

ラオス国
北部小水力発電計画策定調査
ファイナルレポート
第2巻：サマリーレポート

平成 17 年 12 月

独立行政法人 国際協力機構
経済開発部



独立行政法人 国際協力機構



ラオス国工業・手工芸省

ラオス国

北部小水力発電計画策定調査



ファイナルレポート

第2巻：サマリーレポート



平成 17 年 12 月



日本工営株式会社



株式会社 コーエイ総合研究所

序 文

日本国政府はラオス人民民主共和国の要請に基づき、同国北部を対象とする小水力発電計画策定調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 16 年 2 月から平成 17 年 11 月までの間に 6 回にわたり、日本工営株式会社の荒木一郎氏を団長とし、同社及び株式会社コーエイ総合研究所の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はラオス政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を行い、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、ラオス北部小水力発電の開発に寄与するとともに、両国親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝を申し上げます。

平成 17 年 12 月

独立行政法人国際協力機構

理事 伊沢 正

平成 17 年 12 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 伊沢 正 殿

伝 達 状

今般、ラオス国における北部小水力発電計画策定調査を終了致しましたので、ここにファイナルレポートを提出致します。日本工営(株)及び(株)コーエイ総合研究所は、貴機構との契約により、平成 16 年 1 月から同 17 年 12 月まで約 2 年間にわたり本調査を実施してまいりました。

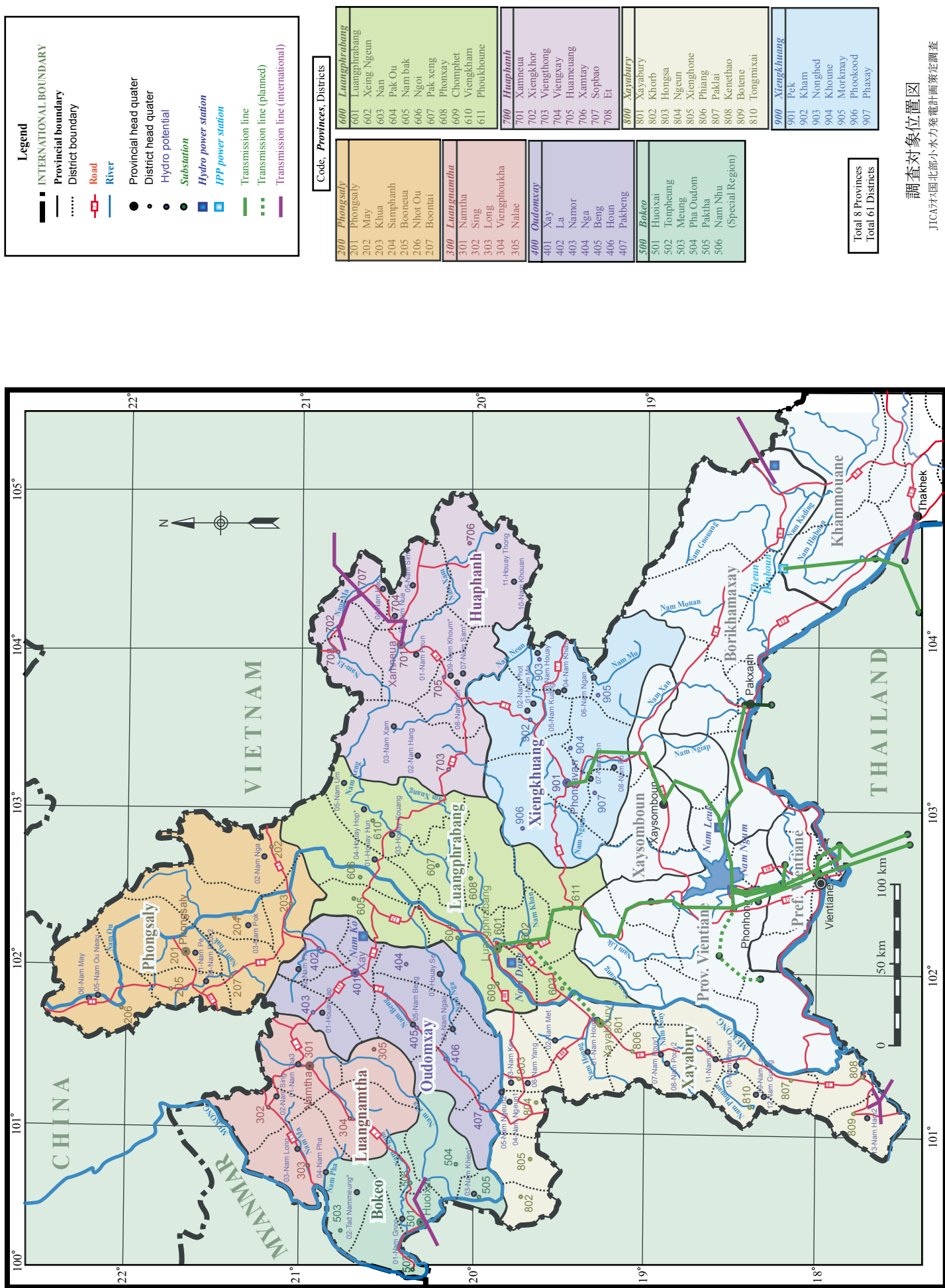
本報告書は、ラオス国が目指す 2020 年までに全国 90%の世帯で電化を実現させる計画の一部を支えるマスタープランとしての活用が期待される一方、即効力の求めに答えて小水力発電計画のキャパシティービルディングを伴う Pre-F/S 調査の検討結果も包括しております。本調査で策定されたプロジェクトの実施は、ラオス国で特に開発の遅れた北部地域の未電化村落を電化することにより、村落の振興、貧困削減に寄与するものと確信しております。また、本調査にあたっては、貴機構の基本方針にのっとり、情報公開、住民参加、環境重視をモットーに業務を実施して参りました。すなわち、水力発電に起因する諸問題を早期の内に検討し、また公聴会を通じて地方政府にも広く情報を公開することにより、社会的貢献度を最大限にできるよう努めました。

本報告書が、ラオス国における円滑な小水力発電による地方電化の推進に寄与するだけでなく、発展途上国における今後の類似プロジェクトの参考となれば幸いです。

本報告書は、メインレポートとサマリーレポートの他、小水力発電計画マニュアルと同じく初心者マニュアルで構成されています。メインレポートは地方電化マスタープラン立案と各小水力プロジェクトの設計過程に重点を置いて編集しました。また、同マニュアルは、今後ラオス国の技術者が水力発電を独自に調査・計画していく上で貴重な指南役となります。特に初心者マニュアルは、ラオス語版となっているばかりでなく、ビジュアル化に務めた結果、入門書として他に類を見ない成果品となっています。

最後に、同調査期間中、貴機構には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。また、ラオス国工業・手工芸省、ラオス国電力公社、北部 8 県の各工業・手工芸部、在ラオス国日本国大使館、貴機構ラオス事務所の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて厚く御礼申し上げます。

ラオス国北部小水力発電計画策定調査団
総括 荒木 一郎

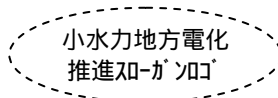
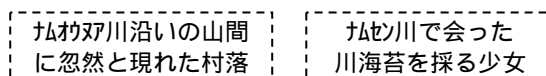


ラオス国
北部小水力発電計画策定調査
ファイナルレポート

報告書の構成

第1巻	メインレポート	(英文・和文)
第2巻	サマリーレポート	(英文・和文)
第3巻	小水力発電計画マニュアル	(英文)
第4巻	小水力発電計画ビジュアルガイド	(英文・ラオ語)
第5巻	サポーティングデータファイル	(英文)

表紙写真



第2巻：サマリーレポート

目次

序文	
伝達文	
調査対象位置図	
略語表	
概要	S - 1
第1章 結論と提言	
1.1	ラオスの地方電化が求めるもの 1 - 1
1.2	地方電化推進の提言 1 - 1
1.3	地方電化推進のアプローチ 1 - 2
1.4	調査の目的と対象地域 1 - 3
1.5	調査の背景と工程 1 - 3
第2章 小水力地方電化に関する課題と政策提言	
2.1	政策提言の基本姿勢 2 - 1
2.2	地方電化に関わる電力セクターの現状及び課題 2 - 1
2.3	小水力地方電化の課題 2 - 4
2.4	小水力地方電化政策に関わる提言 2 - 5
2.5	小水力地方電化事業スキームの提案 2 - 6
2.6	CDM適用による資金調達 2 - 7
2.7	地方電化を通じた貧困削減に関する提案 2 - 8

第3章	小水力地方電化マスタープラン	
3.1	県レベルの小水力地方電化マスタープラン概要.....	3 - 1
3.2	小水力地方電化マスタープランの継続的更新.....	3 - 7
3.3	小水力地方電化マスタープラン更新の留意点.....	3 - 9
第4章	小水力発電PRE-F/Sの実施	
4.1	概要	4 - 1
4.2	小水力発電有望地点の選定	4 - 2
4.3	小水力発電Pre-F/Sの計画と設計	4 - 6
4.4	CDM検討を含む経済・財務分析	4 - 8
4.5	村落社会経済調査	4 - 10
4.6	環境影響評価	4 - 12
第5章	小水力キャパシティ・ビルディングの実施	
5.1	キャパシティ・ビルディングの背景と対象.....	5 - 1
5.2	キャパシティ・ビルディングの方針と手法.....	5 - 1
5.3	キャパシティ・ビルディングの実施体制と工程.....	5 - 2
5.4	キャパシティ・ビルディングの実施内容	5 - 2
<u>サマリーレポート添付資料</u>		
添付 - 1	： 県別GISマップ.....	A - 1
添付 - 2	： 優先プロジェクト小水力発電計画概要表及び図面	A - 9

用語表

略語	英語表記	日本語表記
Lao PDR agencies	ラオス国機関名	
CDEP	Committee for Development of Electric Power	ラオス国電力開発委員会
CPI	Committee for Planning and Investigation	ラオス国計画・投資委員会
DMH	Department of Meteorology and Hydrology	ラオス国農林省水文気象局
DOE	Department of Electricity, MIH	ラオス国工業・手工芸省電力局
EDL	Electricite du Laos	ラオス国家電力公社
FIMC	Foreign Investment Management Committee	ラオス国投資事業・対外経済協力委員会
GOL	Government of Lao PDR	ラオス国政府
LHSE	Lao Holding State Enterprise	ラオス国持株会社
LNCE	Lao National Committee for Energy	ラオス国国家エネルギー委員会
LWU	Lao Women's Union	ラオス女性連合
MIH	Ministry of Industry and Handicrafts	ラオス国工業・手工芸省
PDIH	Provincial Department of Industry & Handicrafts	ラオス国県工業手工芸局
STEA	Science, Technology & Environment Agency	ラオス国科学・技術・環境局
Foreign organizations	国際機関名	
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
EGAT	Electricity Generation Authority of Thailand	タイ国電力公社
EVN	Electricity of Vietnam	ベトナム国電力公社
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IUCN	World Conservation Union (Switzerland)	国際自然保護連合
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency (Japan)	国際協力機構
MOI	Ministry of Industry	ベトナム国工業省
MPI	Ministry of Planning and Investment	ベトナム国計画・投資省
NEPO	National Energy Policy Office	タイ国電力政策局
NTEC	Nam Theun 2(NT2) Electricity Company	ナムテン 2 発電会社(コンソーシアム)
NTPC	Nam Theun 2(NT2) Power Company	ナムテン 2 電力会社(SPC)
PEA	Provincial Electricity Authority in Thailand	タイ国県電力局
PRGF	Poverty Reduction and Growth Fund	貧困削減基金
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
WB	World Bank	世辞会銀行
WCD	World Commission on Dams	世界ダム委員会
Others	その他	
AAU	Assigned Amount Unit	初期割当量に相当する CO2 削減クレジット
ATP	Ability to Pay	支払能力
B.	"Ban" Village in Laotian language	村落名
BOO	Build-Operate-Own	建設・操業-所有
BOT	Build-Operate-Transfer	建設・操業-移譲
CA	Concession Agreement	事業権契約
CDM	Clean Development Mecah	京都メカニズムにおけるクリーン開発制度
CER	Certified Emission reduction	JI を通じて発行される CO2 削減クレジット
COD	Commercial Operation Date	運開予定日
ECA	Export Credit Agencies	輸出信用機関
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMMP	Environmental Management & Monitoring Plan	環境管理計画
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計・調達・建設包括工事契約
EPMs	Environmental Protection Measures	環境保護対策
ERU	Emission Reduction Unit	CDM を通じて発行される CO2 削減クレジット
ESCO	Electricity Supply Company	電力供給会社
ET	Emission Trading	GHG の排出量取引
F/S	Feasibility Study	実施可能性調査
FARD	Focal Area for Rural Development	開発重点地区
GEF	Global Environmental Fund	地球環境ファンド
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GMS	Greater Mekong Sub-region	大メコン圏流域諸国
GPS	Global Positioning System	全球測位システム
HPP	Hydropower Project	水力発電計画
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札

用語表

略語	英語表記	日本語表記
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IPDP	Indigenous Peoples Development Plan	土着民族に関する政策
IPP	Independent Power Producer	独立電力生産者
JI	Joint Implementation	京都メカニズムにおける共同実施制度
LA	Loan Agreement	借款協定
LLDC	Least Less-Developed Countries	後発発展途上国
MOU	Memorandum of Understanding	(開発権)協議覚書
M/P	Master Plan Study	マスタープラン
NBCA	National Biodiversity Conservation Area	国立生物保護区
NEM	New Economic Mechanism	ラオス国新経済メカニズム
NGOs	Non Governmental Organizations	非政府団体
O&M	Operation and Maintenance	操業・維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPS	Off-grid Promotion & Support Program	オフグリッド地方電化推進プログラム
PDA	Project Development Agreement	開発実施協定
PDP	Power Development Plan	電力開発計画
PPA	Power Purchase Agreement	売電契約
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PRF	Poverty Reduction Fund	貧困削減基金
PTD	Power Transmission & Distribution Project	送配電事業
PVP	Public-Village Partnership	官村連携
SHS	Solar Home System	戸別太陽光発電
REF	Rural Electrification Fund	地方電化基金
SIA	Social Impact Assessment	社会環境影響調査
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
SPP	Small Power Producer	小電力生産者
SPRE	Southern Province Rural Electrification Project	南部地方電化プロジェクト
S/W	Scope of Works	実施調査細則
TOR	Terms of Reference	実施項目
WTP	Willingness to Pay	支払意思額
Unit/Technical Terms	単位/技術用語	
B-C, B/C	B: Benefit and C: Cost	B: 便益 C: 費用
EIRR, FIRR	Economic/Financial Internal Rate of Return	経済/財務内部収益率
EL() m	Meters above Sea level	標高(m)
FSL	Full Supply Level of Reservoir	常時満水位
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
GWh	Giga Watt Hour (one billion watt hour)	百万キロワット(10億ワット)時
HH	Household	世帯
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
MAP	Mean Annual Precipitation	年平均降雨量
MAR	Mean Annual Runoff	年平均流量
MOL	Minimum Operation Level of Reservoir	最低運転水位
MW	Mega Watt (one million watt)	千キロワット、百万ワット
PMF	Probable Maximum Flood	可能最大洪水流量
PMP	Probable Maximum Precipitation	可能最大降水量
US\$	US Dollar	米国通貨(ドル)

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)

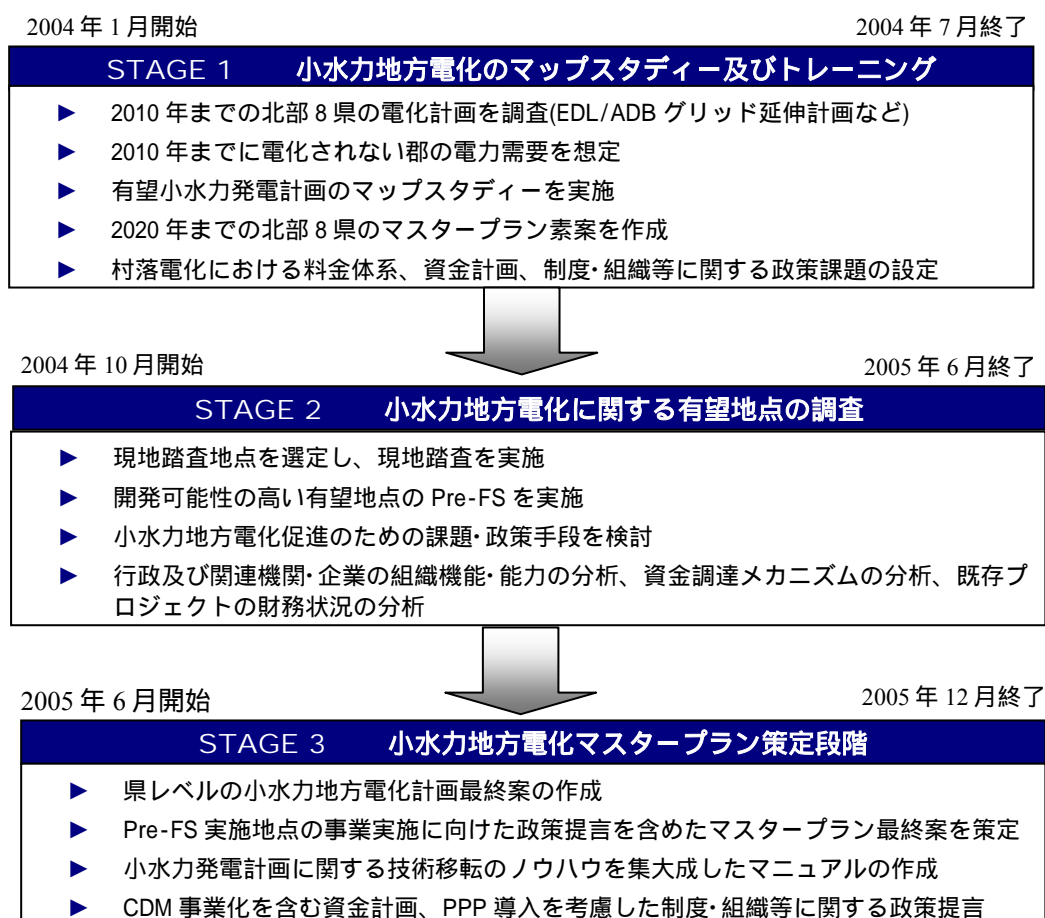
3. 調査の目的と対象地域

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

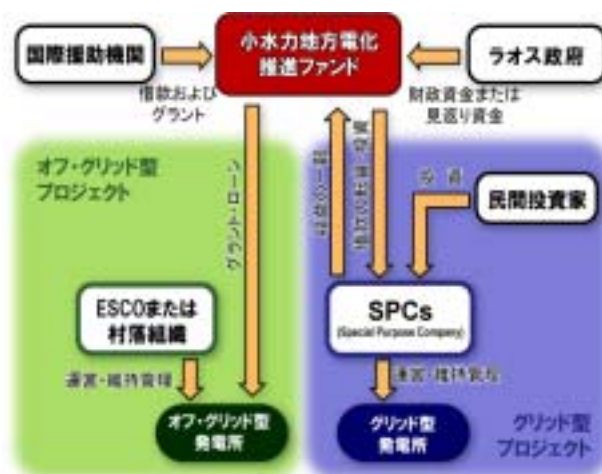
世界各国で、小水力地方電化普及のための推進策として検討が進められているのが、公的資金を用いて、初期投資の費用分担を軽減する方策である。発展途上国で実験的に行われているプロジェクト類例からは次の 2 つのキーワードを見出すことができる。それは、「PPP(官民パートナーシップ)」と「コミュニティ参加」である。

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	水ディーゼル	水ソーラー
02	ボーンサイ	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	ボーク	25,657	9,366	36.5	0	7,643	0	1,689	34	0
06	ルアンブラーン	66,986	20,526	30.6	13,552	0	262	192	6,151	369
07	ホアパン	41,621	21,664	52.1	0	8,485	3,272	9,723	184	0
08	サイブリー	61,370	18,961	30.9	6,978	10,892	0	0	202	889
09	シェンクワン	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。

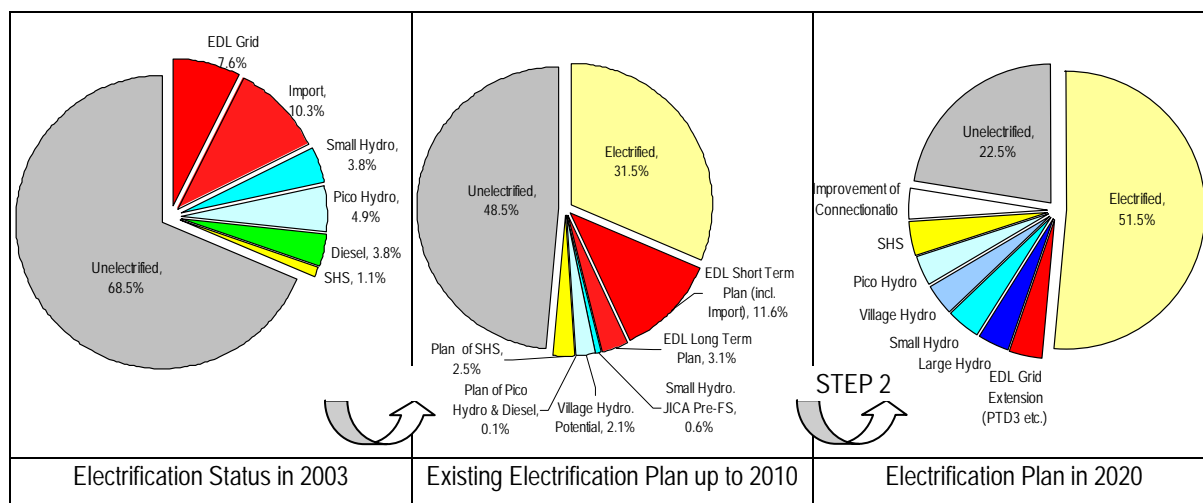
県 No.	県名	世帯数	電化計画実施後電化世帯数	電化計画実施後電化率 %	既存電化計画、本調査オフグリッド Pre-FS 及び VHポテンシャルサイト					
					EDL (ショートタームプラン)	EDL (ロングタームプラン)	JICA 水グリッド Pre-FS	村落水力電化サイト	ピコ水力計画	SHS 計画
02	ボーンサイ	27,410	8,451	30.8	2,951	0	527	1,035	0	0
03	ルアンナムタ	25,168	9,966	39.7	912	0	0	215	0	0
04	ウドンサイ	41,500	14,502	35.0	5,723	0	0	441	0	0
05	ボーク	25,657	14,592	56.9	2,638	746	52	711	0	1,079
06	ルアンブラーン	66,986	27,699	41.4	4,707	0	676	1,481	0	309
07	ホアパン	41,621	25,354	60.9	1,932	572	0	1,186	0	0
08	サイブリー	61,370	42,234	68.8	7,418	8,524	0	489	415	6,427
09	シェンクワン	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。

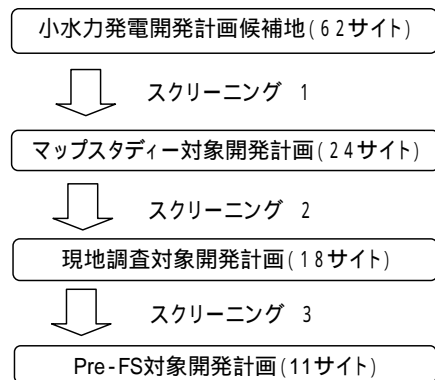
14. 小水力地方電化マスタープラン更新の留意点

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の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
	80% WTP	63.3	62.9	66.0	60.5	67.2	61.7	67.6
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
	80% WTP	9.12	9.08	9.84	8.88	10.24	8.98	10.36

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。

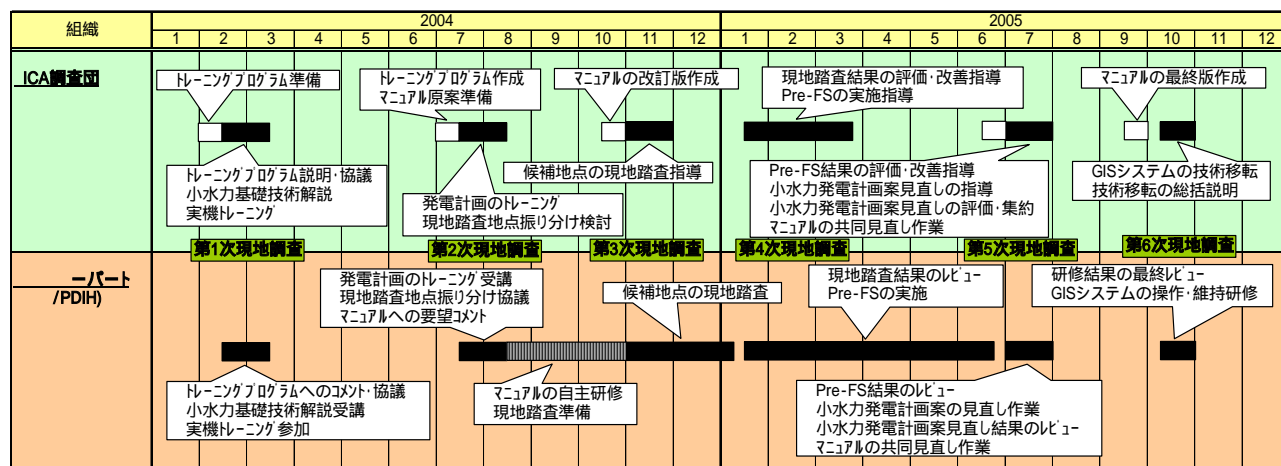
26. 初期環境調査結果の概要

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。
	量水標の設置	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 結論と提言

1.1 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としての電化が求められよう。

1.2 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

クワ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。

1.3 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を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。

No.	対象項目	地方電化推進のアプローチ	留意事項
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。
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。

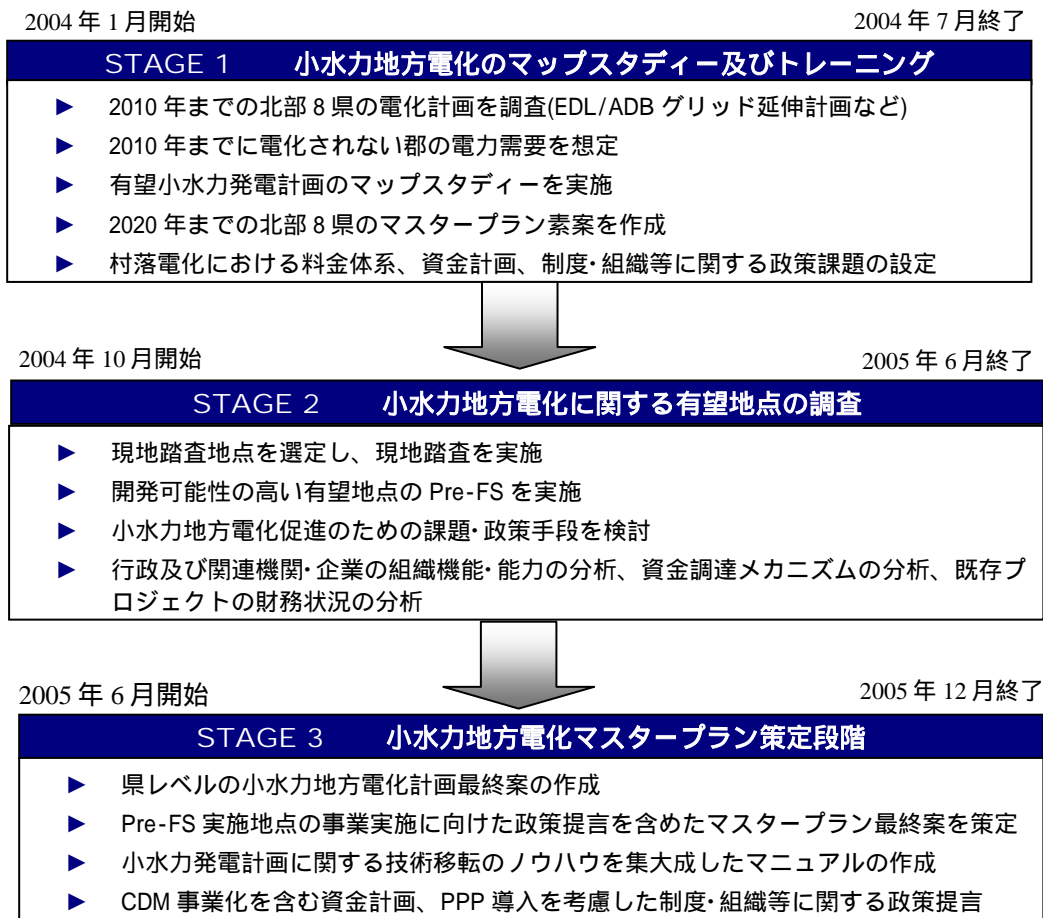
- 2020 年を目途とする小水力地方電化マスタープランの作成。
- 小水力地方電化事業促進に関する組織・政策提言。
- 小水力地方電化に関するカウンターパートへのキャパシティ・ビルディング実施。

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、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 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。

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。

2.2 地方電化に関わる電力セクターの現状及び課題

(1) 概要

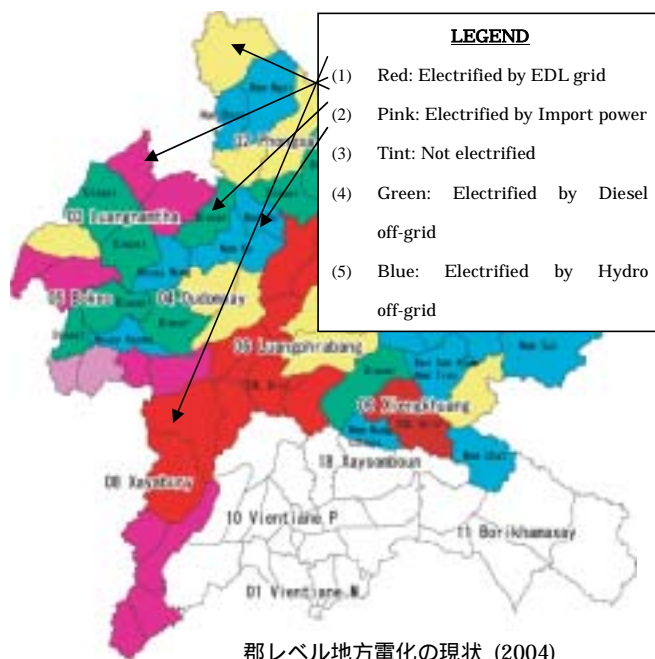
現在のラオス国内の電力供給は主要電力システムと独立電力システムにより行われている。国内の電力システムには下記の 4 電源から電力供給されている。

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

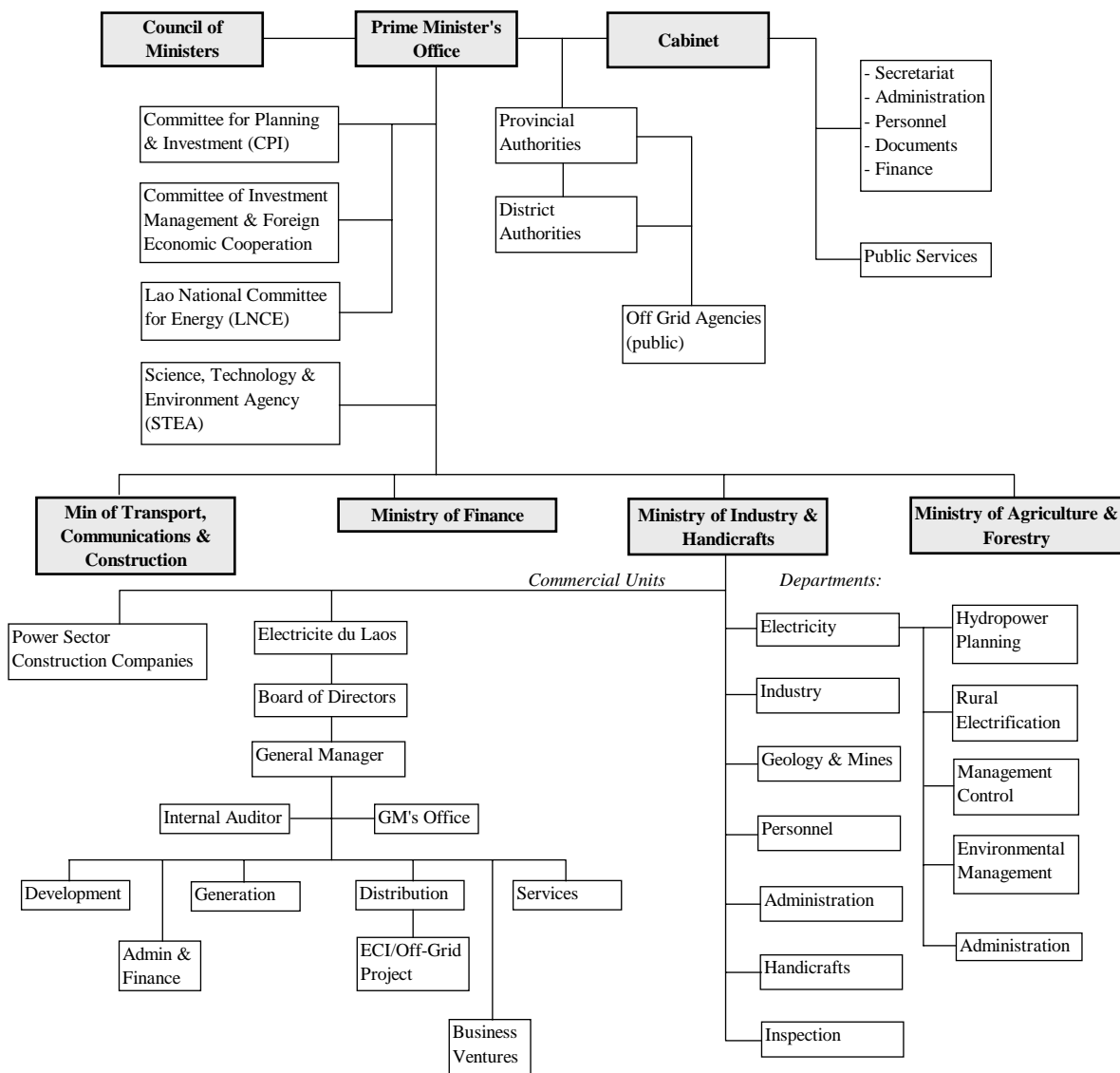


毎に独立した小規模グリッドによる電力供給(ディーゼル発電、マイクロ水力発電、太陽光発電)

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。上図は、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) 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)である。



(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、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。

100 kW ~ 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

(4) 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(ピエンチャン県、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

2.3 小水力地方電化事業の課題

(1) 小水力発電プロジェクトの特徴

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。

一方、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

(2) 地方電化資金調達面の課題

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。

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
税収	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

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。

2.4 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。

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。

オフグリッド地方電化事業の財務収益改善には、公共機関と参画する民間企業の事業費用分担、リスク分担が必要である。まず、適正な料金を設定し、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。

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。

2.5 小水力地方電化事業スキームの提案

(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

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。

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。

マネージメント契約 (Management Contract Model)

リース契約 (Lease Contract Model)

コンセッション契約 (Concession Model)

民間電力サービス会社モデル (ESCO Model)

村落組織・協同組合モデル (Village Organization/ Cooperative Model)

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、マネー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コストを減らすメリットがある。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タビリティ、効率および柔軟性において優れている。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。

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 ϕ /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 Gnone 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 ϕ /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。一方、発電単価が 20.2 ~ 29.2 ϕ /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。「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。

(2) ファンド設立による小水力地方電化推進の提案

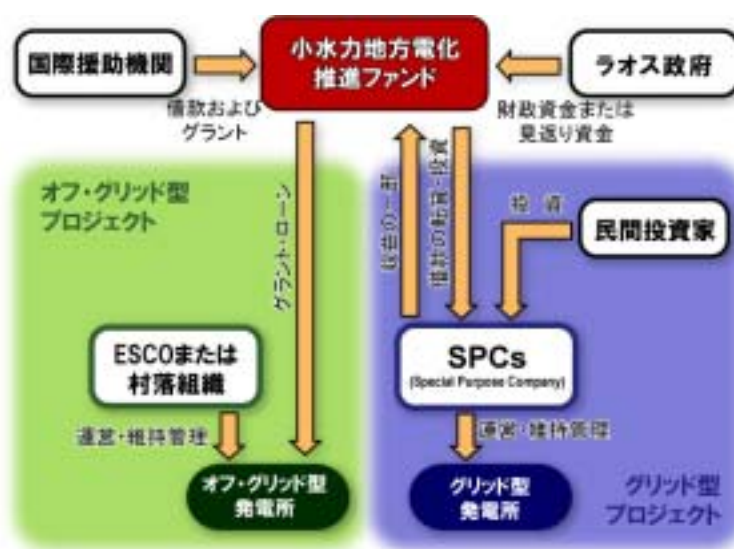
本ファンドの基本構想は、利益が上がるグリッド型案件からの収益で、利益が上がらないものの貧困削減に資するところの大きいオフ・グリッド型案件の赤字を補填することによって、全体として収益を維持し、持続性を図ろうとするものである(下図参照)。

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。

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。



小水力地方電化推進ファンド概念図

2.6 CDM 適用による資金調達

(1) CDM 検討の背景

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。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) 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。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。CER が売却できなかった場合は、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。

(3) 財務便益試算

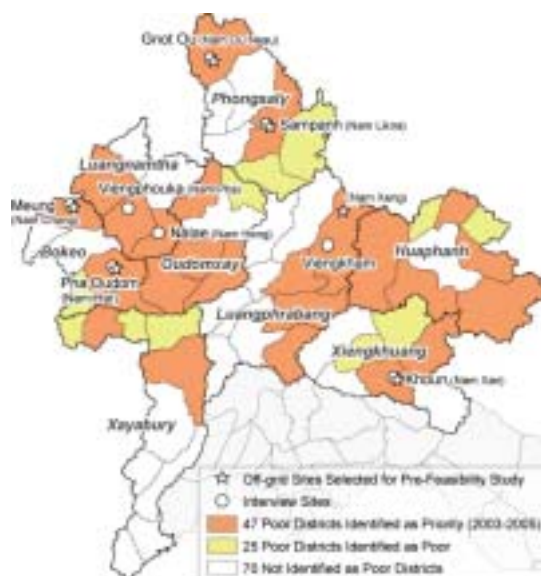
ここでは、21 年間分の CDM クレジットの 50%を前払いで受け取るケース、前払いを受けない通常通りケースの 2 通りについて分析を行った。その結果は、グリッド型の Nam Ham 2 水力の場合では、FIRR が 0.94 ~ 1.92% point 向上、10%の割引率で計算した NPV も 115,154 ~ 200,400 ドル向上した。オフ・グリッド型のうち Nam Ou Neua 水力については小さいながらもある程度の収益性が向上しているが、Nam Likna 水力の場合、得られる CDM クレジットが手続きにかかる費用を下回っているため、逆に収益性が悪化する結果となった。

2.7 地方電化を通じた貧困削減に関する提案

(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。

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ヶ月あたり 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、Khoun (33.3%)、Nalae (38.3%)において高いという結果になった。調査対象地域のジニ係数の平均値は



北部 8 県における貧困郡の分布

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)

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。

(2) 地方電化を通じた貧困削減・地域振興に関する提案

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。

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。

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。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。

- 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

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、オフピーク時の電力を利用した産業の開発が貧困対策として有効である。それには商工業・灌漑向け料金の低価格設定が望ましい。また、道路との一体開発は市場へのアクセス、産業振興だけでなく、電化の投資コストの削減にもつながる。

- 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

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