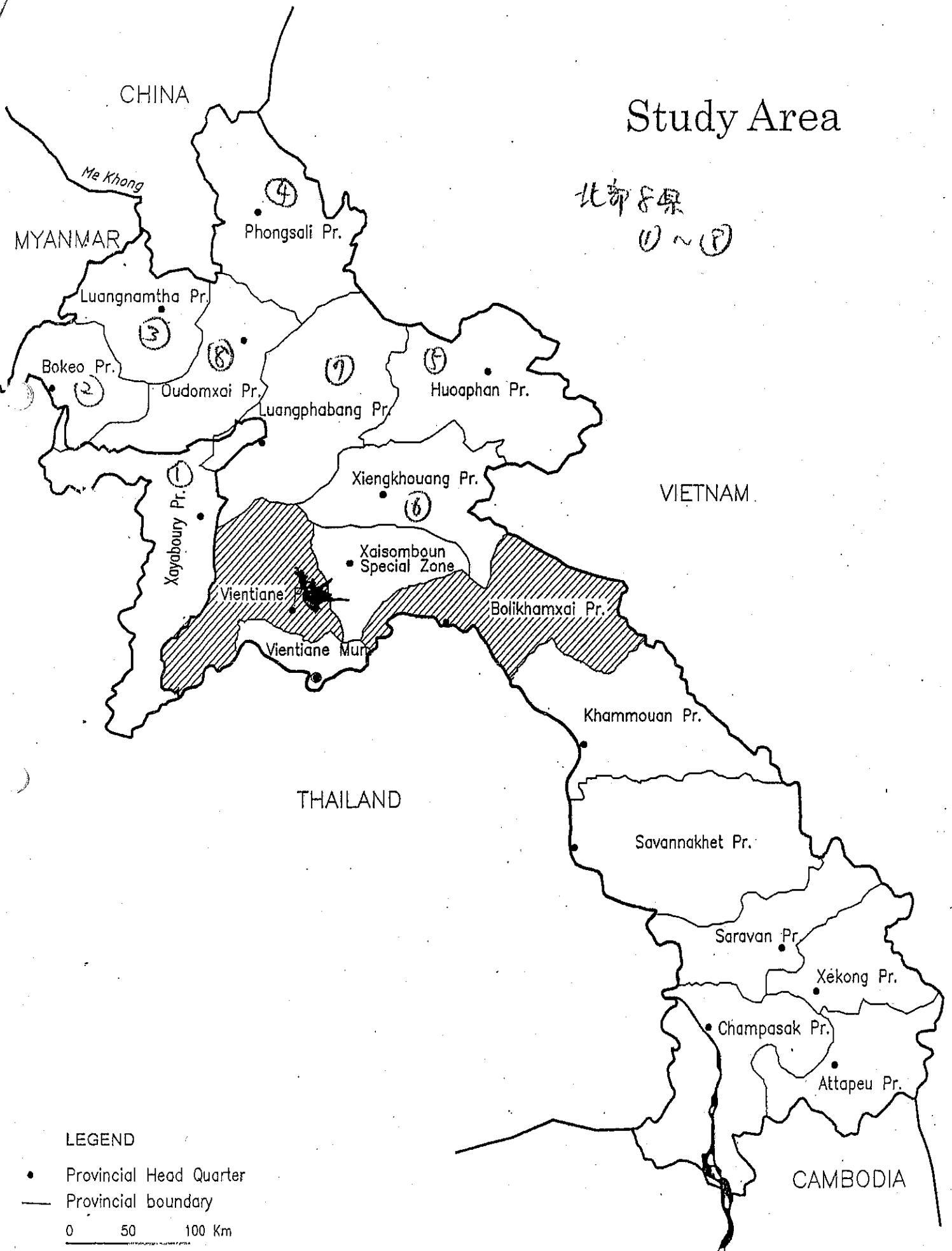


ラオス人民民主共和国
北部小水力発電計画策定調査
(プロジェクト形成基礎調査)
調査報告書

平成15年3月

Study Area

北部8県
①～⑧



LEGEND

- Provincial Head Quarter
- Provincial boundary

0 50 100 Km

目次

1	調査の背景・目的等	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	団員構成	1-2
1.4	調査日程	1-3
1.5	対処方針	1-5
2	調査結果概要	2-1
2.1	地方電化組織・制度	2-1
2.2	発電計画	2-6
2.3	事業計画	2-10
2.4	協議結果概要	2-15
3	団長所感	3-1
4	地方電化組織・制度	4-1
4.1	北部地域における地方電化政策・制度の現況と北部地方電化推進上の課題	4-1
4.2	地方電化推進組織の位置付け及び事業推進上の課題	4-6
4.3	地方電化による地域住民への裨益効果	4-8
4.4	社会環境調査	4-9
4.5	人材育成の必要性	4-9
4.6	本格調査に向けての今後の課題	4-10
5	発電計画	5-1
5.1	北部地域の電化の現況	5-1
5.2	小水力発電などオフグリッド電化推進上の課題	5-6
5.3	小水力発電計画策定に必要な基礎情報	5-8
5.4	開発可能性のある小水力発電地点	5-16
5.5	デモンストレーション・プラントの設計・建設	5-19
5.6	本格調査に向けての課題	5-21
6	事業計画	6-1
6.1	電力セクター改革の現況と地方電化財政に及ぼす影響	6-1
6.2	2020 年全国電化率 90%達成計画に関する財務上の課題	6-11

6.3 地方電化事業資金的支援措置の現況と課題（地方電化振興基金等）	6-12
6.4 地方電化実施機関の財務上の現況と課題	6-15
6.5 治安状況面での調査遂行上での課題	6-17
6.6 本格調査に向けての今後の課題	6-19
7 面談記録	7-1
8 現地視察結果	8-1
8.1 Nam Ko 小水力発電所視察(ウドムサイ県、Xai 郡)	8-1
8.2 Nam Mong 小水力発電所視察 (ルアンプラバン県、Nam Bak 郡)	8-4
8.3 Theun-Hinboun 水力発電所視察 (カムアン県、Hin Boun 郡)	8-7
9 主要面会者	9-1
10 収集資料	10-1

別添資料

- 別添 1 署名した M/M
- 別添 2 DOE 提示の小水力地点ポテンシャルリスト

参考資料

- 参考資料 1 DOEプレゼンテーション資料（Power Strategy and Northern Expansion Plan）
- 参考資料 2 LAO POWER SECTOR POLICY ;STRATEGY FOR IMPLEMENTING SECTOR STRENGTHENING （DRAFT 6）

1 調査の背景・目的等

1.1 調査の背景

- (1) ラオス人民民主共和国は、GDP 約 1,813 百万ドル、一人当たり GNP は約 329 ドルである後発開発途上国（LDC）の一つである。同国は、発電設備の 97%以上が水力発電によるものであるが、理論上の包蔵水力 20,000MW とされながらもその 3%の 643MW が開発されているにすぎない。
- (2) 2001 年 9 月現在、同国の全体の電化率は 36%であり、農山村部においては約 20%であり、最も電化の遅れている北部地域では約 7%程度にとどまっている。
- (3) 同国は 1997 年に電力法(Electricity Law)を制定し、2000kW 以下の電化事業については、電力公社（EDL）以外の県・郡又は民間の参入が認められている。
- (4) 同国は 2020 年までに全国の電化率を 90%に引き上げ、国民の 80%以上が居住する農山村部の貧困削減、生活水準の向上を図ろうとしている。
- (5) 要請のあった北部 8 県は特に電化率の低い山岳地であり、人口が点在しているなどの要因により、オフグリッドによる小水力発電による電化が有望視されている。
- (6) 今般、以下の事項による電化計画策定調査の要請が同国からあった。

ア 調査対象：北部 8 県（Province）

（ポンサリ、ルアンナムタ、ウドムサイ、ボケオ、ルアンパバン、フォアパン、サヤボウリ、シエンクアン）

イ 調査項目

- (ア) 小水力発電計画策定の基礎データ収集・分析
 - (イ) 電化対象地域の社会環境調査
 - (ウ) ポテンシャル地点の選定
 - (エ) 地点選定の評価基準作成
 - (オ) 選定された地点へのプレ F / S レベルの評価
 - (カ) デモンストレーションプラント地点の選定
 - (キ) デモンストレーションプラントの設計・建設
 - (ク) カウンターパート技術者の育成支援
 - (ケ) 小水力発電プラントへの電力技術基準の普及・促進 等
- (7) JICA はこれまで、「再生可能エネルギー利用電化計画調査」(2001 年 2 月終了)「送変電設備マスタープラン調査」(2002 年 9 月終了)等の開発調査を実施し、同国の電力供給の基本計画策定を支援してきた。
- (8) 本案件は、これらの開発調査結果も踏まえラオス北部地域の小水力発電の開発に資することが期待されている。

1.2 調査の目的

本プロジェクト形成調査の目的は、本開発調査の要請機関である工業手工芸省電力局（DOE(MIH)）等との協議等をとおして以下の事項を確認し、要請された開発調査の実施可能性及び必要性を確認することである。

- (1) 要請の背景
- (2) 要請の内容
- (3) 地方電化の現況
- (4) 地方電化の課題
- (5) 小水力発電（北部中心）の現況
- (6) 小水力発電（北部中心）の課題
- (7) 治安状況 等

1.3 団員構成

No.	Name	Job Title	Occupation	Whole dispatch Period (Dep. – Arr.)	Period in Laos (Arr. – Dep.)
1	丹羽 顕 Mr. Akira NIWA	総括 Team Leader	国際協力専門員 Development Specialist, JICA	2 Mar.- 15 Mar	3 Mar- 14 Mar
2	木戸 正巳 Mr. Masami KIDO	調査企画 Study Planning	国際協力事業団 鉱工業開発調査部 資源開発調査課 職員 Staff, JICA (Energy and Mining Development Study Division, Mining and Industrial Development Study Department)	2 Mar.- 15Mar	3 Mar.- 14Mar.
3	大瀧 克彦 Mr. Katsuhiko OTAKI	地方電化組織・制 度 Institutional Issues on Electrification	プロアクトインター ナショナル（株） Proact International Co., Ltd.	2 Mar.- 15 Mar	3 Mar- 14 Mar
4	岩橋 俊郎 Mr. Toshiro IWAHASHI	発電計画 Power Planning	復建調査設計（株） Fukken Co., Ltd.	5 Mar.- 18 Mar	6Mar- 17 Mar
5	小川 清志 Mr. Kiyoshi OGAWA	事業計画 Project Planning	九州電力（株） Kyushu Electric power Co., INC.	5 Mar.- 18 Mar	6 Mar- 17 Mar

1.4 調査日程

Schedule A (for Mr. NIWA Mr. KIDO & Mr. OTAKI)

No.	Date		Time	Activity	Accommodation
1	Mar-2	Sun	16:00 20:55	Dep.: Narita (JL703) Arr.: Bangkok	Bangkok
2	Mar-3	Mon	08:20 09:30	Dep.: Bangkok (TG690) Arr.: Vientiane Report to Embassy of Japan, JICA Office	Vientiane
3	Mar-4	Tue	AM PM	Discussions with SPC Discussions with ADB Discussions with MIH	Vientiane
4	Mar-5	Wed		Discussions with EDL	Vientiane
5	Mar-6	Thu	AM PM	Discussions with MIH Discussions with WB Internal Meeting Vientiane (QV105)15:50 →16:30Luangprabang	Luangprabang
6	Mar-7	Fri		【On-site inspection tour 】 Luangprabang → Oudomxai (4WD) Visit Province Office of MIH	Oudomxai
7	Mar-8	Sat		Visit Branch Office of EDL Visit Power Plant (Nam Ko)Office of Oudomxai Province Visit Hydropower Plant(Nam bak) Off-Grid) owned by Oudomxai Nmbak District Oudomxai → Luangprabang (4WD)	Luangprabang
8	Mar-9	Sun		Luangprabang (QV645)15:20 →16:00 Vientiane Internal Meeting Making M/M draught	Vientiane
9	Mar-10	Mon		Discussions with ADB, Discussions with MIH	Vientiane
10	Mar-11	Tue		Discussions with MIH	Vientiane
11	Mar-12	Wed		Discussions with MIH (sign M/M)	Vientiane
12	Mar-13	Thu	10:00 11:00 18:00	Report to JICA Office Report to Embassy of Japan Discussions with MIH	Vientiane
13	Mar-14	Fri	10:35 11:40 22:35	Dep.: Vientiane (TG691) Arr.: Bangkok Dep.: Bangkok (JL718)	In Plane
14	Mar-15	Sat	06:10	Arr.: Narita	

Schedule B (for Mr. IWAHASHI & Mr. OGAWA)

No.	Date		Time	Activity	Accommodation
1	Mar-5	Wed	16:00 20:55	Dep.: Narita (JL703) Arr.: Bangkok	Bangkok
2	Mar-6	Thu	08:20 09:30	Dep.: Bangkok(TG690) Arr.: Vientiane Internal Meeting Vientiane (QV105)15:50 →16:30Luangprabang	Luangprabang
3	Mar-7	Fri		【On-site inspection tour 】 Luangprabang → Oudomxai (4WD) Visit Province Office of MIH	Oudomxai
4	Mar-8	Sat		Visit Branch Office of EDL Visit Power Plant (Nam Ko)Office of Oudomxai Province Visit Hydropower Plant(Nam bak) Off-Grid) owned by Oudomxai Nmbak District Oudomxai → Luangprabang (4WD)	Luangprabang
5	Mar-9	Sun		Luangprabang (QV645)15:20 →16:00 Vientiane Internal Meeting making M/M draught	Vientiane
6	Mar-10	Mon		Discussions with ADB Discussions with MIH	Vientiane
7	Mar-11	Tue		Discussions with MIH	Vientiane
8	Mar-12	Wed		Discussions with MIH (sign M/M)	Vientiane
9	Mar-13	Thu	10:00 11:00 18:00	Report to JICA Office Report to Embassy of Japan Discussions with MIH	Vientiane
10	Mar-14	Fri		Information Collection Discussions with MIH/EDL, WB, ADB, Meritec Limited, electrowatto-ekono etc.	Vientiane
11	Mar-15	Sat		Visit toTheun-Hinboun Project site Information Collection	Vientiane
12	Mar-16	Sun		Information Collection	Vientiane
13	Mar-17	Mon	10:35 11:40 22:35	Dep.: Vientiane (TG691) Arr.: Bangkok Dep.: Bangkok (JL718)	In Plane
14	Mar-18	Tue	06:10	Arr.: Narita	

1.5 対処方針

1.5.1 プロジェクトの選定と形成

要請の背景及び内容に関連する以下の項目に関して情報収集及び分析を行い、今後の方向性についてカウンターパートと意見交換を行う。また、同協議の中で将来の優良案件となりうることが確認された場合には、本格調査の枠組み（S/W 骨子案）をまとめる。

特に、協力内容が北部 8 県にまたがる包括的な小水力開発マスタープランとなるか、一部の限定された県を対象とした小水力開発・運用の手法開発・移転となるかについては、「再生可能エネルギー利用電化計画調査」（2001 年 2 月終了）及び「送変電設備マスタープラン調査」（2002 年 9 月終了）等の開発調査との整合性、既存包蔵水力情報の整備状況並びに先方カウンターパートのニーズを見極めつつ策定する。

要請では、5MW 以下を対象となっているが、本件で想定する標準的な発電規模（100kW 未満、100kW～2000kW 等）について、まずは先方カウンターパートと確認する。

また、デモンストレーションプラントの実施については、その目的と期待効果を見極め、慎重に検討することとしたい。

（１）北部地方電化政策・制度の現況と北部地方電化推進上の課題

2020 年で世帯電化率 90%という政策目標達成のための、グリッド拡張計画(対象地域、時期、資金源など)とオフグリッド電化計画(太陽光、マイクロ水力などの計画と資金源など)の現状、さらに工業手工芸省と電力公社の分担関係、組織体制、主要ドナー（WB、ADB）の意向などを調査する。

資金対策については国家財政、ドナーとの協議状況、住民負担の考え方などを調査するほか、組織や人的資源については特に地方部(県、郡レベル)での現状を把握する必要がある。さらに、これまで JICA で実施された 2 件の開発調査で指摘された事項についてのその後の対応についても調査し、対策実行のための課題を明確化する。

（２）地方電化推進組織（県・郡）の位置付け及び事業推進上の課題

工業手工芸省の地方出先機関による地方電化関連業務について、特に組織や人員の現状を調査し、オフグリッド電化実施のための地方（県・郡）における組織体制の強化について検討する。

なかでも、オフグリッド水力について地点調査や計画立案を行うことができる技術者の有無を調査することが必要である。また、電力公社については各県の支店の組織、人員について調査し、グリッド拡張業務等における実施体制（本社との分担関係を含む）について調査する。

（３）地方電化に基づく地域住民の収入向上等

本件の実施によって如何に地域住民の貧困解消及び生活水準の向上に寄与できるかを見極めるため、地方電化によって住民の収入が増加したケースについて、ラオス政府関係者のほか、ドナー機関やそのコンサルタントなどから、具体的な事例をヒアリングする。また、電化前後の所得データなど定量的な情報の入手に努める。

（４）社会環境調査

未電化地域のアクセス条件、村落構造、平均的戸数・人口・所得、農作物、交易、教育、村落内自治組織などについて関係者からヒアリングする。

（５）カウンターパート技術者育成支援

地方電化推進の重要な課題である人材育成について、特に地方部で実際に事業推進に当たるべき技術者層の現状と強化すべき分野、また capacity building の進め方等についての考え

方を政府関係者からヒアリングする。

- (6) 小水力発電計画策定に必要な基礎情報（地形図、水文データ等）
カウンターパートに事前に依頼し、入手する。

- (7) 電化方式選定上の課題

(送配電系統接続、ディーゼル、小水力発電、その他再生可能エネルギーの最適組み合わせ等)
本要請では、包蔵水力一覧表を作成し、有望地点は pre F/S や初期環境調査を実施した後、モデル地点の開発を実施・検証する、ところまでが要請内容になっている。

このため、5MW 以下の小水力とあるが、100kW 未満と、100kW～2MW と、2MW 以上では許認可体系が異なることから、どのくらいの発電規模をターゲットとするのか絞り込むことが必要

- (8) デモンストレーションプラントの設計・建設（必要性、地点選定、仕様等）

要請では、きちんとした包蔵水力調査がなされていないにもかかわらず包蔵水力地点のリストアップに3か月、pre F/S に6か月程度と現実性に乏しい。

さらに12か月で工事完了するようなモデル地点の開発を含めており実現性に乏しいので、今一度デモンストレーションプラントの目的を整理し、仮に実施するとした場合の実現範囲を見定める必要がある。

- (9) 電力技術基準（小水力発電への適用可能性含む）

2003年5月までに策定予定の電力技術基準について現況調査を行い、本件への適用に関する先方カウンターパートの意向等を確認する。

- (10) 他ドナー（世銀、UNDP、ADB 等）による小水力発電事業

文献、現地事務所への訪問をとおして調査し、これがラオスの国家計画等へ如何に反映されているか確認する。

- (11) 開発済み小水力発電地点（北部中心）

既存調査報告書の内容及び現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

- (12) 開発可能性のある小水力発電地点（北部中心）

既存調査報告書の内容及び現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

1.5.2 情報収集

- (1) 地方電化の現況（政策、事業計画、実績、組織、制度、人員等）

5.1(1)に含む

- (2) 地方電化推進上の課題

5.1(2)アに含む

- (2) 小水力発電などオフグリッド電化の現況

既存調査報告書の内容及び現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

- (3) 水力発電などオフグリッド電化推進上の課題

既存調査報告書の内容及び現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

- (4) 2020年全国電化90%達成計画に関する財務上の課題

現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

- (5) 地方電化事業資金的支援措置の現況と課題（地方電化振興基金等）

現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

- (6) 地方電化実施機関の財務上の現況と課題

現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

- (7) 世銀主導の電力セクター改革の現況と地方電化財政に及ぼす影響

世銀及び現地カウンターパートからの情報収集をとおして調査する。

(8) 治安状況面での調査遂行上の課題

本件に関する治安面での現況及び調査遂行上の制約条件等について調査する。

1.5.3 議事録取り纏め

上記の協議の結果を議事録に取りまとめる。また、協議をとおして将来の優良案件となることが確認された場合には本格調査の枠組み（S/W 骨子案）を整理し、議事録に加える。

2 調査結果概要

2.1 地方電化組織・制度

2.1.1 北部地域における地方電化政策・制度の現況と北部地方電化推進上の課題

(1) 電力政策の所管

表 2－1 電力政策の所管

No.	組織	担当
1	工業手工芸省(MIH)電力局(DOE)	電力政策の主管 地方電化、オフグリッド電化の推進
2	ラオス電力公社(EDL)	ラオスでの電力供給事業

(2) 主要な電力政策

表 2－2 主要な電力政策

No.	政策内容
1	電力需要に対応した供給力の確保
2	電力輸出による外貨獲得
3	タイ・ベトナムとの長期電力供給契約の履行
4	国境地域の電力供給における隣接国との協力
5	発電用燃料使用の削減
6	EDL の体質強化

(3) 北部 8 県での電化状況（180 万人（総人口の 33%））

- ①オフグリッドの発電（水力、ディーゼル）：ルアンプラバン以北
- ②隣国からの輸入（タイ、中国、ベトナム）：ボケオ、サヤブリ、ルアンナムタ、ホアパン

(4) 北部での電化に関する課題

- ①電力供給地区は地域の中心地に限られており電化率は極めて低い（10%程度）
- ②ディーゼル発電だと燃料油のコストが高いため給電時間が大幅に制限される。
- ③送電線容量の制約や相手国からの供給条件の制約から、輸入量増による電化には限界がある。
- ④周辺の農村部はほとんど電化されていない。
- ⑤郡以下のレベルの電化事情を中央政府（DOE）は十分把握しきれていない。

(5) 地方電化の取り組み状況

表 2-3 地方電化の取り組み状況

No.	種別	取り組み	内容
1	オン グ リッド	ADB 北部送配 電網整備プロ ジ ェ ク ト (EDL)	(1)フェーズ I (PTD ¹) 2003 年までビエンチャン〜ルアンプラバン〜サヤブリ間の送 電線延伸 (33,000 世帯電化) (2)フェーズ II(NRAPD ²) ステージ 1 ①2007 年までにルアンプラバン〜ウドムサイ〜ルアンナム タ間送電線延伸 (33,000 世帯電化) ②ADB、NDF、EDL、ラオス政府間で 2003 年 3 月基本合意 (3)フェーズ II(NRAPD) ステージ 2 ホアパン、ホンサリ、ボケオ、シェンクァンへ送電網を延伸
2		水力発電計画 (国内需要向 け) (EDL)	既電化地域の需要増に向けた Nam Ngum5(100MW)、 NamNgum4B(56MW)の開発。(2009 年以降運用開始)
3	オフ グ リ ッ ド 小水力	県営発電事業 (各県)	(1)Nam Ko (1.5MW) (ウドムサイ県) ①1998 年中国企業が建設→県が運営→EDL へ移管 (No.1 の送電網と連携するため) ②建設費用 1000 万ドル (IPP →BOT) (2)Nam Ngai(1.2MW)(フォンサリ県) ①中国企業が建設(2002 年) →県が運営 ②建設費用 990 万ドル (3)Houa Kasen(155kW)(ウドムサイ県) ①中国企業が建設(2003 年 2 月) →郡が運転 ②建設資金 76 万ドル (BOT)
4	太 陽 光・マイ ク ロ 水 力	WB 南部地域電 化計 (SPREP ³) (EDL)	(1)Off-grid rural electrification メインは南部地域のグリッド電化計画であるが、オフグリッド (太陽光、マイクロ水力)を行う民間事業者 (ESCO) の育成 を目的とした電化プロジェクトを実施している。 ①太陽光発電：ウドムサイ県、ルアンナムタ県 ②マイクロ水力：ルアンプラバン県
5		オフグリッド 基金(DOE)	ラオス政府が世銀の支援により、2003 年末までに設立予定。 ESCO 事業などに対する補助金の供給。

¹ Power Transmission and Distribution Project

² Northern Area Rural Power Distribution Project

³ Southern Province Rural Electrification Project

【課題等】

- ①ADB プロジェクトは電化は各県の幹線沿いの地域のみ。
- ②配電網の農村部への延長やオフグリッド電源の設置は EDL の所管外
- ③電源開発の計画から建設までを海外企業が行い、BOT 方式でラオス側に設備を委譲する手法が有力なモデル。
(計画策定、事業実施を行うポテンシャルが行政、国内企業に不足している。)

2.1.2 地方電化推進組織の位置付け及び事業推進上の課題

(1) オフグリッド小水力による地方電化推進上の課題

表 2-4 オフグリッド小水力による地方電化推進上の課題

No.	課題	内容
1	地方（県・郡）レベルでの技術力不足	(1)EDL はオフグリッドを手がけない (2)電力法を制定し、地元の民間企業による開発を促進する制度を設けたが、地点調査や開発計画作成できる要員が PDIH ⁴ にいない。 ①100～2000kW：県の所管 ②100kW 以下：郡の所管
2	環境影響評価	(1)環境保護法(1999 年)に基づく EIA の実施。STE ⁵ が所管。 (2)電力関係設備に関しては DOE が EIA のガイドラインを作成 (Environmental Screening of Electricity Projects) ①2000kW 以上：政府担当者の現地調査により EIA の有無を決定 ②100kW～2000kW：書類による審査により EIA の有無を決定 ③100kW 以下：EIA の必要なし
3	開発資金の確保	①100kW クラスなら政府・県でも負担可能 ②MWクラスは\$10 百万以上であり、IPP や BOT による民間ファイナンスの手法が必要 ③経済性評価が可能な精度の高い小水力開発計画案を提示して民間資本を呼び込むことが有効

(2) オフグリッド小水力による地方電化の国家経済上のメリット

- ①電力輸入の代替による外貨節約
- ②電力セキュリティの向上
- ③電力系統全体の安定度向上

⁴ Provincial Department of Industry and Handicraft

⁵ Science, Technology and Environmental Agency

④電化率向上

⑤ディーゼル燃料の削減

(3) 統一的な小水力最適計画の立案の必要性

2003年に世銀の Power System Development Study により 50MW 以上の大規模水力地点の優先順位付けが行われるが、中小規模の水力資源について調査し、最適計画を立案する本件の調査は作業はこの世銀の調査と補完関係となり、民間企業の事業を促進できることが期待されるため、政府として重要な作業と位置づけられている。

2.1.3 地方電化による地域住民への裨益効果

(1) 現状

①自給自足農業を基本とした村落では、ランプ用の灯油や電池に 1US\$ /月支出。(支払い意思額の基本)

②電気料金例

表 2-5 電気料金例

No.	種別	電気料金(kip/kWh)
1	EDL の住宅用 (グリッド)	80
2	マイクロ小水力	300
3	ディーゼル	1500

1US\$=約 8,000kip

③300kip/kWh の標準世帯の月額電気料金は 4000kip (\$0.4)となり、エネルギー支出が灯油の場合よりも減少する。

④グリッド電化の場合初期費用(接続費用、屋内配線)(\$50)の負担が大きいですが、EDL では分割払い制度を開始している。

(2) 電化による裨益

自給自足の農村の経済発展の契機。収穫物の加工、織物、縫製、手工芸、商店の営業時間延長など。

2.1.4 社会環境調査

(1) ADB による社会経済調査 (Power Sector Strategy Study (2003))結果

対象は道路沿いの村落を対象とした年間所得(600 百万 kip (\$550))以上の富裕な家庭であるが、電化に対する強い要望が確認できる。

①98%の世帯が生活改善に必要と認識。

②10,000kip/月 (\$1.25/月)以上支払える。

2.1.5 人材育成の必要性

(1) 従前までの水力地点計画

- ①机上プランのみで、手法・精度も不統一で現地踏査例は少ない。
- ②水力計画策定手法の技術移転不十分

(2) DOE 独自の水力開発計画策定

- ①DOE 独自で小水力開発地点の計画立案を行いたいとの意向。
- ②DOE 技術者、県レベルの担当部局の PDIH 担当者の小水力開発に関する概略評価 (Pre-FS) (水力資源の特定、技術的評価、経済的評価) の基本技術の習得機会の提供

(3) 取るべき調査手法

モデル地域(流域)を選んで、DOE 技術者、PDIH 担当者との共同作業により、水力計画の基本技術に関する Capacity Building を志向したものとする。

- ①測水手法
- ②発電量計算
- ③概略設計
- ④経済性評価
- ⑤環境影響評価 等

(4) 県レベル (PDIH)の技術者の能力強化

PDIH には小規模案件の申請が提出されても審査する能力はなく、DOE の支援に依存している。今後のオフグリッド小水力の開発件数増に備え PDIH の能力強化は必須の課題であり、調査期間をとおして PDIH の参画が重要。

2.1.6 本格調査に向けての今後の課題

- (1) 基幹部分の地方電化(オングリッド)、草の根レベルの地方電化(太陽光・ピコ水力)の中間に位置するオフグリッド小水力開発事例が少ない。
- (2) 投資採算が取れるような小水力開発地点が十分把握されていない。
- (3) 開発地点が発見されても計画策定能力が不足
- (4) 開発資金の確保、政府の資金支援措置等の課題はあるが、IPP や BOT の活用で民間主体の開発を促進するのが政府の方針

【本格調査での重視事項】

- ①目的(地方電化や電力輸入代替など)に見合った適正規模(需要規模・範囲)の明確化
- ②開発地点の発掘と概略評価
- ③国・県レベルでの電化担当組織の能力強化
- ④地方での持続可能な運用・保守手法の確立
- ⑤開発資金プランの提案

2.2 発電計画

(1) 北部 8 県の電化率は 8.3%～25.6% (平均で 15%)、全国平均 35.9%に比べて極めて低い。

(2) 基幹送電線で電化されているのはルアンプラバン県のみ。大部分はディーゼル、小水力によるオフグリッド電源、隣国からの電力輸入

(3) 送電線・配電線の延伸による電化は、需要密度が低く経済効率悪い

(4) 再生可能エネルギーによる電源開発

①電力輸入の代替による外貨節約

②ディーゼル燃料の削減

③エネルギーセキュリティの確保

世銀、各国の無償による太陽光発電、マイクロ小水力による発電による世帯電化事業を進行中であるが、太陽光では商業ベースでの持続性に乏しい、複数集落、郡中心部の需要に安定供給できるものではないため、ある程度の需要規模に応えられる小水力発電が有望視されている。

2.2.1 北部地域電化の現況

(1) 水力発電所

①35 か所 (5,487 kW)。MW クラスは 3 か所。百 kW クラスは 6 か所。

②西方のボケオには水力発電所なし、サヤブリには 1 件。

③東方のホアパン、シェンクァンには 22 か所の発電所が集中しているが、停止中のものが多く、最大出力 10kW 以下の発電所は 1 か所も稼動していない。原因は中国製の水車、発電機か。

④1kW 以下のピコ水力発電もあり、小集落の電化に活用されているが 2～3 年で故障、定格出力まで発電できないなどの品質上の問題あり。

(2) ディーゼル発電

37 か所 (6,030kW)。1 か所あたり平均 160kW と小規模。高額な燃料費の節約のためピーク時のみの運転。

(3) 太陽光発電

41 か所 (60kW)。1 か所あたり平均 6.3kW。供給信頼度に劣るため群中心部を電化する主要電源とはなりがたい。初期投資、バッテリー等の消耗品コストが割高のため、補助金なしでは村落ベースでの導入は難しい。

(4) オングリッド

①ルアンプラバン県中心に北部 4 県 (ウドムサイ、ルアンナムタ、ポンサリ、ボケオ) へ延伸するルート

②ビエンチャン県の Nam Leuk から東方の 2 県 (シェンクァン、ホアパン) を電化するル

ート

(4) 輸入

表 2-6 北部県の電力輸入先

No.	県	輸入先
1	ルアンナムタ	中国
2	ホアパン	ベトナム
3	ボケオ	タイ
4	サヤブリ	タイ

- ①ホアパン、ボケオ、サヤブリの輸入量は 5 年間で 4 倍（計 14,352,828kWh）。全国に占める割合も倍増（8%）。
- ②分散型電源による電気事業により、外貨節減、エネルギーセキュリティの確保、商業交易の拡大、外貨獲得が期待できる。

2.2.2 小水力発電などオフグリッド電化推進上の課題

(1) 北部地域の電力需要と地方電化方式

- ①北部 8 県の総人口 180 万人（全国の 33%）。村落数 5,215、世帯数 31 万。村落あたりの平均世帯は 60 戸
- ②農村人口比率は 85～90%。グリッド電化対象が全世帯 31 万の 25%と過大に見積もっても 10,000kW 未満の電力で十分であり、残りの 21,000kW はオフグリッドによる発電が必要。（1 世帯あたり 100W の電力を想定）
- ③需要の比較
夜間の需要：照明、ラジオ、白黒テレビ（50W/世帯）
昼間の需要：学校、診療所、役場、灌漑用くみ上げポンプ、脱穀機、精米機
夜間の方が大きい。
- ④Nam Mong 発電所（70kW）の例
交通の要衝にある村で、商店・飲食店も多く電力需要も大きい。1 戸あたり 150W。
- ⑤想定需要別電化方式

表 2-7 想定需要別電化方式

No.	想定需要対象	概要
1	地方農村部	(1)電力需要は、経済発展の程度に応じて 1 戸あたり 50W、100W と想定する。その結果、1 村落単位の需要が 3kW から 6kW という結論も可能性としてある。 (2)カラーテレビ、電気炊飯器、電気ポットなどを使用する例もるが、過大な発電所の建設は稼働率の低いまま長期間運転することとなり、電気料金収入と維持管理費のアンバランス等の問題

No.	想定需要対象	概要
		が大きくなる。
2	郡中心	(1)数百戸単位の世帯がまとまっており、行政機関、学校、病院、企業、工場、商店が多数存在し、経済活動の規模は農村部と比べて桁違いに大きい。 (2)電力需要は住宅用以外の部分が大きくなり、100kW 前後に達する。Nam Mong 発電所 (70kW)、Houay Kasen 発電所 (155kW) がその例。
3	地域の中心と周辺の多数の村落	1000kW クラスで、地域の中心と周辺の多数の村落の電化が可能。将来的にはグリッドと連携することで余剰出力の有効利用や出力低下時のバックアップが可能。

(2) 小水力による地方電化の特性と課題

表 2－8 小水力による地方電化の特性と課題

No.	対象	規模	特性と課題
1	地方農村部	10kW	(1)低コスト化 (2)技術的知識に乏しい住民による自主管理を担保するためメンテナンスの容易さを重視した設計 (3)アクセスが悪いため簡便な施工方法 (4)設計・機器の標準化 (5) 世銀によるオフグリッドプロジェクトによるモデル化
2	郡中心	100kW	(1)流量、地形、地質、アクセス条件などのデータをもとに個別設計 (2)専門の技術者による維持管理 (3)専門家による技術的支援体制の確保 (4)流量資料、地形図、道路図、地質図が重要な資料 (5)Pre-FS ①流量：目視、簡便法による実測(乾期の最小流量) ②落差：高度計の利用、簡易測量 (6)詳細設計 ①流量の実測、落差の実測、水路・水槽・水圧管路・発電所予定地での地形測量及び地質調査、洪水位の痕跡の確認
3	地域の中心と周辺の多数の村落	1000kW	将来的にはグリッド接続を考慮した計画とする。

2.2.3 小水力発電計画策定に必要な基礎資料

(1) 調査事項

①一般調査

背景、電力事業制度、技術基準、機器・資機材、アクセス状況 等

②電力需給調査

供給範囲、電力需要、必要発電力 等

③水文資料

雨量データ及び流量データは農林省水文気象局（Ministry of Agriculture and Forestry, Department of Meteorology and Hydrology）、運輸通信省（Ministry of Communication, Transport, Post and Construction）から入手可能。90%の確実性の流量を設計流量として採用するのが基本的な手法。

(2) 地点発掘に必要な情報

地形図、地質図、気象、水文、社会経済、環境

(3) 今回調査で収集した資料等

①1/50,000 地形図

北部 8 県 90 地域のうち、66 地域

②1/100,000 地形図

全て揃っている。GIS データも利用可（道路、河川、行政区分、建設区分、地形図、土地利用、村落 等）

(4) 調査のポイント

- ①北部 33 地点の渇水量は単純平均でも 100km^2 当たり $0.26\text{ m}^3/\text{s}$ であり、日本の九州管内にある 42 箇所の測水所で測定した 100km^2 当たりの渇水量(平均)⁶ は $1.69\text{ m}^3/\text{s}$ (355 日流量, 97%流量)の $1/6$ 以下であり、小さいため発電計画の策定に当たっては留意が必要。

2.2.4 開発可能性のある小水力発電地点

(1) DOE 提示の小水力発電候補 39 地点

- ①各国ドナーによる調査結果を総括表として整理したもので、前提条件（需要想定、環境問題等）や調査精度は不明。
- ②サヤブリ県北部・中部、シェンクアン県東部に集中。ルアンナムタ、ボケオでは各 1 地点のみ。
- ③有効落差、使用水量等の基本的データがない。10 地点が 10MW クラスとなっているが、現地調査の結果によっては諸元が変わる可能性あり。
- ④Nam Hao(5MW)（ホアパン県）

⁶ 九州 42 箇所の測水所データは 平成 3～12 年の 10 か年平均

既設道路や送電線からのアクセス良好。ベトナムからの輸入用に建設された送電線で逆輸出の可能性もあるため、DOE として精度を上げた調査を希望している。

(2) ADBの小水力発電のための計画策定と評価（電力セクター改革支援における技術援助の一貫）

①現地踏査、需要予測、初期環境評価等の一連の調査フォローを実施。12 地点中 10 地点が DOE の 39 地点に含まれている。

②地域住民の収入源、電化後に想定される農業／工業の経済効果の聞き取り調査を実施

③各集落の世帯数、人口、位置関係、アクセス状況の詳細を記述

④工事費、発電電力量に関する記述は皆無。

(3) 水力発電の調査手法、発電計画ノウハウの移転を目的として、自治体と地元住民の参加を基本としながら、県・郡レベルの技術者と共同で現地踏査、発電計画策定を進める必要がある。

2.2.5 デモンストレーションプラントの設計・建設

(1) デモンストレーションプラントの目的

開発計画の事業化支援ツールとして、小水力発電の事業実施を阻害する課題に対する解決提案の実証検証の場。

(2) 人材面、財務面における検討が中心。「事業化マニュアル作成」イメージ。

電化促進体制整備、国産エネルギー利用の優遇措置構築

2.3 事業計画

(1) 電力事業の担い手

①電力事業の管轄 工業手工芸省 (MIH)電力局 (DOE)

②発電・送配電事業 ラオス電力公社 (EDL)

③EDL ネットワーク外の地方部 分散型電源を DOE が開発し、県・郡が運営

(2) 電力法の制定 (1997 年) に伴う電力セクター改革

【目的】

①経済社会発展のための電力拡張

②外貨獲得のための電力輸出

③電気事業制度の枠組み整備

④組織強化のための構造改革

外国資本の導入による IPP 発電事業並びに地域格差及び貧困削減のための地方電化を推進

(3) 地方電化の効果

- ①農業・軽工業の生産性向上などの経済効果
- ②教育・保健医療などの基本ニーズ充足
- (4) 地方電化の方法
 - ①送配電網拡張事業計画との整合性を確保
 - ②運用面及び財務面で持続可能な計画策定

2.3.1 電力セクター改革の現況と地方電化財政に及ぼす影響

(1) 電力セクター改革4つの優先課題

表2-9 電力セクター改革4つの優先課題

No.	課題	項目
1	社会経済発展のための電力拡張	①主要電力系統の拡充・増強 ②未電化地域への電力供給 ③エネルギーの自給と安定確保 ④環境に配慮した電源開発の促進
2	外貨獲得のための電力輸出	①メコン川流域諸国・アセアン諸国間での電力融通の促進 ②IPP 事業の選定・実施手続きの改善 ③IPP 事業による国内利益の最大化 ④国際間電力融通のための送電線網の基盤整備
3	電気事業制度の枠組み整備	①電気事業に関する法規制の見直し ②電源開発における環境保全法の強化 ③外国資本導入のための法整備 ④オフグリッド電化のための法整備
4	組織強化のための構造改革	①各事業組織の明確な役割分担による電力セクター改革 ②公正な電気料金設定ガイドラインの制定 ③EDL の健全な財務基盤の構築 ④オフグリッド電化のための組織構築

(2) 電力セクター改革改訂版に向けた重点議論

①EDL の収益改善

電気料金へのコスト回収制度の導入、発電部門の別会社化等

②地方電化の推進

EDL は参画せず、創設する基金、民活事業によるものとする。

③IPP 事業拡大のための環境作り

優良案件の選別、手続きのワンストップ化、官民の連携強化

(3) 地方電化事業の波及効果

- ①地方住民の生活水準向上及び地域格差の是正が進展
- ②2020 年までの LLDC からの脱却（国家目標の達成）
- ③商業的農業、木材加工、鉱山開発、エコツーリズムの普及

現時点での成果は顕在していないが、電化率向上によるローカル産業の振興により加速度的に電化事業は進展することが期待される。

2.3.2 2020 年全国電化率 90%達成計画に関する財務上の課題

- (1) ラオスの電化率 36%。2020 年までに 90%とすることが国家目標
- (2) 送配電網拡充 ADB の北部送配電プロジェクト

表 2-10 ADB の北部送配電プロジェクト

No.	区分	内容	備考
1	フェーズ I	4 路線の 115kV 送電線 (339km) により、サヤブリ、シェンクァンの中心部がヴィエンチャン系統と接続	33,000 世帯
2	フェーズ II ステージ 1 (~2007 年)	11kV 送電線がウドムサイ、ルアンナムタまで拡張 事業費 52 百万ドル 融資 (40 百万ドル) (ADB:NDF=3:1)	34,000 世帯

(3) MIH/DOE の電化計画の現状

- ①2020 年の 90%電化率達成に向けて、各県・郡ごとの電化率目標を定めているが、「郡中心」に限ったもので、郡中心以外の周辺は対象としていない。
- ②電化のための具体的工事計画を伴った電化率達成計画となっていない。

(4) EDL の電源開発計画

①国内供給向け

Nam Mang3(40MW), NamTheun2(75MW), Nam Ngum5(100MW), Houay Lamphan Gnai(60MW)

②電力輸出用 (IPP)

Xeset2(76MW),Xepon(75MW),Xeset3(20MW),Nam Ngum4B(56MW)

5%は国内供給用で地方電化への供給が期待される。

Nam Theun2 は着工準備中であるが、その他は目処がたっていない。

(5)財務上の課題

政府予算の計上、地方への特別配布するなどの財務措置をとれる段階ではない。ラオスとしては分散型の電源開発計画を策定するため、小水力発電地点のリストアップと開発優先順位をつけるための調査を望んでいる。

2.3.3 地方電化事業資金的支援措置の現状と課題

(1) 現状

- ①郡単位で小規模事業者を育成し、オフグリッド電化の推進主体とする構想（WB の支援）。オフグリッドは EDL の事業から切り離し、EDL の負債増加抑制、財務体質改善も期待。
- ②地方電化振興基金（オフグリッド基金）の創設により、初期投資を支援しながら自立的に事業継続ができる仕組みによる新規参入者（ESCOs）の育成を図る試み。
 - ア 消費者は村落レベルで配置される村電化責任者（VEM: Village Electricity Manager）と契約し、屋内配線・電化機器の据付と保守サービスを受ける。
 - イ VEM は、県・郡又は民間ベースの電力供給会社（ESCOs）との契約で電源設備の供給を受ける。
 - ウ ESCOs は、オフグリッド支援事業からの支援で電源設備とネットワーク構築を行う。
 - エ ESCOs に貸与された資金が、消費者からの電気料金の形で基金に還元され、持続的な電気事業が可能となる。
 - オ ESCOs, VEM の立場としては、消費者を増やすほどリベートが増加する。
- ③フランス電力公社(EDF)では、地方電化を推進する ESCOs 育成を念頭においた ACCESS というプログラムを有しており、ラオスに導入を勧めている。ESCOs に対して、60%以上の無償援助、及び投資家の参画を前提。モロッコ、アフリカでの実績。

(2) オフグリッド基金の効果を最大限に引き出すための課題

- ①持続可能な枠組みの構築及び ESCOs の基盤育成
 - ア WB の南部地方電化事業（SPRE）による、太陽光発電(SHS)パイロット事業の取り組み
 - (ア) 4つの ESCOs がルアンナムタ、ウドムサイ、チャンパサック、ヴィエンチャン県で SHS システム導入、分割払い方式による電化事業で 1,018 世帯を電化
 - (イ) ルアンプラバン県で 2.5kW のピコ水力で 58 世帯を電化
 - (ウ) 1 世帯あたり 20～30Wであるが、100%の電気料金回収率で、シェンクアン、サヤブリ、ボケへの拡大を予定している。
 - (エ) 制度的、財務的な課題抽出のための特例として実施されており、電力セクター改革中の「オフグリッド電化の手続き・ガイドラインの制定」と同時並行で進められている。
- ②オフグリッド基金の体制強化、基金の枠組みと運営が MIH/DOE で議論されている段

階で、本年 12 月までにオフグリッド基金設立と事務局の立ち上げを行う準備が進められている。

- ③ESCOs によるオフグリッドによる地方電化の推進、県・郡レベルでの支援体制確立が求められている。

2.3.4 地方電化実施機関の財務上の現況と課題

(1) 現状

①地方電化の実施は県・郡に権限委譲されており、自ら計画策定、事業実施、運営にいたる責任を持つ。

ア 電力法 9 条では、100～2000kW 以下の発電事業は県(100kW 以下は郡)の承認で事業の実施が可能

イ 同 40 条で県・郡自ら建設可能

ウ 同 44～45 条で、県・郡の調査・開発の責務。

②県・郡の組織的能力と財務的健全性の保持が求められ、オフグリッド基金を活用した持続可能な地方電化事業の実施が期待されている。

(2) 課題等

ルアンプラバン県、ウドムサイ県での発電所 (Nam Mong(70kW), Nam Ko(1.5MW) 視察、ウドムサイ PDIH での聞き取り調査 (Houay Kasen(155kW)) 等による、今後の課題等は以下のとおり。

- ①県・郡レベルでは発電事業の計画策定、調査、建設、運用の経験がない。
- ②100 万ドル以下の資金調達には県レベルでも可能
- ③運転・保守技術者の育成、事業運営ノウハウが十分でない。
- ④地方レベルでも拠出可能な額に見合った開発規模を選択することが重要
- ⑤地方レベルでの保守運営の仕組みの強化
- ⑥支払い可能額をベースにコスト回収を見据えた柔軟な価格設定
- ⑦地点発掘～建設～運転管理等の技術的ノウハウの習得が重要

2.3.5 治安状況面での調査遂行上の課題

現地踏査時の治安状況、安全面での事前確認

- (1) ヴィエンチャン県 Vang Vieng
- (2) ヴィエンチャンからルアンプラバンに至る国道 13 号線
- (3) サイソンブン特別区
- (4) シャンクアン県の国道 7 号線

(5) UXO 残存地区

2.3.6 本格調査に向けての今後の課題

- (1) 県・郡の果たす役割と国際協力機関の支援等を財務上の数字の上で提示した小水力計画が必要
- (2) 過去の水力地点調査では輸出向けの大型水力開発に力点があり、県・郡レベルで開発可能な案件は皆無のため、財務上の議論ができる精度のオフグリッド小水力開発計画の策定が必要
- (3) オフグリッド小水力開発計画策定できる人材・組織の育成
- (4) 作成された開発計画に基づき財務的な課題を克服する検討がさらに必要
- (5) する3類型による整理
 - ① 無償資金協力：Nam Mong(70kW)が類似例
 - ② I P Pによる実施：Houay Kasen(155kW)が類似例
 - ③ O D A借款による実施：Nam Ko (1,500kW)が類似例

2.4 協議結果概要

DOE と協議の上、以下のとおり本格調査に向けての枠組み(S/W 案)について合意した。
(別添1 M/M 参照)

2.4.1 SW 案

(1) 調査の目的

- ① 北部地域の各郡の電化計画のレビュー
- ② 2010 年までに EDL グリッドに接続されない郡におけるオフグリッド水力候補地点の調査
- ③ 2010 年時点において県営のグリッドに接続されている郡に対するオフグリッド水力ポテンシャルに関する調査
- ④ 地方電化率の向上に資する、グリッド延長計画をバックアップする周辺電源開発と未計画地域への電源供給のための、実現性のあるオフグリッド水力開発計画（概略評価（Pre-F/S））の策定
- ⑤ Pre-F/S を行う過程での電力技術基準への準拠の確認
- ⑥ 提案されたオフグリッド水力サイトでの財政措置に関する調査
- ⑦ 地方での持続可能なオフグリッド水力運用のための運用・保守システムに関する調査
- ⑧ オフグリッド水力開発を促進するための県・郡レベルの技術スタッフのキャパシティビルディング
- ⑨ 政策・行動計画の提言

(2) S/W

(Stage1) マスタープラン策定のための予備調査

- ① 各県における郡レベルでの電化計画に関する聞き取り調査

- ② プロジェクトを地方組織と協同で推進及び必要な作業項目を規定するためのワークショップの開催
- ③ 社会経済調査社会経済調査並びに現状の電力需要及び2020年までの電力需要の予測（JICAの送電設備マスタープランのレビューを含む）
- ④ 北部地域の水力ポテンシャルの机上調査
- ⑤ 対象となる群における有望なオフグリッド小水力地点を特定するための現地踏査
- ⑥ 選定されたサイトの概略評価（Pre-F/S）（環境影響評価を含む）

（Stage2）マスタープラン策定

- ① 実現性のある資金、料金体系及び運用コストに関する調査に基づき選定されたサイトでの財務戦略の立案
- ② 遠隔地でのオフグリッド水力の持続可能な運用・保守のための組織の設置、及び要員研修計画に関する提案
- ③ ラオス北部での郡レベルでの電化計画の立案
- ④ オフグリッド水力ポテンシャル地点のデータのまとめ（実現性の高い水力地点のインベントリー）
- ⑤ オフグリッド水力発電源開発を促進するための議論及び提言
- ⑥ デモンストレーションプロジェクトの提言

電力技術基準の小水力への最初の適用と、DOEへの技術移転を着実に行うことを目的として、本格調査においては100kWクラスのデモンストレーションプラントについて考慮することをDOEは要求した。また、2年以内に調査を完了することをDOEは要求した。

（3）カウンターパート

DOEであるが、PDIHの参画が必須

2.4.2 本格調査に向けての今後の課題

以下の事項を踏まえるとともに、本格調査時の作業プロセスをより明確にする必要がある。

（1）Pre-F/S 調査対象サイトの特定

調査対象サイトをオフグリッド水力開発候補地39件（別添2）のうち、どの候補地を対象として、概略評価（Pre-F/S 調査）を行うか全体調査期間に照らして早期に特定する必要がある。

（2）デモンストレーションプロジェクトの取り扱い

DOEからは100kWクラスの小水力電源のデモンストレーションプロジェクトの実施を強く要求してきているが、本格調査時では提案にとどめ、実際の建設は行わない旨合意した。本格調査終了以降に実施するとしても100kWクラスの建設となると数千万円～1億円程度の予算規模となることが想定されることから、その実施目的（初の電力技術基準適用による同基準の評価、DOEへの着実な技術移転）と期待効果及び規模については慎重に検討する必要がある。

（３）高発電コストへの対応

オフグリッド小水力はグリッド接続に比べて割高となる。このため、将来的にオングリッドへの接続を見据えた発電規模の策定、運用要員への教育など、総合的な電化推進策を検討する必要がある。

（４）組織・人材の育成と住民への啓蒙

開発主体である県・郡レベルで継続的なオフグリッド小水力電化事業を行うために、水力開発の調査・計画立案能力と財務面での健全性確保を担保できる組織の構築と人材育成が基盤となる。とくに、PDIH の人材育成に関しては DOE による継続的なプログラムを粘り強く実施する必要があることから、以下の事項を考慮する必要がある。

ア PDIH 及び県・郡の関係者を対象とした DOE によるセミナーの定期的開催

（小水力発電の基本技術、運用・保守技術、Hand-On トレーニング）

イ 集落住民への啓蒙活動

電化の利点、初期費用負担、使用料金制度 等

（５）治安面での留意事項

首都ビエンチャンから空路での移動はルアンプラバンに限られ、その他の県都には車での移動となるため、特に雨期には余裕を持った調査工程と道路情報の把握が必要である

また、山岳地域には未処理の不発弾や地雷が残されているため、ビエンチャンにある処理事務所や NGO の情報を入手し、県・郡事務所で詳細情報を得たうえで現地踏査の可否とその計画策定を行う必要がある。

2.4.3 本格調査の必要性、妥当性

本プロジェクト実施は、エネルギー自給・安定確保、地方電化、輸出向け電力の確保などのラオスの施策に資するためにも必要であり、また北部地域の豊富な水力資源を活かした小水力電源により、県（Province）又は郡（District）レベルでの運用・保守を前提とした財務施策、組織体制の構築及び小水力発電計画策定に関する能力育成を指向するものである。

また、本プロジェクトにより、ADB の北部地域送配電プロジェクト（オングリッド）における配電端電源の確保、及び同計画でカバーされない地域（県・郡の村落）への電化（地方電化）に寄与できるものである。

来年度から世銀によるオフグリッドプロジェクトへの資金供給（Off-Grid 基金）の計画もあるなど、オフグリッド小水力の推進に関して後押しする周辺環境も始動し始めている。

こうしたことから、ラオス側カウンターパート側（DOE）においても、小水力に関する企画、設計、運用等に関する事項に精通することが必要であり、かかる技術移転の必要性も高い。

このため、カウンターパートである DOE も本件に関しては前向きであり、今回の調査団に対する事前準備及び情報提供、並びにプロジェクト実施に向けて DOE 総力を挙げて取り組む体制の用意もあることが判明した。

よって、本件はオフグリッド小水力開発に係るマスタープランの策定及びその過程における技術移転により、同国の北部地域の貧困解消その他の発展基盤の構築にも貢献できることが大きく見込めることから、次期開発調査プロジェクトとして実施することは妥当と考える。

3 団長所感

3.1 協議結果の要約

MIH とプロ形調査団は、ラオス北部地域小水力発電開発計画マスタープラン調査(以下、本開発調査と略称)にかかる要請書について一部修正を加えた新しい TOR 案について基本合意した。

新しい TOR 案に関わる MIH との基本的合意事項は以下のとおり。

- ① 本開発調査の目的は、北部 8 県における同地域に恵まれた水力資源を最大活用するオフグリッド小水力発電計画策定とする。
- ② 検討対象とする電化区域は、2010 年時点において未電化の郡センターもしくはそれに準じる地区ならびに輸入電力／ディーゼル発電に依存する県営独立系統地区のなかから選定する。
- ③ 小水力発電計画の候補地点（小水力インベントリー）は、上記の電化対象区域の需要供給に適した小水力発電（100 kW クラスから MW クラスの範囲）供給計画とするものとし、MIH 提案の 36 地点、既往の包蔵水力調査結果、および本開発調査において新規に発掘形成するもののなかからスクリーニングする。
- ④ 小水力インベントリーの候補地点選定においては、建設資金ソース（規模や形態）、発電設備の運転保守体制、人材育成の観点を盛り込む。
- ⑤ MIH 要請書にあったデモンストレーションプラント建設については本開発調査の中に含めないとの変更をすることで合意。ただし、デモンストレーションプラントの実施計画立案については本開発調査の一部として実施する。
- ⑥ カウンターパート機関は MIH とすることに変更ないが、PDIH（県の電力局）をカウンターパートのメンバーとして含めることとし、MIH とともに本開発調査によるキャパシティービルディングの対象とする。

3.2 要請の背景と開発調査実施の意義

要請背景と本開発調査実施の意義と考えるものについて以下に記す。

- ① 電力公社（EDL）が北部地域の中圧配電線（22 kV）計画立案に際して MIH の小水力発電計画を“与条件”として取り込んでおり、小水力発電所が 22 kV 配電端の供給安定の役割を担うものとして位置づけられている。しかしながら、MIH の計画がはなはだ信頼に欠けるものであることが協議の結果で判明したので、確度の高い小水力発電計画策定について MIH を支援することの意義は大きい。
- ② MIH は EDL をマネジメントする立場にあり、グリッド計画とオフグリッド計画の地方電化事業全体の調整役を果たす上で小水力発電全般の技術に精通することが望まれる。若年者が主体の MIH においては、この分野の専門知識を伝える経験者に不足していることがあり、MIH 職員ならびに県電力局職員が本開発調査のカウンターパートとして小水力開発に関わる技術力を高める機会を提供することは時宜に適ったものである。
- ③ MIH がオフグリッド電化のひとつとして推進中の太陽光発電は、発電ソースの有無に左右されることなく個別世帯レベルでの電化に有利であることから、MIH は山岳高地の小集落の電化に拡大適用する方針でいる。

一方、水力資源に恵まれる北部地域にあっては再生可能エネルギーの小水力による電化を極力優先したいとの MIH の意向であり、本開発調査は郡センターならびに輸入電力やディーゼル発電に依存した地域への電力供給として大きな役割を担うものと期待される。

3.3 本開発調査の主要点となるもの

本開発調査の主要点となるものについて以下に述べる。

① 開発調査のねらい

本開発調査は、JICA による既往 2 件の開発調査（太陽光による村落電化モデルの構築、送変電設備マスタープラン）の延長線上でラオス国の地方電化率の向上に寄与することをねらいとする。

小水力発電によるオフグリッド電化は、ソーラーPVによる“孤立型の電化”

と、グリッドによる配電の“面的な電化”との中間部を埋めるものであり、グリッド縁辺部においてある程度のまとまった需要が存在する地域の電化において有望視される。

② 配電計画の見直し

本開発調査は北部地域グリッド拡張計画の進捗に左右されるものであり、今般の ADB と MIH 間の最終合意にもとづく北部地域グリッド拡張計画の変更を受けて JICA 送変電設備マスタープランの結果をベースとしつつ若干の修正をしながら今後のグリッドによる配電計画について見直す必要がある。

③ 村単位の需要予測

本開発調査の需要予測では、郡を構成する村単位に着目して北部 8 県の需要予測を行うものであり、これにともなう膨大な作業を効率よく行うためには JICA・ラオス国土地理院による全国地形図の更新と GIS データベースの活用が基本となる。

④ インベントリー調査

本開発調査のなかで対象県毎にオフグリッド電化の開発優先順位を確定するが、検討対象地域の絞込みにおいては県電力局（PDIH）と MIH の意向や地域開発計画との整合を図る。同時に、計画後の事業実施の可能性を視野に入れた建設資金ソースの規模や形態別に候補地点のグループ分けを行い、それぞれにおいて優位性の高い地点をインベントリーに含める。

検討対象とする小水力発電の規模として以下を想定している。

(ア) 2010 年時点でグリッドによる配電網からはずれる未電化の郡センターやサブセンター地域などの出力 50 kW クラス、

(イ) 稼働中のディーゼル発電の取替え用として県・郡が望んでいる出力 100 kW クラス、

(ウ) 輸入電力に依存しているため供給容量の制限を受けて、接続世帯数を増やすことができない県営独立系統への代替供給として出力 5 MW クラス、

(エ) グリッド配電計画網の末端に位置し、供給安定化のバックアップ

として EDL 計画中に組み込まれた出力 2 MW ないし 3 MW クラス。

⑤ デモンストレーションプラントの計画

今後の地方電化において 100 kW クラスの水力発電に対するニーズの高まりが予想されるので、普及モデル構築に向けたデモンストレーションプラントの実施可能性に向けた計画を行うこととする。

20 kW 以下の水力発電については WB が民活促進の動きを開始したところである。本開発調査においては、事業化方策、調査設計の技術移転、運転保守体制を柱としたモデルを提案する。

あわせて、JICA 電力技術基準作成支援へのフィードバックとすべく、MIH スタッフへの OJT の場を提供することについても積極的に取り組む。

4 地方電化組織・制度

4.1 北部地域における地方電化政策・制度の現況と北部地方電化推進上の課題

ラオスでは電力問題を所管しているのは工業手工芸省(MIH)電力局(DOE)である。またラオスで実際に電気供給事業を行っているのはラオス電力公社(EDL)である。(電力関連政府系機関の体制図 4-1 参照) ラオス政府は 2020 年で世帯電化率 90%を実現するという政策目標を掲げており、地方電化の推進は重要な政策課題となっている。このため、後述するように世銀や ADB の資金援助による地方部での送配電網の整備について積極的に取り組んでいる。このほか、DOE には地方電化を担当する Rural Electrification Division が設置されており、主に EDL が取り組まないオフグリッド電化プロジェクトを推進している。DOE 内部の組織図は図 4-2 に示すとおりである。なお、地方電化の推進のほか、DOE としての重要な電力政策と考えている事項は以下の通りである。

- ① 電力需要に対応した供給力の確保
- ② 電力輸出による外貨獲得
- ③ タイ、ベトナムとの長期電力供給契約の履行
- ④ 国境地域の電力供給における隣接国との協力
- ⑤ 発電用燃料使用の削減
- ⑥ EDL の体質強化

本件調査の対象となるラオス北部の 8 県の人口は約 180 万人で総人口の 1/3 を占めている。この地域では、現在のところルアンプラバン以北では EDL の電力系統がないため、これまでオフグリッドの発電設備（水力やディーゼル）を運転して電力供給を行うほか、ボケオ、サヤブリ、ルアンナムタ、ホアパンの各県では国内の道路網整備が十分ではなく、むしろ交流関係が深い隣国であるタイ、中国、ベトナムから電力系統を延伸し、電力輸入によって中心部への電力供給を行ってきた。このような方法で電力供給を行っているため北部ラオスでは電力供給区域は地域の中心地に限られており、電化率は極めて低い。このような電力輸入の場合には送電線容量の制約や相手国からの供給条件などの理由から、輸入量を増やして配電網を拡張することには限界がある。また、県中心地以外では郡レベルの中心地（district center）の一部で小規模なディーゼル発電による電力供給が行われているが、燃料油のコストが高いため給電時間が大幅に制限されている。図 4-3 に地方行政組織の例を示すが、郡以下のレベルの電化事情については中央政府では十分把握できていない可能性が高い。このように北部地域ではかろうじて地域中心地での電化が行われているだけで、周辺部の農村地帯はほとんど電化されていないと考えられる（表 4-1 参照）。

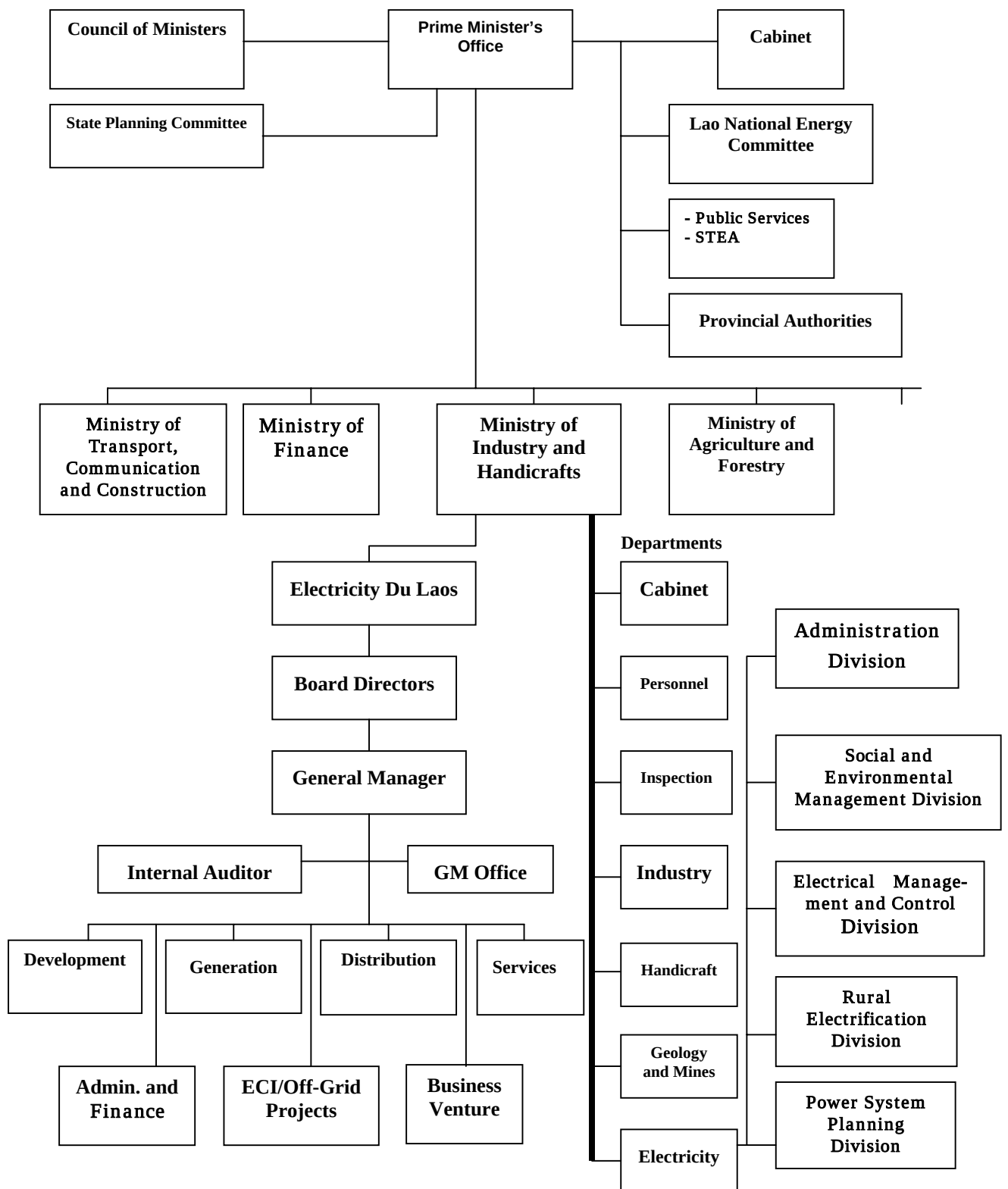


図 4-1 電力関連政府系機関の体制図

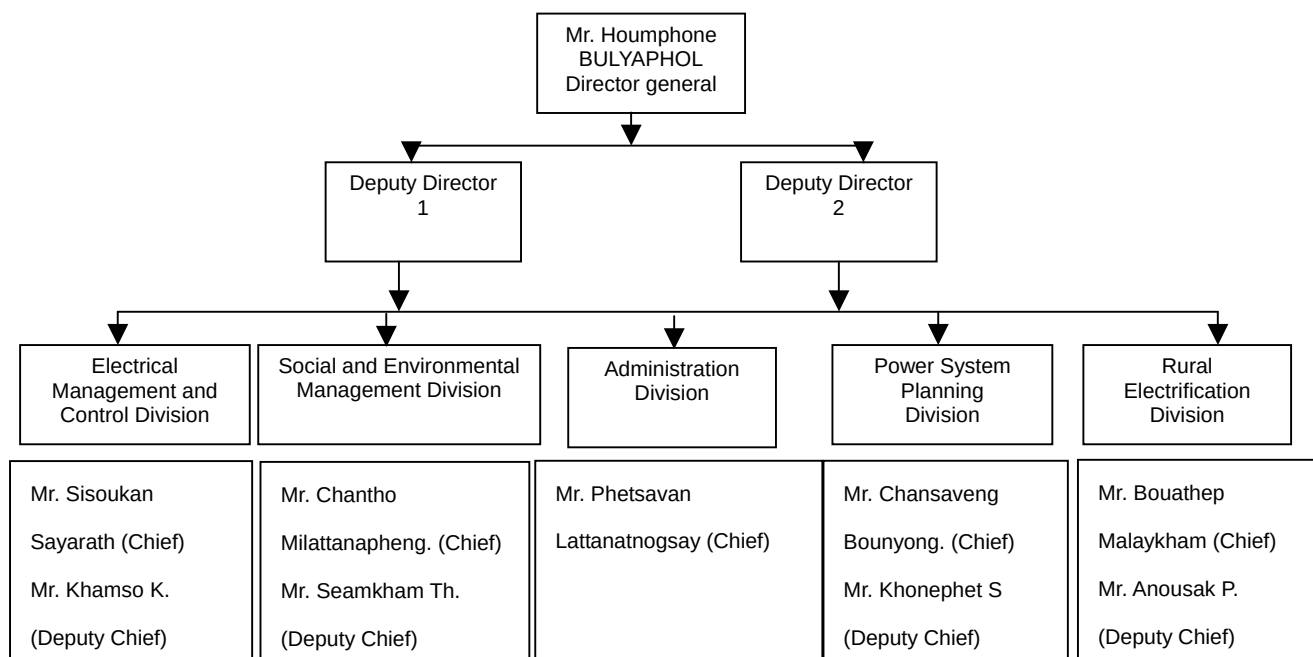


図 4-2 工業手工芸省電力局組織図

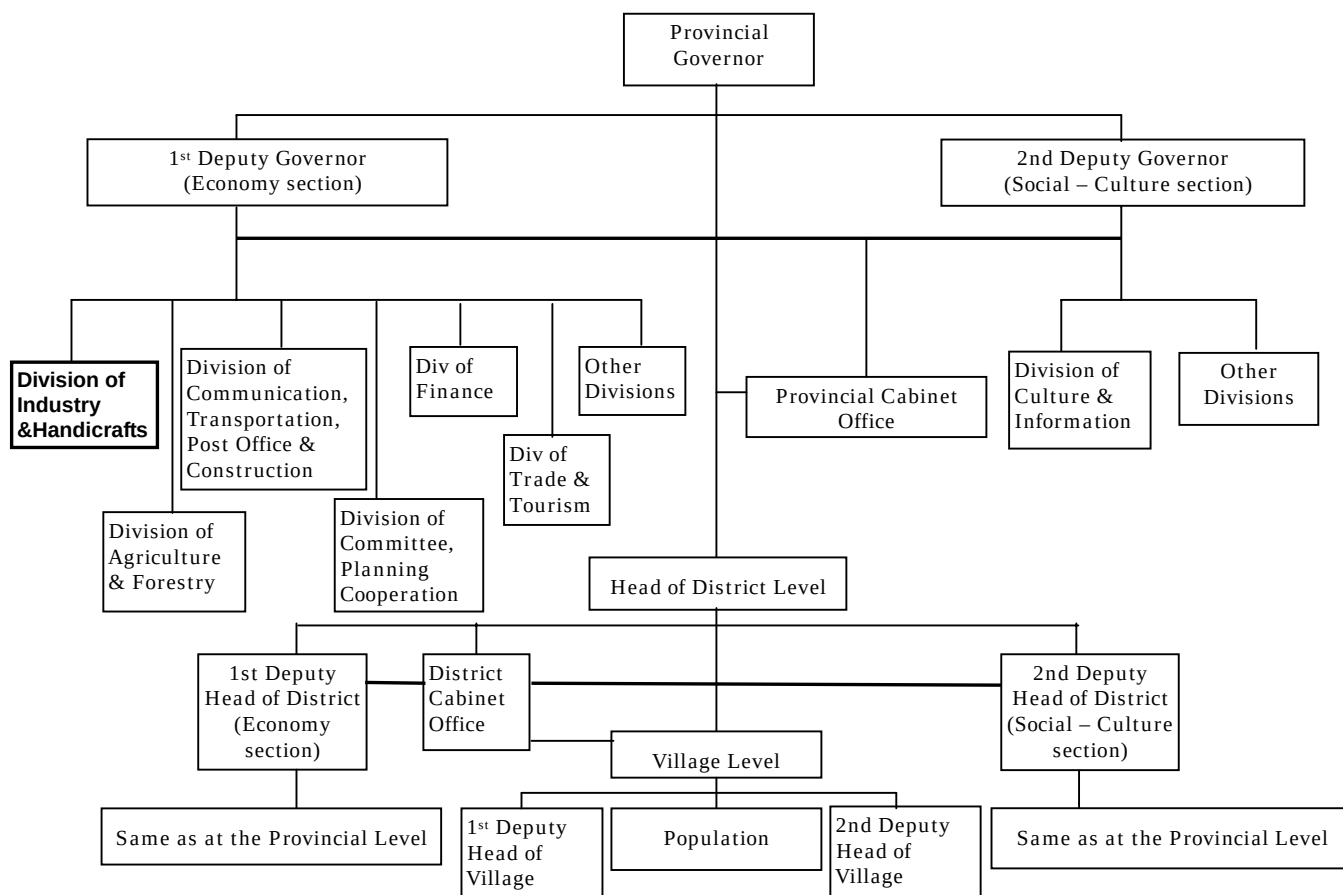


図 4-3 地方行政組織体制図（ホアパン県の例）

表 4-1 北部 8 県の基礎データ

県名	フ ォ ン サ リ	ル ア ン ナ ム タ	ウ ド ム サイ	ボ ケ オ	ル ア ン プ ラ バ ン	ホ ア バ ン	サ ヤ ブ リ	シェ ン ク ア ン	全 国
人口	158,832	126,925	241,047	125,069	371,030	264,056	316,490	218,819	5,008,856
世帯	27,413	23,027	42,176	22,121	70,411	38,815	56,406	31,232	866,277
電化済世帯 (%)	2,339 8.5%	2,922 12.7%	3,485 8.3%	2,828 12.8%	18,055 25.6%	8,750 22.5%	9,279 16.5%	4,073 13.0%	303,690 35.1%
村落数	642	404	693	376	1,186	853	533	528	11,231
電化済村落 (%)	32 5.0%	37 9.2%	44 6.3%	36 9.6%	273 23.0%	129 15.1%	83 15.6%	48 9.1%	2,811 25.0%
平均所得 (kip/戸/年)	634,489	710,300	620,753	854,791	800,111	590,904	1,249,959	938,526	1,006,149

DOE 資料（2003） 平均所得については JICA 調査報告書（2001.2）による

地方電化の推進のため、北部地域での最重要プロジェクトは ADB の援助による送配電網整備プロジェクトである。既にフェーズⅠ事業として実施されているビエンチャン～ルアンプラバン、サヤブリ間の送電線整備事業（Power Transmission and Distribution (PTD) Project）は 2003 年半ばに完成予定である。これに続くフェーズⅡ事業となる Northern Area Rural Power Distribution(NARPD) Project のステージ 1 であるルアンプラバン～ウドムサイ～ルアンナムタを結ぶ送電線建設等の実施については、ADB、Nordic Development Fund (NDF)とラオス政府、EDL の間で本年 3 月に基本合意に達し、2007 年の完成を目指して工事が開始される計画である。この NARPD ステージ 1 の結果、新たに 342 の村が送配電線網につながり、33,800 戸が電化される予定になっている。さらにこれに続く NARPD のステージ 2 計画については、詳細は未定であるとしながらも基本的に送電網の末端に位置するフアパン、フォンサリ、ボケオの各県などへ送電線を延伸する構想と考えられる。

しかし ADB ローンによる送配電網整備によって電化されるのは各県の幹線道路沿いの地域に過ぎない。この電力網を地方末端まで拡張していくことが求められるが、国営電力公社の EDL としては不採算となる地方電化事業、すなわち配電線の農村部への延長や独立系統電源の設置、を独自に行うことは企業として考えられないとの姿勢を崩していない。この点については、資金貸付を行っている世銀や ADB から EDL の収益性改善を求められているためやむを得ない面がある。EDL が計画している北部地域でのプロジェクトとしては、前述の ADB 資金による送配電線網整備以外には Nam Ngum 5 (100MW)、Nam Ngum 4B (56MW)の水力発電所計画があり、いずれも 2009 年以降に運転開始予定となっている。そ

の資金計画などは未定であるが、これらの発電所はいずれも送電系統に接続されるもので、電化済み区域での需要増に対応した電力供給力の増強計画であり、地方電化を主なねらいとするものではない。

北部地域におけるオフグリッド電源としては、ウドムサイ県では中心地のウドムサイ市のある Xay 郡と隣接の La 郡について電力供給している Nam Ko 水力発電所(1.5MW)とその独立電力系統を EDL が運転している。供給対象は 4,155 (メーター数)、このうち住宅は 3,260 戸である。この発電所は 1998 年に中国企業が建設し、県が運転を行ってきたものであるが、県での運転管理が人的に困難となりつつあること、ADB 事業によってルアンプラバンから延長される計画の送電線と連系される計画であること、などから県の要請を受けて EDL に移管されたものである。ただし建設費用(約 1,000 万ドル)の支払いは EDL ではなく、ラオス政府が行うこととなっている。この例は当初は開発した中国企業が運転を県に委託して電力供給を行い、IPP 事業として運営していたものが、その後、設備全体をラオス側に売却したというかたちとなり、結果的に BOT 方式での開発と同じこととなった。同様に海外企業による開発例として、最北部のフォンサリ県では中国企業によって Nam Ngai 発電所(1.2MW)が昨年完成し、独立の配電系統により配電を行っている。建設費は約 990 万ドルで、運転は中国側の指導を受けて県が行っているとのことである。このほか、ラオス中部のボリカムサイ県では中国が 80%の資金を融資して(残りは EDL 資金) Nam Mang3 (35MW) の建設工事が進められている。総事業費は約 \$ 63 million である。これは EDL の系統に入る発電所であり完成予定は 2004 年末である。このように、ラオス中北部では拡大しつつある中国との経済的交流関係に基づく中小水力発電事業の進展が最近の顕著な傾向である。

ラオス国内の資本力は極めて脆弱であるため、地方電化のための電源開発について計画から建設までを海外企業が行い、BOT 方式で時期がきたらラオス側に設備を移譲する手法が一つの有力なモデルとなると言えよう。このような(海外)民間企業による電源開発についてはラオス政府は IPP と呼び基本的に推進する立場であり、特に 2MW 以下の地方電化を目的にしたような小規模発電案件については許認可を県レベル以下とすることを 97 年施行の電力法で定めるなど積極的に推進しようとしている。実際に、2003 年 2 月に完成したウドムサイ県 Pakbeng 郡の小水力である Houay Kasen 発電所(155kW)は中国企業によって開発された。ただし、事業者と県との話し合いにより開発資金(約 76 万ドル)を最終的に県が支払うことで合意済みであり、現在では郡が運転し電力供給を行っている。これは BOT 方式であり、そのうちの「Operation」の部分が短かった例である。Nam Ko と同様に Houay Kasen も EDL に設備を移管するという要請を県は行ったが、EDL としては赤字になるため拒否したとのことである。このように計画立案から開発までを企業が先行して行い、その後、開発資金をラオス政府が支払うというパターンはプランニング能力と民間資金力と

もに乏しいラオスの実情に適合した手法と評価できる。なお、この Houay Kasen の近くではタイの企業によって Nam Beng 発電計画（40MW）の調査が行われているとのことである。この Houay Kasen の事例から類推できるのは 100kW クラスの開発資金についてはラオス政府や県レベルで負担可能であり、むしろ開発を促進するための課題としては、計画策定やその実施を行うポテンシャルが行政や国内企業に不足していることではなかろうか。

これに対し、奥地の農村部の電化を目的として太陽光発電やピコ水力を普及させようとする草の根レベルの小規模オフグリッド電化計画については、JICA 調査（「再生可能エネルギー利用地方電化計画調査（1998-2001）」）で行ったパイロット事業によって初めて地方部での太陽光発電利用の可能性が確認された後、DOE の Rural Electrification Division が中心となってこの JICA 調査成果をさらに発展させ本格的な民活事業化を図ろうと努力している。現在のところ、オフグリッドのプロジェクトとしては世銀が 1998 年に開始した「南部地域電化計画(Southern Provinces Rural Electrification Project)」のサブプロジェクトである「Off-grid rural electrification」が実施されている。これは主に GEF など無償資金によってオフグリッド地方電化プロジェクトは太陽光発電（Solar Home System）やマイクロ水力発電による農村電化事業を行う民間事業者(ESCO)の育成を大きな目標に進められており、いくつかのパイロット事業も実施されている。このオフグリッド事業についてはラオス全国が対象となっており、特に電化率の低い北部地域は重要な対象地域であり、既にウドムサイ、ルアンナムタ県で太陽光発電事業、ルアンプラバン県でピコ水力(2kW クラス)によるオフグリッド電化事業が実施されている。（こういった世銀の動きとは対照的に ADB はオフグリッド電化を計画していない）さらに、こういったオフグリッド事業を支援するためにラオス政府が進めている基金（Off-grid Fund）の設立構想についても世銀は支援を行う姿勢であり、本年末までにラオス政府との間で構想をまとめ来年度には発足させようという動きになっている。この Off-grid Fund は ESCO 事業に対する補助金などの目的に活用されるものと考えられる。

4.2 地方電化推進組織の位置付け及び事業推進上の課題

本件調査をベースにラオス政府が加速させたいとしている独立電力系統を持つオフグリッド小水力による地方電化手法は有力な電化促進方策であるが、事業推進上の課題としてまず第一に挙げられるのは、前述の通り EDL はオフグリッド電源を開発する計画は全く持っていないという点である。このため、地方電化推進に責任を有する DOE は、こういった規模の電源開発を促進するため、1997 年施行の電力法で 100kW から 2,000kW までの電源については県の所管とし、さらに 100kW 未満の電源については下位の郡の所管とし、地元の民間企業等による開発が容易に行えるような制度を設けた。こういった場合、民間企業に参考となる計画案やデータが整備されていると計画が具体的に進みやすい。しかし、実際には工業手工芸省の各県レベルでの出先機関（Provincial Department of Industry and

Handicraft (PDIH)) には電力技術者はごく少数しかいないため、地点調査や開発計画作成などがほとんど行われておらず、民間企業の開発を支援できていない。このような地方レベルでの技術者の絶対数の不足や技術能力の低さが小規模水力の開発を阻害する一つの要因となっていることは明らかである。

水力発電所の開発に関してはダム建設などで環境影響が心配される場合がある。ラオスでも 1999 年に施行された環境保護法(Environmental Protection Law)によって環境影響評価(EIA)を実施することが規定された。環境問題を所管しているのは Science, Technology and Environment Agency (STEА) であるが、電力関係設備については DOE で EIA 実施のガイドライン(Environmental Screening of Electricity Projects)を作成している。これによれば発電設備について 100kW 以下、100kW~2,000kW、2,000kW 以上の 3 段階に分け、100kW 以下の小規模な発電計画であれば環境への影響は軽微であるとして EIA は必要ないとされている。100kW~2,000kW のクラスについてはダム建設の有無などいくつかの項目について書類による事前審査を行い、該当項目があれば EIA のプロセスが必要となる。さらに 2,000kW 以上については政府の担当者が現地調査を行い、予想される環境影響項目について評価し、EIA の必要性を判断する。本件調査で対象となる水力発電計画については基本的に大規模なダムなどは必要ないと予想され、自然保護区域に立地する場合などを除いては EIA は大きな負担とはならないであろう。

開発資金の確保も課題であり、100kW クラス以下のマイクロ水力発電についてはこれまで海外からの無償援助などで建設されている例が多い。ただし、前述のとおりこのクラスの開発資金についてはラオス政府や県でも負担可能であると考えられる。これに対し MW クラスになると\$10 million 以上の規模となり政府予算や無償援助による開発は困難であろう。この規模であれば本来は EDL が開発主体として期待されるが、現実には EDL はオフグリッド電源には関心を有しないため、IPP や BOT などの民活ファイナンス手法の活用が必要となってくる。このためには、経済性評価が可能な精度の高い開発計画案を提示して民間資本を呼び込むと行った方策が有効であろう。

このような問題意識もあることから、DOE では EDL とは別に中長期的な水力開発プランを策定するという計画を有している。DOE としては、特に EDL が興味を示していない地方部でのオフグリッド水力は、電力輸入の代替による外貨節約、セキュリティ向上、電力系統全体の安定度向上、電化率向上、再生可能エネルギー利用拡大、ディーゼル燃料の削減など国家経済上のさまざまなメリットがあるとしている。このため、これまで十分に調査されていなかった国内水力資源、特に中小規模の水力資源について改めて調査し最適計画を立案する作業（水力開発プラン策定）は政府としては非常に重要なテーマであると考えているのである。豊富な国内水力資源に注目して、これまでもさまざまなドナーによ

ってラオス国内の水力調査が行われてきたが、その手法や精度はバラバラであり、国レベルで統一された内容にはなっていない。こういった事情から DOE として国内の水力開発プランを統一的にまとめたいという希望が強まっているのである。このため、2003 年には世銀の Technology Assistance によって 50MW 以上の大規模水力地点の優先順位付けを行う作業（＝「Power System Development Study」）が行われることになっている。この調査は本件調査と補完関係にあると位置付けられる重要な調査と考えられる。本件調査によって国レベルでの総合的な水力開発プランが策定され、有望な水力発電所開発計画が特定されれば、それを受けて民間企業による事業化も加速されるものと予想される。

4.3 地方電化による地域住民への裨益効果

地方電化による住民の生活向上については疑問の余地は少ないものの、定量的な評価を行った事例はほとんど報告されていない。これまでの未電化地域での社会経済調査結果から言えるのは、自給自足を基本とした農業を営んでいる村落ではランプ用の灯油や電池などに月額約 \$1 程度を使っているケースが多いということである。最近の原油価格の値上がりから灯油価格も値上がりしているが、住民としては現金収入の制約から、灯油の値上りには消費量を削減することで対応しているものと予想される。この約 \$1 という数字が住民による電気への支払意思(Willingness to pay)額の基本となる。

一方、ラオスの住宅用電気料金(EDL)は低所得者対策としてのナショナルミニマムを考慮した逓増料金制度をとっており、現在は 3 段階制となっている。電力の消費量が少ない場合には 80Kip(\$0.008)/kWh という極端な低価格となっている（2003 年 3 月）。基本的に電力消費量が少ない地方部で実施されるオフグリッド電力供給の場合にこのような価格体系とすることは投資回収の観点から不可能である。このため、こういった場合にはそれぞれの地点ごとにコストや負担能力に応じて料金を設定してよいことになっている。例えばオフグリッドマイクロ水力によって電化した村落では、従量料金であれば 150-300kip/kWh あるいは電灯一個当たりの定額料金で月額 1500-3000kip 程度である。また、ディーゼル発電の場合には燃料代の実費が原則となるが政府が一部補助している場合もあり、1500kip/kWh 程度となっている。仮に料金が 300kip/kWh とすると最近普及している 10W クラスの電球型蛍光灯（中国製）を 2 個それぞれ 5 時間使った場合に月間の電力消費量は 3kWh となり、さらにラジオなどの使用を考慮しても、月額の電気料金は 2000-4000kip 程度(\$0.2-0.4)となり、エネルギー支出が灯油ランプの場合よりも大幅に減少するものと予想される。むしろ住民としては電力供給を開始するための自宅への引き込み線費用や屋内配線費用などの初期費用（約 50 ドル）の負担が大きい。グリッド電化におけるこのような初期負担について EDL は ADB との協議の結果、これまで認めていなかった分割払い制度をスタートさせ、電化の恩恵に浴することができる家庭の増加を図ることとなった。

一方、電化後の収入増加については、「ラオス国再生可能エネルギー利用地方電化計画調査報告書」(JICA, 2001)p37 に報告されているように、電気照明によって収穫物の加工、織布、縫製、手工芸、商店の営業延長などが可能となり、調査対象戸数の約半数が収入増加となったという結果が出されているなど、住民の旺盛な事業意欲によって収入増加が実現するという可能性が十分にあるものと予想される。このように地方電化の推進は自給自足状態にある農村が経済発展を実現するきっかけとなるのである。

4.4 社会環境調査

今回の調査では未電化農村の社会環境について直接調査することはできなかったが、ADB による”Power Sector Strategy Study (2002)”の中で実施された未電化村落の社会経済調査レポート (Socio-Economic Baseline Survey Report for Rural Electrification Project Developments: STS Consultants, Jan.2001) ではフォンサリ、ルアンナムタ、ボケオ、サヤブリの 4 県において、今後少なくとも 10 年間はグリッド電化の計画がない未電化村落を対象に住民の生活状況や電化への希望について聞き取り調査を行った結果が報告されている。この調査はラオスのコンサルタント会社が実際に現地に滞在して聞き取りを行ったものであり興味深い内容のものであるが、調査の便宜上アクセスしやすい道路沿いの村落を対象としていたため経済的に恵まれた家庭が多く、未電化農村の標準的な姿を表しているとは言い難い。この点は調査対象村落に年間所得が 6,000,000kip (約 550 ドル) 以上の家庭が多数存在していることから明らかである。ただし、その調査結果によれば、以下の通り未電化地区では電化に対する非常に強い要望があることは明らかであるといえる。

- ・調査対象家庭の 98%が電気の使用が生活改善に重要であると認識している。
- ・電気代として(制約の多い太陽光発電であっても)毎月 10,000kip (調査当時のレートで\$1.25) ないしはそれ以上払えるという回答が多い。

4.5 人材育成の必要性

DOE からの意見として、これまでの海外コンサルが行った水力地点計画はほとんどが机上プランであり、実際に十分な現地踏査した例は少ないという。また、これらのコンサルタントによる DOE 技術者への水力計画策定手法の技術移転は不十分であったとのことである。前述の通り DOE は独自の水力開発プランを策定する希望を有しており、そのために水力資源(サイト)の特定と技術的、経済的な評価について調査精度を高める必要がある。この作業のためには、これまで蓄積されてきたさまざまな水力開発構想を再評価することがまず必要である。前述のとおり、世銀の支援によって 2003 年 4 月からラオス全国を対象にして 50MW 以上の水力地点の優先順位付けを行う作業(「Power System Development Study」)が開始されることはこの方向性に沿ったものである。同時に今回のプロ形調査で

も DOE の担当者たちは水力地点の Pre-FS 段階までの作業についてノウハウを取得できるような機会を持ち、これまで十分な調査が行われていなかった（中小規模の）有望地点の開発計画の立案について DOE 自らが行っていきたいという姿勢を強調していた。こういった目的意識を明確にして本件調査を位置付けることが重要であると考えられる。すなわち、本件調査においては、担当コンサルだけで調査を行い、その結果だけを報告するというやり方は避けなければならない。むしろ、モデル地域（流域）を選んで DOE 技術者、さらに県レベルの担当部局である PDIH との共同作業を心がけ、彼らが水力計画（測水手法、kW と kWh の計算、概略設計と工事費積算、経済性評価など）の基本をマスターできるような Capacity Building を強く志向した調査手法をとることが必要である。

小規模水力開発の開発を推進すべき県レベルの技術者の能力強化は本件調査の大きな目的となる。現実問題としてラオス国内で優秀な人材はほとんどビエンチャンや他の都市部で就職するわけで、地方に残る人はほとんどいない。このような現実がある一方で電力法では地方電化推進のため地方政府の役割を拡大しようとしている。現状では県の PDIH では水力開発計画を作成、審査する能力はほとんどなく、小規模な開発案件の申請が出されても DOE に相談して決めているのが実情である。しかし、今後、オフグリッド電源については小規模なものが多数開発される必要があり、DOE が全てについて現在のように関与することは困難となっていく。このためには県レベルの技術者の育成は避けて通れない課題である。したがって本件調査では調査開始時点から PDIH の参加を求め、水力開発計画の策定について具体例を用いながら県レベルでの capacity building に留意していくことが全調査期間を通じて求められる。

4.6 本格調査採択に向けての今後の課題

ラオスでは送配電網整備という基幹部分の地方電化と、太陽光発電やピコ水力といった草の根レベルの地方電化という地方電化の両側からの動きが本格化しつつある。ただし、本件調査が狙いとしている両者の中間に位置するオフグリッド小水力による地方電化事業の事例はごく僅かしかなく、電力法の規定によって所管を地方へ移し、地元民間企業などの参画を期待した成果は出ていない。こういったオフグリッド小水力の開発を促進するためには、投資採算がとれるような地点がまだ十分に把握されていないという課題（地点調査の必要性）もあるが、さらにそういった地点が発見されても開発の推進力となるべき計画策定能力が非常に不足していることが大きな課題（消極的な EDL とは別に水力開発計画をリードする技術力を有する組織育成の必要性）である。勿論、開発資金の確保や政府の資金的支援措置の具体化などの資金措置も課題であるが、IPP や BOT の活用によって民間主体の開発を促進していくのが政府の基本方針となっており、当面はビジネスベースでの解決を図ることを基本に政府の支援措置は限定的なものとなるであろう。こういった問題意識から、ラオスにおけるオフグリッドの水力開発の円滑化へ繋げるため、本件調査では以

下の点を重視した内容として実施すべきであると考えられる。

- ① 事業としての成立可能性を重視し、地方電化や電力輸入代替などその目的に合った適正規模（需要規模や範囲）の明確化
- ② 図上調査及び現地踏査による有望な開発地点の発掘と概略評価（Pre-F/S）
- ③ 水力開発計画立案に必要な技術移転による国レベル及び県レベルの電化担当組織（非 EDL）の開発能力強化
- ④ 地方部での持続可能な運転管理方法の確立
- ⑤ 開発資金プランの提案