353	32,204 64,408	24,522 49,044	89,134 178,269	38,360 76,720	61,476 122,952	36,195 72,390	49,252 98,503
支払い能力(\$/月)	4.35 8.71	3.58 7.17	3.10 6.21	2.36 4.73	8.59 17.18	3.70 7.39	5.92 11.85	3.49 6.98	4.75 9.49

電気サービスに対する支払い意志額 (WTP)

1. 接続料金に対する WTP 推定結果

項目	サンプル数	係数 α (p-値)	係数 β (p-値)	最尤度	支払い意志額 WTP (ドル)		
					中央値	平均値	80%WTP
全サンプル	479	13.85 (0.00)	0.33 (0.00)	-375.2	88.05	88.82	60.45
貧困世帯のみ	124	13.57 (0.00)	0.33 (0.00)	-92.6	68.84	69.82	45.98
非貧困世帯のみ	355	13.94 (0.00)	0.30 (0.00)	-252.1	96.78	96.75	69.57

2. 電力料金に対する WTP 推定結果

項目	サンプル数	係数 α (p-値)	係数 β (p-値)	最尤度	支払い意志額 WTP(セント/kWh)		
					中央値	平均値	80%WTP
全サンプル	479	-17.07 (0.00)	2.29 (0.00)	-388.0	16.82	23.56	9.17
貧困世帯のみ	124	-17.61 (0.00)	2.42 (0.00)	-116.7	13.84	18.64	7.60
非貧困世帯のみ	355	-17.17 (0.00)	2.24 (0.00)	-240.8	20.48	29.13	11.0

3. 地区別の WTP 推定結果

項目	Pha Oudom	Meung	Vieng Phoukha	Nalae	Vieng Kham	Khoun	Sampanh	Gnot Ou	
貧困世帯率(%)	26.7%	28.3%	15.3%	38.3%	10.0%	33.3%	8.3%	31.7%	
接続料金 (ドル)	平均 WTP	89.6	89.1	92.6	86.4	94.1	87.8	94.5	88.2
	80% WTP	63.3	62.9	66.0	60.5	67.2	61.7	67.6	62.1
電力料金 (セント/kWh)	平均 WTP	23.39	23.28	25.59	22.64	26.81	22.96	27.20	23.07
	80% WTP	9.12	9.08	9.84	8.88	10.24	8.98	10.36	9.01

農業・商工業の潜在電力需要

溶接、バイク修理店、家具製作のようにある程度の出力が必要な場合は、自家用ディーゼルを利用している。8 地区の全 30 村の村長にインタビューした結果、24 時間の電力供給が実現した場合、既にみられるバイク修理店や家具製造の他に、精米(調査対象地区には、ディーゼル燃料で稼働している精米器が合計 349 台ある)、農産加工、製氷業などの振興が期待されている。その他、Phongsaly 県 Gnot Ou 郡の 4 村では、電気ポンプを利用して雨期に 141 ha、乾期に 181 ha の灌漑を行いたいとの意向を持っている。

25. 環境影響評価制度に基づくスクリーニング

ラオス国の環境影響評価制度に基づくスクリーニングは、プロジェクト概要書に基づき DOE が実施した。その結果、500kW 以下のプロジェクトについては IEE の実施は不要と判断され、500kW 以上のプロジェクトについてのみ IEE の実施が必要とされた。

また、JICA の環境社会配慮ガイドラインに基づくスクリーニングは、環境審査室が実施したカテゴリ分類分けに基づいて実施した。本プロジェクトはカテゴリ B 案件であるため、Pre-F/S に提案された全てのプロジェクトに対して IEE レベルの調査が必要と判断された。

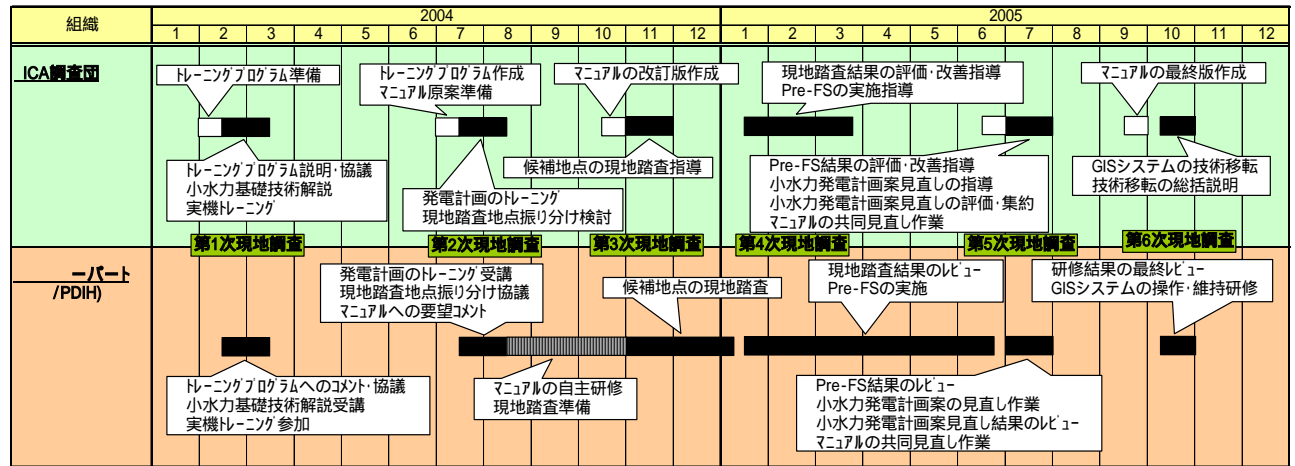
26. 初期環境調査結果の概要

No.	項目	初期環境調査結果の概要
1	プロジェクトの概要	提案された全てのプロジェクトが流込み式の小水力発電施設であり、その規模は 30 ~ 6,000kW である。建設が必要な構造物としては、取水工、水路、発電設備、送電線、アクセス道路がある。なお、Nam Boun2 及び Nam Sim は流域変更を行う。
2	プロジェクト実施区域の社会・環境の状況	全てのプロジェクトがラオス北部 8 県の山間の森林地帯に位置し、サイト周辺には少数民族の村が多数存在する。ただし、今回のプロジェクトによる住民移転は発生しない。また、プロジェクト実施区域に含まれる環境保護地域はない
3	想定される環境影響	各プロジェクトで想定される環境影響は異なるが、今回提案された小水力プロジェクトで留意すべき環境影響としては、下流の水利用への影響(灌漑、滝観光等)、水生生物への影響、掘削土の発生が挙げられる。
4	代替案評価	4 つのオプションを各評価項目に基づき定性的に評価した。ディーゼル発電は小水力発電の代替案と考えられる。しかし、同コストは原油の高騰により小水力に比べて多少高くなってきており、原油を国内資源に持たないため、採用しなかった。太陽光発電は環境への負荷は小水力に比べて小さいが、電力発生量が 20-40kW と極めて小さい。本プロジェクトの目的は郡センターの電化率の向上であり、全てを太陽光で賄うとコストが高くなるため採用しなかった。プロジェクトを実施しないゼロオプションは環境への負荷はゼロであるが、地方電化率の向上には寄与しないため採用しなかった。
5	主要影響及びその軽減策	各プロジェクトで想定される環境影響は異なるため、その軽減策もプロジェクト毎に異なるが、主な軽減策は次の通り。下流の水利用の影響(灌漑、滝観光等)については、灌漑や滝観光用の維持流量の放流で対応する。水生生物への影響については、汚濁水の処理で、また、掘削土の発生については、発生土の適切な処理処分を実施することでその影響を軽減することを計画している
6	環境管理計画	提言した軽減策の効果をモニタリングするために、環境管理計画を提言した。項目は、水生生物への影響を軽減するために提言した汚濁水の処理の効果をモニタリングする。(i) 処理の実施の有無の検査、(ii) 年 1 回程度の水質調査の実施。
7	公聴会	プロジェクトのステークホルダーにプロジェクトの概要とその環境影響を説明した。ワークショップをビエンチャン市の EDL ホールで 2 回、ルアンプラバン市の県庁大講堂で 1 回実施した。

小水力キャパシティ・ビルディングの実施

27. キャパシティ・ビルディングの実施体制と工程

キャパシティ・ビルディングの研修・指導は、主としてビエンチャン市内の DOE 内会議室において行った。研修計画担当団員を中心にカウンターパートを指導したが、小水力発電計画担当団員をはじめ各技術分野の担当団員が必要に応じて指導を補佐した。カウンターパート側の構成員は、DOE の技術者に加えて、北部 8 県から各 2 名ずつ事前に担当者として任命された PDIH 技術者である。また、現地踏査の際には、小水力発電計画候補地点の当該県の PDIH カウンターパートが必ず参加した。



28. キャパシティ・ビルディングの実施内容

時期	項目	目的・内容	技術移転方法
第1次現地調査	北部 5 県 PDIH 訪問	PDIH の訪問による現状把握（組織、県実施の電化計画、技術等）し、研修プログラム立案に資する。	質問表によるアンケート実施。
	第 1 回 ワークショップ開催	調査概要スケジュールの説明、MIH/EDL/NGD 各機関のプレゼンテーションによる政府側電化目標の明確化と伝達、PDIH の各県の現状発表、技術移転ニーズの把握。	各 PDIH 代表による発表(ラオ語同時通訳)、技術移転要望アンケートの実施。
	研修プログラム二関する協議	水力発電建設サイト見学による施設/土木構造物の把握。	Nam Mang 3 サイト見学。
	資機材調達	研修プログラム協議による現状と問題の把握、プログラム作成手法の習得。	W/S における協議、アンケートの実施と集計。
	量水標の設置	資機材及び OA 機器の設置。	資機材の仕様検討における協議、OA 設備(LAN)の共同設置。
		DOE から PDIH への河川流量観測方法の技術移転。	MW 級候補サイトへの DOE/ PDIH 共同での量水標の設置、必要資材の現地調達。

時期	項目	目的・内容	技術移転方法
第1次国内	研修プログラムの作成	研修プログラムの作成。	第1次現地調査で合意した内容に基づく研修プログラムの作成。
	小水力発電計画マニュアル原案の準備	小水力発電計画マニュアル原案の作成、マニュアル原案をレクチャー資料に使用予定。	-
第2次現地	小水力発電基礎事項のレクチャー(第1回・第2回)	講義資料を用いた DOE/PDIH への小水力計画手法の発電基礎トレーニング。	講義と演習の組合せ、カウンターパートが作業を行い講師が指導する演習形式、講義はパワーポイントで DOE が通訳。講義資料は事前にラオ後に翻訳。
	現地調査対象となる小水力発電候補地点の選定	小水力発電計画の妥当性を評価するための現地踏査実施地点の選定。	24 地点候補中 18 地点を現地調査時行い、残り 6 地点を DOE/PDIH が独自に実施できるため取水・導水・発電などが類似した地点の現地踏査を、OJT 方式で実践。
国内 第3次	第1回 JICA C/P 研修	過去の研修生から高く評価されている本邦既設水力発電所への訪問及び少人数による効果的な演習の実施した。DOE から 2 名、PDIH から 5 名参加。	既設マイクロ水力発電所及びマイクロ水力用の水車発電機工場などの視察。講義では PC を用いた小水力発電計画ソフトウェアの研修を実施。
4次現地 第3次 第1回	現地調査の実施	選定された小水力発電候補地点の現地踏査実施。計画地点の状況、河川流量、地形、地質、灌漑その他の水資源の利用状況、道路アクセスなどの状況把握と確認と妥当性を確認評価する。	DOE/担当及び PDIH の現地調査への参加。流量測定方法、既得水利調査方法、落差推定方法、構造物位置の選定方法、環境配慮の理解。調査団の立ち入りできない 2 県については DOE/PDIH が独自に実施。
国内 第4次	第2回 JICA C/P 研修	全県からの参加を基本方針。第1回と同様に、DOE が通訳を兼ね 1 名、PDIH は残る 3 名が参加。開催中であった万国博「愛・地球博覧会」も見学対象とした。	既設マイクロ水力発電所及びマイクロ水力用の水車発電機工場などの視察を中心に据え、講義では PC を用いた小水力発電計画ソフトウェアの研修を実施。
第4次現地	Pre-FS の実施	地形測量・流量観測、気象・水文解析、最適電源供給計画、発電計画、概略設計、経済・財務分析、予備的環境影響評価等の実施。	調査団の Pre-FS の各作業に C/P を参画、各専門家の指導の下における実務を研修、DOE/PDIH の現地調査同行、地形測量や流量観測の実践。
	小水力発電基礎事項のレクチャー(第3回)	マニュアル原案を用いた DOE/PDIH への小水力発電計画基礎トレーニング、C/P の自主研修期間におけるトレーニングの復習、マニュアルの自習。	講義と事例演習の組合せ、C/P が作業を行い講師が指導する演習形式、DOE が通訳し、使用する資料の事前のラオ語への翻訳。
	第2回ワークショップ開催	調査活動の中間報告として M/P および Pre-F/S の進捗について DOE と調査団が合同で報告。	DOE による Pre-F/S を、調査団の支援のもと取り纏め、W/S にて報告。
第5次現地	Pre-FS 結果の評価	C/P 主体による Pre-FS の発電計画の基本思想、技術検討結果、図面・計算、報告書記述内容等レビュー・評価。	調査団が行った Pre-FS との比較、成果の評価と改善点の指摘、今後のレベルアップのための指導と支援。
	第4回レクチャーの実施	第1~3 回レクチャーのレビューと GIS 研修、C/P から要望の大きかった経済・財務分析についての講義。	講義と演習の組合せ、カウンターパートが作業を行い講師が指導する演習形式。講義資料は事前にラオ後に翻訳。
第5次現地	CDM 現地踏査セミナーの実施	CDM の理論および小水力発電事業への適用を主な題材として CDM セミナーを実施。	CDM 適用可能性のあるプロジェクトサイトに現地踏査を行い、2 日間に渡るセミナーを開催。
	小水力発電計画マニュアルの見直し	JICA 調査団と DOE が共同でマニュアルを見直し、修正。	ラオス語への翻訳作業を DOE と協力して開始。小水力発電運転保守マニュアルの作成。ラオス国の特殊性を考慮した上で要点をまとめる。
第6次現地	第3回ワークショップ開催	地方電化に関連する関係者が JICA やドナー期間も含めて一堂に会し、地方電化の課題や推進策について討議。	DOE 職員の発表の場も準備することを基本方針。DOE/PDIH が独自で Pre-FS を実施したプロジェクトの紹介は、それぞれを担当した DOE 職員が発表。
	GIS システムに係る技術移転	GIS データの更新・追加・保管等の運用方法を学ぶ。	GIS 担当団員が、DOE の GIS 担当者に直接指導。

第 1 章 序章

1.1 結論と提言

ラオスの地方電化が求めるもの

「東南アジアのバッテリー」と揶揄されるほど、ラオスの水力発電計画は有名な存在である。戦後間もない 1950 年代半ばの ECAFE(国連メコン河総合開発計画調査)に端を発した水力発電計画は、ナムグム第 1 水力発電所の電力輸出で開花し、10 年を越える議論の末に今年着工したナムテン 2 水力発電計画以外にも次々と計画は湧き出ている。

しかし皮肉にも、電源立国でありながら電化率は東南アジアで群を抜いて低く、それに比例するかのように経済発展も遅れているのは誰もが認めるラオス国の現状である。特にビエンチャンから北部一帯は、タイ、ミャンマー、中国、ベトナムと険しい山々で国境を成し、EDL(ラオス電力公社)の電力系統がそれらの地に到達するのは、気の遠くなる未来であろう。

今、新生ラオス樹立から四半世紀を経て、外国資本を導入した大規模電源開発が招く国土の荒廃を心配し、IPP(独立系発電事業者)企業の意味で進む輸出電源開発に関心を奪われがちだったラオスの人々が、小規模な水力発電で自分達の生活環境を向上させようと動き始めた。それは、EDL グリッド接続に頼らず、郡センターを中心に独立した電源を有するミニグリッドを形成して、構成する村々に配電しようという考えである。

一方ラオスは、単に地形的要因からだけではなく、電化対象人口の絶対数が少ないことも開発の遅れる原因である。更にこの低電化率に拍車をかけるのが、山間部に散在して生活を営む少数民族の存在である。この主要道路から遠く離れて少数で暮らすことを望む村落の電化率向上には、ミニグリッド接続に依らない簡易な個別電源による電化が求められよう。

地方電化推進の提言

2020 年までに全国世帯電化率を 90%に上げるとしたラオス国の電化目標は、同年までに LDC 国(後発開発途上国)脱却を目指す国家開発の長期目標の一部をなすもので、「公平な経済成長による貧困撲滅」がその上位目標と位置付けられている。

我々はこの 90%電化の目標達成に向けて、地方電化を事業規模により次の 4 通りに分類し、それぞれの対象戸数、必要経費に裏付けされたマスタープランを提案する。すなわち、全国規模での電力系統接続(グリッド発電)による電化(発電規模 5MW 以上)、小水力発電を独立電源としたオフグリッド電力供給による郡センターの電化(同 100kW ~ 5MW)、マイクロ

水力発電によるミニグリッド電力供給の村落別電化(同 10kW ~ 50kW)、さらに 太陽光(同 20W ~ 50W)・ピコ水力発電(同 100W ~ 300W)による簡易戸別電源(同 1kW 以下)に分けて地方電化の推進を計ることを提案する。

また電化推進体制として、利益と効率が優先するグリッド発電事業にとって厄介者でしかなかったオフグリッド地方電化事業を EDL から切り離し、中央政府である MIH(ラオス国工業・手工芸省)が中心となって持続的な開発を推進することを提案する。すなわち、MIH に専属の技術・管理要員を配置して、オフグリッド接続による郡センターへの電力供給を行う一方、これとは別の MIH 職員によるマイクロ水力発電での村落別電化、簡易な個別電源を用いた村落電化を実施するものである。なお、MIH 職員を各県レベルで補助する組織として、PDIH(県工業・手工芸局)の職責を明確にする必要がある。

我々は、電源規模から見て、グリッド接続とオフグリッド接続は国家のインフラ整備の範疇とみなされるものの、マイクロ水力発電での村落別電化や簡易戸別電源の村落電化は、「人間の安全保障」の視点から必要とされる手段の実現として捉えるべきと考えている。

人間の安全保障

「人間開発報告(1994年)」で UNDP(国連開発計画)が提唱した新しい安全保障の概念。国家でなく人を安全保障の主体とし、世界のどの国や地域に属する人も等しく享受するものと考えられる。また、安全でない状況には貧困、飢餓、失業、病気、社会崩壊、差別、抑圧、人権侵害、疎外、環境破壊、犯罪、性暴力、麻薬など多様なものが含まれるとされる。

1.2 地方電化と水力発電の取り巻く環境

ラオス北部に貧困率の高い地域が分布している要因の一つは、経済成長による不平等の悪化とされている。すなわち、焼畑農業従事者の定住化政策が不公平な土地配分と道路・灌漑に代表されるインフラ整備の不十分さに起因して破綻し、無秩序な焼畑が蔓延する結果となり、自給も困難な状況に陥る悪循環をもたらした。そのため、ラオス政府は、地方電化を食糧増産、農業・その他産業の促進、ひいては生活水準向上の観点から重視しており、電化率 90% 達成を目標とした電化プログラムを実施している。

昨今の世界的な石炭・石油価格上昇を考慮するまでもなく、ラオスが降雨と起伏に恵まれた緑豊かな森林に覆われていることから、水力発電が地方電化の手段として選ばれるのは当然と言える。そのため、電化率向上に主として寄与するグリッドの延伸と、これを強化する電源として 100MW 以下の中規模水力発電所の新設を行う一方、5MW 以下の小水力発電によるオフグリッド接続の可能な地域を拡大することが貧困削減に直結すると期待されている。

国際援助に依らざるを得ないダムや道路建設に代表される経済インフラ整備案件は、環境破壊、住民移転の発生などが問題視されたことにより縮小されてきた。しかし、貧困削減目標が遠ざかるにつれて「人間の安全保障」のためには、道路・水道・電力など基礎インフラへのアクセスが不可欠との考えが再認識され始めている。

一方ラオス国では、大規模水力発電による電力輸出が外国資本と EDL の出資により国家事業として推進されてきた。このため、売電収入の一部は地方電化やグリッド延伸にも投入さ

れてきたが、国内電力販売収入がある一方で、電力輸出のために費やした借入金返済もあり、必ずしも透明性が高いとはいえなかった。こうした背景の下、2005年1月にはラオス政府は、電力輸出への投資を専門に行う LHSE(Lao Holding State Enterprise)を設立した。同投資会社は、ナムテン 2 水力以降の IPP 案件を担当すると共に、従来 EDL が管轄していた既存 IPP(テンヒンボン水力、ホアイホ水力)も同社に移管することになった。このため、電力輸出益が国内販売収入とは別に確保され透明性は増したものの、EDL は収益性確保を優先した国内電源及び送配電線網整備に専念するものと考えられ、地方電化の促進にブレーキがかかることが懸念される。従って、オフグリッド地方電化は今後 DOE の主導により実施されることが期待される。

我々は、環境・社会面に配慮しつつ、国際援助を有効活用した、ラオス国の自助努力による小水力発電開発を可能にするために、資金・人的資本的に持続可能な管理運営組織を提案する。

1.3 地方電化推進のアプローチ

EDL の機構改革が急激に進む中、持続的な運営維持管理体制を強化した地方電化政策が求められている。このため、地方電化は、グリッド延伸やオフグリッドによる地方電化にかかわらず、下表に示す重要なアプローチの下で推進されなければならない。

No.	対象項目	地方電化推進のアプローチ	留意事項
I 持続的な運営維持管理を重視した地方電化			
1	組織の役割分担	各役割遂行に必要な基本的能力を育成する。	地方電化計画策定、建設事業の実施、運営維持管理を適切に行うため、中央政府、地方政府、事業者及び地元住民の位置付けと役割を明確化する。
2	中央政府の役割	地方電化推進という中心的役割に留意する。計画策定能力を高める。	小水力地点の発掘、土木・機電の概略設計及び事業費用の概算を求めるなどの基本的な能力を開発し、地方政府が自主的に電化事業の提案をならしめる。
3	地方政府の役割	中央政府担当者の電化事業提案を補佐し、提案された事業の推進を補助する。	地域住民と中央政府のパイプ役を務める。
4	地域住民の役割	初歩的な技術研修、運転実地研修、料金徴収・維持管理費用積立等会計システムの理解を地域住民の役割として教育する。	運営維持管理を指向させるには、地域住民の理解と協力が前提となる。
5	事業経済性の確保	発電設備建設の初期費用及び維持管理費用を確保するための補助金制度の検討・提案では、運営の財務収支を確保しつつ、ラオス国法規や対象地域の実情を照合する。	一般的に、グリッド接続は、配電線の延伸距離により固定費が高くなるため、需要密度が低い地域、低所得層の地域では採算が取れない。一方、小水力/マイクロ水力では、kW当り設備費用がグリッドに接続されている発電所比べて高価となる。
6	適正な機材調達	小水力オフグリッドの場合、ラオス国及び近隣諸国での機材製造者からの調達、コスト抑制や持続的な設備運営を可能とする。	タイ、中国(雲南省)、ベトナム、ミャンマー、インドネシアなどの製造者調査を行う。
7	電力の品質	オフグリッドでは、オングリッドのような品質は期待できないことを住民に周知させる。	オフグリッドの場合は、供給時間制限や出力制約がある。このため、需要家の満足を完璧に満たすことができない。
II 地方電化の電力セクター改革に伴う影響			
1	民間資本の活用	電力セクター改革(自由化・民営化)により、電力供給事業は民間資本を活用することで、電力事業の効率化・透明性を向上させる目的が明確となる。	採算性が低い地方電化に対する民間資本活用のインセンティブは低く、地方電化部門では困難な状況と考えられる。

No.	対象項目	地方電化推進のアプローチ	留意事項
2	料金制度の透明性確保	電力セクター改革は、電力料金のアンバンドリングにより各最終需要家に対する電力供給コストの明確化を意図している。そのため、電力料金制度における相互補助(Cross Subsidy)の排除が重要である。	オングリッドでは、地方電化は全国一律料金の下で相互補助により進められてきたが、改革により相互補助の廃止と電力料金制度の透明性確保が求められる。一方、オフグリッドでは、電化率が一定水準を越えるまでの過渡期は、敢えて「貧者排除」を恐れずに原価主義をベースに地方電化を推進することで、加速的電化に繋がる。
3	資金確保	地方電化推進での民間セクター(NGO・協同組合・地域コミュニティ等)と公的セクターとの連携強化を進め、官民共同事業(PPP)によるファイナンススキームの確立を図る。	電化のための資金確保が大きな課題となる。入札によって民間セクターに独占的な電力事業を認めるコンセッション(事業権)方式の採用や、事業権を認める際に補助金を支給するケースの導入を図る。
4	体制の整備	政府職員に対する地方電化促進のキャパシティ・ビルディングや、地方電化政策の提言を積極的に行う。	電力セクター改革の状況を見極めた上で、その状況に適應できる体制を整備することを地方電化推進における視点とする。

1.4 調査の目的と対象地域

本調査は、ラオス北部 8 県(ポンサリ、ルアンナムタ、ウドンサイ、ボケオ、ルアンブラバン、フォアパン、サイナブリ、シェンクアン)を対象とし、同地域での電化率向上、貧困削減及び経済発展を上位目標としている。このため本調査の目的は、各郡センターの未電化地域における電化促進、郡センターに給電している隣接国からの電力輸入依存の低減、郡センターの電化をディーゼル発電に依存するオフグリッド給電地域の小水力代替を通じた下記項目の確実な達成である。但し、目的の未電化地域の新規電源開発は、地方電化の中でも特に援助を必要としている調査対象である。しかし、及びの目的に対しては、国家のエネルギー戦略の一環として位置付けられるべきもので、ラオス政府による自助努力を基本に推進されるべき調査対象である。そのためにこそ人材育成が本調査の主要タスクの一つとなっていると調査団は理解している。

- (1) 現地踏査及び Pre-FS 実施を踏まえた 2020 年を目途とする小水力地方電化マスタープランの作成。
- (2) 小水力地方電化事業促進に関する政策提言。
- (3) 小水力地方電化に関するカウンターパートへのキャパシティ・ビルディング実施。

本件調査で実施した業務内容は、以下の通りである。

No.	本調査の目的	目的達成のための業務内容
1	県/郡レベルの小水力地方電化計画の策定	オフグリッド電化と EDL/ADB による北部グリッド電化計画の現状及び課題の確認
2		北部 8 県/61 郡の電化計画策定(2010 年時点)
3		小水力発電計画候補地点選定(約 24 地点中 18 地点選定)
4		小水力 Pre-FS の実施(18 地点選定中 10 地点選定)
5		電化率 90% を達成するためのマスタープランの策定(目標年次 2020 年)
6	小水力地方電化事業の促進に関する政策提言	資金計画策定及び裨益効果の確保等
7		電力セクターの現状及び課題の確認
8		小水力地方電化事業促進政策手段の策定
9		小規模クリーン開発メカニズム(CDM)事業化による資金調達の検討
10		電力セクターにおける官民連携方式(PPP)導入の検討

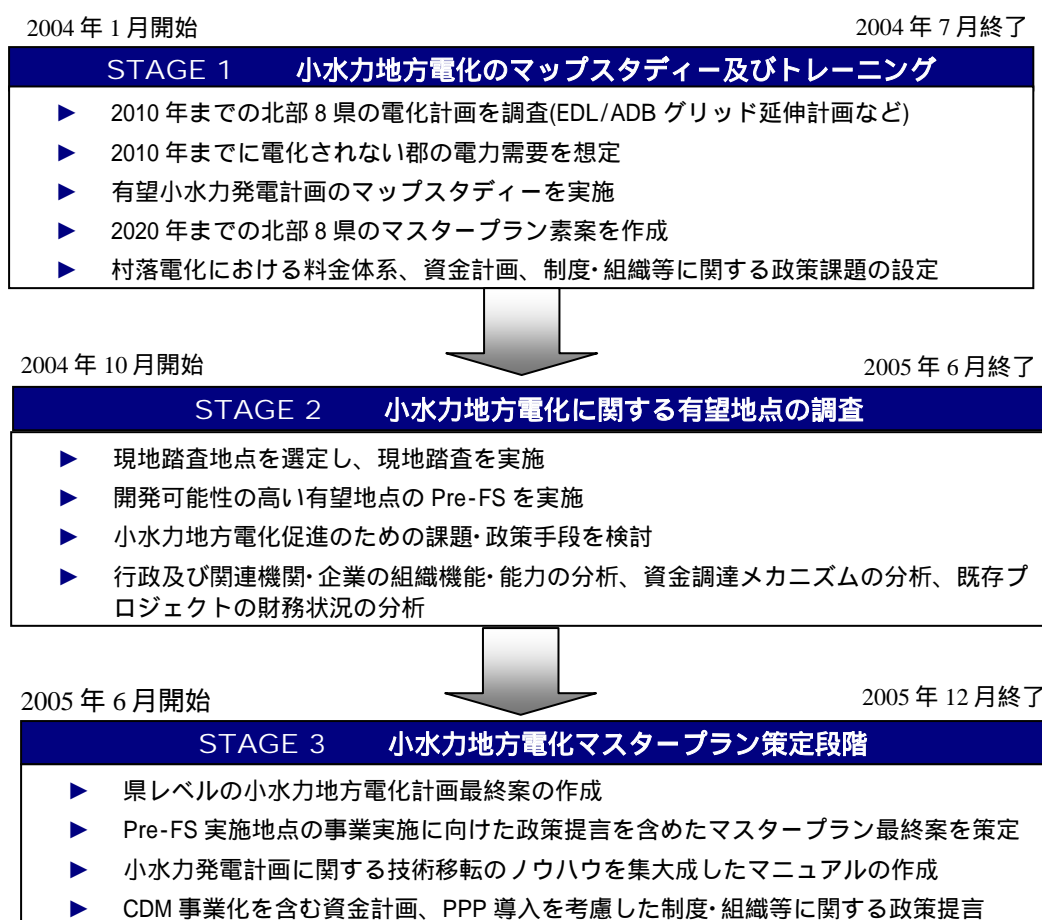
No.	本調査の目的	目的達成のための業務内容
11	DOE/PDIH が独力で小水力発電計画の策定ができるキャパシティ・ビルディングの実施	ワークショップの開催(開始時・中間・終了時の全 3 回)
12		Coordination Meeting の開催(開始時・終了時の各 1 回、及び随時)
13		トレーニングプログラムの実施
14		小水力発電計画マニュアルの作成
15		GIS システム構築と技術移転
16		CDM の理論と諸手続き

なお、本調査は、オフグリッド小水力発電計画を主体として立案されたが、グリッド接続による地方電化も視野に入れたマスタープランの策定を行っているため、特記仕様書にある「オフグリッド小水力発電」を「小水力地方電化」と読み替えることとした。

1.5 調査の背景と工程

2002 年 7 月、北部 8 県を対象として 5MW 発電規模以下の小水力発電計画を行う開発調査の要請がラオス政府から提出された。これを受けて、JICA(国際協力機構)は 2003 年 3 月にプロジェクト形成基礎調査団を派遣し、要請の背景の詳細及びラオス側の調査に対する要求を確認するとともに、北部地域の地方電化に既に取り組んでいる ADB 及び世銀とも協議し、本調査の有効性を確認した。さらに、予備調査団が同年 9 月に派遣され、ラオス側は同月 18 日実施方針(S/W)に合意し、議事録(M/M)と共に署名した。

本調査はこの S/W に基づき、次の 3 段階に分けて実施された。



本報告書で用いる用語の定義

以下の用語は、国際的に統一された定義がなく、慣用的に用いられている。従って本報告書では、下表の通り定義した。

No.	用語	本報告書で用いる定義
1	電化率	特に但し書きのない限り、契約世帯電化率を指す。これは、給電されている村落の接続可能世帯数に契約率を乗じて算定している。但し、国家目標の電化率 90% は、簡易個別電源による世帯電化率を含み、グリッド又はオフグリッド接続による場合は、契約世帯数ではなく接続可能世帯数による電化率と見なされる。
2	グリッド接続	EDL が管轄する国家電力系統接続による電化を指す。
3	オフグリッド接続	EDL が管轄する国家電力系統接続によらない独立グリッドを指す。原則として複数の村落よりなる郡センターに給電され、発電規模は 100kW ~ 5MW と小さいが、将来、EDL グリッドに接続される可能性がある。
4	ミニグリッド接続	オフグリッド接続と同様に、EDL が管轄する国家電力系統接続によらない独立グリッドを指すが、これとは区別して原則として単一村落到給電する発電規模 10kW ~ 50kW の村落電化を指す。
5	小規模発電	オフグリッドを形成して複数村落を電化する 100kW ~ 5MW の発電規模を持つ水力又はディーゼル電源を指す。水力の場合は、小水力と称する。
6	マイクロ発電	ミニグリッドを形成して単一村落到電化する 10kW ~ 50kW の発電規模を持つ水力又はディーゼル電源を指す。ピレッジパワーとも呼ぶ。
7	簡易戸別電源	発電規模 20W ~ 50W の SHS 又は同 100W ~ 300W のピコ水力発電を指す。
8	小水力地方電化	発電規模を問わず、小水力発電のグリッド接続やオフグリッド(ミニグリッドと同義)による地方電化を指す。

第1章	序章	1
1.1	結論と提言	1
1.2	地方電化と水力発電の取り巻く環境.....	2
1.3	地方電化推進のアプローチ	3
1.4	調査の目的と対象地域.....	4
1.5	調査の背景と工程.....	5

第2章 小水力地方電化促進に関する課題と政策提言

2.1 政策提言の基本姿勢

小水力地方電化事業は、他の地方電化事業には無い小水力発電プロジェクトの特徴を認識することにより、実現性と持続性を有する事業としての戦略的政策転換が必要である。本調査を通じて認識された特徴は下記の3点に集約される。

中央政府(MIH)やラオス国電力公社(EDL)から地方の住民自治体に至るまで、小水力地方電化事業の実施能力、資金力に乏しく、地方に至るほど実施体制は脆弱となっているのが現状である。

地方電化事業を含む電力産業には、中央・地方政府の他、電気事業者、地域住民、民間金融機関、民間投資家、機器販売業者、国際援助機関、NGO、民間コンサルタントなど多様な参加者が関与し得る。しかし、小水力地方電化プロジェクトは地域経済活性化の端緒となる可能性を持つ反面、事業化には高いリスクがあり、事業開始後の収益性は低いという特徴を持つため、ラオス国や近隣諸国の民間セクターが単独で事業に参入することは想定できない。

地方電化事業に関し、世銀による融資スキームや日本のODAによる実務面での能力強化などが行われているが、統一的な政策が存在しない。

過去に実施された地方電化事業、特に小水力発電プロジェクトでは、機器の設置から運営管理に至るまでを全て援助機関からの無償供与に依存しているにもかかわらず、プロジェクトの維持においてさえ問題を抱えている。確かに、地方電化は貧困解消策として重要であるが、ラオス国においては公的セクター・民間ともに資金力がなく、財務的高収益の期待できない地方電化事業に官民が単独で参加して成果を上げることは難しい。事業費用の全額を гранトかローンとするか、あるいは全額を公共投資とするか民間とするかという二者択一的な実施オプションでは、国家レベルでの小水力発電プロジェクトの普及は非現実的である。中央政府主導の下、官民協力型、コミュニティ参加型とした取組みなしには、小水力地方電化の推進は困難である。

公共性、人間の安全保障の観点から、公的支援を前提としつつも、市場原理が働く部分では民間による経営資源、資金導入の検討を行う。すなわち、市場メカニズムが生かせる部分ではその事業環境を整備し、他方、経済性に優れず事業の採算性が取れないところでは受益者(コミュニティ)の役務提供など自助努力を基盤とすることにより、公的支援漬けとならない環境を提供する。

特に、ドナー各国が行う無償支援プロジェクトでは、事業を安定的に継続させるため、運転維持管理費(O&M)や設備更新費用を事業期間中に確保できる体制を組む必要がある。事業費及び維持管理費の受益者負担割合、欠損金の補填方法について、事業開始前に制度化しておくことが重要である。

地方電化事業では、調査・設計・建設・操業運転という技術面だけではなく、資金管理や営業面での能力が伴って初めて健全な運営がなされる。プロジェクト実施に必要な資金調達手法と併せて、運用制度と経営機能の整備を地方政府機関の協力の下に行うことが不可欠である。従って、包括的なプログラムを実施するカウンターパートとして、地方政府だけでなく、現地金融機関、技術提供可能な企業・コンサルタント、プロジェクトを支援するNGO、裨益者としての村落コミュニティなどを取込むことが、地方電化事業を成功させる重要な鍵となる。

2.2 地方電化に関わる電力セクターの現状及び課題

2.2.1 概要

現在のラオス国内の電力供給は主要電力系統と独立電力系統により行われている。国内の電力系統には下記の 4 電源から電力供給されている。

EDL が所有・運転する中小規模発電所からの電力供給(ディーゼル発電・小水力発電)

輸出用 IPP 大規模水力発電所からの国内需要向け電力供給

タイ国、ベトナム国及び中国雲南省からの輸入電力供給

地方自治体や民間レベルで地域毎に独立した小規模グリッドによる電力供給(ディーゼル発電、マイクロ水力発電、太陽光発電)

なお、2003 年の全国レベルの村落及び世帯電化率はそれぞれ 34.7% と 42.9% であった。右図は、調査団が独自に調査した 2004 年現在の郡レベルの電化状況である。

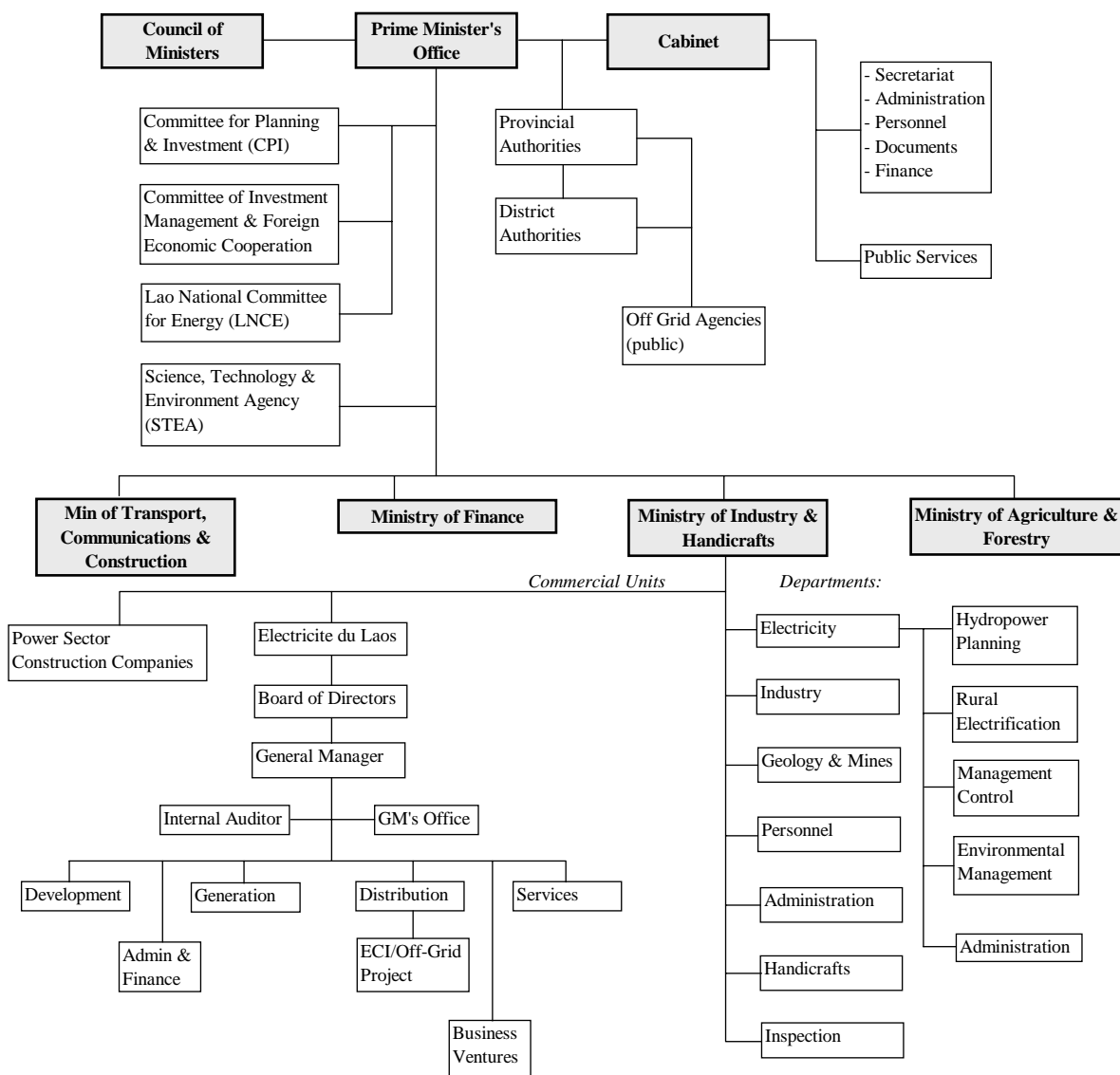


2.2.2 地方電化に関わる組織の現状

(1) ラオスの電力セクター概要

ラオスの電力セクターは電力法に基づき、MIH(工業手工芸省)が全面的に統括している。MIH の下に EDL が国の電力供給の運営と管理のために組織されている。EDL の支所が存在しない県では、県自身が発配電事業の運営・管理を行っている。

開発規模を問わず水力発電に関する技術的実施機関は、MIH 内の組織である DOE(電力局)であり、輸出電源に関する全責任を有している。DOE 内でも特に電力システム計画部は、発電・送電の計画・開発を担当し、戦略的な電力計画、水力発電計画の検証、国内外企業からの IPP 提案に対する評価に責任を有している。以下に組織図を示す。



(2) オフグリッド地方電化組織の現状

MIH/DOE が世銀指導の下で進めているオフグリッド地方電化推進支援事業では、ESCO (Electricity Supply Company)方式による電力供給が標準モデルになっている。これらの ESCO は、SHS(太陽光ホームシステム)、マイクロ水力及び小規模ディーゼル発電装置の販売促進、維持管理に特化しており、事業の大部分は SHS が占める。

世銀は、地方電化に関する一連のプログラムの中で、オフグリッド地方電化推進ファンドを設立し、MIH がファンド資金で SHS などの必要な機器を調達し、ESCO はこれをリースする形で、コミュニティ単位で普及を行っている。現在の ESCO の活動範囲は、6 県(ルアンナムタ、ウドンサイ、ルアンブラバン、サイナブリ、シェンクアン、ピエンチャン及びチャンサパック)に限定されているが、制度の充実を踏まえて今後はさらに拡充されていくことが予定されている。このプログラムの資金源となったファンドは、2005 年 8 月、地方電化ファンド(REF: Rural Electrification Fund)として首相令が発令され、幅広い活用が期待されている。

2.2.3 地方電化に関わる現行の法令・制度

国内 IPP 参入も視野に入れた地方電化に関連する国内法令・制度は下記の通りである。

(1) 外国投資法

ラオス国外投資法(1994)は 1994 年 6 月 20 日に施行された。本法の概略条項は以下の通りである。

公共の目的である場合、迅速で適切な補償がある場合を除き、外国人投資家の資産と投資をラオスの法の下に保護され、徴発・押収・国有化されない。

外国人投資家は地元のパートナーとの合弁事業として、または、完全に外国所有の企業として投資できる。合弁事業の外国所有権は最低 30% でなければならない。完全所有企業は、外国会社の新会社か支店のどちらかとする。

外国人投資家は、土地を賃貸して、賃貸物件の利息を移譲できる。土地改良と他の動産を所有し、移譲できる。

外国人投資家は、従業員を募集する際にラオス人を最優先させるが、必要な場合には熟練外国人を雇用する権利を持つ。

外国人投資家はラオスに設立された地方銀行か外国銀行を通じて収益を本国に送還できる。

争議は、ラオスの仲裁者、または、両者が同意した国際機関を通して仲裁される。

貸手のデフォルト時の権利、オフショア資産の外国管轄、負債の課題、土地と固定資産の権利及びエスクロー勘定の使用を考慮に入れる法律は、将来の改善点として検討中である。

(2) 電力法

電力法は 1997 年 8 月 29 日に施行された。但し、法律を有効化するのに必要な規則が未完な

ので、法律と規定の枠組みのレビューのみが定義されると理解されている。

発電プロジェクトへ適用するには、プロジェクトが以下の4つのカテゴリーの何れかに属する必要がある(第9条):

100kW以下: 個人・村により提案され、地方、県または特別区により承認される。

100kW～2MW: 地方、県または特別区により提案され、MIHにより承認される。

2MW～50MW: MIHにより提案され、中央政府により承認される。

50MW以上: 中央政府から提案され、国会により承認される。

発電事業の権利に関し、投資は国家単独によるか外国企業とJVによるかが規定されている。また、協調融資も許可されている。以下の方式がある。

Build, operate, own and transfer (BOOT)方式

Build, operate, transfer (BOT)方式

Build, transfer, and finance (BTF)方式

国家電力局が管理する方式

その他の方式

第3条では、ラオス国内の発電に関する天然資源は国家に属し、国は、長期間の生産的ベースで管理・保存・保守的に活用するとしている。

第11条は、電力企業プロモーターの権利を要求している。また、政府に電力事業権株式の取得を必要としている。最小の株取得率や取得タイプの取り決めはない。また、第11条は発電権限を移管・管理する免許制の導入を示唆している。

第12条はプロジェクトにおける株所有に言及している。政府の株式取得は必要だが、限度は設定されていない。名目上の株保有で要件を満たしている。

許認可手続きの管理はMIHが行う(第12条)。認可される事業は下記要件を満たす必要がある:

ライセンスの承認条件は第15条に示す。

出資者は、電力プロジェクトの融資と専門技術が必要。

出資者は、評判が良く、健全な商業バックグラウンドが必要。

事業計画は、社会経済に明白な利益をもたらすべき。

事業計画は、国家計画と一致すべき。

事業計画は、負の環境影響を与えないべきでない。

ライセンス期間は発行後30年未満(第16条)。出資者が5年以内に発電所建設に融資・建設が可能なら、25年間運営権利が認められる。政府承認を条件として更に10年間までライセンスを延長可能。第16条は、コンセッション期間の終わりに、権利保有者が、無償で良好状態に保ったまま政府に移管することを規定している。

許認可手続きと前提条件は第 12-15 条で概説されている。適宜、出資者は経済・技術検討書(第 13 条)及び社会・環境報告書、行動計画(第 14 条)を提出しなければならない。

利権者の義務は第 18 条で指定される。例えば「環境を保護するために」等とあいまいに表現されている。それらの中に、法に準じて、税金と料金を支払うという要件がある。経済性に劣るプロジェクトが貸手のデッドサービス評価基準をクリアするため、債務返済期間に徴収された税金を還付することがしばしば行われる。

Concession Agreements で免許制の導入は、IPP 事業が実現する中で重要な前進である。事業権付与に競争と透明性の原理を導入すれば、政府の管理がさらに改良されて、プロジェクト利潤性は増強される。

また、電力法は送電線事業開発のために法的環境を整備している。第 29 条は、国家送電線網で全ての発電所が送電可能であると想定している。国家グリッドは国有化されているが、民間による資本投入は EDL が政府に資産所有権を残す方式で歓迎される。

第 28 条は個人的に所有する送電線へ全ての発電所が接続可能としている。また、第 37 条の下では、ラオス経由のグリッドが開発されていれば、ラオス国内を通る送電線での他国への送電は国家送電線を利用するとしている。その場合、送電線事業への民間投資が受入れられる。

第 42-46 条は電力セクターの制度上の責任を規定している。法律は FIMC や LNCE などの政府機関の役割には言及しない。

(3) 水資源法

水資源法は、1996 年 10 月 11 日に国会で議決され、1997 年 3 月 3 日に有効となった。

水資源法は、水力開発に関し持続可能で確実な利用に対する責任を明文化している。水利用目的に応じ、小型、中型、大型に分類される(第 14 条)。カテゴリー別に、適切な権利、義務及び手順を定義している。

ミニ・小水力プロジェクトは、水資源に重大な影響を与えない「中型」のカテゴリーに分類される(第 16 条と第 27 条)。流域変更を伴わない流れ込み式発電も中型スケールに分類される。他の水力は「大型」として分類される(第 17 条)。そのようなプロジェクトは、下記に示す法に規定される要件を満たさねばならない。

プロジェクト出資者は FS 調査、EIA 調査及び環境対策行動計画書を提出する(第 18 条)

プロジェクト出資者は政府承認を得る(第 19 条)。GOL 承認フォームは電力法で定義される免許制度。

プロジェクトは一貫した社会経済・環境開発計画、マスタープラン及び開発計画書を含む(第 21 条)

プロジェクト出資者は、流域環境管理・保護費用への貢献が強いられる(第 24 条)

洪水緩和、給水、灌漑、水上輸送及び養殖漁業を含む多目的性を考慮し、環境と水資源を保護する適切な方法で水力発電計画を立案する(第 25 条)

プロジェクト出資者は、住民移転計画資金を拠出せねばならない。

第 31 条の下では、流域内での商業伐採はどのような場合にも絶対に禁止されている。

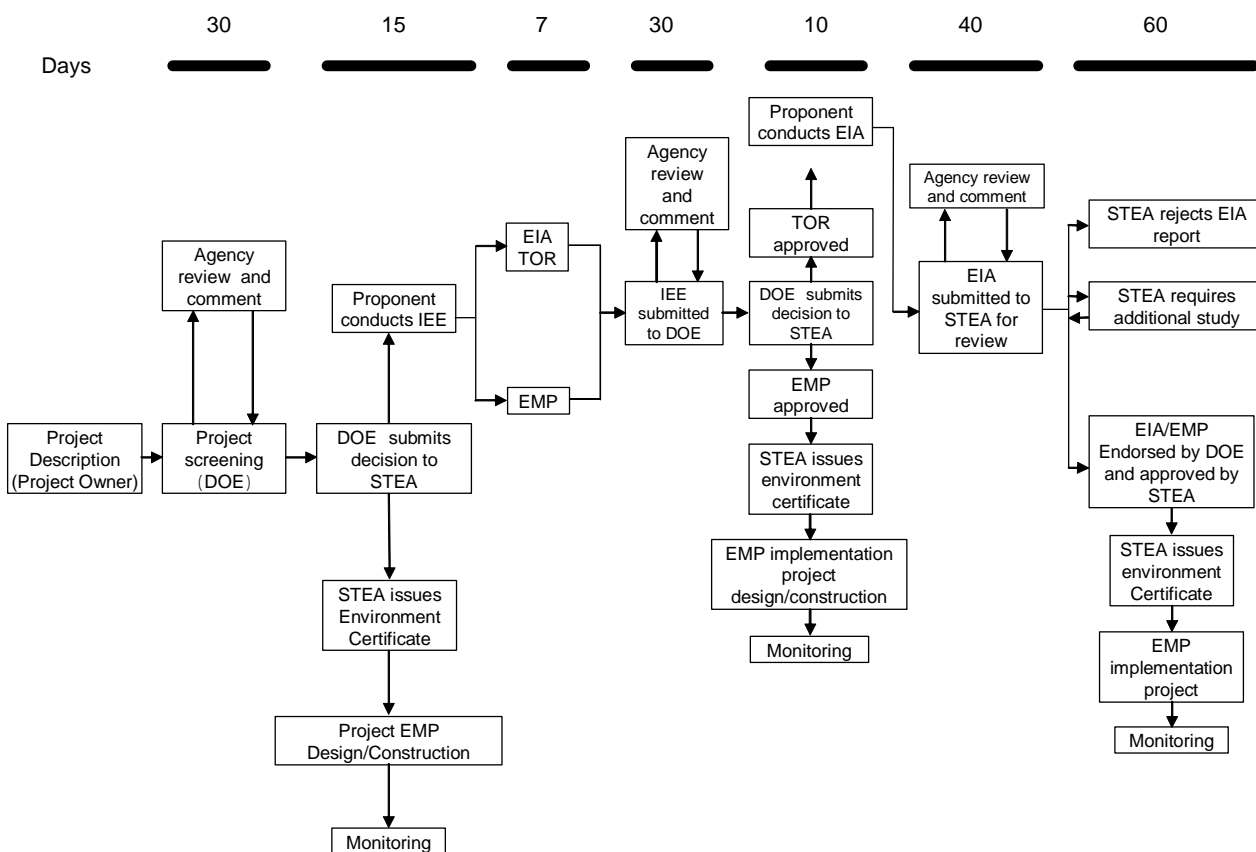
(4) 環境関連法令及び基準

電力プロジェクトの環境影響評価については、2001 年に施行された水力発電に関する環境影響評価規制(Regulation on Implementing the Environmental Assessment for Electricity Projects in Lao PDR, Ministry of Industry and Handicraft (MIH), November, 2001)に従って実施される。同規程を施行した MIH/DOE が主管となり下表に従って審査を進め、科学・技術・環境庁(STEA)の承認を受けねばならない。

項目	内容	備考
スクリーニング	<p>プロジェクトスクリーニングは環境評価(EA)の過程の最初のステップである。全ての電力プロジェクトのプロジェクトオーナーはプロジェクト概要(PD)を DOE、またはそのプロジェクトの分類(電力法の中で規定される)によって決まる担当地方当局へ提出しなければならない。</p> <p>全ての PD は、DOE によりプロジェクトスクリーニングが実施され、追加 EA が必要か DOE 及び関係機関により決定される。</p>	<p>追加 EA が必要でない場合の判断基準は、プロジェクトの種類、規模、位置などから自然資源、生物資源、公衆衛生、公共の福祉などへの環境影響がほとんどないと予測される場合とされている。</p> <p>追加 EA が不必要な場合は、STEA より環境認可証(EC)が発行され、プロジェクトオーナーは環境管理計画(EMP)を作成する。また、環境影響が計り知れなく大きい場合は、プロジェクトがその時点で中止される。</p>
初期環境調査(IEE)	<p>プロジェクトスクリーニングにおいて、追加 EA が必要とされた場合は、IEE が実施されなければならない。</p> <p>IEE は、「プロジェクトの社会環境的な問題点及び環境保護対策が取られなかった場合にプロジェクトが与えるであろう影響について特定し、記述する簡潔な調査」と定義されている。</p>	<p>IEE レポートは、プロジェクトオーナーにより DOE に提出される。IEE レポートには、その一部として、IEE の結果、追加 EA が必要と判断された場合は、EIA の調査事項(terms of reference)案を、また追加 EA が不必要と判断された場合は、EMP が添付されなければならない。DOE はプロジェクトオーナーに調査結果を修正させることが出来る。DOE はさらなる環境評価の要否に関する決定を STEA に伝える。STEA は DOE の決定に再審査を要求することが出来る。追加 EA が不必要と決定された場合は、STEA より EC が発行される。</p>
環境影響評価(EIA)	<p>DOE または STEA に IEE では不十分と決定された場合は、EIA が必要となる。EIA は、「プロジェクトによって起こり得る環境影響およびプロジェクトに対する代替案に関する詳細な評価と影響を防止、低減、モニターする環境管理計画からなるもの」と定義されている。</p> <p>また、「EIA はプロジェクトが与える重要な環境影響の公平な評価を提供し、政府の意志決定者および利害関係者に妥当な代替案を示し、そのどちらにも影響を防ぐか低減する環境保護対策を含めなければならない」と記述されている。</p>	<p>プロジェクトオーナーは STEA に EIA レポートを提出する。EIA レポートの承認および EC の発行は STEA により行われるが、最終承認の前に DOE の是認も必要である。</p>

環境マネジメント標準

文書名	概要	
Environmental Management Standard Documents (DOE, October 2001)	Environmental Records Management (ERM)	・ DOEの環境記録を管理するための必要事項に関する基準
	Environmental Impact Assessment (EIA)	・ 環境保護法に基づくEIAガイドライン ・ EIA規定に基づくEIA基準
	Environmental Management Plan (EMP)	・ 環境保護法に基づくEMPガイドライン ・ EIA規定に基づくEMP基準
Environmental Management Standard for Electricity Projects (DOE, June 2003)	Environmental Screening	・ 環境保護法に基づくスクリーニングに関するガイドライン ・ EIA規定に基づくスクリーニングに関する基準
	Social Impact Assessment	・ 環境保護法に基づく社会環境影響評価に関するガイドライン ・ EIA規定に基づく社会環境影響評価に関する基準
	Resettlement	・ 電力事業に伴う住民移転に関する標準
	Environmental Management Guideline for Socio-Economic and Culture	・ Social Impact AssessmentとResettlementに関するEnvironmental Management Standard for Electricity Projectsの履行を補助するガイドライン
	Responsibilities	・ Environmental Management Standardの履行に関する各関係機関の責任についての記述



ラオス国における電力プロジェクトの環境評価フロー図

2.2.4 地方電化実施プロジェクトと事業モデル

(1) EDL/ADBによる北部グリッド電化計画(PTD/NARPD)

EDL/ADBによる送配電網整備プロジェクト(Power Transmission and Distribution Project: PTD1)、

北部地域送配電網整備プロジェクト(Northern Area Rural Power Distribution) NARPD Phase 1 (俗称 PTD2)、NARPD Phase 2 (同 PTD3)の実施実績及び計画は下表の通りである。

No.	名称	工期	プロジェクト概要
1	PTD1	2000-2003	内容：115kV(325km)、22kV(70km) 対象：32,502 世帯(ビエンチャン県、サイナブリ県、シェンクアン県の3県) 予算：US\$58 mil (ADB30、EDL18、NDF6、仏政府4)
2	PTD2	2004-2007	内容：115kV(303km)、22kV(796km) 対象：33,800 世帯(ウドンサイ県、ルアンナムタ県、サイナブリ県、シェンクアン県の4県) 予算：US\$51 mil (ADB30、EDL11、NDF10)
3	PTD3	2007-2009	内容：115kV(距離未定)、22kV(距離未定) 対象：世帯数未定(ポンサリ県、ボケオ県、ルアンプラバン県、ウドンサイ県、ルアンナムタ県、サイナブリ県、シェンクアン県の7県) 予算：未定

EDL/WB による南部地方電化計画(SPRE: Southern Province Rural Electrification Project)は下表に示す通り、EDL が南部で主体的に実施する送電線延長事業と、全国規模で MIH/DOE が実施する SHS 配布事業で構成されている。

No.	名称	工期	プロジェクト概要
1	SPRE1	1997-2004	内容：115kV(53km)、22kV(1,200km)、Off-Grid:5,300HH/700HH(2005 追加) 対象：51,770 世帯(送電線のみ南部7県) 予算：US\$36 mil (WB33、EDL3)
2	SPRE2 (Phase1)	2005-2007	内容：115kV(?km)、22kV(?km)、Off-Grid:10,000HH(全国17県) 対象：93,000 世帯(送電線のみ南部7県) 予算：?
3	SPRE2 (Phase2)	2008-2010	内容：SPP 小水力実証試験(100kW ~ 2MW) 対象：2 件 予算：US\$100,000~150,000/件

(2) 世銀による地方電化に関わる T/A

世銀は、南部の送電線延長をメインに開始した SPRE を北部も対象に含め、地方電化に積極的に取り組む一方、下表の T/A 調査を実施して、より効率的な地方電化を進めている。

No.	報告書	T/A 名称	内容
1	2004年3月	Power System Development Plan	2020年に90%の電化率の達成を目標として立てられた電力セクターの長期計画
2	2004年9月	Power Sector Financing Strategy Study	-
3	2004年11月	Rural Electrification Framework Study	2005年から2年半にわたって実施する「Off-Grid Rural Electrification Master Plan Study」の準備調査
4	2006年開始予定	Off-Grid Rural Electrification Master Plan Study	全国規模のマイクロ水力、SHS を主電源とするオフグリッドでの電化世帯の増加が目的。但し、県が自主的に開発できるとしている 2MW ~ 100kW を対象に小水力の新規及び改修の実証プラントも視野に入れている。GIS データの作成も含む。

(3) 小水力オフグリッド地方電化の事業モデル

一般的に地方電化は、SHS やディーゼル発電セットなどの機器単体の販売ビジネスを除くと財務上の利益が上がる事業ではない。貧困対策の一環としての電化事業という見方からは、電気料金は抑制しなければならず、その採算の可能性はさらに低下する。

過去に建設された 39 件の小水力プロジェクトの内、18 件が稼動していないと報告されている。稼動していない小水力の中には洪水で損傷したものもあれば、管理不備が原因のものもある。

Maunsel 社が実施した「Rural Electrification Framework Study, Nov. 2004」によれば、ラオス全世帯の 5% がピコ水力、ディーゼル発電機、SHS 等の消費者自らが購入した電化を行っている。総 100 世帯のうち 30 世帯がピコ水力を設置している村落も確認されている。世帯電化率が平均で約 40% の国にとってこの数は大きく、換言すれば、電化世帯の 10% 程度は自助努力による電化を進めたことになる。JICA 調査団の現地調査での検証もこの見方を裏付けるものである。

現在、小水力発電事業で実施されている事業モデルには次のものがある。

運営主体が EDL の政府主導モデル(Conventional Government-Owned Model by EDL)

EDL が運営主体となる場合、資機材調達、建設、運営維持管理など全般についてある程度の知識・技術力・運営能力を期待できる。但し、地方電化の場合、設備投資や人件費を回収するだけの収入を見込めない場合が多いため、投資・維持管理に対するインセンティブが少ない。また、計画に際して住民のニーズを的確に反映できない可能性もある。小水力の事例としてはポンサリ県のナム・ガイ水力発電所(Nam Ngai HPP: 1.5MW)が挙げられる。

運営主体が PDIH の政府主導モデル(Conventional Government-Owned Model by PDIH)

PDIH(MIH 地方事務所)や地方政府が電力設備を運営している事例の多くは、維持管理が容易なディーゼル発電によるものである。計画・料金回収・会計処理などの運営面については、一定の能力が期待できる。ただし、設備の運営・維持管理に関する知識・技術力は不十分であるので、外部からのサポートが不可欠である。設備投資や人件費を回収するだけの収入を見込めない場合が多く、不足分は地方政府予算で補うことになる。既存ディーゼル発電機の場合、燃料費高騰、設備のオーバーホール・修理に対する予算不足が原因で、サービスが停止され、放置されている事例が散見される。

2.3 小水力地方電化事業の課題

2.3.1 小水力発電プロジェクトの特徴

ラオスは、輸出に占める割合を水力発電による電力販売に大きく頼っているにもかかわらず、

未だ豊富な包蔵水力の多くを残している。そのため今後の水力開発は、経済開発における重要な役割を担う可能性を持っているが、ラオスにおける水力発電開発をめぐる環境には厳しいものがある。小水力発電事業は、大規模水力のそれに比べて次のような長所がある。

- 貯水池築造を伴わないため環境への負の影響が少なく、CDM の適用も可能である。
- オフグリッドにより直接遠隔地に給電できるため、貧困対策への貢献が大きい。

小水力発電プロジェクトは、小規模な施設を有する流込み式発電であり、流域変更、流量変更、減水区間の出現、貯水池メタン問題等の負の環境影響が少ない。一方で小規模ながら、化石燃料の代替エネルギーの役割を果たすため、CDM 適用により水力開発の新たな誘引となる可能性もある。

一般に小水力発電の適地として選ばれる地点は、道路が整備されていない遠隔地のため貧困地域であることが多い。こうした場所はグリッドの延伸が困難であり、ディーゼル発電などの代替案も燃料輸送費からコスト高になる場合が多い。従って、小水力発電は他の電源に比して経済性に優れたエネルギー供給手段を提供する可能性を持っている。一方、太陽光パネルによる小規模な SHS が普及し始めているがオフグリッドによる照明電力であり、動力・熱源としての電力を提供することは経済的・技術的に困難である。

地方電化と貧困削減は密接な関係を有している。なぜならば、貧困層の多くが地方の未電化農村の居住者であるからである。遠隔地に住む人々は多くの場合、健全な社会・経済発展のための鍵となる公共施設や市場へのアクセスを欠いている。MIH/DOE によって現在推進されている SHS は、ラオスの農村部における最も効率的な電化手段である。しかし、SHS による経済開発効果には限られ、SHS 発電で使用できる電気製品の種類と量は、グリッド接続あるいは小水力発電に比べると限定される。

ラオスの現行電気料金が低く設定された金額であるため、グリッド接続村落での受電世帯加入率は 70%程度であるものの、SHS 導入村落の SHS 設置率は 50%程度である。このことは安過ぎる電気料金の設定の問題もさることながら、農村における貧困の程度の深刻さを示している。特に、農村貧困層の現金所得の低さと、その結果としての貯蓄能力に対して、一時金として必要となる接続料金の高い点が障害となっているものと考えられる。

ドナー各国の援助機関の多くは、貧困対策の一環としての地方電化の重要性については見解の一致を見る。しかし、プロジェクトベースの経済性評価で IRR 等の尺度が適用されると、送電線延長費用を代替コストと見なさない限り小水力プロジェクトは評価が低い。貧困が集中している地域は理由もなく貧困なわけではない。多くの場合、地理・地形的条件の厳しいところに置かれている。このような地域はプロジェクト建設のための輸送コストが高くなる一方、支払能力は限られているためプロジェクトの実現はさらに厳しくなる。その結果として、貧困地域のインフラ開発はさらに優先順位が低くなるという悪循環を生んでいる。

2.3.2 小水力地方電化事業の課題

小水力事業の場合には次のような克服すべき課題がある。

資金制約と経済性

事業リスク

事業実施のための国内組織制度の未成熟

(1) 資金制約と経済性

巨額の外貨債務を抱えるラオスは IMF の厳しい監察下に置かれており、プロジェクト実施のための資金調達は常に問題となる。電力セクターの実施機関である EDL も状況は同じである。

アジア通貨危機の後、ラオスの通貨は大幅に下落し、国内貨で評価した場合の対外債務は大幅に膨らんだ一方、収入の大部分を占める国内需要家からの収入の素となる電気料金は当然、内貨建てであり、通貨の下落を相殺することができず、バランスシートは一気に悪化した。このため、国際金融機関の指導の下、ラオス政府は EDL 救済策のために債務の資本化を引き受けた。その後 EDL の債務状況は改善しつつあるものの、借入れ信用能力があるという状況にはない。

一般的に、地方電化で十分に経済的な供給ができるのは、1,000kW(1MW)以上のグリッド接続できる小水力発電システムのみである。1MW 以上のシステムは、kW 当りの投資単価 US\$2,000 以下を達成しうるし、グリッド末端で昇圧するという便益も有している。一方、100kW ~ 50kW の分散型小水力は平均的(100 世帯以下)な 1 箇村の電化に適しているが、建設コストは割高である。中規模クラス(1MW ~ 100kW)の小水力は複数村落への送電線費用が嵩むことから費用対効果が低く課題が多い。

SHS や、ピコ水力に比べると小水力発電の投資コストははるかに高く、本調査の対象地域のケース(100kW 以上)でも平均 US\$10,000/kW 程度になると推定されている。しかしながら、小水力によるオフグリッドは本格的なグリッド接続と同水準の電化の便益を実現することが可能である。貧困地域にとって、郡センターの電化は単に電化地域の世帯数の享受する利益を超えた波及効果を持っている。しかし、小水力発電プロジェクトは、初期投資がプロジェクト全体コストの 9 割を占める。すなわち、投資コストの回収に長期間を要する事業であると言える。

ラオスの集落の形成形式は独特である。人口密度は 21 人/ha とベトナム国の 1/10 以下であるだけでなく、100 世帯程度の小規模な村が小ぶりの山地の間に均質に分散している。ビエンチャン市の人口 60 万人を除くと大規模な人口集積がないのが特徴の国家である。こうした村々の交易、行政、教育、医療などの最低限のニーズを充足しているのが郡センターである。従って、郡センターの電化はそのサービスエリア全体の生産性につながることを意味する。

小水力オフグリッドによる郡センターの電化は、2020 年までに 90%の世帯電化率を達成す

るといふ国家的な数値目標への貢献としては低いものがある。しかしながら、貧困地域の集中する北部地域の経済開発という目的のためには大きな効果を期待することができる。

(2) 事業リスク

小水力事業のリスクは大別して、コスト、水文、事故の3種類ある。通常のプロジェクトに付随するリスクとしては、建設コストのオーバーランであるが、不確定な地下構造物のない小水力では比較的そのリスクは少ない。水力発電に特有の水文リスクには、工事中の洪水被害、正確でない平均流量算定、もしくは長期的な気候変動に伴う長期的な発生電力量の減少、乾季年の到来による、短期的な発生電力量の減少がある。

運転中の事故には、自然に起因するものと、人為的なものと二種類があり、前者は洪水・落雷などによる施設への損壊である。設計の際に洪水水位、施設設置サイトの選択など計画能力の向上によって回避できる部分もあるが、計画設定以上の洪水が発生した場合には不可避免的に起きる事故もある。人為的な事故としては沈砂池、導水路などのメンテナンスの不備による機器の破損がある。これに起因した収入不足が経営面に影響を及ぼす。

以上のように小水力発電事業は、回避可能なものもあるが様々なリスクが伴う事業である。すなわち、発展途上国というリスクを考慮せずとも、民間企業が資本を投下するインセンティブは全くないといつていい部類のプロジェクトと言える。

(3) オフグリッド地方電化組織の未整備

オフグリッド地方電化を組織的に進める事業としては既に、SHS 普及事業が世銀の SPRE II の一部として発足し、定着している。この事業では、資金と資機材調達を政府が行い、機器の普及は民活で行うものとしている。ここでは住民参加・市場拡大・基金による制度など、実務的な実践内容を有しており、制度組織・コスト回収メカニズム・補助金比率等の情報が蓄積されている。中央政府は小水力発電事業を始めるに当り、より複雑な PPP を運営する母体として、技術的な計画能力に加えて、資金調達・営業・資金管理の能力を身に着けなければならない。

現在、ラオス政府の MIH/DOE には 30 数名の電力技術者・計画担当者が在籍し、主に外国からの援助あるいは外国資本による IPP 事業の技術支援・業務調整を行っている。しかし現状では、財政的、組織的、専門技術的に水力発電プロジェクトの一貫した計画を独自に開発する能力は十分といえない。従って、提案する技術協力の目的の一つであるキャパシティビルディングは、ラオス国内に有する膨大な包蔵水力を有効利用する観点からは重要な課題である。

オフグリッド地方電化は、一般的に小規模な分散型発電となるので、中央政府が全ての計画・実施・維持を行うのは地理的、経済的にも無理がある。更に、小水力発電の場合には土木・機械・電気工学の全般的な知識・能力を必要とするため、建設、運転に際しては中央政府及び EDL の協力と共にコンサルタントの調達が不可欠である。小水力地方電化を推進する

には、地方政府の技術水準を高めておく必要があり、本 MP 調査の重要な部分を形成するキャパシティビルディングの狙いは、計画段階から地方政府の能力向上を図り、最終的には運転管理も地方政府が行うことにあった。

本 MP 調査の一環として行われた PDIH に対するキャパシティビルディングは、北部 8 県の内 5 県の未電化郡センターの電化事業を実施するためであることは勿論、面的、質的に地方電化が拡大することを見越した組織作りであった。地方におけるオフグリッド小水力の専門能力が大きく不足しているためにプロジェクトの実現の障害になっているのも実情である。そのためには今後とも継続して、恒久的な組織を作り、人材育成を行っていく必要がある。

膨大な包蔵水力と 100 万世帯の電化ニーズを抱えるラオスにとっての論理的な解決策は、水資源の有効活用が解決策であるのは間違いない。しかしながら、小水力ポテンシャルの包括的な調査データ、特に 1MW 以下の水力ポテンシャルデータは不足しており、まして 100kW 以下の小水力の情報は皆無に近い。そうした有望地点は数百のオーダーで存在するものと推測されるが、全ての水力は地点特有の調査・設計を必要とする。これを外国からの専門家調達で実施することは、それ自体が経済性の否定につながる。資機材調達以外の人的資源は自助努力によるものとする地方電化事業が求められている。

2.3.3 小水力地方電化資金調達面の課題

(1) ラオス政府の資本支出の財政収支現況

ラオスの政府予算は、政府の一般歳出を中心とする経常予算と、インフラ整備などの開発事業への投資等、資本支出に係る開発予算で構成される。歳出の 43.7% を占める経常支出については、各郡からの予算要望を県ごとにとりまとめ、各県からの予算要求を財務省が査定し、経常予算として策定する。

一方、資本支出については、各県からの予算要求を CPI(計画投資委員会)が査定を行い、公共投資プログラム(PIP: Public Investment Program)としてとりまとめている。ラオスのような LDC 国(後発開発途上国)の場合、一般に金のかかるインフラの整備が遅れているため資本支出がどうしても巨額になる。ラオスも例外ではなく、2002 年における資本支出は、総支出の 56.3% を占める 165.3 百万ドルとなっている。

下表に示す通り、ラオスの財政収支は毎年大幅な赤字を計上している。例えば、2001 年における経常収入は 211 百万ドルであったが、経常勘定及び資本勘定の支出額は 331 百万ドルで 120 百万ドルの赤字を計上している。巨額の対外債務を抱え IMF の監視下おかれている厳しい財政状況の中、地方電化に対する政府の財政支出に大きな期待を抱くことはできない。

実際、ラオスにおける地方電化事業は ADB や世銀など国際機関から援助をうけてプロジェクトベースで実施しているのが現状である。

ラオスの政府財政(100万ドル)

政府財政	1997	1998	1999	2000	2001	2002
歳入	86.66	85.87	122.26	205.80	210.79	218.07
税金	71.96	67.92	98.09	166.33	171.64	176.30
その他	14.70	17.94	24.18	39.47	39.15	41.77
歳出	156.48	198.09	226.19	335.19	330.96	293.63
経常支出	72.97	62.60	59.12	127.78	129.54	128.35
資本支出	83.51	135.48	167.06	207.40	201.41	165.29
総合収支	-69.82	-112.22	-103.92	-129.39	-120.17	-75.56

出典: ADB, Key Indicators of Developing Asian and Pacific CountriesのデータをIMF International Financial Statisticsの各年度における平均対ドル為替レートでドル表示したもの

(2) 国際援助機関からの財政支援現況

ラオス政府は、上記の財政赤字の8割以上の補填を対外援助に依存している。援助額は、ラオスGDPの15%~18%を占めており、資本支出のための非常に重要な資金源となっている。ラオス援助の主要なドナーは、ADB、世界銀行、日本のほか、IMF、UNDP、WFP、スウェーデン、ドイツ、フランス、オーストラリア、そして国際NGOなどがある。地方電化についても、ADBや世銀など国際機関から援助を受けてプロジェクトベースで実施しているのが現状である。

次表は、ラオスにおけるドナー別のODA資金受取額をまとめたものである。経済成長の著しかった1997年には年間329百万ドルものODA資金が供与されたが、同年のアジア経済危機後、ODA資金の流入は減少し、1998年以降は概ね245~295百万ドルで推移している。

ラオスにおけるドナー別のODA資金受取額 (単位:百万ドル)

国名/実施年	1997	1998	1999	2000	2001	2002
日本	78.60	85.57	132.54	114.87	75.47	90.09
EU	57.87	53.25	54.11	54.43	51.96	60.52
ADB	85.55	63.50	43.79	47.28	40.21	43.72
世銀	40.90	23.68	18.52	16.73	26.86	27.20
スウェーデン	15.48	11.99	11.56	14.56	12.10	15.38
フランス	14.75	11.66	10.68	12.78	10.73	14.85
ドイツ	16.63	18.38	21.66	13.29	13.64	11.97
ODA資金受取額	329.10	276.24	295.47	281.79	245.17	278.25

出典: Organization of Economic Cooperation and Development, International Development Statistics Online Database

分野別の援助額を見ると、1990年代後半以降、経済インフラの占める割合が減少する一方、主に医療保健、教育、水・衛生、政府・市民社会支援などの占める割合が急増している。エネルギーセクターについては、年度により幅があるものの年平均で16.3百万ドル(1997~2003)となっている。世銀の推計によると2020年までに世帯電化率90%を達成するためには今後745,000世帯を電化し、421百万ドルもの費用が必要とされている。エネルギーセクターへの援助額の全額を地方電化に使用したとしても、ODA資金のみで目標を達成することは不可

能である。

(3) 地方電化事業に対する PPP 導入の必要性

こうした厳しい資金制約があるなか、地方電化のための資金をラオス政府の自己資金および ODA 資金のみに依存することは非常に困難であり、民間資金の導入が強く望まれるところである。また、民間投資導入は、公共投資の削減だけでなく、投資、運営・維持管理の効率化、公共リスクの回避、民間の事業機会拡大という側面を持っている。

ただし、一般的には需要家密度が低く、電気料金に対する支払い能力が低い遠隔地において、民間が独立採算で事業を行うことは困難である。そのため、公共セクターあるいは国際援助機関からの何らかの援助(投資資金分担、補助金交付、規制緩和、リスク分担、非課税化、など)を受けながら、官民協調(Public-Private Partnership)による事業実施が期待される。

2.4 小水力地方電化政策に関する提言

2.4.1 概要

小水力発電地方電化事業は環境に優しく、実施が成功裏に運べば、農村開発のキイとなる可能性を有するという特性を持つ。しかしその反面、構造物の建設等の初期費用が非常に高いために財務収支的には非常に困難なプロジェクトである。小水力プロジェクトに民間資本の導入を勧誘できたとしても、利益の出る民間事業として住民の許容できる範囲で電力・接続料金を設定することは困難である。

過去に JICA も、数多くの小水力発電地方電化事業にグラント資金を提供してきた。しかし、全てではないものの、一般的に建設された構造物の品質は高く、長期間の供用を可能としている反面、設計から建設まで一連の業務を日本企業に委託するため高コストを余儀なくされている。このため、資金的制約が小水力地方電化のより広範囲な普及につながっていないのが現状である。

2.4.2 小水力地方電化推進策

世界各国で、小水力地方電化普及のための推進策として検討が進められているのが、公的資金を用いて、初期投資の費用分担を軽減する方策である。発展途上国で実験的に行われているプロジェクト類例からは次の 2 つのキーワードを見出すことができる。それは、「PPP(官民パートナーシップ)」と「コミュニティ参加」である。

こうした試みの目的は、資金源の多様化による電化に対するインパクトの拡大である。従来の国際援助を含む公的資金のみによる資金調達ではなく、民間企業の資金出資あるいは

村落コミュニティの現物出資を積極的に取入れることにより、大きな資金効果を生むことが期待されている。

また、規模の大小を問わず電化事業に民間企業が参画するにはリスクの排除が必要である。小水力地方電化事業は経営面のリスクだけでなく、地質・水文リスクなど自然のリスクを内包しているため、リスクを伴う事業に民間企業は決して参加しない。こうした自然のリスクを軽減・排除するためには綿密な調査・計画を行う必要があるが、民間企業は調査・計画段階から大きな投資を行うことはできず、プロジェクトの経済性は更に悪化する。従って、調査・計画段階での政府部門(MIH/PDIH)による人的・資金的負担制度を拡充することは、小水力地方電化事業を推進する上で重要な要素となる。

2.4.3 小水力地方電化事業における運用上の検討事項

オフグリッド地方電化事業の財務収益改善には、次の3段階の検討が必要であり、これに基づく公共機関と参画する民間企業の事業費用分担、リスク分担を決定する。

電気料金設定

補助金の導入

事業リスクの軽減

村落開発と電化事業融合の検討

(1) 電気料金設定

ラオスのオフグリッドでは、通常 EDL よりも高い電気料金が設定されている。民間参入の奨励は地域独占による高い料金が消費者に継続的に課される可能性が高いが、現実にはそうした危惧よりも、地方電化参入に民間企業が関心を持つかが大きな問題である。

料金の問題についての議論は、第 2.7.3 章 (1) で述べるように、住民の大多数の支払い能力と支払い意思額から設定しなければならない。貧困削減の視点から、電化対象世帯数の 80%-90% が加入できる価格に設定する必要がある。

(2) 補助金の導入

適正な料金を設定した後は、その料金が得られる収入を想定し、不足分を補助金とする必要がある。補助金は定額制と従量制が考えられるが、電力需要リスク、報告義務のモラルハザードを避けるためには定額制が経済合理性に適っている。

(3) 事業リスクの軽減

民間企業を勧誘する際に重要なもう一つの要素は、事業リスクの軽減という問題である。規模を問わず水力発電全般にいえる最も大きなリスクは河川流量の変化である。このリス

クを全て民間側に負わせる形では、参加企業を集めることができず PPP は実現しない。MIH/DOE の責任で発電計画を立案し、パラメータの公表と共に入札を行うため、流量不足などの計画パラメータの未達は政府の責任ということになる。一方、営業不足、あるいはマネジメントの失敗による契約世帯数及び売電量の不足による赤字は、経営者の責任となる。リスクの分担を明確に示すことが官民パートナーシップを成功に導くための鍵ということができる。

政府の対策としてまず必要なのは小水力事業の投資コスト回収負担を軽減し、かつ其の他諸々のリスクを取り除くような対策をとることである。そうした対策が採られてはじめて、民間セクターが小水力事業に参加するようになるであろう。

(4) 村落開発と電化事業融合の検討

電化は、村落開発の必要条件であるが、十分条件ではない。電化のみですぐさま地域の生産性が向上し、ひいては所得向上につながることはならない。電灯需要だけでなく、電動力が必要となる産業に活用されて初めて生産性改善につながるようになる。

必要な電力設備容量はピーク電力需要によって規定され、農村ではピーク需要は夕食時に現れるのが一般的である。供給能力の指標ともいえるキャパシティファクターを 20%前後で活用させるため、産業活動による昼間の電力需要を増加させることが必要である。すなわち、小水力地方電化プロジェクトの経済性向上と産業開発は表裏一体の関係にある。

そのため、下記の通り村落開発事業と小水力プロジェクトを統合させることも、電化促進手段の一つとなる。

- 灌漑事業との統合型プロジェクト
- 村道建設事業との統合型プロジェクト

2.5 小水力地方電化事業スキームの提案

2.5.1 小水力地方電化事業に対する PPP スキームの適用可能性

(1) 概要

ラオス政府はかつて、電力供給事業を 100%政府出資に限定していたが、資金不足による事業の停滞を解消するため、1990年に同事業を外資に開放した。これにより、外資系の独立発電事業者(IPP)が世界銀行や ADB の融資を受けて大規模水力発電事業へと参入してきた。

小水力発電地方電化プロジェクトの場合、これまで殆どが完全に政府の所有・運営を行ってきた。こうした方式が一般的であったのは、地方電化の持つ福利厚生的な目的があったことに加え、事業としての金銭的な魅力の欠如が民間の参入を刺激してこなかったからである。

(2) 電力 PPP スキームの形態

以下にラオスの地方電化事業において選択し得る民活モデルを概観する。

No.	契約形態	契約の概要	ラオスへの適用
1	マネージメント契約 (Management Contract Model)	既にある設備について、運営または維持管理に関する一定のリスクと責任を民間企業体に移管する契約形態。資産の所有は同じく公共セクター側が所有することになる。 移管される業務としては、課金および料金徴収、一部施設の運営・維持管理などが考えられる。	ラオスの電力セクターの場合、EdL が一部維持管理業務、僻地における課金・料金徴収などを委託している事例がある。 運営契約では、政府がすべての投資に責任を負うため、民間企業体は初期投資を含む設備投資には関与しない。
2	リース契約 (Lease Contract Model)	施設が完成した後、一定の契約期間、民間企業体に設備をリースし、営業権を移管する契約。民間企業体は初期投資には関与しない。リース契約を結んだ場合、公共セクターはインフラ資産の所有権を引き続き保有するとともに、施設の拡張に要する資金を負担する義務を引き続き負う。 一方、契約が適用される地域内にある施設を民間企業体の運営業者に賃貸するとともに、その運営と維持を一定の期間にわたって全面的に委託する。	ラオスでは一般的ではない。請負業者は、公共セクターにリース料金を支払う代わりに、担当する地域内の需要家に請求書を送付するとともに電気料金の徴収を行うことができる。 リース契約では、発送配電施設・設備の改修費用は民間業者が調達しなければならないのが通例である。
3	コンセッション契約 (Concession Model)	建設資金の一部あるいは全額を民間が負担する代わりに、当該国の電力法に則って営業権を一定期間、民間に譲渡する契約。民間業者はコンセッション・フィーを政府などに支払う代わりに、末端需要家および売電先から料金徴収を行うことができる。	近年のラオスにおける大規模水力の多くはコンセッション契約(主に BOT)を締結した民間企業体が実施している。コンセッション契約には、民間企業が施設を建設/所有し、資金を回収したあとで官に譲渡する BOT 方式、民間企業が施設を建設したうえで所有し、一定期間にわたって管理・運営し、資金を回収したあとで官に譲渡する BOOT 方式などが含まれる。 また、大規模回収が必要な設備或いは故障したまま放置されている設備のリハビリと営業権の移管をセットにした Rehabilitation-Own-Transfer (ROT 契約)もコンセッション契約に含まれる。
4	民間電力サービス会社モデル (ESCO Model)	ESCO とは Electricity Supply Company の略称で、個人および民間企業体が発電設備、および配電設備を含む小規模システムを所有し、電力供給を行うモデルを指している。 隣国のカンボジアでは REE (Rural Electricity Enterprise) と呼ばれており、発電設備としてはディーゼル発電機が大部分を占めている。	ラオスでも、MIH と契約した 6 つの ESCOs が存在しており、2003 年末時点で 125 村、4,691 世帯を電化している。ラオスの場合、配電設備が不要な戸別太陽電池を中心とし実施されているが、小水力(75kW 程度)を電源とした小規模システムの適用事例もある。 ESCO はエネルギー省の OPS のもと実施されており、初期投資には GEF (Global Environment Fund) の資金が活用されている。通常、受益者は施設の運営・維持管理にかかる費用を中心に負担している。ESCO モデルは、ラオスにおいて実際に活用されており、成功事例も多く見られるモデルであるが、100kW クラスへの適用事例は少なく、MW クラスへの適用事例は無い。この契約形式は既に述べたコンセッション契約の BOO 方式 (Build Own Operate) に分類することができる。

No.	契約形態	契約の概要	ラオスへの適用
5	村落組織・協同組合モデル (Village Organization/ Cooperative Model)	<p>労働力やサイトで利用可能な資材および初期投資の一部(5~10%)を村落組織あるいは協同組合が負担・出資し、残りの金額を政府或いは国際機関からの補助金で賄う場合が多い。</p> <p>受益者のニーズを反映しやすく、施設の維持管理に対する適正なインセンティブが働く。一方、村落組織の技術面・運営面の能力不足が問題となる。</p>	<p>ラオスの場合、貧困削減基金(Poverty Reduction Fund)の資金を活用した住民組織が、上水道や衛生施設を行っている事例は多数見られる。ただし、水力発電設備・配電設備の運営・維持管理には、一定水準以上の知識・技術力が必要であるため、外部からのサポートが不可欠となる。</p> <p>なお、村落組織(VO: Village Organization)ではなく、需要家のみが資産を所有する場合は協同組合モデル(Cooperative Model)と規定できる。</p>

参考資料: Rural Electrification Frameworks Study, November 2004, Maunsell

現在の電力法によると、完全な所有系である BOO による民間の電力セクターへの参入は認められていない。BOT は法律にも規定されているが、小水力事業の場合、営利的な魅力度は更に低いものである。営利期間は限られているにもかかわらず、立上げの際などのリスクはすべて民間側で負うことになっているからである。

リース契約スキームおよびマネジメント契約の運営形態では、全ての所有は政府である。すなわち、建設の際に伴うリスクは全て政府側に属することになる。一方、運営に関するリスクは全て請負う民間側が担うことになる。小水力発電・配電の場合には独占の可能性ではなく、運営の財務的安定のほうが緊急の課題である。財務的なインセンティブなしには民間導入も単なるフィクションである。財産の所有と運営との分離は補助金の必要度を明らかにする面も持っている。民間に運営を任せただけの場合でも、補助金と排他的な契約が前提になっている場合には公営の場合と同じ非効率的な経営につながる可能性もあるが、契約の見直し更改の可能性が現実的な契約形態の場合には経営効率の改善が期待できる。

リース、マネジメント契約のモデルはコストオーバーラン、事故といった立ち上げ時のリスク、あるいは洪水などの運営時のリスクをも政府側で負うため、運営側の民間には利益追求可能性がでてくる。このため参加が容易になるというメリットがある。中央政府にとっては地方に点在する小規模なプロジェクトの管理はコストがかかりすぎるものである。一方、地方政府は財政基盤が小さいために管理が困難である。

こうしたハイブリッド型の優位性は他にもある。特にグラント、ODA ローンの可能性を残す点である。BOO あるいは BOT の場合には ODA ソフトローン、グラントを受ける可能性は全くないが、ハイブリッド型の場合に所有は公のものとして留めるために、こうした従来の ODA の資金調達の可能性もある一方で、運営を民間に委ねることも可能となる。

一般的に、政府直営に比べて、コミュニティによる運営の方がアカウントビリティ、効率および柔軟性において優れている。一方、政府の方が背景にある資源の規模(財政、人材)でより大きなものを有している。しかしながら、現実にはラオスでは政府は資源の蓄えがなく、小水力において必要な修理とか定期保守のための出費も人材の手当てもできなかった。政府保有の利点がないのであれば、コミュニティ参加と運用方法も真剣に検討されなければならない。

(3) 小水力地方電化事業への PPP スキームの適用可能性

表に示した 5 つのモデルのうち、十分な収益性があるグリッド型水力プロジェクトについては、「3.コンセッション契約モデル」の適用が考えられる。発電した電力を EDL に売電する際の単価としては 4.0~4.5 ¢/kWh を期待できるのに対し、Pre-F/S が行われた 5 件のうち Nam Gnong を除く 4 件(Nam Long, Nam Boung 2, Nam Sim, Nam Ham 2)の発電単価は 2.20~3.53 ¢/kWh となっている。これら 4 件については、民間投資家はコストを回収した上で十分なリターンを得ることが可能であると考えられ、十分に民間投資家の興味を引くことができると考えられる。

一方、発電単価が 20.2~29.2 ¢/kWh、FIRR が-6.87~-12.75%と収益性がないオフ・グリッド型の水力プロジェクト 6 件については、政府や基金などからの補助金が不可欠となる。また、グリッド型プロジェクトに比べて事業規模が小さいことから、「4.民間電力サービス会社モデル」、「5.村落組織・協同組合モデル」の適用が想定できる。村落組織・共同組合モデルの場合については、技術力・資金力とも期待できないことから、Nam Likna (50 kW)のように比較的規模が小さい水力発電所への関与に限定されると思われる。

なお、「1.マネジメント契約モデル」、「2.リース契約モデル」については、民間企業体が請負うのは、完成後の施設の運営・維持管理などであり初期投資への貢献はない。そのため、地方電化のための資金に民間資金を導入するという目的は達成できないが、EDL のアンバンドリングが進む中、運営維持管理業務を民間委託する方式として注目される。

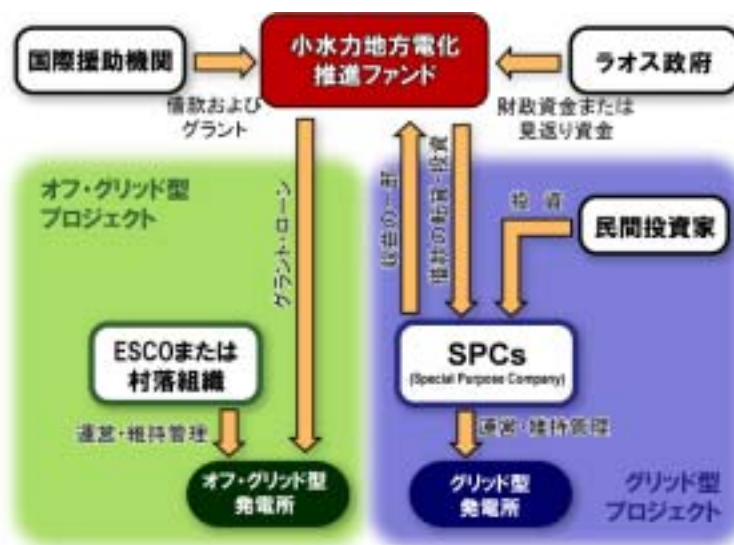
2.5.2 ファンド設立による小水力地方電化推進の提案

(1) 提案される小水力地方電化推進ファンドの基本理念

本ファンドの基本構想は、利益が上がるグリッド型案件からの収益で、利益が上がらないものの貧困削減に資するところの大きいオフ・グリッド型案件の赤字を補填することによって、全体として収益を維持し、持続性を図ろうとするものである(下図参照)。

ファンドへの拠出は、日本政府を含むドナーからのグラント及び譲許性の高いローン、それにラオス政府からの財政資金・見返り資金あるいは他の電力事業収入によって行われることが期待される。

ファンドのプロジェクトへの資金支援は、グリッド案件、オフ・グリッド案件共に実施するものであるが、資金支援の形態・条件は、その案件の採算性によって決められる。



小水力地方電化推進ファンド概念図

また、ファンドには各プロジェクトからの売電収入などの収益がある。それらの収益は集められて、採算性の低いプロジェクトの赤字補填に使用されると共に、新規のプロジェクトの建設資金にも充てられる。

ファンドは、資金支援のみならず、技術支援を行う。ファンドの資金支援・技術支援は、各プロジェクトの実施主体に対して実施される。実施主体は、オフ・グリッド案件の場合、ESCO、村落組織。グリッド案件では、民間会社などで構成される特定目的会社(SPC: Special Purpose Company)等が考えられる。

(2) 世銀の地方電化基金(REF)との関係

ラオスの地方電化推進のために、世銀は地方電化基金 (REF: Rural Electrification Fund)を設立しており、パイロット・プロジェクトに対して約百万ドルのグラントを供与している。REFは、家庭での照明用の SHS の普及を主目的としており、2005年8月に政府承認されたため、近く本格稼働する予定である。

REFはこれまでに、パイロット・プロジェクトを通じて SHS パネルを約 4,000 世帯に供与した。本格稼働においてはソーラー発電を主体としているが、それ以外の再生エネルギーも対象としている。しかし、小水力発電は発電容量が大きい(エネルギー源として使用できる)だけに、建設コストも格段に高くなることから、資金規模の小さい REF が対象とするには無理があるものと思われる。世銀と協議したところ、小水力発電を目的としてファンドを作ることは歓迎されることであり、共通の目的、即ち貧困地域の電化に向かって 2 つのファンドが運営されることはむしろ競争原理が働いていいのではないかという結論となっている。

(3) ファンドの組織および資金の流れ

グリッド案件の実施

十分な収益性を期待できるグリッド案件については、政府が民間投資家に一定期間の事業権を与えることができるコンセッション契約(例えば BOT)の適用が妥当であると考えられる。発電所の初期投資は、政府経由で SPC に転貸される国際援助機関からのローン、民間およびラオス政府からの投資によって賄われる。SPC はコンセッション期間(例えば 25 ~ 30 年)の間、事業権を保有し、EDL への電力卸売りによる電力販売を収入源とする。

設備投資および完成後の施設の運営・維持管理は、コンセッションを受けた投資家グループが設立した特別目的会社(Special Purpose Company : SPC)が行うことになる。

SPC は電力販売によって得られる利益の一部をコンセッション・フィーなどのかたちでファンドに支払う。また、投資をおこなった民間投資家およびラオス政府に対しては、配当を支払うことになる。

オフ・グリッド案件の実施

オフ・グリッドの発電所は ODA のグラントおよびローン、それにラオス側からの財政資金・ノンプロ無償の見返り資金等によって建設される。将来的に、ファンドに十分な水準の留保金が蓄えられた後は、ファンドが新規のオフ・グリッド発電所の建設資金を拠出することが期待される。

発電所完成後は、ファンドが設備を保有し運営・維持管理を行う。運営・維持管理については、必要に応じて ESCO または村落組織に委託することが想定される。

ラオス政府の役割

政府は、財政資金またはノンプロ無償の見返り資金を原資としてファンドに資金を拠出する。ファンドは、グリッド型案件の運営主体である SPC に投資する。グリッド型案件が稼働を開始すると、政府は SPC から配当をファンド経由で受け取ることになるが、その資金は、新規のオフ・グリッド型案件の建設に充当される。

小水力電化推進ファンドの役割

小水力地方電化推進ファンドは、グリッド案件から生じる利益の一部を SPC から受け取る。ファンドは、こうして蓄えられた留保金を活用してオフ・グリッド案件から生じる赤字を補填する。将来的に留保金が十分に積み立てられた後は、ファンドは ODA キャッシュ・グラントに代わり新規オフ・グリッド案件に対して建設費に対する補助金を支出するようになる。

2.6 CDM 適用による資金調達

2.6.1 CDM 事業化検討の背景

オフグリッド小水力発電事業の最大の障害は、プロジェクトの初期費用や維持管理費用の調達である。国際援助機関によりプロジェクト設備の建設がなされたとしても、維持管理費用の調達ができずに放置された事例は多い。ここでは、これら管理費用の一部を温室効果ガス排出権クレジット(CER)売却による資金でカバーする可能性を検討した。

また、投資の障害を「追加性」とした小規模 CDM で、ラオス国での小水力発電計画で認定されれば、ODA 財源にのみ建設費用を頼っていた地方電化事業が、民間主導の SPP 事業として促進されることも期待される。

しかし CDM は整備途上の制度とも言え、CDM 事業として正式に認められるために必要な CDM 理事会への承認申請や CER 発行手続き等、手探り状態であるのが現状である。その一方で、2005 年 2 月 16 日に京都議定書が発効し、温室効果ガス排出削減の達成を迫られる日本にとって、CER の確保は喫緊の課題となりつつあるため、小水力発電計画を CDM 事業化できる可能性は高い。

2.6.2 ODA 事業における小規模 CDM の効果的な活用

「ODA 資金の CDM 事業への流用」が国際的な取扱いルール上問題となっている。これに対し日本政府は、ODA 資金を CDM 事業に適用した場合でも、得られた CER を ODA 資金とは別財源で買い取ることで、上述の ODA 資金の流用に当たらないという見解を示している。

他方、CDM 事業の多くは、民間企業を中心とした営利目的であり、大規模な GHG 排出削減量が得られるもののみに関心が集まり、その絶対量が小さい地方電化事業への CDM 適用は注目されていない。本調査での持続的な発展が求められる ODA 事業で、小規模 CDM スキームの特長を活かし、ODA 事業における CDM を活用した新しい事業形態を提案すると共に、CDM が GHG 排出削減だけでなく貧困削減へも寄与することを証明した。

2.6.3 持続的な住民参加を促す CDM の活用

ODA 事業では、途上国の貧困撲滅や持続的な発展への寄与のため、無償や低利の有償により社会インフラ施設を提供している。しかしながら提供された施設の中には、維持管理までの資金が供与されないことから、周辺住民による維持管理も行われず、施設の劣化に伴い無用の長物へと変化しているものもある。持続的に周辺住民が事業運営に参加することは、ODA 事業の成否を左右する重要な要因である。

このため、CDM 適用による CER を持続的な小水力発電事業へのインセンティブとして活用することを提案する。

2.6.4 CDM 資金の流れと財務便益試算

(1) CDM 資金の流れ

CDM 事業として認定されれば、排出削減量に応じた CER はプロジェクトが完成し発電を開始した時点でモニタリングされ発行される。CER による資金調達方法は、先物(クレジット買取の前払い)と確定(CER 発行後の ET による換金)の2通りに大別できる。

先物取引としては、予定 CER を担保に、2004 年 12 月に設立された基金の事業会社「日本カーボンファイナンス」などを通じて、この「日本温暖化ガス削減基金」をプロジェクト・ファイナンスの一部として資金調達を行う。これをキャッシュフロー・モデルに組み込めば、投資家にとっての収益性は改善される。

また、上記の先物取引として CER が売却できなかったケースも想定される。この場合は、発電量に応じて毎年 CER が発行されるので、確定取引として売却収入が得られる。このケースでは、発電開始と同時に、21 年間で得られる全 CER が換金できた場合の年平均額が、売電収入と同様に発電会社に入金されるという想定で経済財務計算を行っている。

(2) 財務便益試算

ここでは、21年間分の CDM クレジットの 50%を前払いで受け取るケース、前払いを受けない通常通りケースの 2 通りについて分析を行った。その結果は、グリッド型の Nam Ham 2 水力の場合では、FIRR が 0.94～1.92% point 向上、10%の割引率で計算した NPV も 115,154～200,400 ドル向上した。オフ・グリッド型のうち Nam Ou Neua 水力については小さいながらもある程度の収益性が向上しているが、Nam Likna 水力の場合、得られる CDM クレジットが手続きにかかる費用を下回っているため、逆に収益性が悪化する結果となった。

ラオス国の CDM への取組状況

京都議定書

ラオス国は、2003年2月6日付けで京都議定書を批准した。ラオス国は、京都議定書の非付属書 I 国として位置付けられており、地球温暖化ガスの排出削減の義務は課されていない。

ただし、気候変動に関する国連枠組み条約(The United Nations Framework Convention On Climate Change : UNFCCC)によれば、2003年3月20日現在、ラオスは、京都議定書に関して、批准(Ratification)、受諾(Acceptance)、承認(Approval)、加入(Accession)のうち「加入」という最も低いレベルでの受け入れを表明している。

国家指定機関(DNA)

ラオス国内の CDM に係わる中核的な調整機関として、内閣府科学技術環境庁(STEA)が指名されている。また、国家指定機関(Designated National Authority: DNA)も、STEA が行うこととなっている。ラオスにおける GHG への関心は、1992年の「リオ地球サミット」から始まっている。そして、「ラオス国 GHG 調査プロジェクト」が設置され、その後、STEA の中には「国家 GHG 調査委員会」とその作業部会が設置された。これらのメンバーは、各省庁からの代表者によって構成されている。GHG の政策やプログラムは、ラオス国 GHG 調査プロジェクトの調査分析に基づいて、設定されている。

ラオス国の GHG 緩和計画

現在、ラオスでは CO₂ に関する具体的な指針は、気候変動枠組条約(UNFCCC)に基づき書かれている。当面のラオス政府の方針は、次のようなものである。

- 気候変動に関する関心高揚活動
- GHG 緩和計画の実施
- 気温、雨量、河川流量などの気象データの定期的な測定
- 気候変動に関する国際機関との協調

なお、現在のラオスの GHG 緩和計画では、あくまで、手法はコスト比較におい選択し、ラオス経済が GHG 緩和計画を吸収できる範囲、すなわちラオス経済の発展に影響しない範囲で行われるとしている。

電力セクターでの CDM

電力関係の CDM に係わる関係機関としては、規制機関として工業手工芸省電力局(MIH)、実施機関として電力公社(EDL)が挙げられる。また、実施にラオス国以外からの投資の窓口として、計画協力委員会(CPI)が位置付けられており、外国からの投資の促進、管理等を担当している。

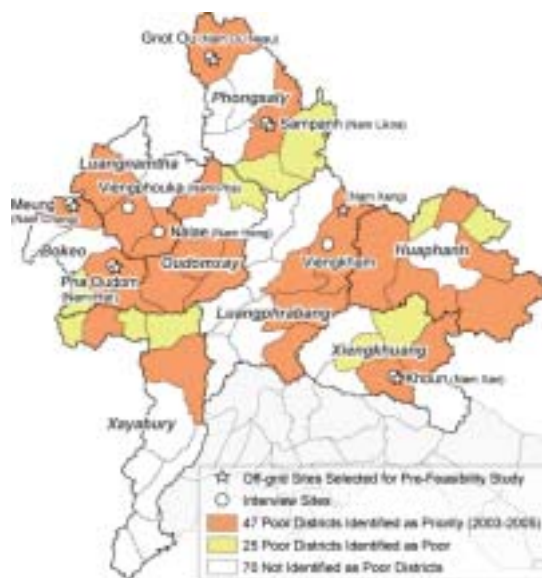
CDM により、外国からラオス国への投資促進が期待できるため、MIH、EDL に関しては、概ね、CDM を歓迎する状況である。しかし、CDM 受入のための具体的な体制、手続きの整備等は取られていない。一方、STEA は、DNA とはなっているものの、CDM に関する理解が十分でなく、人的・資金的に十分な体制が整備されていない状況である。

2.7 地方電化を通じた貧困削減に関する提案

2.7.1 貧困削減に向けたラオス政府の政策

ラオス政府は貧困削減、特に地方部、少数民族における貧困削減を重点目標としている。政府が、国家開発の重要課題の一部として 2003 年 9 月に作成した国家貧困削減計画 (The National Poverty Eradication Program: NPEP)では、72 ヶ所の郡が貧困郡として指定され、そのうち 45 郡が 2003～05 年における優先地域として指定されている。

右図は、北部 8 県における貧困郡の分布を明示したものである。今回の調査で対象地域となった 8 つの郡は、貧困地区であり全て優先地域として選定されている。このことから、本マスタープラン調査において選定された候補地は、政府の開発計画に合致しており、事業実施を通じた貧困削減への貢献が望まれている。



北部 8 県における貧困郡の分布

2.7.2 対象村落における貧困状況

本調査では、村落社会経済調査によって収集された世帯あたりの消費データを基に、貧困に関する分析を行った。ここで、消費 (Consumption)とは自給している食料、などを貨幣価値に換算したものに支出をくわえることにより算出される金額を指している。農村部の場合、支出 (Expenditure)と消費の差は、自給している米、野菜、家畜の肉、卵、ミルクなどの金額の差となる。消費は、世帯の生活水準を把握するために必要な情報で、ラオスの場合貧困であるか否かを判断するためにも活用されている。各調査対象地区の消費パターンについては、Supporting Data File(Part-B)を参照。

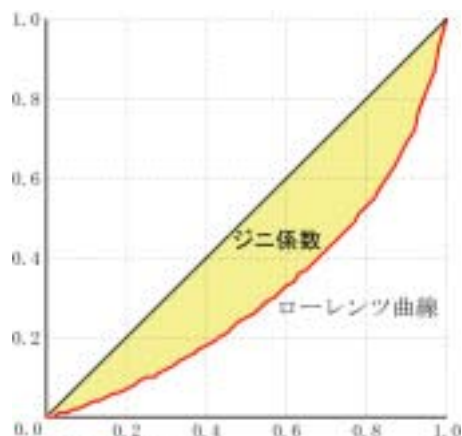
ラオス政府が設定した 1997/98 年の貧困ライン(一人あたりの消費量が 1 ヶ月当たり 20,417 Kip)および消費者物価指数を用いて、2004 年 12 月における貧困ライン¹を 116,517 Kip (11.23 ドル)と推定した。この貧困ラインを用いた場合、調査対象地域の貧困世帯率(貧困世帯数÷総世帯数)は、以下の通り推定できる。貧困世帯率は、Sampanh (8.3%)や Viengkham (10.0%)において低く、Khoum (33.3%)、Nalae (38.3%)において高いという結果になった。

また、本調査では、貧困度合いの格差を明らかにするために、消費をベースとしたジニ係数を算出した。ジニ係数とは、社会における所得分配などの不平等さを測る指標のことで、係数が大きくなるほど、不平等さが高いことを意味する。数値は 0 から 1 の範囲をとる。たとえば、0 の時には完全な「平等」つまり皆同じ所得を得ている状態を、1 の時には完全な「不平

¹ 都市部の貧困ライン (国家統計局の定義に従った場合、調査対象となった郡センターは都市部に分類される)

等」つまり 1 人が全所得を独占している状態を示す。ジニ係数は、ローレンツ曲線と対角線に囲まれた面積で求められる(右図参照)。

調査対象地域のジニ係数の平均値は 0.351 で、ラオス全体の平均(0.371)や他の東南アジア諸国²に比べて小さく、比較的世帯間格差が少ないことが分かった。世帯間の格差が最も大きいのは最も裕福な郡の一つである Viengkham (0.383)で、逆に比較的貧しい Viengphouka (0.236)、Nalae (0.256)では、世帯間の格差が小さいことが明らかになった。



出典: JICA調査団
Viengkham のローレンツ曲線とジニ係数

調査対象地域における貧困世帯率およびジニ係数

郡名	サンプル数	一人あたり消費 (Kip 1,000/月) [*]			
Pha Oudom	60 世帯	1,157.9 ± 41.1	16 世帯	26.7%	0.305
Meung	60 世帯	1,113.7 ± 33.9	17 世帯	28.3%	0.348
Viengphouka	59 世帯	1,059.0 ± 18.0	9 世帯	15.3%	0.236
Nalae	60 世帯	0,868.6 ± 15.5	23 世帯	38.3%	0.256
Viengkham	60 世帯	1,985.3 ± 95.7	6 世帯	10.0%	0.383
Khoun	60 世帯	1,047.4 ± 34.5	25 世帯	33.3%	0.330
Sampanh	60 世帯	1,485.7 ± 83.7	5 世帯	8.3%	0.359
Gnot Ou	60 世帯	1,236.1 ± 27.7	19 世帯	31.7%	0.332
調査対象地域平均	479 世帯	1,244.6 ± 87.6	124 世帯	25.9%	0.351
ラオス平均 ^{**}		1,292.1 ± 59.8	-	-	0.371

^{*} 範囲は 95%信頼区間を示している。

^{**} ラオス全体の一人当たり消費量は、国家統計局の LECS III から、ジニ係数は世界銀行の"East Asia Update 2005"より引用
出典: JICA 調査団

2.7.3 地方電化を通じた貧困削減・地域振興に関する提案

(1) オフ・グリッドにおける料金設定に関する政策提言

オフ・グリッドの電気料金設定のガイドライン作成

ラオスでは、EDL が管轄している電力事業の場合、電気料金は全国一律に設定されているものの、オフ・グリッドの電気料金の設定は規制されておらず、各主体が独自の料金を設定しているのが現状である。将来的には、オフ・グリッドの電力事業への民間参入なども想定されるが、商業的な利潤のみを追求するような料金設定を行った場合、貧困層が受益できないことも想定される。現に、隣国であるカンボジアでは、ディーゼル発電機を電源とした民間事業者(REE: Rural Electricity Enterprise)による高額な電気料金が問題視されている。

² 東南アジア諸国のジニ係数 インドネシア: 0.354 (2004 年)、マレーシア: 0.491% (2004 年)、Philippines: 0.462 (2000 年)、ベトナム: 0.375 (2004 年)、カンボジア: 0.460 (2004 年)、タイ: 0.414 (2004 年) 出典: 世界銀行

こうしたことを鑑みると、オフ・グリッドの電力事業に対しても、ある程度の料金設定にかかる規制が必要となると思われる。ガイドライン作成に向けては、本調査で推計した WTP、ATP などの事例、世銀による ESCO 事業における料金設定などの事例を参考にして料金水準を設定すると共に、以下の事項について配慮することが望ましい。

接続料金の分割払い

一般的に地方部の住民は、毎月の電気料金については支払うことができるものの、高額な加入料については、支払いが困難であることが多い。本調査において実施した村落社会調査によると、電気料金に対する WTP よりも接続料金に対する WTP おいて貧困層と非貧困層の乖離が大きいことが確認されている。事業の裨益効果をより幅広く波及させ貧困削減に資するためには、貧困世帯或いは希望する世帯に対して接続料金の分割払いによる支払いを認めることが望ましい。

電灯需要のみの世帯向けには定額制、電灯以外も使用する世帯には従量制で課金

都市部の電力事業であれば、各世帯には電力メーターを設置し、従量制で電気料金を課金している。農村部の貧困層の場合でも、テレビ、扇風機、アイロンなどの家電製品を使用するような世帯向けには電力メーターを設置し従量制による課金が望ましい。一方、照明のみの使用を希望する貧困世帯に対しては、電力メーターを設置せずに毎月 1~2 ドル程度^{*3}の定額料金を課金することが望ましい。このことは、検針や料金計算の手間を省くことにも寄与する。また、電力メーターを設置しない契約を希望するような貧困世帯に対しては、メーター設置にかかるコストが不要となるため、接続料金を大幅に引き下げることとも可能であると考えられる^{*4}。

商工業用電気料金の低廉設定

多くの途上国では、貧困層への配慮および政治的介入の結果、家庭用電気料金が不当に低く抑えられている代わりに商工業向けの電気料金が高額に設定されている。EDL の料金の場合においても、同様の方針がとられている。地方部における電気を利用した生計向上に寄与するためには、商工業向けの電気料金の単価を低く設定することが望ましい。特に、小水力発電の場合、オフピーク時の電力を有効活用する観点からも、オフピーク時の商工業・灌漑向け料金の低価格設定が望ましい。

灌漑向け電気料金の低価格設定

ラオスの山岳地域では、地形的制約および焼畑用途の土地利用規制などによって余剰米の生産は容易ではない。また、マーケットへのアクセスの問題などもあり、農作物の生産は自給的性格が強い。そのため、コストがかかる電気ポンプを利用した灌漑に対しては、各村落とも積極的な態度を見せていない(第 4.6 章 村落社会経済調査参照)。ただし、小水力発電の場合、ディーゼル発電とは異なり追加の燃料費がかからないためオフピークの限界費用はゼロ

³ 村落社会調査の結果によると、電力料金に対する貧困層の支払い可能額(ATP: Ability to Pay)は、1.3~2.6 ドル/月

⁴ ラオスでは、EDL がキャリブレーションを行った電力メーターのコストは約 50 ドルとされている。

に近い場合、灌漑向けの電力需要については、オフピークに使用することを条件として低廉な価格設定を行うことが望ましい⁵。

(2) 電力を通じた地域振興・生計向上に向けた政策提言

道路整備事業と電化事業の一体整備による相乗効果

村落社会調査を行ったサイトでは、水稻・陸稻栽培などの農業に加え家畜の販売や非木材林産物(NTFP: Non-Timber Forest Products)の販売による現金収入が生計に大きく貢献している。アクセスの良好な村落は、これら非木材林産物の卸売り・交易に村人が従事している他、中国人やベトナム人の仲買人に販売して現金収入を得ることができるため、生活水準が高いことが多い。

例えば、村落社会調査を行った8サイト中、唯一舗装道路が整備されている Viengkham の郡センター、Nam Ou 川沿いに位置しており舟運を生かして農産物の集散地となっている Sampanh では、こうした非木材林産物の交易が盛んであり、貧困率が低く、電力に対する支払い意志額(WTP)も高いという結果が出ている。さらに、アクセスが良く比較的豊かな村落では、雑貨店、家具製造、バイク修理店、食堂などの経営者が自家発電設備を利用して収入を得ているケースが数多くみられた。以上、詳細については第4.6章 村落社会経済調査および Supporting Data File (Part-B)参照。

電化事業を実施する際には、WTP が比較的高く、電力を利用して生計向上を図ることができる可能性が高いアクセシビリティの高い地域を優先的に選定することが望ましい。逆に、電化事業によって貧困削減を目指す場合、道路事業と一体的に事業を実施することによって両者の相乗効果が発現するような配慮が望まれる。

電力を利用した商売の起業に対するマイクロクレジットの供与

ラオスの地方部では、ラオス農村開発銀行が主体となってマイクロクレジットの供与および生産にかかる技術指導を行っている。例えば、ルアンプラバン県 Viengkham 郡 Vang Sae 村の場合、織物を作成に従事している女性数名のグループに対して機織機や材料購入などにかかる少額の費用を融資し、デザイン面や技術面での指導が行われている。

電力を利用して、商売を行いたいあるいは電気ポンプを利用した灌漑を行いたいと考えている住民あるいは住民組織に対して同様の資金貸し付けおよび技術的支援を行う仕組みの確立が望まれる。灌漑・農産加工に関するクレジットの資金ソース・技術指導については、農業開発銀行の協力を得ることが望ましい。その他の小規模商工業については、第2.5.2章において提案している地方電化小水力基金による協力なども考えられる。

⁵ インド、パキスタンなどでは、政治的介入もあり灌漑向けの電力料金が不当にやすく設定されているケースが多く見られる。例えば、低所得地域である乾燥地帯のパキスタン西部パロチスタン州では、灌漑向け料金は固定料金でメーターさえ設置されていない。そのため、灌漑向けの電力消費量が全体の40%を超え、地下水の過剰くみ上げによる水位低下などの悪影響が生じている。ラオス北部の場合、地形的制約から大規模灌漑は難しく、水量も豊富であるため同様の問題は起こりにくいと思われる。ただし、必要に応じて住民による水利組合などの結成などによる効率的利用に向けた施策が必要となると思われる。