

国際協力事業団

工業手工芸省
ラオス国

ラオス国
再生可能エネルギー利用地方電化計画調査

最終報告書
本編

2001年2月

JICA LIBRARY



J1166215(2)

プロジェクト・インターナショナル 株式会社
株式会社 四国総合研究所

ラオス国

再生可能エネルギー利用地方電化計画調査

最終報告書 本編

01
2

国際協力事業

JICA

112

64.3

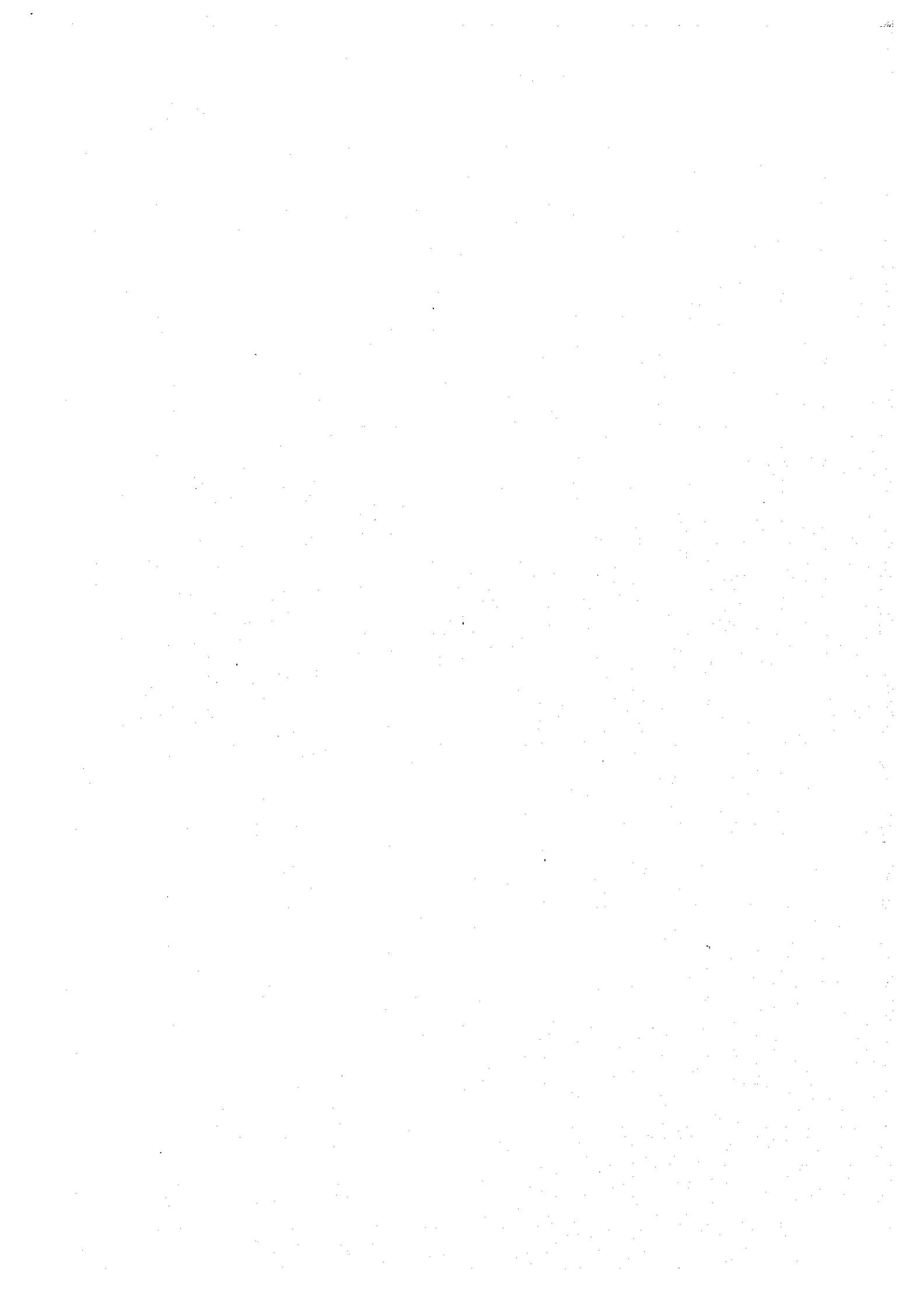
MPN

LIBRARY

鉦調資

JR

00-211



国際協力事業団

工業手工芸省
ラオス国

ラオス国

再生可能エネルギー利用地方電化計画調査

最終報告書

本編

2001年2月

プロアトインターナショナル株式会社

株式会社 四国総合研究所



1166215(2)

序 文

日本国政府はラオス国の要請に基づき、同国の再生可能エネルギー利用地方電化計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成10年10月から平成12年12月までの間に8回にわたり、プロアクトインターナショナル株式会社の大滝克彦氏を団長とし、同社と株式会社四国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。

調査団はラオス国政府関係者と協議を行うとともに、パイロット事業を含む現地調査を実施し、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、ラオス国の地方電化計画の推進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、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成13年2月

斉藤 邦彦

国際協力事業団
総裁 斉藤邦彦

2001年2月

国際協力事業団
総裁 齊藤邦彦殿

ラオス国
再生可能エネルギー利用地方電化計画調査団
団長 大滝克彦

伝達状

ここに、ラオス国再生可能エネルギー利用地方電化計画調査最終報告書をご提出申し上げます。本報告書には、現地にて実施致しました太陽光発電システムパイロットプロジェクトのモニタリング結果、ラオス国への導入可能性評価、さらに地方電化マスタープランの提言など数々の提案を含めるとともに、日本国及び貴事業団のご意見も反映させていただきました。更には、ラオス国ヴィエンチャン市において適時行いました協議を通じて得られた、カウンターパートである工業手工芸省電力局の各官のご意見も反映させております。

本報告書においては、パイロット事業より得られた結果をもとに、ラオス国における太陽光発電利用地方電化の進め方について、技術・経済・組織の観点から総合的な分析を行い、同国農村部における太陽光発電の普及可能性について述べております。また、カウンターパート機関が太陽光発電を用いた地方電化を計画・実施するにあたり、実際に役立つ技術マニュアルや事業実施フローを充実させ、実用性を重視したものとなっています。小水力開発については、今後の同国の小水力開発促進に資するよう、プレF/Sレベルの評価を行い、さらにその結果をもとに対象地域での10カ年小水力開発計画を提案しております。

ラオス国における地方電化の重要性から、ラオス政府が本調査で移転された技術・ノウハウを活用し、さらに提案されている地方電化マスタープランをベースにして、一層の地方電化促進を実施されるよう推奨するものであります。

この機会をお借りしまして貴事業団、外務省及び経済産業省に対し、心より御礼申し上げます。また、ラオス国の工業手工芸省及び各政府関係機関に対しましても、調査期間中我々に対して緊密なご協力とご支援をいただきましたことにつき、深く感謝申し上げます。

目次

第1章 ラオス国の概況.....	1
1-1 一般概況.....	1
1-1-1 自然・資源.....	1
1-1-2 政治・経済.....	1
1-1-3 ラオスの農村社会.....	2
1-2 ラオスの電力事情.....	3
1-2-1 地方電化の現状.....	3
1-2-2 ラオスの電気事業.....	3
第2章 ラオスの村落と地方電化.....	5
2-1 ラオスの農村とパイロットプロジェクト対象村.....	5
2-1-1 ラオスの農村とその地域別の特徴.....	5
2-1-2 ヴィエンチャン、ボリカムサイ両県の全国における位置づけ.....	6
2-1-3 対象村の全国の未電化村における位置づけ.....	8
2-2 ラオスの農村開発政策と地方電化.....	10
2-2-1 ラオスの農村開発.....	10
2-2-2 農村開発政策の基本的考え方と特徴.....	10
2-2-3 農村開発政策と地方電化の関係.....	11
第3章 ラオス農村部でのパイロットプロジェクト.....	13
3-1 農村社会経済調査の目的と枠組み.....	13
3-1-1 実施方法.....	15
3-1-2 調査項目.....	15
3-1-3 パイロット対象村落の変更.....	17
3-1-4 対象村落の概況.....	18
3-1-5 所得水準とエネルギー支出.....	22
3-1-6 エネルギー消費状況.....	23
3-2 パイロットプロジェクトの結果：モニタリング・インパクト調査結果.....	27
3-2-1 各パイロット村落の状況（既存パイロット6村）.....	27
3-2-2 PV 据え付け時調査結果（モニタリング1）.....	29
3-2-3 据付け3~6月後のモニタリング結果（モニタリング2,3）.....	30
3-2-4 インパクト調査.....	39
3-2-5 村落電化委員会の設置・活動状況.....	42
第4章 参加型アプローチ.....	45
4-1 3つのキーワード.....	45
4-1-1 People's Participation.....	45
4-1-2 Capacity Building.....	45
4-1-3 Cost Recovery.....	45
4-2 情報提供と意志決定の場—参加型手法の適用.....	45
4-2-1 事前踏査.....	46
4-2-2 住民集会.....	46
4-2-3 PCM 計画立案ワークショップ（PCM-WS）.....	47
4-2-4 住民集会2.....	50

4-3	パイロット対象村の様子.....	51
4-3-1	Donsayoudom.....	51
4-3-2	Houaypong.....	52
4-3-3	Mai.....	54
4-3-4	Nongpen.....	56
4-3-5	Namai.....	57
4-3-6	Paksoun.....	58
4-4	住民へのトレーニングプログラム.....	59
4-4-1	村落電化委員会の強化.....	59
4-5	マスタープランへの提言.....	63
4-5-1	セクターストラテジーの作成.....	63
4-5-2	低廉で使いやすいシステムの開発.....	63
4-5-3	デマンド・クリエイション.....	64
第5章	パイロットシステムと設置工事.....	65
5-1	プロジェクト村落に対する事前調査.....	65
5-1-1	アクセス.....	65
5-1-2	住宅.....	65
5-2	システム基本設計.....	67
5-2-1	ソーラーホームシステム (SHS).....	67
5-2-2	バッテリーチャージステーション (BCS).....	71
5-3	設置要領.....	73
5-3-1	SHS.....	73
5-3-2	BCS.....	76
5-4	設置工事.....	79
5-4-1	設置工事体制.....	80
5-4-2	設置システム数.....	80
5-4-3	設置工事.....	81
5-4-4	工事記録.....	87
5-5	技術トレーニング及び教育.....	88
5-5-1	ワークショップ.....	88
5-5-2	実地トレーニング.....	88
5-5-3	維持管理マニュアル.....	89
5-6	計測システム.....	89
5-6-1	日射量計測システム.....	89
5-6-2	動作モニターシステム.....	90
5-7	モニタリング調査・住民集会.....	92
5-7-1	モニタリング調査項目.....	92
5-7-2	SHS に対するモニタリング調査結果.....	92
5-7-3	BCS に対するモニタリング調査結果.....	99
5-7-4	SHS 設置村落における住民集会.....	100
第6章	経済財務分析/財務マネージメント.....	103
6-1	コスト分析.....	103
6-1-1	モジュールの価格見通し.....	103
6-1-2	太陽光発電システムの価格構成.....	104

6-1-3 料金算定.....	106
6-2 PV システムと代替システムの経済性比較.....	113
6-2-1 各システムの20年間コストの現在価値.....	113
6-2-2 感度分析.....	119
6-3 契約と料金徴収.....	120
6-3-1 契約形態.....	120
6-3-2 リース契約書内容.....	121
6-3-3 料金徴収.....	128
6-4 パイロットプロジェクトの料金徴収.....	129
6-4-1 収支実績.....	129
6-4-2 BCS の利用率.....	129
第7章 パイロットプロジェクトの総合評価.....	131
7-1 パイロットプロジェクトの概要.....	131
7-1-1 プロジェクトの経緯.....	131
7-1-2 パイロットプロジェクトの実績・成果.....	132
7-2 C/P の事業実施能力育成—主体的 PV 設置.....	133
7-2-1 調査期間の延長に至る経緯.....	133
7-2-2 第7次調査における C/P による作業.....	134
7-2-3 追加事業の総合評価.....	134
7-3 パイロットプロジェクトの総合評価.....	135
7-3-1 プロジェクトの技術的評価.....	135
7-3-2 プロジェクトの社会・経済的評価.....	136
7-3-3 パイロットプロジェクトからの成果(まとめ).....	142
7-3-4 PV による農村電化の留意点.....	143
第8章 ラオスに適した太陽光発電システムと環境対策.....	145
8-1 ラオスにおける太陽光発電システムの導入状況.....	145
8-2 標準システムの提案.....	147
8-2-1 システム構成.....	147
8-2-2 機器選定に当たっての注意点.....	151
8-2-3 機器の交換.....	154
8-3 維持管理技術の向上.....	156
8-3-1 技術マニュアルの整備.....	156
8-3-2 技術トレーニング計画.....	156
8-4 廃棄バッテリー処理方法の提案.....	158
8-4-1 日本における状況.....	158
8-4-2 ラオス国における状況.....	159
8-4-3 対策の検討.....	160
8-5 温室ガス対策効果—CO₂ 排出量比較.....	161
8-5-1 分析方法.....	161
8-5-2 前提条件.....	161
8-5-3 ディーゼル発電機 CO ₂ 排出量.....	162
8-5-4 小水力発電 CO ₂ 排出量.....	162
8-5-5 太陽光発電 CO ₂ 排出量.....	162

8-5-6 比較結果.....	163
第9章 地方電化長期計画.....	165
9-1 地方電化の意義.....	165
9-2 地方電化推進のための課題.....	167
9-3 地方電化方式とその推進方策.....	169
9-3-1 太陽光発電.....	169
9-3-2 小水力発電.....	173
9-4 地方電化推進のための戦略.....	173
9-4-1 地方電化方式選定ガイドラインの基本的考え方.....	174
9-4-2 太陽光発電を利用した地方電化戦略.....	175
9-5 太陽光発電設備設置事業フロー.....	180
9-6 ヱエンチャン県、ボリカムサイ県への普及ポテンシャル.....	181
9-7 長期開発計画.....	182
9-8 事業実施計画.....	185
9-8-1 マスタープランの位置づけ.....	185
9-8-2 公的部門における施策.....	185
9-8-3 民間部門による導入促進.....	191
第10章 小水力開発計画.....	195
10-1 小水力による地方電化.....	195
10-2 ラオスにおける小水力開発.....	195
10-3 小水力開発可能地点の整理.....	197
10-4 小水力資源の評価.....	198
10-4-1 水文観測の実態と代表観測所.....	198
10-4-2 ヱエンチャン県の小水力資源(開発可能地域).....	199
10-4-3 ボリカムサイ県の小水力資源(開発可能地域).....	200
10-5 ゾーニング.....	201
10-5-1 基本方針.....	201
10-5-2 基礎資料.....	201
10-5-3 ゾーニング.....	201
10-6 小水力開発パイロット事業計画.....	202
10-6-1 基本方針.....	202
10-6-2 パイロット事業の基本計画.....	202
10-6-3 基本設計.....	203
10-6-4 パイロット事業の概算工事費.....	203
10-7 小水力開発10カ年計画(マスタープラン).....	204
10-7-1 需要予測.....	204
10-7-2 基本方針.....	206
10-7-3 事業費試算.....	206
10-7-4 事業の優先順位.....	209
10-7-5 住民負担.....	209
10-7-6 投資計画.....	210
添付資料	巻末

表 目 次

表 1-1-1	ラオス国概要	1
表 2-1-1	地域別の米生産の状況	6
表 2-1-2	ヴィエンチャン、ボリカムサイ県の経済社会指標	7
表 2-1-3	ヴィエンチャン、ボリカムサイ県の電化状況	7
表 2-1-4	ヴィエンチャン、ボリカムサイ両県の稲作の状況	7
表 2-1-5	未電化村の所得とエネルギー支出とエネルギー源	9
表 3-1-1	農村社会経済調査の枠組み	15
表 3-1-2	ベースライン調査の項目	16
表 3-1-3	モニタリング調査の項目	16
表 3-1-4	インパクト調査の項目	17
表 3-1-5	パイロット・パイロット対象村の特徴	18
表 3-1-6	ヴィエンチャン県パイロット4村の概況表	20
表 3-1-7	ボリカムサイ県パイロット2村の概況表	21
表 3-1-8	対象村落の調査結果の要約	21
表 3-1-9	電化への期待	25
表 3-1-10	応募の結果	25
表 3-1-11	応募者の特性	27
表 3-2-1	初回金額準備方法の割合	29
表 3-2-2	初回金額に対する受容度	30
表 3-2-3	申込の状況	31
表 3-2-4	ケロシン使用量とバッテリー充電回数と家庭数	33
表 3-2-5	一戸当たりのエネルギー支出額の比較	34
表 3-2-6	月額料金の価格に対する住民の反応	35
表 3-2-7	PVに対する満足度と良い点	36
表 3-2-8	家計へのインパクト	37
表 3-2-9	電化製品の購入	37
表 3-2-10	PVシステムの取り扱い	39
表 4-2-1	パイロット対象村での参加型アプローチ：活動の経過	51
表 5-1-1	調査村落の概況	66
表 5-2-1	主要機材の仕様	67
表 5-2-2	バッテリーの所有状況	67
表 5-2-3	電気機器の所有状況（単位：戸）	68
表 5-2-4	電気機器の平均使用時間（単位：h）	68
表 5-2-5	ピエンチェンの推定日射量（単位：kWh/m ² /day）	68
表 5-2-6	需要電力量	69
表 5-2-7	損失係数	69
表 5-2-8	電気機器使用に制限が生じる可能性（単位：日）	70
表 5-2-9	余剰電力量（単位：Wh）	70
表 5-2-10	システム概要	71
表 5-2-11	バッテリーの充電回数（単位：回/月）	71
表 5-3-1	システム基本仕様	74
表 5-3-2	SHS設置要領の基本事項	76
表 5-3-3	基本システム仕様	77
表 5-3-4	BCS設置要領の基本事項	79
表 5-4-1	太陽光発電システム設置工事概要	79
表 5-4-2	SHS設置工事件数（第1期、第2期）	81
表 5-4-3	BCS設置工事	81
表 5-4-4	工事チェック及び竣工検査項目	84
表 5-4-5	工事チェック及び竣工検査項目	86
表 5-5-1	太陽光発電システムに関するワークショップ開催状況	88

表 5-6-1	計測項目.....	89
表 5-6-2	日射量データ.....	89
表 5-6-3	計測項目.....	90
表 5-6-4	充・放電電力量.....	92
表 5-7-1	モニタリング調査の項目.....	92
表 5-7-2	電化委員会への聞き取り調査結果.....	93
表 5-7-3	モニタリング調査結果.....	94
表 5-7-4	発生した故障・トラブルの状況 (単位：世帯).....	95
表 5-7-5	村落別の負荷所有状況.....	95
表 5-7-6	バッテリー補水状況 (単位：世帯).....	98
表 5-7-7	改善を要請したシステム使用例 (単位：世帯).....	99
表 5-7-8	BCS 運営者への聞き取り調査結果.....	99
表 6-1-1	世界の太陽電池出荷量推移.....	103
表 6-1-2	世界の太陽電池メーカー・ベスト8.....	104
表 6-1-3	50W クラス SHS 価格構成 (現在の市場価格).....	105
表 6-1-4	50W SHS 将来価格構成.....	106
表 6-1-5	1.8kW BCS 将来価格構成.....	106
表 6-1-6	Cash Flow of 50W-SHS using Future Price for 20 Years (50households).....	108
表 6-1-7	Cash Flow of 50W-SHS using Future Price for 10 Years (50households).....	108
表 6-1-8	Cash Flow of 50W-SHS using Future Price for 5 Years (50households).....	108
表 6-1-9	50W SHS 料金設定.....	109
表 6-1-10	Cash Flow using Future Price for 1.8kW-BCS (Charge Fee = \$ 0.27).....	111
表 6-1-11	Cash Flow using Future Price for 1.8kW-BCS for 20Years.....	111
表 6-1-12	Cash Flow using Future Price for 1.8kW-BCS for 10Years.....	112
表 6-1-13	Cash Flow using Future Price for 1.8kW-BCS for 5Years.....	112
表 6-1-14	1.8kW-BCS 料金設定.....	113
表 6-2-1	各電化システムの 20 年間コストの現在価値 (村落世帯数:50).....	113
表 6-2-2	各電化システムの 20 年間コストの現在価値 (村落世帯数:100).....	114
表 6-2-3	50W-SHS のライフサイクルコスト.....	115
表 6-2-4	5kW ディーゼル発電機のライフサイクルコスト.....	116
表 6-2-5	3.5kW 小水力発電のライフサイクルコスト.....	117
表 6-2-6	5km グリッド延長のライフサイクルコスト.....	118
表 6-2-7	未電化村落の世帯分布.....	119
表 6-4-1	Paksoun 村 BCS の利用状況.....	130
表 7-1-1	SHS 設置実績.....	132
表 7-1-2	BCS 設置実績.....	132
表 7-2-1	新規村落へのシステム設置実績.....	134
表 7-3-1	パイロット村落における電化委員会の成り立ちと活動.....	140
表 7-3-2	Nongpen 村の村落電化委員会.....	141
表 8-2-1	太陽電池の温度特性.....	151
表 8-2-2	代表的な鉛バッテリーの特性比較.....	152
表 8-2-3	コントローラーの機能.....	152
表 8-2-4	各種照明器具の性能比較.....	153
表 8-2-5	ラオス国で調達可能な照明器具の比較.....	154
表 8-2-6	推奨されるスペアパーツ.....	156
表 8-3-1	技術トレーニングの内容.....	158
表 8-4-1	廃棄バッテリー処理に係わる聞き取り調査結果.....	159
表 8-5-1	ディーゼル発電機の CO ₂ 排出量.....	162
表 8-5-2	小水力発電の CO ₂ 排出量.....	162
表 8-5-3	太陽光発電システムの CO ₂ 排出量.....	163
表 9-5-1	ラオスにおける太陽光発電利用地方電化のマネジメント.....	180
表 9-7-1	全国での電化計画 (試算).....	184
表 9-8-1	太陽光発電設備導入計画 (戸数).....	192
表 9-8-2	太陽光利用地方電化推進のための政府の施策.....	192

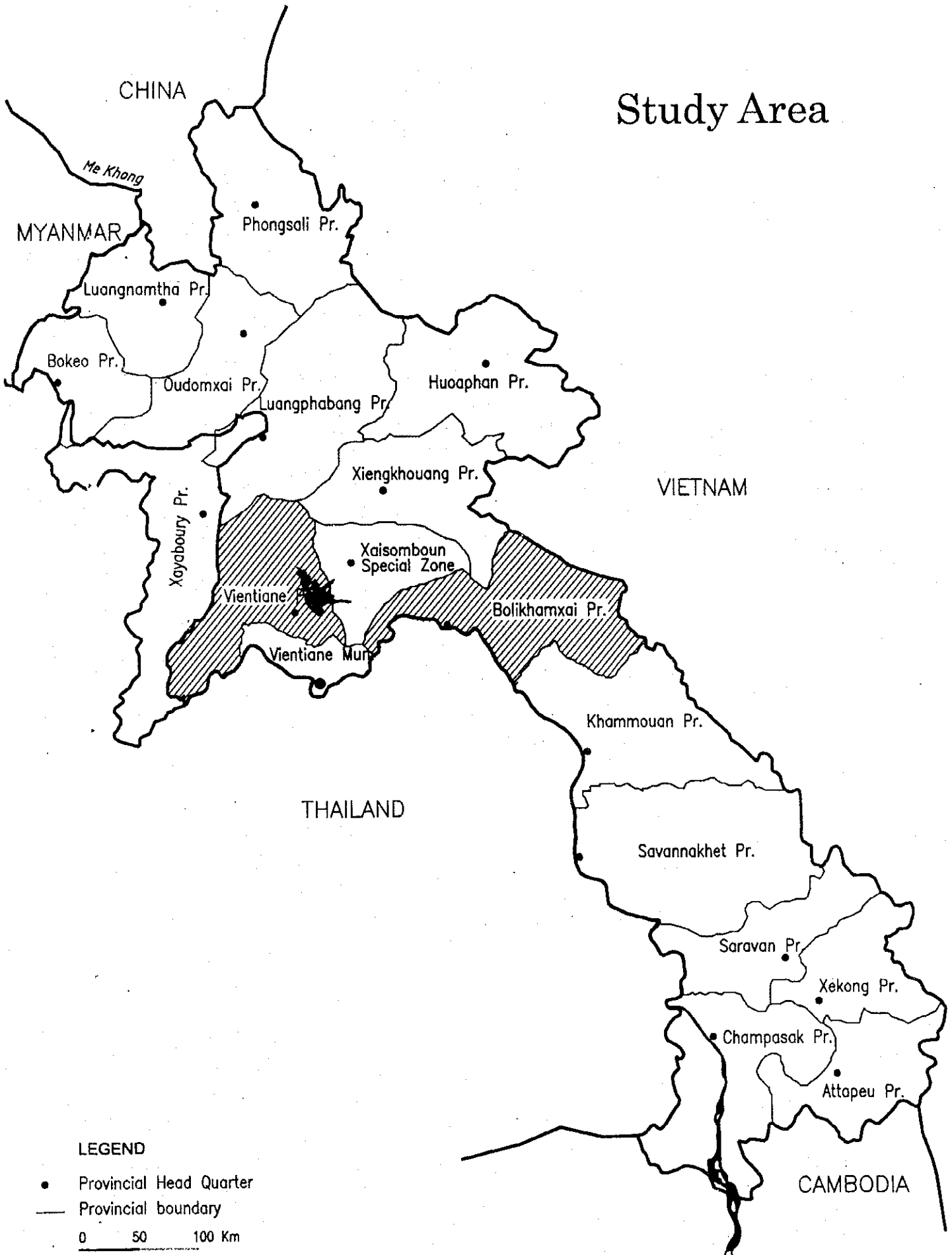
表 10-2-1	開発済み小水力地点 (2000年8月時点).....	196
表 10-3-1	新規開発計画地点 (ミニ水力).....	197
表 10-3-2	新規開発計画地点 (小規模水力).....	197
表 10-4-1	年降水量比較.....	198
表 10-7-1	開発検討対象村.....	207
表 10-7-2	有望サイト10事業11村落 (第1次候補).....	208
表 10-7-3	小水力開発10カ年計画の概算事業費試算 (第1次候補開発対象村ベース).....	209

目 次

図 1-1-1	GDP に占める産業別割合.....	2
図 1-1-2	産業別労働人口割合.....	2
図 1-2-1	ラオス国地域別電化率 (1999 年) Source: MIH 資料.....	3
図 1-2-2	ラオス国電気事業に関する行政組織図 (2000 年 9 月).....	4
図 2-1-1	各県の世帯別平均支出.....	8
図 2-2-1	Sectoral Breakdown of Focal Site Programme Budget.....	11
図 2-2-2	Infrastructure Sub-sector.....	11
図 3-1-1	ヴィエンチャン県プロジェクト対象村及び比較対象村分布.....	14
図 3-1-2	ボリカムサイ県プロジェクト対象村及び比較対象村分布.....	14
図 3-1-3	各対象村の収入源.....	22
図 3-1-4	対象村の平均所得とバッテリー所有率.....	24
図 3-1-5	所得レベルと電化製品所有状況: Donsayoudom 村.....	24
図 3-1-6	SHS 応募率とバッテリー保有率.....	26
図 3-1-7	所得グループと応募者: Donsayoudom.....	26
図 3-2-1	対象村での SHS 申込状況の推移.....	31
図 3-2-2	Donsayoudom 村での申込数の推移.....	32
図 3-2-3	Donsayoudom 村での所得層と申込.....	32
図 3-2-4	対象 3 村の平均エネルギー支出額の変化.....	34
図 3-2-5	エネルギー価格の推移.....	35
図 3-2-6	BCS (Paksoun) 村でのバッテリーとテレビの所有率の変化.....	38
図 3-2-7	ワークショップでの住民のコメント.....	40
図 3-2-8	ワークショップでのコメント (ニーズ).....	40
図 3-2-9	ワークショップでのコメント (問題点).....	41
図 3-2-10	SHS のインパクト.....	41
図 3-2-11	BCS のインパクト.....	42
図 4-2-1	ピコハイドロ発電機.....	46
図 4-2-2	地方電化の方法.....	47
図 4-2-3	PCM/ZOPP プランニングワークショップ.....	48
図 4-3-1	高台から見た Hoaypoung 村.....	53
図 4-3-2	調査の合間に Mai 村の子供たちと交流.....	55
図 4-3-3	BCS の運営.....	59
図 4-5-1	PV 普及のための基本戦略.....	64
図 4-5-2	農村部における PV 導入の際の重要ポイント.....	64
図 5-2-1	充電可能日数.....	72
図 5-2-2	BCS システム概要.....	73
図 5-3-1	SHS システム構成図.....	74
図 5-3-2	システムイメージ図 (例 55W システム ポール設置方式).....	76
図 5-3-3	BCS システム構成図.....	77
図 5-3-4	システム構成図.....	79
図 5-4-1	設置工事体制.....	80
図 5-4-2	屋内配線工事状況.....	82
図 5-4-3	太陽電池アレイ設置工事状況.....	83
図 5-4-4	バッテリー液充填.....	84
図 5-4-5	動作チェック.....	84
図 5-4-6	バッテリー充電室.....	85
図 5-4-7	BCS 用太陽電池アレイ.....	85
図 5-4-8	配線及び充電室内機器取付状況.....	86
図 5-5-1	ワークショップの状況 (ナムグム).....	88
図 5-6-1	日間合計日射量の推移 (1999/6/8~2000/3/31).....	90

図 5-6-2	Mai 村代表住宅の運転状況 (2000 年 3 月 1 日~3 月 7 日)	91
図 5-7-1	村落別の主要負荷所有状況	96
図 5-7-2	負荷使用状況調査票と負荷パターン例	96
図 5-7-3	村落別の消費電力量分布	97
図 5-7-4	バッテリー充電状況	100
図 6-1-1	世界のモジュールコストの見通し	104
図 6-2-1	各システムコストの感度分析 (負荷: 80W/household)	119
図 6-2-2	各システムコストの感度分析 (負荷: 160W/household)	120
図 7-2-1	C/P による主体的 PV 設置作業の進行状況	134
図 8-1-1	ラオス国内の太陽光発電システム設置状況	146
図 8-2-1	基本システム構成図	147
図 8-2-2	基本システムイメージ図	148
図 8-2-3	オプションシステムのイメージ図	149
図 8-2-4	基本システムの運転モデル	149
図 8-2-5	BCS のイメージ図	150
図 8-2-6	各種照明器具の光効率の比較	153
図 8-2-7	バッテリーの寿命判定の手順	155
図 8-4-1	リサイクルプログラム	159
図 8-4-2	近い将来における廃棄バッテリーの回収フロー (案)	160
図 8-4-3	将来的な廃棄バッテリーの回収フロー (案)	161
図 8-5-1	各システムの CO ₂ 排出原単位比較	163
図 9-2-1	地方電化プロジェクトの 3 つの側面	168
図 9-3-1	地方電化実施体制概念図	171
図 9-3-2	ラオスにおける太陽光発電事業の進展 (イメージ)	172
図 9-4-1	地方電化における実施主体移行の考え方	176
図 9-4-2	太陽光発電利用地方電化組織体制図	179
図 9-4-3	商業的な BCS の運営組織図	179
図 9-6-1	両県のパイロットプロジェクトでのエネルギー支出額	182
図 9-8-1	第 1 段階の事業の進め方	187
図 9-8-2	地方電化事業への ODA ローン構想	189
図 9-8-3	太陽光発電システム普及拡大の戦略図	193
図 10-6-1	パイロット計画地点位置図	203

Study Area





Photovoltaic System Pilot Project Sites

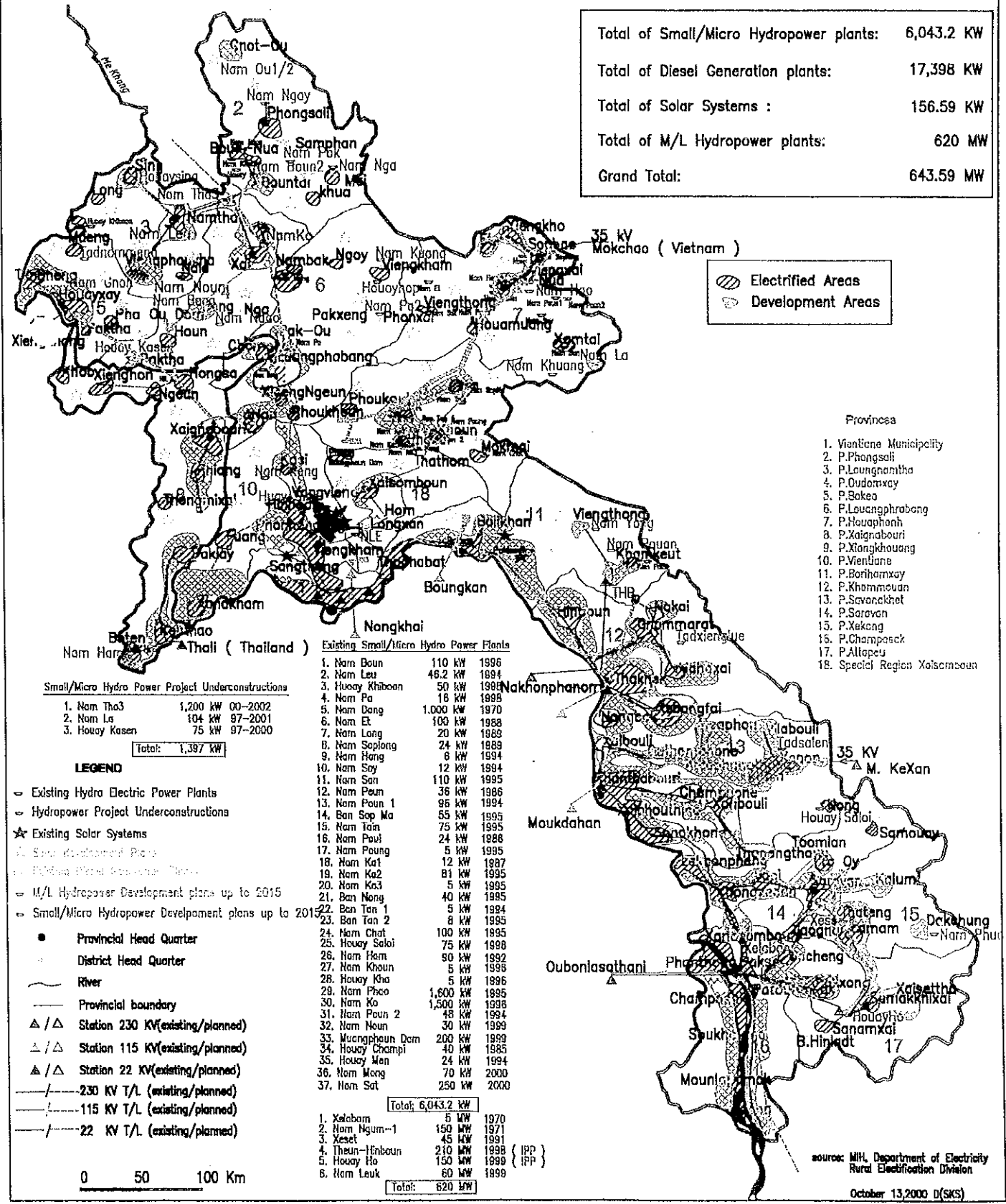


- Pilot villages
- ⊗ New PV villages (year 2000)

Photovoltaic System Pilot Project Sites

Electric Power Generations and Systems Development Plans by 2010

Total of Small/Micro Hydropower plants:	6,043.2 KW
Total of Diesel Generation plants:	17,398 KW
Total of Solar Systems :	156.59 KW
Total of M/L Hydropower plants:	620 MW
Grand Total:	643.59 MW



Electrified Areas
 Development Areas

- Provinces
1. Vientiane Municipality
 2. P.Phongsali
 3. P.Loungnantha
 4. P.Oudomxay
 5. P.Sokeo
 6. P.Louangphrabong
 7. P.Houaphanh
 8. P.Xaignabouri
 9. P.Xiangkhouang
 10. P.Vientiane
 11. P.Borikhamxay
 12. P.Khammouan
 13. P.Savannakhet
 14. P.Saravon
 15. P.Xekong
 16. P.Champasack
 17. P.Attapeu
 18. Special Region Xaisomboun

Existing Small/Micro Hydro Power Plants

1. Nam Doum	110 kW	1986
2. Nam Leu	46.2 kW	1994
3. Houay Khaboan	50 kW	1988
4. Nam Pa	18 kW	1995
5. Nam Dang	1,000 kW	1970
6. Nam Et	100 kW	1988
7. Nam Long	20 kW	1988
8. Nam Soplong	24 kW	1989
9. Nam Hong	6 kW	1994
10. Nam Soy	12 kW	1994
11. Nam San	110 kW	1995
12. Nam Peun	36 kW	1986
13. Nam Peun 1	96 kW	1994
14. Ban Sop Ma	55 kW	1995
15. Nam Tain	75 kW	1995
16. Nam Paul	24 kW	1988
17. Nam Poung	5 kW	1995
18. Nam Ka1	12 kW	1987
19. Nam Ka2	81 kW	1995
20. Nam Ka3	5 kW	1995
21. Ban Nong	40 kW	1995
22. Ban Tan 1	5 kW	1994
23. Ban Tan 2	8 kW	1995
24. Nam Chat	100 kW	1995
25. Houay Saloi	75 kW	1988
26. Nam Ham	90 kW	1992
27. Nam Khoun	5 kW	1996
28. Houay Kha	5 kW	1996
29. Nam Phao	1,600 kW	1995
30. Nam Ko	1,500 kW	1996
31. Nam Peun 2	48 kW	1994
32. Nam Noun	30 kW	1989
33. Muangpheun Dam	200 kW	1999
34. Houay Champi	40 kW	1985
35. Houay Man	24 kW	1994
36. Nam Mong	70 kW	2000
37. Nam Sat	250 kW	2000

Total: 6,043.2 kW

1. Xalebam	5 MW	1970
2. Nam Ngum-1	150 MW	1971
3. Xeset	45 MW	1991
4. Theun-Hinboun	210 MW	1998 (IPP)
5. Houay Ho	150 MW	1999 (IPP)
6. Nam Leuk	60 MW	1999

Total: 620 MW

Small/Micro Hydro Power Project Underconstructions

1. Nam Tho3	1,200 kW	00-2002
2. Nam La	104 kW	87-2001
3. Houay Kasen	75 kW	97-2000

Total: 1,397 kW

LEGEND

- ◻ Existing Hydro Electric Power Plants
- ◻ Hydropower Project Underconstructions
- ★ Existing Solar Systems
- △ / △ Small Development Plans
- ◻ Diesel Power Generation Plants
- ◻ M/L Hydropower Development plans up to 2015
- ◻ Small/Micro Hydropower Development plans up to 2015
- Provincial Head Quarter
- District Head Quarter
- River
- Provincial boundary
- △ / △ Station 230 KV (existing/planned)
- △ / △ Station 115 KV (existing/planned)
- △ / △ Station 22 KV (existing/planned)
- / — 230 KV T/L (existing/planned)
- / — 115 KV T/L (existing/planned)
- / — 22 KV T/L (existing/planned)

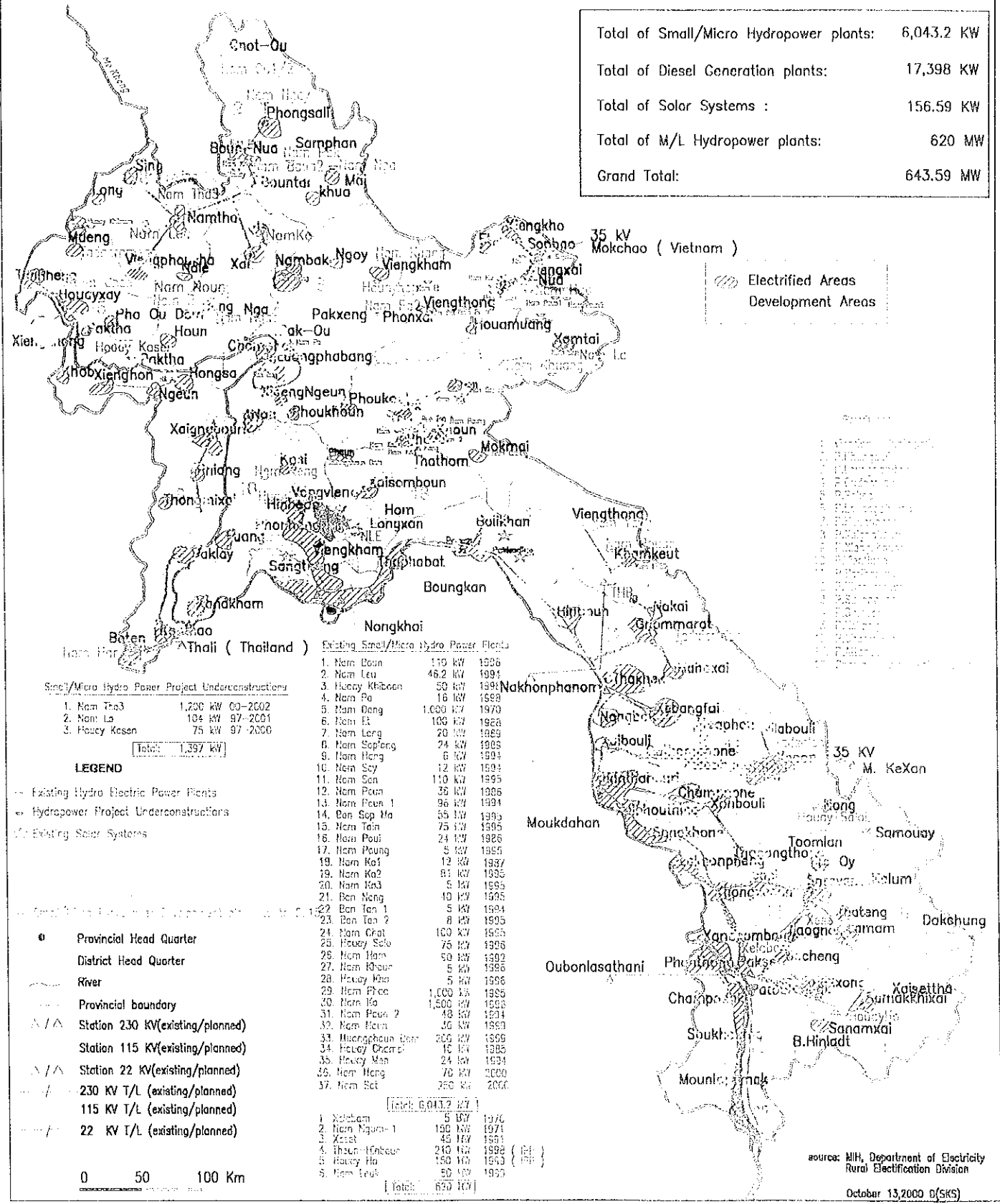
0 50 100 Km

sources: MIE, Department of Electricity Rural Electrification Division

October 13, 2000 D(SKS)

Electric Power Generations and Systems Development Plans by 2010

Total of Small/Micro Hydropower plants:	6,043.2 KW
Total of Diesel Generation plants:	17,398 KW
Total of Solar Systems :	156.59 KW
Total of M/L Hydropower plants:	620 MW
Grand Total:	643.59 MW



Existing Small/Micro Hydro Power Plants

1. Nam Doum	119 KW	1936
2. Nam Lou	48.2 KW	1991
3. Houay Khiboon	50 KW	1991
4. Nam Pa	16 KW	1928
5. Nam Dong	1,000 KW	1970
6. Nam Ei	100 KW	1928
7. Nam Long	20 KW	1929
8. Nam Sopheng	24 KW	1928
9. Nam Hong	6 KW	1991
10. Nam Soy	12 KW	1991
11. Nam Sen	110 KW	1995
12. Nam Poun	36 KW	1995
13. Nam Poun 1	96 KW	1991
14. Ban Sop Ma	55 KW	1995
15. Nam Tain	75 KW	1995
16. Nam Poui	24 KW	1928
17. Nam Paung	5 KW	1995
18. Nam Koi	12 KW	1997
19. Nam Koi 2	81 KW	1995
20. Nam Koi 3	5 KW	1995
21. Ban Neng	10 KW	1995
22. Ban Ten 1	5 KW	1994
23. Ban Ten 2	8 KW	1995
24. Nam Crat	100 KW	1995
25. Houay Selo	75 KW	1996
26. Nam Ham	50 KW	1992
27. Nam Khoun	5 KW	1996
28. Houay Khao	5 KW	1996
29. Nam Phee	1,000 KW	1996
30. Nam Ho	1,500 KW	1996
31. Nam Peuk 2	43 KW	1994
32. Nam Nara	36 KW	1993
33. Mouangboua Dam	200 KW	1999
34. Houay Oum	10 KW	1996
35. Houay Man	24 KW	1994
36. Nam Hong	76 KW	2000
37. Nam Sot	700 KW	2000

[Total: 6,043.2 KW]

1. Nakhom	5 KW	1976
2. Nam Ngum-1	150 KW	1971
3. Xetab	45 KW	1961
4. Houay Hanboue	210 KW	1988
5. Houay Ho	150 KW	1993
6. Nam Louk	50 KW	1993

[Total: 690 KW]

Small/Micro Hydro Power Project Underconstructions

1. Nam Thea3	1,200 KW	03-2002
2. Nam La	104 KW	97-2001
3. Houay Kesan	75 KW	97-2000

[Total: 1,379 KW]

LEGEND

- Existing Hydro Electric Power Plants
- Hydropower Project Underconstructions
- ☼ Existing Solar Systems
- Provincial Head Quarter
- District Head Quarter
- River
- Provincial boundary
- △ / △ Station 230 KV (existing/planned)
- △ / △ Station 115 KV (existing/planned)
- △ / △ Station 22 KV (existing/planned)
- / — 230 KV T/L (existing/planned)
- / — 115 KV T/L (existing/planned)
- / — 22 KV T/L (existing/planned)

0 50 100 Km

序 論

序 論

調査の背景と目的

ラオスの地方農村部でまだ数千カ所も残っている未電化集落においても電灯やテレビの利用への潜在的ニーズは非常に高い。このため、多くの人々が自動車用のバッテリーを用い、これを充電して蛍光灯や小型のテレビを利用している。充電はほとんどの場合、専門業者が有料で行っている。このようなバッテリー利用では電力配電網 (Grid) からの電力供給とは異なり、利用できる機器の種類や利用時間は極めて限定される。しかし、それまでのランプ照明に頼っていた時と比較すると大幅に生活面での利便性が増大し、また夜間の作業が可能になることで収入増加の途も開けるため、未電化の地方農村部ではこのようなバッテリー利用は拡大する傾向にある。

ラオスには豊富な国内の水力資源があり、合計出力 620MW の大型水力発電所が運転中であるが、発電した電力の大半は隣国のタイに輸出されており、国内供給に振り向けられているのはごく一部である。現在までのところラオスの世帯電化率は 30 数パーセントと低水準であり、これは国内の電力系統、特に配電網の整備が遅れており、電力供給可能な区域が首都ヴィエンチャンから伸びる主要国道沿いの地域など一部に限定されていることが原因のひとつとなっている。現在、既存の電力系統を拡張しながら電力供給区域を拡大する電化促進計画が進行中であるが、その開発スピードは遅く、2010 年時点でもようやく電化率が 50% を少し超える程度という計画にとどまっている。これは電力公社(EdL)による事業であり、自己財源に加えて世銀やアジア開発銀行からの借款によって事業が進められているものである。

ラオス政府としては電化の推進は国内開発の重要なテーマとして位置づけており、2020 年までに 90% の世帯電化率を達成するという目標を掲げている。このためには配電線延長だけでは不十分であり、地方農村部では電力系統とは独立した電源 (off-grid) による電化も合わせて行わなければならない。特に地方農村部では電力需要が少なく、また需要密度が低いので配電線延長は投資効率が悪く、なかなか進展しない。このため、配電線延長だけに期待していたのでは今後 20 年間以上も未電化のまま取り残されると予想される集落が極めて多いのが実情である。こういった集落に対して、最低限必要な電力需要に対応する簡便な off-grid 電化方式を早期に導入することは、現実的な電化促進方策として積極的に推進されるべきであろう。

最近では太陽光発電技術の進展が著しく、信頼性の向上や価格の低下によって世界的にその普及が拡大している。この技術を利用し、配電線延長計画とは切り離して前述のようなバッテリー利用による電化を進めることに期待が集まっている。太陽光発電はほとんどの場所で実施可能であり、また設置工事や運転管理も容易であるという農村部の地方電化に適した特長を有している。勿論、電気の利用面での制約が量的にも質的にも大きいことが課題であるが、所得水準が低い地

方農村部でのミニマムな電化需要を長期に亘って満たすことは可能である。同様に、伝統的な技術である小水力発電についても農村部での電化に利用できる可能性は高まっている。これはこれまであまり関心を持たれなかった村落規模のマイクロ水力発電の技術について、設計・施工技術の簡素化、低コスト化が進み、多数の開発事例が生まれていることから明らかである。このマイクロ水力発電の場合には交流電気が利用できるため、太陽光発電よりも住民の得る便益は大きい。適当な開発地点の有無は自然条件に左右され、その発掘には十分な調査期間が必要であるなど、開発に至るまでの難しさは太陽光発電とは比較にならない。

太陽光や小水力といった再生可能エネルギーについては、地球環境問題意識の高まりから世界的に推進していこうという気運が高まってきており、先進国でもその推進のためにさまざまな工夫がなされている。このような状況から、これら再生可能エネルギーを地方電化という重要な開発テーマに応用し、当該対象国だけでなく国際社会全体が利益を享受するという発想が求められている。

このような背景と問題意識から本調査は開始された。調査における最大の目標は、特にラオスにおいてこれまでほとんど事例のなかった太陽光発電について、地方電化に応用した場合の受容度、持続可能性を実証的に分析・評価し、ラオス地方農村部の社会構造、生活様式、所得、ニーズなどを前提とした持続可能なシステムを提言することであった。このためパイロット事業を実施し、いくつかの方式を試験的に導入しながら、将来の大規模な事業展開を想定しつつ、料金体系や日常的なメンテナンス手法などについてどのような手法が適切であるかを検討した。また、同時に事業実施に必要な組織体制の整備についてもこのパイロット事業を実施する過程で重点的に検討を行うとともに OJT によって技術移転を行い、組織育成に努めてきた。本調査結果のまとめとして、ラオス政府が目標とする 2020 年で 90% という電化目標の実現に資するよう、必要な施策の提言と導入の努力目標を含む太陽光発電導入のための 10 年計画が提案されており、その中では、太陽光発電が今後の地方農村部での電化促進に大きな役割を果たすべきものとして位置づけられている。

調査の概要

1. 調査の目的

この調査はラオス国において再生可能エネルギー（太陽光発電、小水力発電）を利用した地方電化を促進するための基本計画を作成することを目的としており、特に維持管理などの運用面、組織面に重点をおいて地域の社会経済環境に適した形での（太陽光発電による）電力供給形態をモデル実証することが大きなテーマであった。このため、ラオス国で電力供給を所管している工業手工芸省をカウンターパートとし、ヴィエンチャン、ボリカムサイ両県のモデル地点において太陽光発電設備の試験設置（パイロット事業）を行い、住民との対話に基づき維持管理組織を設立して実際に維持管理・料金徴収などを実施させた。このモニタリング結果について技術、経済、組織の面から評価を加え、全国の未電化地域で太陽光発電利用を促進するための技術、運営手法、組織形態を検討した。

小水力についてはパイロット事業は行わず、両県についての開発可能性調査と実際の候補地点を対象にしたモデルプランの作成を行った。

2. 調査工程

当初計画においては、2000年9月にドラフトファイナルレポート説明を行う予定であったが、太陽光のパイロット事業が順調に進み、この方式による地方電化がC/Pでも本格的に検討されることとなったため、そのCapacity Buildingの観点から調査期間を延長し、C/Pのイニシアティブによって新たな村落に太陽光発電設備の追加設置事業を行った。本調査の工程を以下に示す。

国内準備作業：事前収集資料解析・インセプションレポート作成

(1998.9) 事前収集資料により、ラオス国の社会経済状況や電力需給構造を把握し、太陽光発電・小水力発電に係わる説明資料や技術移転計画を作成の上、第1回セミナー用資料を作成。また、本調査の目的・基本方針・調査内容・調査手法・工程について検討しまとめたインセプションレポートを作成した。

第1次現地調査：電気料金制度等の現状評価・パイロット試験の枠組みの設定

(1998.9~10) 関係機関に対して、太陽光・小水力発電を用いた地方電化手法の基本概念及び枠組みについてのセミナーを開催し、また電力供給に関連する組織からの情報収集及び分析により、電気料金体系や制度等についての評価を行った。特に、太陽光発電（PV）については、パイロット事業を予定している7か村の社会経済状況及びエネルギー利用状況について調査を行うと共に、PV設置を計画するにあたっての家屋立地状況を把握し、システムの基本デザインを作成。小水力発電については、開発候補地点に関する質問票調査を実施。

第1次国内作業：第1次現地調査結果の分析・パイロット試験についての詳細検討

(1998.11) 第1次現地調査結果及び収集資料の整理・分析により、PVパイロット試験における機材の基本仕様やマネジメント手法についての検討を行った。小水力については、質問票調査の結果を整理・分析し、インベントリーを作成。

第2次現地調査：PCMワークショップ開催・詳細調査

(1999.1~2) PVパイロット対象村におけるPCMワークショップにより、調査団と住民による対話を通じ住民のプロジェクトへの理解と参画意識を高めると共に、特に料金体系と電化委員会の設置についての合意形成を行った。ワークショップ終了後、最終的にPV導入希望者を募集し、契約を締結。小水力については開発候補地点に対する個別調査を実施。

第2次国内作業：PV設置要領の検討確立及びプログレスレポートIの作成

(1999.3) 現地業者の技術レベルを想定した上で、設置工事再委託のためのPV設置要領及び指導項目を検討。また、第2次現地調査における調査結果分析を中心に、これまでの調査結果についてのプログレスレポートIを作成。

第3次現地調査：PCMワークショップ・第1期設置工事

(1999.5~6) 募集が終了したヴィエンチャン県の3村落に対し、PVの設置工事を行うと同時に、PVの維持管理について責任を負う電化委員会メンバーを中心に、技術トレーニングと委員会運営の指導を行った。PCMワークショップを残りの2村落に対して行うとともにPV導入希望者を募集。また、PVの発電コストと電気料金徴収システムを検討。小水力発電については、開発可能地域のゾーニング及びモデル地点の踏査と開発計画検討。

第4次現地調査：第2期設置工事・第1回モニタリング

(1999.9~10) PV設置工事を残りの3村落に対して行うとともに、電化委員会に対する指導を行い、既設の村落については、PVの稼働・利用状況についてモニタリング調査を実施、問題点について改善指導。

第3次国内作業：PVマニュアルの検討確立及びプログレスレポートIIの作成

(1999.11) PV設置結果のモニタリングにより、PVシステムの設置技術に関する技術標準（マニュアル）を検討。また、これまでの調査結果を基に、ラオス農村におけるPVシステムの将来需要予測を実施。第3~4次現地調査の結果分析を中心に、これまでの調査結果に関するプログレスレポートIIを作成。

第5次現地調査：第2回モニタリング・太陽光発電普及セミナーの開催

(2000.2~3) プログレスレポートIIを説明するとともに、PV マニュアル案及び政策・制度に係る諸施策について、先方政府と検討・協議を行った。また、全対象村落についてモニタリングを行い、問題点について電化委員会に改善指導。パイロットプロジェクトの結果を受けて、PV の普及・啓発のため首都ヴィエンチャンで北部11県の県担当者及び中央省庁担当者を招いて太陽光発電普及セミナーを実施。

第4次国内作業：インテリムレポートの作成

(2000.3) パイロットプロジェクトのモニタリング調査結果を中心に、維持管理体制及びPV マニュアル案の検討を含めたインテリムレポートを作成。

第6次現地調査：インパクト調査・パイロットプロジェクト評価

(2000.5~6) PV 設置済みの6か村においてPV 導入におけるインパクト調査及び住民集会を開いての住民側からのパイロットプロジェクト評価を実施。その上で、PV システムに対する技術的評価及び維持管理体制に係る評価を行い、特に住民レベルでのシステム維持管理能力についてフォローアップ訓練・指導を実施した。小水力については2地点の基本計画を完成させた。

第5次国内作業：ドラフトファイナルレポートの作成

(2000.6~7) 2000年から10年間を目標とした、太陽光・小水力・グリッド電化による地方電化実施計画を検討し、また、これまでの調査結果を集大成したドラフトファイナルレポートの原案を作成。

第7次現地調査：C/P 事業実施能力強化

(2000.9~11) 新規に選定されたパイロット3村落において、調査団のアドバイスの下、住民への計画説明から設備設置、さらにモニタリングや維持管理組織設立にいたるまでの太陽光発電利用地方電化に関する一連の作業をC/P が主体的に行うことで自らの事業実施能力の強化を図った。また、この事業を通じてC/P が得た新たな知見・経験を、PV マニュアルに反映させた。

第6次国内作業：C/P 実施事業の評価

(2000.9~11) 第7次現地調査の結果に基づき、C/P の事業実施能力の評価を行い、今後の課題への提言やPV マニュアルへ反映させ、ドラフトファイナルレポートへの加筆を行った。

第8次現地調査：ドラフトファイナルレポート提出・セミナー開催

(2000.12) C/P にドラフトファイナルレポートを説明し、内容について協議すると同時に、レポートの中心部分である、再生可能エネルギー利用地方電化促進計画の内容を広く関係機関に伝えるためのセミナーを実施した。

3. 調査実施体制

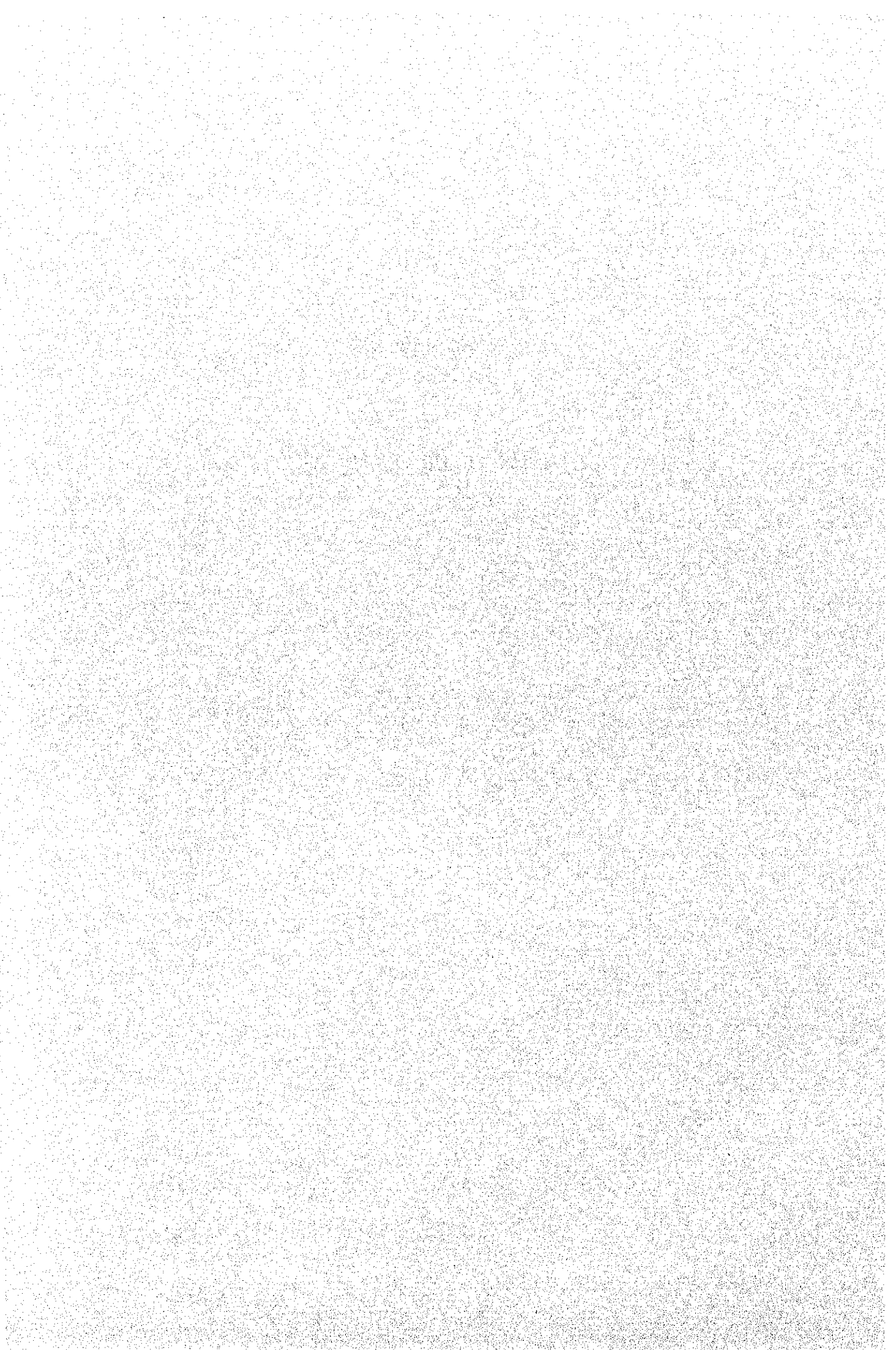
この調査のカウンターパートは工業手工芸省電力局であり、その責任者は局長の Houmphone Bulyaphol 氏である。当初はラオス電力公社(EdL)が地方電化の事業実施機関として想定されていたが、調査実施の途中で EdL としては地方電化の採算性確保が困難であることから積極的な関与は困難となった。一方、電力局としては地方電化の政策的重要性から、1999年9月に局内に地方電化担当組織 (Rural Electrification Division) を設立し、直接事業推進を担当する姿勢を鮮明にした。このため、本調査はこの Rural Electrification Division のスタッフに対し、ゼロから技術移転をしていくという形となったが、少人数ではあったが各担当者は有能でかつ非常に熱心であり、パイロット事業による OJT 効果によって調査後半では太陽光発電利用による地方電化事業の計画、実施、モニタリングを十分実施できるまでに成長したと言える。調査団としても彼らの献身的な協力によって調査内容が当初に予定した以上に充実できたと感じている。

日本側は JICA の指名を受けたプロアクトインターナショナル株式会社と株式会社四国総合研究所が共同企業体を結成し、調査団を編成した。調査団員は以下の通りである。

担 当	氏 名
総括・地方電化計画	大滝 克彦
太陽光発電技術	仙波 日出夫
太陽光発電設備・機材設置	岩部 功一
農村社会調査	吉村 浩司
農村社会調査 (B)	小島 雅代 (1999/3 まで)
〃	宮田 智代子 (1999/5 から)
組織制度構築・参加型開発	熱田 泉
小水力開発計画	大嶋 一成
財務経済分析・財務マネジメント	表山 伸二

第1章

ラオス国の概況



第1章 ラオス国の概況

1-1 一般概況

1-1-1 自然・資源

ラオスはインドシナ半島の中央に位置し、東でベトナム、西でタイ、南でカンボジア、北で中国に接する内陸国である。国土は南北に1,000km、東西に150kmと細長く、約80%が山岳、丘陵、高原等の高地で占められており、面積は日本の本州とほぼ同じである。各地の気候に大きな差はなく、一部の山岳地域を除きほとんどの地域が熱帯モンスーン気候で覆われているが、雨量には地域差があり北部で少なく南部で多い。

表 1-1-1 ラオス国概要

ラオス国 概要			
首都	ヴィエンチャン	宗教	仏教約60%、精霊信仰・その他40%
面積	23万6,800km ²	政体	人民民主共和制
気候	熱帯モンスーン	独立	1953年10月 (現政治体制への移行:1975年12月)
人口	504万人(1996年)	通貨	キップ (1USD=7,500kip 2000年5月)
言語	ラオ語(公用語)	GDP	1,846百万USD 1996年 (Per-capita GDP: 368USD 1996年)
民族	ラオ族、モンクメール族、タイ系、メオ族、ヤオ族		

メコン河をはじめ多くの河川が国内を流れていることから、森林資源や水資源に恵まれており、木材加工製品と水力発電による電力等が主要な輸出品目となっている。また、地下鉱物資源も数多く確認されているが、内陸国でありインフラ整備が遅れていることや開発資金問題等のため、採掘されているものは錫、石炭、石膏、岩塩、石灰岩等のみである。

1-1-2 政治・経済

ラオスは1953年にフランスより完全独立を果たすが、以降インドシナ半島をめぐる列強介入や内戦を経て、現在の社会主義政権による人民民主共和国が成立したのは1975年12月である。ラオス政府は自由主義国、社会主義国を問わず対外的な友好政策を推し進め、1979年に自由経済原理を導入し経済改革を行った。さらに、1986年には「新思考」(チンタナカン・マイ)と呼ばれる自由化政策を打ち出し、社会主義枠内での自由化・開放化を進める方針を示し、新経済システム(外国貿易の自由化、銀行制度の改編、税制改革、国営企業の民営化等)を導入した。その結果、西側諸国や国際機関の援助・投資が増大し、経済、政治、社会面で広く自由化・開放化が進み、1997年にはASEAN加盟を果たした。

ASEAN 通貨危機が起こるまでの1990年代は海外からのODAや直接投資を含む海外資本に支えられ、平均6~8%の高度経済成長を経験したが、経済改革はまた初期の段階にあるといえる。1997年に顕在化したタイの通貨危機の影響により、インフレ及び為替レートの急落が起こり、物価が急上昇した。現在の経済状況は小康状態にある。

1-1-3 ラオスの農村社会

ラオスの人口はインドシナ半島で最も少なく、隣国タイ、ベトナム等と比べると10分の1以下であり、その分布は農村部居住割合が全体の80%以上で、農村中心の社会である。ラオスの主要産業は農林業で、GDPの50%以上を占め、労働力の85%が農林水産業に従事している。内陸国でかつ山岳国であり、人口密度も極めて低いという条件から農業は米作中心の生産形態で、米の収穫面積は全作物収穫面積の約8割を占める。さらにインフラの整備が遅れているため市場との流通が悪く、自給自足的農業生産が主流となっている。

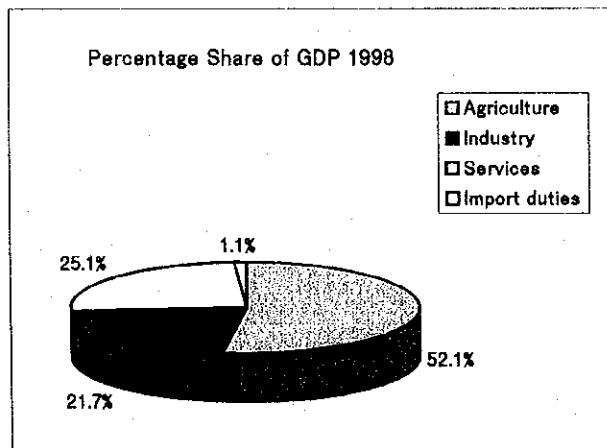


図 1-1-1 GDP に占める産業別割合

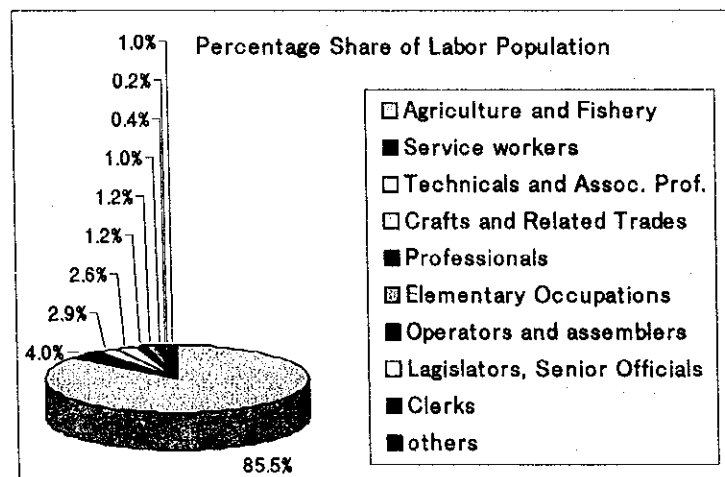


図 1-1-2 産業別労働人口割合

出典：Basic Statistics about the socio-economic development in the Lao P.D.R 1999

1-2 ラオスの電力事情

1-2-1 地方電化の現状

現在ラオスの地方部では電気供給がなされている地域はごくわずかであり、電化されている地域のほとんどは都市郊外の配電網の届く範囲であるか、またはメコン河流域の比較的大きな町などでは隣国タイからの輸入電力に頼っているのが現状である。その他の地域では全く電気のない生活を強いられているか、1日のうち2～3時間をディーゼル発電で灯しているに過ぎない。これは、ラオス政府の厳しい財政事情や山岳の多い地形、人口の希薄性等による。さらに道路網十分に整備されておらず、しかもディーゼル発電用の輸入燃料が高く、燃料供給が不安定であることにも起因している。現在、国有電力網を中心に、電化されている村落は全体村落の20%弱、電化されている世帯は35%弱に過ぎない。

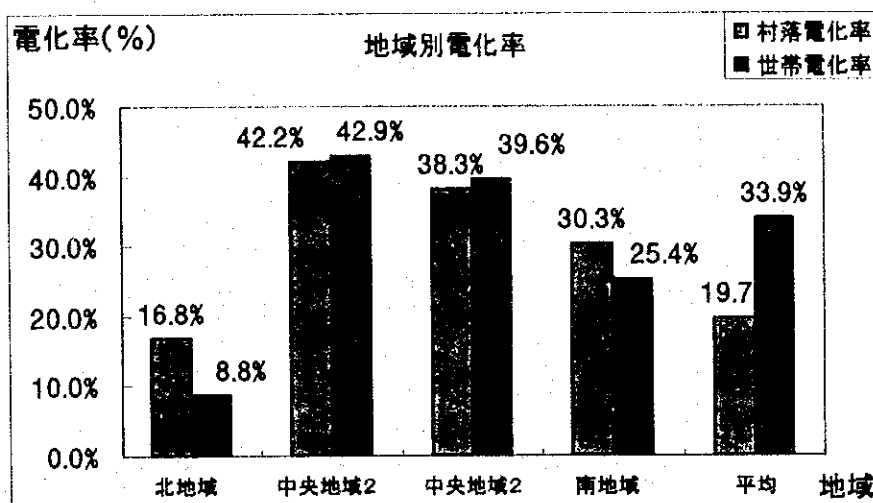


図 1-2-1 ラオス国地域別電化率 (1999年) Source: MIH 資料

地方電化については、送配電線網の拡張により実施してきたケースが大半であり、そのうち送電線についてはEdL (ラオス電力公社) が基本計画を作成し、実施している。また、各村落単位の配電線については5年間程度の計画について各県のEdL事務所が原案を作成し、EdL本部の了承を得て実施している。また、ディーゼルや小水力など独立電源による電化が一部の村落を対象に行われているが、それらに基本計画はなく、県レベルで特別な援助資金や政府予算で散発的に実施されているのみである。現在、EdLでは世銀やADB資金などにより地方電化を実施中であり、その大半は送配電線の拡張に使用されている。

1-2-2 ラオスの電気事業

ラオスにおける電気事業は、フランス統治時代の1950年に電力庁が設置されたことにより開始された。当時電力庁は公共事業省の管轄下にあり、発送電を一貫して実施していた。その後1962

年に電力庁は国営企業「ラオス電力公社：EdL：Electricite du Laos」として改組され、1975年のラオス人民民主主義共和国成立時にも電気事業の組織改定は行われず、EdLは工業手工芸省の管轄下で電気事業者として残り、現在に至っている。

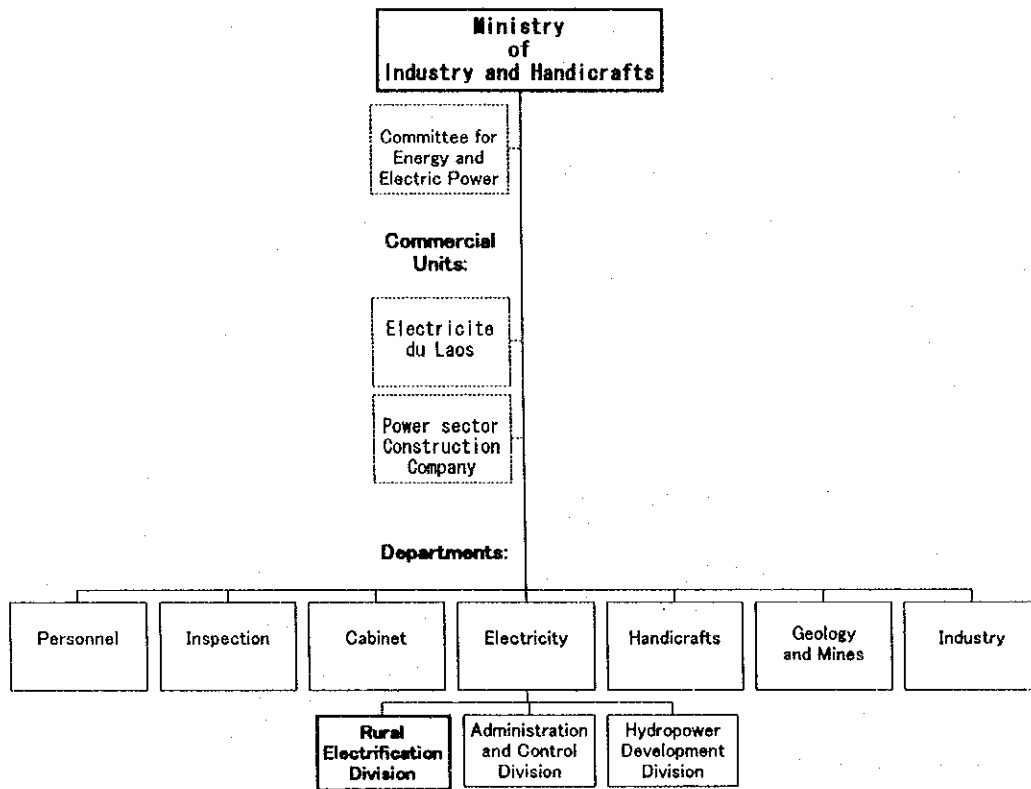


図 1-2-2 ラオス国電気事業に関する行政組織図 (2000年9月)

1) 工業手工芸省 電力局

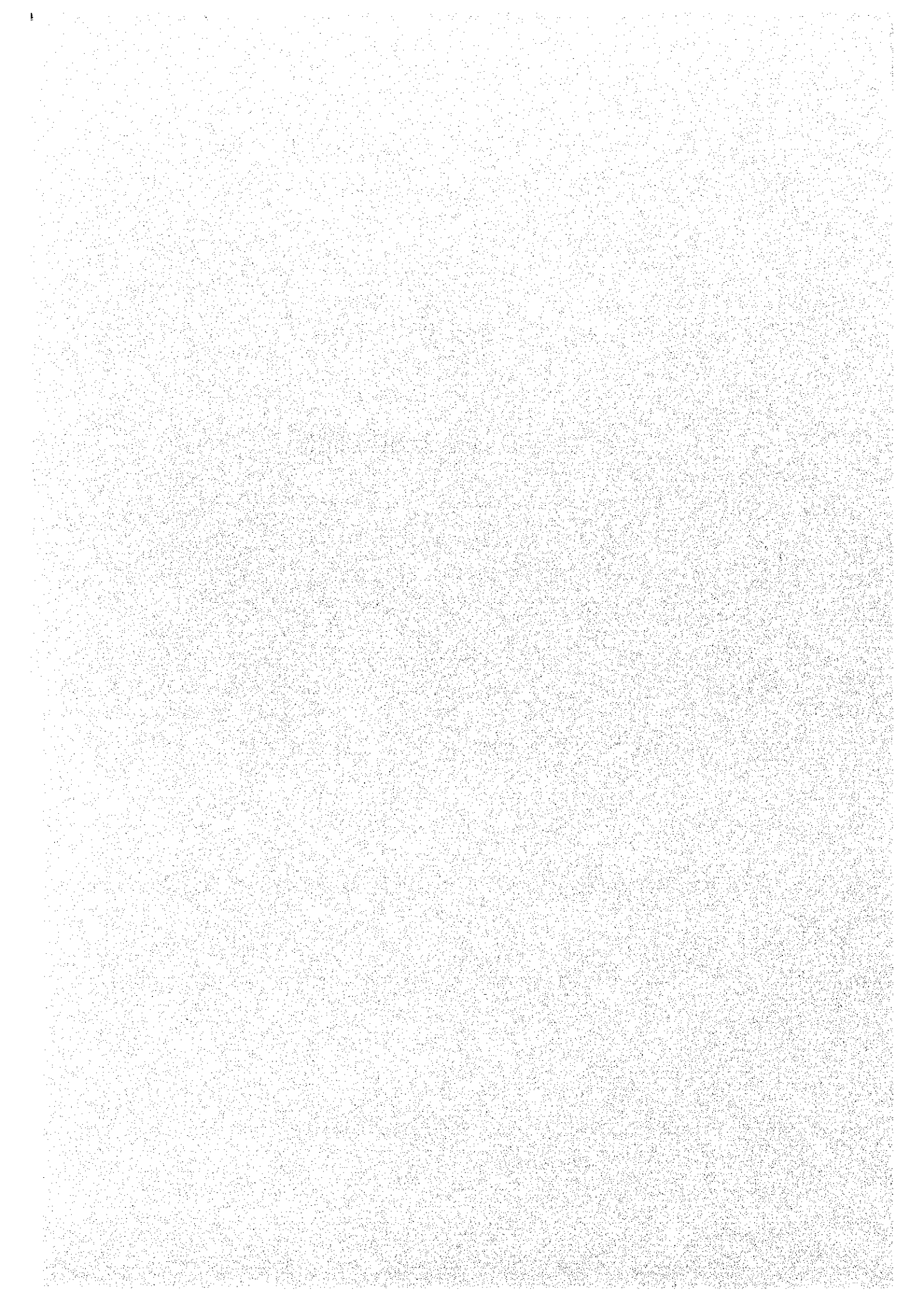
工業手工芸省 (Ministry of Industry and Handicraft) はラオス人民民主主義共和国成立時に設立された行政機関であり、鉱工業分野と電力分野の行政を担っている。電力分野に関しては電力局 (Department of Electricity) が発電所及び送電線など電力開発計画全般を策定している。最近までは地方電化に関してその業務を専門に扱う明確な組織が存在していなかったが、本調査をきっかけに地方電化政策の策定及び計画・実施に関する一連の事業をより具体化し、促進するために1999年に電力局内に「地方電化担当課 (Rural Electrification Division:RED)」が発足した。

2) ラオス電力公社 (EdL)

EdLはMIHの下で国営企業としてラオス国内の主要な系統の発電、送電、配電業務を一貫して行っているほか、タイなどの近隣諸国との国境付近では電力の国際融通も実施している。また、水力に関しては独自プロジェクトの他IPPプロジェクトにも参加している。

第2章

ラオスの村落と地方電化



第2章 ラオスの村落と地方電化

本章では、まず、パイロットプロジェクト対象村がラオスの農村においてどのような位置づけなのかを明らかにするため、ラオスの農村の一般的な特徴、地域的な特徴をえがき、対象村のあるヴィエンチャン、ボリカムサイ両県がその中でどのような位置なのかを述べ、パイロットプロジェクト対象村のラオスの未電化村における位置づけをとらえる。その上でラオスの村落電化計画策定の際に必要な情報として、現在の農村開発政策がどのようなものであるかについて述べる。

2-1 ラオスの農村とパイロットプロジェクト対象村

ラオスの農村とその地域別特徴、その中におけるヴィエンチャンとボリカムサイ県の状況などからパイロットプロジェクト対象村の全国における位置づけを明らかにする。

2-1-1 ラオスの農村とその地域別の特徴

ラオスの農村部は人口の83%が住んでおり、これらの人々の殆どがメコン河のいくつもの支流に沿って自給的農業を営んでいる¹。住民の主な産業と収入源はこれら農林業からのものである。よって、以下に農村での収入源である農業、特に米作を中心にラオスの農村の特徴を記す。

農業における主要作物は米であり1996年では収穫面積の80%を占める。このうち、雨期稲が66%、陸稲が31%を占め、乾期水稲は3%にすぎず、天水田による稲作と水田の補完としての焼き畑による陸稲栽培が主なものである²。年間生産量は140万ト前後であるが、天水に依存しているため、気候条件に大きく左右され、洪水や旱魃の年には生産量は大きく低下している。シェアは小さいが灌漑による乾期水稲の面積と単収の伸びが顕著で雨期の自然災害からくる変動に影響されず、生産量、収穫面積、単収ともに比較的安定している。米以外ではコーヒー、綿、ピーナッツ、砂糖キビ、タバコが奨励されているが、やはり気候の変動に弱い。このうちでは、コーヒーとタバコが最も重要で、南部のチャンパサック、サラヴァン、セコン県をまたがるボロベン高原が中心地である。また、家畜と水産も盛んになってきており、1980年代半ばから内水面養殖が拡大し、1988-93年の畜産と水産物の生産の増加率は農産物の倍を示している。戦争や共産主義化などで東南アジアの発展から取り残されていたが、人口増加、市場経済化の浸透にともない開発圧力の中にある。

次に、地域別の営農体系と農業の特徴をとらえる。ラオスの農業は、地形や気象条件などから北部、中部、南部の3地域に区分されている³。地域別の米生産状況を収穫面積で比較したものが下表である。

¹ National Statistical Centre, Results from the Population Census 1995, Vientiane, April 1997.

² National Statistical Centre, Basic statistics 1997.

³ 北部は、ボンサリ、ルアンナムタ、オドムサイ、ボケオ、ルアン・ブラバン、ファハン、サヤブリの7県、中部はヴィエンチャン首都圏、ヴィエンチャン、サイソンブン特別区、シエンクワン、ボリカムサイ、サヴァナケットの7県/区、南部はサラヴァン、セコン、チャムバサック、アタブーの4県から構成されている。

表 2-1-1 地域別の米生産の状況

地域	雑作		雨期水稲			乾期水稲			陸稲			1戸当たり 稲作延面積 (1995)
	収穫面積 (ha)	全国% ¹	収穫面積 (ha)	全国% ¹	稲作面積 における 割合	収穫面積 (ha)	全国% ¹	稲作面積 における 割合	収穫面積 (ha)	全国% ¹	稲作面積 における 割合	
北部	191,921	34.7%	64,704	17.8%	33.7%	2,645	14.7%	1.4%	124,572	72.2%	64.9%	0.79
中部	239,966	43.3%	195,221	53.8%	81.4%	14,441	80.4%	6.0%	30,304	17.6%	12.6%	0.67
南部	121,854	22.0%	103,206	28.4%	84.7%	876	4.9%	0.7%	17,770	10.3%	14.6%	0.81
全国	553,741	100.0%	363,131	100.0%	65.6%	17,962	100.0%	3.2%	172,646	100.0%	31.2%	0.74

Source: National Statistical Centre, Basic Statistics 1997.

北部は山がちで年間降水量は 1,000-1,500mm であり、平野も狭小なため陸稲を主体とした焼畑農業が主体であり、表からもわかるように米収穫面積の 65%が陸稲である。北部での生産性は低いので、トウモロコシ、芋類、豆類や畜産、果樹、半林産物を含めた複合畑作を営んでいる。この地域では近年の人口増加に伴い、焼畑の休閑期の短縮により焼畑農業の持続性が低下している。また、中山間地の溪流地域では、伝統的な重力灌漑も行われており、雨期の水稲作の補給と乾期の自家消費用の野菜などに利用されている

中部地域は、米作に適した肥沃な土地で年間降水量は 1,500-2,000mm で、国内の米生産の 50%を生産している。特に、サヴァナケットは雨期の水稲の主要産地で全国の 18%を生産している。水稲作はメコン河支流に沿って天水に依存した伝統農法が主なものであり、在来品種が用いられている。近年、ポンプ式灌漑による乾期の水稲作が増加しており、ヴィエンチャン首都圏は乾期の水稲の 50%を、サヴァナケットは 12%を生産している。乾期水稲作の収穫面積は中部では水田収穫面積の 6.9%と北部の 3.9%、南部の 0.8%に比べて高いが、全国でも 5%以下にとどまっております、灌漑開発が期待されている。ここでも、水へのアクセスの悪いところでは、傾斜地に限らず焼畑による陸稲栽培が行われている。

南部地域はボロベン高原のコーヒーや高原野菜などの換金作物が特徴である。コーヒーは全国の生産量のほぼすべてをこの地域から生産している。また、チャンパサックは雨期の全国水稲生産量の 14%を占め、サヴァナケットと並ぶ穀倉地帯ともなっている。

2-1-2 ヴィエンチャン、ポリカムサイ両県の全国における位置づけ

ラオスはメコンに沿った南部のタイとの国境線沿いと、ヴィエンチャンからルアンプラバンを結ぶ地域に人口と経済活動の多く部分を占め、この両地域が比較的発展した地域となっている。このうち調査対象のヴィエチャン県は後者の地域に、また、ポリカムサイ県はこの両者を結ぶ地域に位置しておりラオスの中では比較的恵まれた地域といえる。ここでは調査対象のヴィエンチャン、ポリカムサイ両県が全国においてどのような位置づけにあるかについて、主な経済・社会指標からみてみる。表 2-1-2 からヴィエンチャン県の方は都市化が進んでおり、GDP・識字率・乳幼児死亡率・平均余命などの社会指標もヴィエンチャン県に比べ、ポリカムサイ県の方が劣っていることがわかる。また電化状況については表 2-1-3 の通り、ヴィエンチャン県の方がはるかに

電化は進んでいる。これは、ヴィエンチャン県、ボリカムサイ県とも首都のヴィエンチャンに近いが、ボリカムサイ県の方が山岳地域を多く含んでいることが一因となっている。

表 2-1-2 ヴィエンチャン、ボリカムサイ県の経済社会指標

	GDP 1996		Population 1995			GDP per Capita (kip/person)	GDP per household (kip/HH)	Literacy rate 15 years and above (%)			Infant mortality rate (0/00)	Life Expectancies	
	Amount in current price (million kip)	Share in country	Population	Share in country	Rural population rate (%)			Total	Male	Female		Male	Female
Whole Country	1,707,551	100.0%	4,574,848	100.0%	82.9%	373,248	2,239,486	60.2%	73.5%	47.9%	104	50	52
Vientiane Prov.	100,297	5.9%	286,564	6.3%	82.5%	350,000	2,100,000	72.2%	83.6%	60.7%	102	52	54
Borikhamxay Prov.	21,757	1.3%	165,589	3.6%	92.6%	131,390	801,479	64.9%	77.6%	52.6%	136	48	50

Source: National Statistical Centre, Basic Statistics 1997.

National Statistical Centre, Results from the Population Census 1995.

GDP of Borikhamxay: Brikhamxay Provincial Office, Statistics of Borikhamxay 1996 (in Lao).

GDP of Vientiane: hearing from Vientiane Provincial Office, February 1999.

表 2-1-3 ヴィエンチャン、ボリカムサイ県の電化状況

	(% of number of household)		
	Electrified by grid	Own generator	Car battery
Whole Country	33.9%	2.3%	2.2%
Vientiane Prov.	55.9%	2.8%	5.5%
Borikhamxay Prov.	30.7%	6.1%	4.3%

Source: Electrified rate by grid: (MHL/DOE)

Generator and car battery user rate: (National Statistical Centre, Results from the Population Census 1995.)

さらに、農村部での収入源である農業のうち稲作の状況については表 2-1-4 の通りで、ヴィエンチャン県は稲作の面積が広く、特に乾期水稲面積が大きいことがわかる。これは灌漑の普及が進んでいることを示している。一方、ボリカムサイ県は生産性の低い陸稲面積の大きさが目立っている。これらのことから、農村部での主な収入源である稲作の生産手段である土地所有面積と灌漑の普及状況が前述の経済的な差の一因となっていることがいえる。また、各県の世帯平均所得を示したものが図 2-1-1 であり、ヴィエンチャン首都圏のみ突出しているのを除けばヴィエンチャン、ボリカムサイ県とも全国の中でも比較的高いことがわかる。

表 2-1-4 ヴィエンチャン、ボリカムサイ両県の稲作の状況

地域	米		雨期稲作			乾期稲作			陸稲			1戸当たり稲作延べ面積 (1995)
	収穫面積 (ha)	生産量 (ton)	収穫面積 (ha)	生産量 (ton)	稲作面積における割合	収穫面積 (ha)	生産量 (ton)	稲作面積における割合	収穫面積 (ha)	生産量 (ton)	稲作面積における割合	
ヴィエンチャン	38,754	118,138	33,449	107,037	86.3%	1,820	6,220	4.7%	3,485	4,881	9.0%	0.82
ボリカムサイ	23,816	51,628	16,096	40,240	67.6%	80	310	0.3%	7,640	11,078	32.1%	0.90
全国	553,741	1,413,500	363,133	1,076,000	65.6%	17,962	71,500	3.2%	172,646	266,000	31.2%	0.74

Source: National Statistical Centre, Basic Statistics 1997.

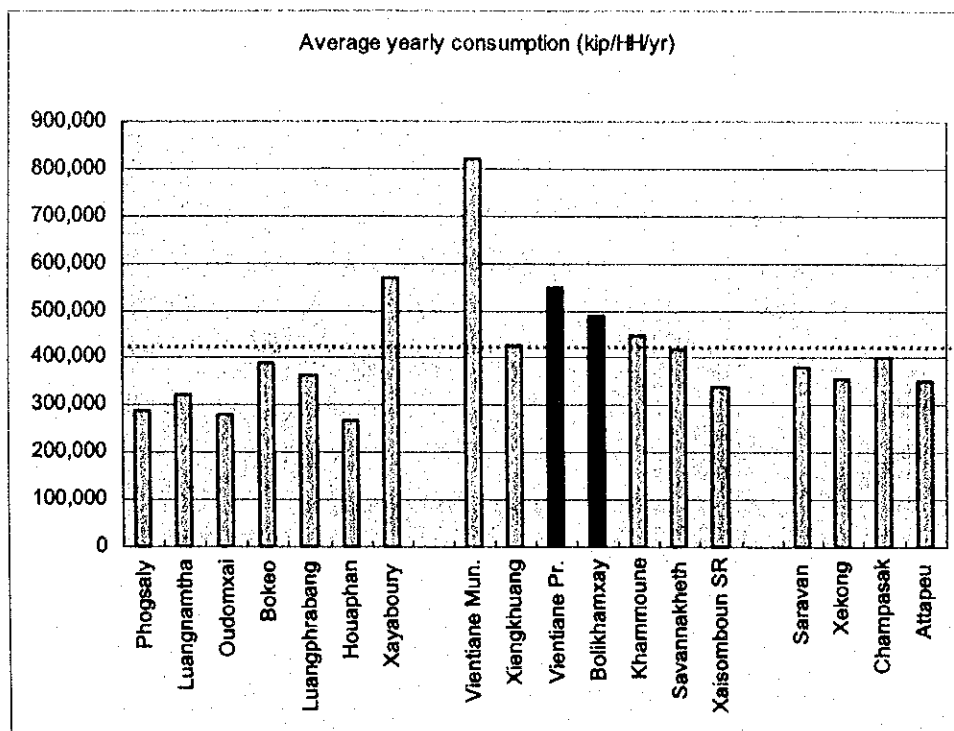


図 2-1-1 各県の世帯別平均支出

Source: National Statistical Centre, The households of Lao PDR, Social and economic indicators Lao Expenditure and consumption survey 1997/98 (LEC 2)

2-1-3 対象村の全国の未電化村における位置づけ

調査対象のボリカムサイ県の2村は水稲作をベースにした農村で、貨幣経済の浸透度もバラツキがあり、ある程度県を代表できる未電化村といえるが、県都のPakxanから比較的アクセスが良い。一方ヴィエンチャン県も水稲作をベースとしているが、対象4村のうちナムグム湖畔の3村は国内においてさほど多くない漁村であり、ラオスでも特殊な例ともいえる。但し、これらの湖畔の村はダム建設で移住を強いられた村であるが電化による便益を受けていない。

これら対象村の全国の未電化村における位置づけを考察してみる。表 2-1-5 は世界銀行が1000世帯以上の大規模な未電化村を対象に全国8県にわたって行った村落調査の結果と本調査の結果を比較したものである⁴。

⁴ パイロットプロジェクト対象村のデータは、対象村落変更前の7ヶ村の調査結果を用いている。

表 2-1-5 未電化村の所得とエネルギー支出とエネルギー源

Province	Energy expenditure and income			Energy Sources (% of households)						Energy expenditure by sources (kip/mo.)				
	Energy Expenditure of off-grid villages (kip/mo/HH)	Percentage of income	Annual income (kip/year/HH)	Kerosene/ Diesel	Car or cycle battery	Small generator			Kerosene/ Diesel	Car or cycle battery	Small generating system			
						Buy from others	Diesel	Pico-hydro			Buy from others	Diesel	Pico-hydro	
North	Phongsaly	3,918	10.4%	452,077	82%	2%	0%	1%	14%	1,097	4,250	0	14,000	5,531
	Luangnamtha	3,997	14.3%	335,413	97%	3%	7%	2%	0%	1,417	6,250	1,204	9,050	0
	Bokeo	9,430	13.6%	832,059	91%	67%	23%	10%	0%	1,199	5,510	2,928	14,575	0
Central	Xiengkhuang	5,182	7.4%	840,324	97%	2%	18%	2%	30%	1,819	6,000	2,981	3,750	328
	Khammuane	3,235	10.7%	362,804	98%	48%	0%	2%	0%	1,241	1,820	0	7,200	0
South	Savannakhet	4,376	9.9%	530,424	65%	95%	0%	0%	0%	518	3,909	0	0	0
	Saravane	4,408	6.7%	789,493	62%	75%	2%	0%	0%	1,415	3,120	0	0	0
	Attapeu	4,196	7.0%	719,314	92%	16%	0%	6%	0%	1,463	2,995	0	10,000	0
Whole country	4,936	10.4%	569,538	88%	28%	7%	3%	7%	1,380	4,037	2,594	11,564	2,302	
Source: UNDP, ESMAP, Laos Institutional Development for Off-grid Electrification, September 1998. Survey was conducted in April, May, 1997.														
Pilot Villages	Vientiane	4,968	3.7%	1,615,000	78%	59%				3,385	2,687			
	Borikhamxay	4,504	12.0%	449,000	90%	43%				2,730	3,792			
	Average	4,813	4.7%	1,226,000	83%	54%				3,167	3,055			
Source: Socio-economic survey conducted in October, 1998 and February, 1999.														
Note: Inflation between the both two survey is not adjusted.														

1) 所得とエネルギー支出

ヴィエンチャン県のパイロット村落の平均収入は160万キップで調査時期による物価上昇を考慮しても全国平均より経済的にかなり良い条件であり、ボリカムサイ県のそれは50万キップであり、平均的であるといえる。

所得とエネルギー支出状況についてみる。系統電化されている村落と未電化村の所得格差、エネルギー支出の所得における割合が未電化村の方が高い。系統電化は道路に沿って行われているため、これらの所得の差は場所によるものである。全国の未電化村落においては、ボケオを除いてエネルギー支出は3000~5000kipである。これに対し、本調査結果ではヴィエンチャン県では5000kip/世帯/月であり収入の3.7%にあたり、ボリカムサイ県では4,500kip/世帯/月で収入の12.0%にあたる。対象村落のエネルギー支出は平均かそれ以下であるが、所得におけるエネルギー支出はヴィエンチャン県では全国平均より低く、ボリカムサイ県ではほぼ平均と同じとなっている。ディーゼル発電の行われている北部3県、カムワン県などで所得におけるエネルギー支出の割合が高くなっていることがわかる。

2) エネルギー源

ケロシンやディーゼルなどの燃料は全国ほとんどの家庭で用いられており、本調査の対象村落での結果と同じである。しかし、バッテリーとディーゼルや水力などの小規模発電システムは地域的な差が大きいことがわかる。バッテリーについては中部地区で保有率が高く、サヴァナケットでは90%以上の世帯が保有しており、また、サラヴァン、ボケオ、カムワンでも保有率が高い。一方、小規模発電システムでは水力はその地形的な特性からポンサリ、シエンクワンで多くまた、

それ以外の小規模発電もボケオ、ルアンナムタなどの北部で多い。バッテリーが普及しているのはある程度所得があって電化製品の入手が容易な地域といえ、本調査のヴィエンチャンは 59%、ボリカムサイは 43%で両県もこれに属するといえる。

北部では収入の 10%以上をエネルギーに使っており、収入に対する比率が高い。この一つの理由として、より多くの世帯が小規模発電を使っていることがある。特に、ディーゼル発電を使っている世帯の支出が大きく、これらの世帯は比較的裕福な家庭がディーゼルエンジンを用い発電も行い、電気も販売していることがうかがえる。ディーゼル発電の行われているのは北部や南部でも地の利の悪いアタプー県などである。本調査の対象の両県でもディーゼル発電の行われている村は存在し、やはり系統電化から離れた地域でありそれらの地域のエネルギー支出は高い。

以上本調査の結果と世界銀行の調査結果を比較してみたが、本調査の対象村落は中部でも経済的、地理的条件に恵まれエネルギー支出の割合は低くなっている。これらの地域での PV システムの導入はやりやすいが、エネルギーコストの競争力は北部の方があるといえる。

2-2 ラオスの農村開発政策と地方電化

2-2-1 ラオスの農村開発

国民の 80%以上が居住するラオス農村部には、従来の自給的農業に依存してきたため平均収入は都市部平均収入の 25%にも充たず、都市部との経済格差は極めて大きい。そのため、ラオス政府は農村部開発を最重要課題の一つとして定め、1994 年にその計画策定・実施を担う責任機関として農村開発委員会を設立、1996 年には首相府の一機関として再編した。

2-2-2 農村開発政策の基本的考え方と特徴

ラオス国の農村開発政策は 1994 年に国会で採択された農村開発に関する決議を基礎としている。農村部の自然・社会の潜在的な力を活かし、全ての民族がオーナーシップをもってこれまでの伝統的農業（焼畑等）から生活向上のための新たな農法へと移行することで、農村部が開発活動を通じて今後新たな時代の国家のベースとなっていくような発展が望まれている。これらの実現のために採用したのが Focal site Approach であり、各県に平均 3 地域（村落）をモデル地域として設定し、その地域を対象に重点的に開発を推進していくというものである。

以下の図内の 8 項目 (Infrastructure・Agriculture・Education・Health・Village Consolidation・Community Development・Income Generation・Focal site management and Emergency Relief) は国家農村開発計画(1996-2000)の中で取り組むべき項目として挙げられているものである。各項目の比重については重点地域の状況に依拠しているが、その中心はインフラの整備と農業開発である。農村部に居住する人々の市場（農作物の販売促進）や各種公的サービスへのアクセスの向上のため、インフラの整備がかかせないものであり、これらについては予算の最も多く

をさいている。また生産力の向上のため、新しい生産技術の紹介や技術移転、大規模農業や灌漑事業への取り組みなどに力をいれている。

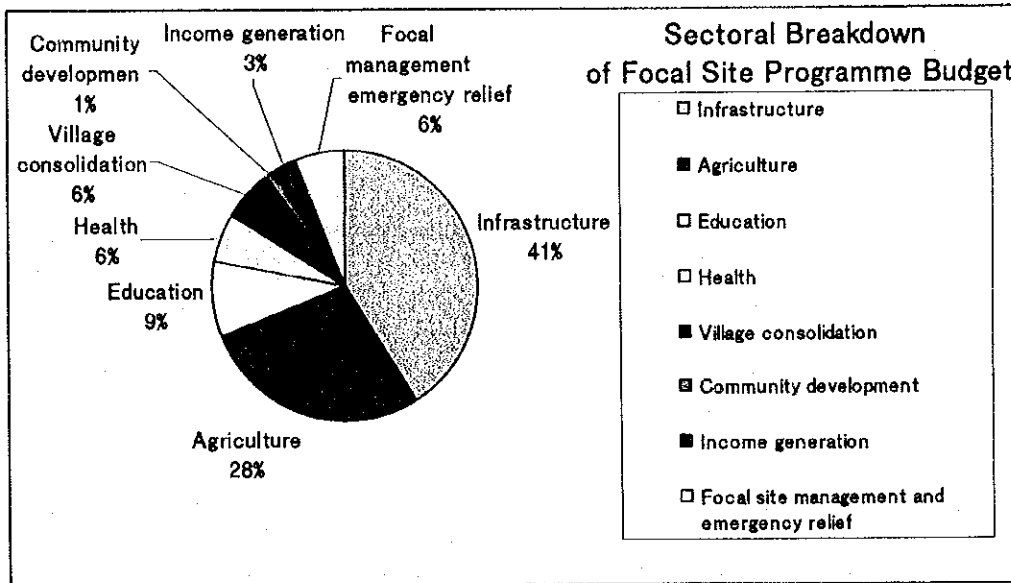


図 2-2-1 Sectoral Breakdown of Focal Site Programme Budget

Source: National Rural Development Programme 1996 to 2000 Main Document (1998)

2-2-3 農村開発政策と地方電化の関係

これまでに述べたようにラオスの農村開発は、インフラの整備に力を入れており中でも道路建設、電気の導入、通信網の整備が項目としてあげられている。

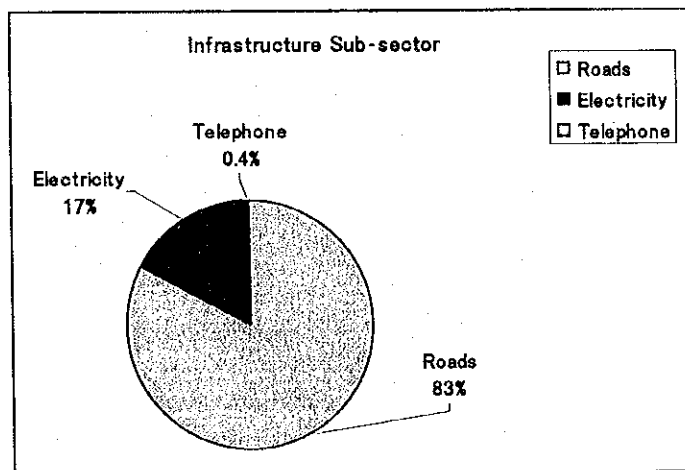


図 2-2-2 Infrastructure Sub-sector

Source: National Rural Development Programme 1996 to 2000 Main Document (1998)

電気の導入については第1次農村開発計画（1996-2000）においては重点地域において50%の村落電化率を目標としている。これは主に送配電線の延長によるものを想定しているが、この実現により農村部の医療施設・教育施設整備やラジオ・テレビによる情報へのアクセスが向上することとなる。また今後は灌漑用ポンプや農村における小規模産業への電気利用なども含め、電気の導入は、農村開発の推進に大いに資するものである。

以上述べてきたように、ラオス農村における地方電化は農村開発政策に合致しており、積極的に推し進められるべきものである。しかし、送配電線の延長のみに頼っているのは地形的、財政的に地方電化の推進は困難である。そのため、ラオス国内でも地域毎の事情を考慮し、分散型電源としての再生可能エネルギーを利用した電化を取り入れていくことも必要とされる。