

平成 19 年度環境省委託事業

平成 19 年度 C D M / J I 事業調査

ラオス・未電化地域におけるバイオマスを活用した電化事業調査
報告書

平成 20 年 3 月

中国電力株式会社

【目 次】

第1章 プロジェクト実施に係る基礎的要素	
1.1 プロジェクトの背景と目的	1
1.1.1 プロジェクトの概要	2
1.2 ラオスの概要	
1.2.1 地理と気候	3
1.2.2 人口	3
1.2.3 ラオスの略史	5
1.2.4 政治動向	5
1.2.5 経済動向	7
1.2.6 消費者物価動向	8
1.2.7 貿易動向	10
1.2.8 外国直接投資動向および投資制度	11
1.2.9 国家社会経済開発戦略	14
1.3 ラオスの電力事情	
1.3.1 発電設備概要	15
1.3.2 電力需要動向	16
1.3.3 電気料金	17
1.3.4 農村電化	18
1.3.5 エネルギー政策	19
1.4 ラオスの環境関連制度	
1.4.1 ラオスの環境関連法	21
1.4.2 ラオスの環境審査の実施体制	23
1.5 ラオスのCDMへの取組み	
1.5.1 CDMの受入体制	24
1.6 ホスト国の持続可能な開発への貢献	
1.6.1 ラオスの貧困撲滅戦略	26
1.7 技術移転	29
1.8 調査の概要	
1.8.1 調査の実施体制	29
1.8.2 現地調査の内容	30

第2章 プロジェクトの立案

2.1 プロジェクト実施サイトの概要

- 2.1.1 パイロット・プロジェクトサイトの選定理由..... 33
- 2.1.2 サヤブリ島の概要 33
- 2.1.3 ナベン村の概要 35

2.2 プロジェクト技術

- 2.2.1 農業廃棄物や木質残材によるバイオマスのエネルギー利用技術..... 39
- 2.2.2 ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電..... 41
- 2.2.3 ジャトロファ油，軽油およびバイオマス熱分解ガスとの混焼によるディーゼル発電..... 45
- 2.2.4 熱分解ガス専焼によるガス発電 47
- 2.2.5 適用技術のまとめ 47

第3章 ベースラインの概要

- 3.1 ベースライン方法論の適用..... 49
- 3.2 ベースラインシナリオの設定..... 52
- 3.3 追加性の証明..... 53
- 3.4 プロジェクトバウンダリーの検討 54
- 3.5 リークエッジの検討 55
- 3.6 排出削減量の計算式 55

第4章 モニタリング計画

- 4.1 モニタリング方法論 57
- 4.2 モニタリング項目 57
- 4.3 モニタリング計画 59
- 4.4 モニタリング品質管理 59

第5章 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間

- 5.1 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間 61

第6章 温室効果ガス削減量の算出

- 6.1 温室効果ガス排出削減効果が発生する技術的根拠..... 62
- 6.2 温室効果ガス排出削減効果..... 62

第7章 環境影響評価	
7.1 環境影響制度	
7.1.1 環境影響評価に係わる制度的枠組み	64
7.1.2 環境影響評価の具体的手続き	65
7.2 環境影響分析	72
第8章 利害関係者のコメント	
8.1 コメントの収集方法	73
8.2 面談および報告会でのコメント収集	
8.2.1 パイロット・プロジェクト	73
8.2.2 プログラム化	73
第9章 プロジェクトの実施計画	
9.1 プロジェクト実施体制等の概要	75
9.1.1 プロジェクト参加者の役割と負担する範囲	76
9.1.2 CERの取得方法	77
第10章 資金計画	
10.1 プロジェクトコスト	
10.1.1 パイロット・プロジェクト	78
10.1.2 プログラム化	79
10.2 資金計画	79
第11章 経済性とリスク分析	84
11.1 前提条件	80
11.2 投資回収年数	80
11.3 内部収益率	
11.3.1 内部収益率の試算	80
11.3.2 内部収益率の感度分析	81
11.4 温室効果ガス排出削減単価	83
11.5 プロジェクトリスク	83
第12章 事業化に向けての見込み・課題	
12.1 CDMプロジェクト推進上の課題	85
12.1.1 CDMプロジェクト受入体制上の課題	85
12.1.2 プログラム化の課題	85

第1章 プロジェクト実施に係る基礎的要素

1.1 プロジェクトの背景と目的

1997年12月に開催された国際連合気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)で採択され、2005年2月16日に発効した「京都議定書」では、二酸化炭素(CO₂)をはじめとする温室効果ガスによる地球温暖化防止のため、我が国をはじめとする多くの先進国において、「京都議定書」による数値的削減目標を掲げた温暖化対策が行われている。今後は、開発途上国も含めたすべての主要排出国による排出削減が不可欠であると考えられており、とりわけ、急速な経済発展に伴い温室効果ガスの大規模な排出増が予想される発展途上国において、開発の早期段階から低温室効果ガス型の発展を指向することが望まれている。

開発途上国においても、地球温暖化の問題は深刻に受け止められつつあるが、これらの国の最も重要な課題は経済発展を実現することであり、地球温暖化問題への対応を行うことが、自国の発展に向けた阻害要因になるのではないかという危惧も根強くある。

このため、開発途上国の積極的な取り組みを促すために、開発途上国の持続可能な開発の牽引要因として地球温暖化問題への取り組みを活発化させ、同時に先進国にとっては開発途上国の開発援助を行いながら温室効果ガスの排出の少ない低炭素社会の形成を誘導する「コベネフィット型CDM」は、今後の我が国の開発援助や地球温暖化対策における国際協力を考える上で、有効なアプローチのひとつであると言える。

本プロジェクトの対象国であるラオス人民民主共和国(以下、ラオス)は、インドシナ半島の内陸に位置する後発開発途上国(LDC: Least Development Country)である。

同国政府は、「2020年までに後発開発途上国から脱却すること」を最上位の目標として掲げ、「第6次社会経済5ヵ年開発計画」などを策定し、実現に向けた取り組みを行っている。

現在、ラオスの電化率は48%(Electricity Statistics of Lao PDR 2005, エネルギー鉱業省)にとどまっており、特に地方部では電化率が20%以下の県が全17県のうち3県もある。一方で、世帯数の14%が集中する首都ビエンチャンの電化率は90%で、地方部における電化率の低さを示している。

同国の電化促進に責任を有する、エネルギー鉱業省(Ministry of Energy and Mines)では、前述の「2020年までに後発開発途上国から脱却すること」という目標に向けて、電化率を2010年までに70%、2020年までに90%へ向上させることを目標としているが、集落が点在している同国においては、既存の電力インフラを延長することによる電化は難しく、ディーゼル発電装置を用いたオフグリッドでの電化促進も検討されている。

また、未電化地域においてはディーゼル発電装置によりバッテリーを充電し、民家で照明などに利用するという形態も多く見られる。

このように、ラオスにおいてディーゼル発電装置は、地方部におけるオフグリッドでの電化および未電化地域におけるバッテリー充電などに用いられているが、同国では石油が産出されないことから、もともと燃料価格は他の物価に比べて高価であり、ディーゼル発電装置による電化を進める上での問題となっている。

また、近年の世界的な燃料価格高騰の影響により、同国の燃料価格もさらに高騰しており、地方部における石油代替エネルギーの開発・活用は重要な課題となっている。

こうした中で、同国の主要産業である農林業から発生するバイオマスを燃料として活用した地方電化の促進は、ラオス政府としても実現を期待しているところであり、これを我が国の保有する先進技術を用いて実現し、更に CDM 化することは、それぞれの国益にかなった事業活動と言えよう。

1.1.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、同国において最優先の開発ニーズのひとつである農村電化促進を、村落から発生する農業廃棄物などのバイオマスをガス化し、同国に自生しているジャトロファから得られる油とあわせディーゼル発電装置の燃料（混焼）として有効活用するものである。

本調査事業では、同国北部に位置するサヤブリ県の未電化村をパイロット・プロジェクト・サイトとし、同村から排出される農業廃棄物などバイオマスと同村に自生するジャトロファをエネルギー源として活用する電化事業について調査を行った。

あわせて、ラオス中部・南部におけるバイオマス活用状況等を調査し、今後、電化が進められる約 6,000 村の未電化地域に成果を普及・展開させていくためのシナリオ・政策についてプログラム型（POA）CDM の可能性を検討した。

1.2 ラオスの概要

1.2.1 地理と気候

ラオスは、インドシナ半島に位置する内陸国で、北緯 14 度から 23 度、東経 100 度から 108 度の間に位置し、東部をベトナム、西部をミャンマーとタイ、南部をカンボジアそして北部を中国と接している。国土面積は約 236,800km²（日本の本州程度）を有し、その 80% は山岳部ないしは高原である。

ラオスの気候は熱帯モンスーンに属し、雨季は 5 月～ 10 月、乾季は 11 月～ 4 月の時期である。

ラオス各地の平均気温と降水量は図 1-2-1 のとおりであるが、気温は南部の方が北部よりやや高く、降水量は南部の方が多い。

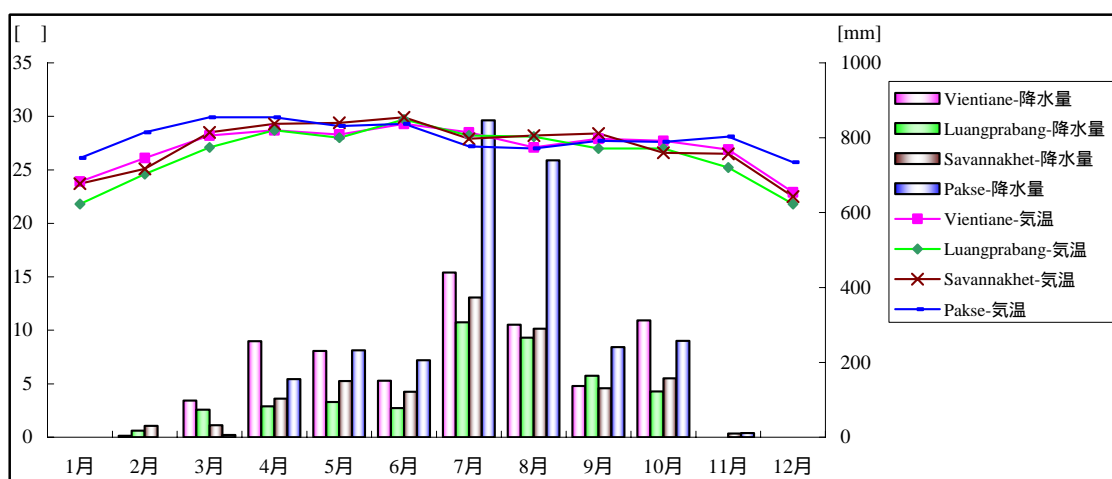


図 1-2-1 ラオス各地の平均気温と降水量
 (出典：STATISTICAL YEARBOOK 2006, Notional Statistical Center)

1.2.2 人口

ラオスで実施された国勢調査の結果に基づく 2006 年の人口は 575 万人となっている。1995 年の人口が 461 万人なので、この間の年平均増加率は約 2.3% である。

各県の人口と人口密度は表 1-2-2 ラオス各県の人口と面積のとおりで、首都ビエンチャンに全人口の約 12% が集中している。

また、全国平均の人口密度は 24.3 人/km² と低くなっている。これは、国土のほとんどが山岳、丘陵、高原などとなっていることと関係している。

ラオス政府は同国に住む人々を表 1-2-3 のとおり 4 言語と 49 の種族に分類している。

ラオスでは、人々をその住んでいる高度によっても分類しており、海拔で 400m 以下に住む人々を低地ラオ人（ラーオ・ルム）、山地の中腹に住む人々を山服ラオ人（ラーオ・トゥン）、そして海拔 800m 以上の高地に住む人々を高地ラオ人（ラーオ・スーン）と分けている。

表 1-2-2 ラオス各県の人口と面積

	面積 (km ²)	人口(人)			人口密度 (人/km ²)
		合計	女性	男性	
Whole Country	236,800	5,747,587	2,883,133	2,864,454	24.3
Vientiane Capital	3,920	711,919	356,365	355,554	181.6
Phongsaly	16,270	168,152	83,879	84,273	10.3
Luangnamtha	9,325	149,082	75,429	73,653	16.0
Oudomxay	15,370	272,050	136,457	135,593	17.7
Bokeo	6,196	149,287	75,131	74,156	24.1
Luangprabang	16,875	415,218	207,453	207,765	24.6
Huaphanh	16,500	288,174	142,889	145,285	17.5
Xayabury	16,389	345,834	171,183	174,651	21.1
Xiengkhuang	16,358	246,153	121,989	124,164	15.0
Vientiane	22,554	429,579	210,908	218,671	19.0
Borikhamxay	14,863	232,843	115,033	117,810	15.7
Khammuane	16,315	345,070	175,596	169,474	21.2
Savannakhet	21,774	842,340	427,112	415,228	38.7
Saravane	10,691	332,648	169,594	163,054	31.1
Sekong	7,665	87,499	44,274	43,225	11.4
Champasack	15,415	616,642	311,049	305,593	40.0
Attapeu	10,320	115,097	58,792	56,305	11.2

(出典 : STATISTICAL YEARBOOK 2006, Notional Statistical Center)

表 1-2-3 ラオスの言語グループと種族

言語グループ	種族
ラーオ・タイ語族	ラオ, プータイ, ルー, ニャウン, ニャン, セート, タイ, プーアンタイ
モーン・クメール語族	カムー, パイ, シンムーン, ポーン, テーン, アードゥー, ビト, ラメート, サームターウ, カターン, マコーン, タリー, タオーイ, モーン, クリー
チベット・ビルマ語族	アカ, シンシリ, ラフー, シーラー, ハーイー, ホー, ローロー
モン・イウーミエン語族	モン, イウーミエン

1.2.3 ラオスの略史

ラオスの原型となっているのは、1353年にラオ族によって最初の統一王朝として建国されたランサーン王国である。その後、18世紀には同王国は分裂し、19世紀後半には、フランスがインドシナ半島の植民地化を狙い、1899年、フランス領インドシナに編入された。

フランス支配からの独立は、ベトナム、カンボジアと統一戦線を結成したパテート・ラーオの抵抗の下、1953年10月にフランス・ラオス条約により完全独立を果たしたが、独立後はパテート・ラーオと王国の対立による内戦が長期に続いた。

その後、1965年にはアメリカが北ベトナムに対して爆撃を開始し、ラオスでも北部やラオス領内のホーチミンルートなどに激しい爆撃が加えられた。

ベトナム戦争終結後の1975年に、王政が廃止され、ラオス人民革命党により社会主義を採用した現在のラオス人民民主共和国が成立した。

1.2.4 政治動向

ラオス人民革命党による一党独裁制を堅持するラオスでは、5年ごとに開催される党大会において承認される政策を各機関が実施している。

2006年3月の第8回党大会では、党の新指導部が選出されるとともに、経済開発を進め工業化と近代化を達成することで、貧困問題を解決するという方針が打ち出された。

また、2006年6月の国会では、省庁再編も行われ、それまでの工業・手工芸省（Ministry of Industry and Handicraft）が、商業省（Ministry of Commerce）と統合し、工業・商業省（Ministry of Industry and Commerce）となった。また、新たにエネルギー・鉱業省（Ministry of Energy and Mines）が新設された。

CDMに関係する組織の改正では、2007年8月に、首相府の下位組織であり、DNAであった科学技術環境庁（STEA：Science Technology and Environment Agency）が、科学技術庁（STA：Science Technology Agency）と水資源・環境庁（WREA：Water Resource and Environment Agency）に改組され、DNAとしての機能はWREAに引き継がれた。

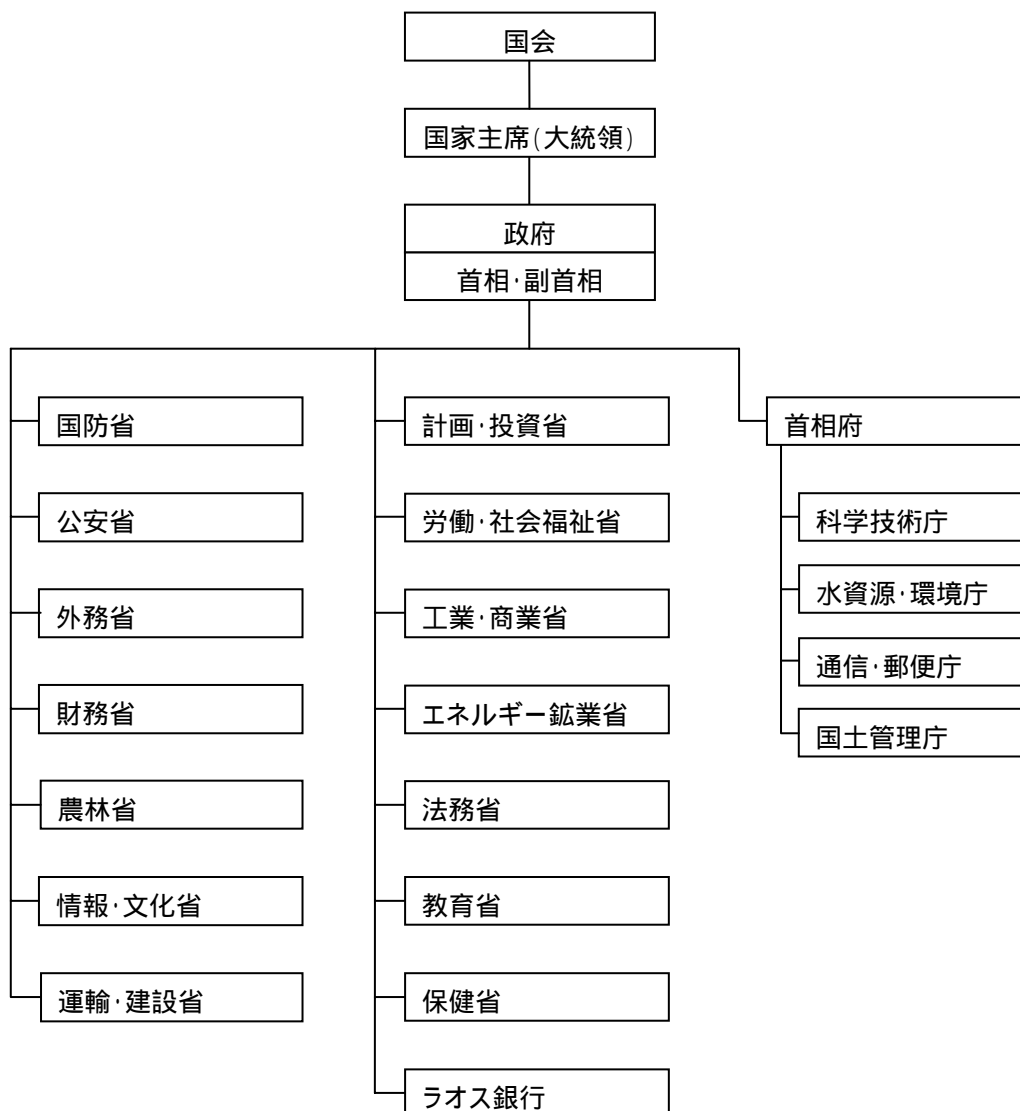


図 1-2-4 ラオスの行政組織図

1.2.5 経済動向

1986年の第4回党大会において、「チンタナカン・マイ（新思考）」と呼ばれる新経済メカニズム（New Economic Mechanism）が提唱され、経済面では社会主義経済から市場主義メカニズムへ移行している。

2006年のGDP成長率は前年比8.3%増となり、人口一人当たりのGDPは606US\$に達した。

産業別の成長率では、農林業分野が2.9%、鉱工業分野が17.1%、サービス業分野が7.4%の増であった。特に外国企業による鉱物資源開発が行われた結果、鉱業分野は急激に成長しており、2006年には前年比約87%の成長を記録した。

一方で、現在でも産業の中心は農林業で、GDP全体に占める割合は42.3%となっている。

表 1-2-5 産業別国内総生産（実質：1990年価格）

（単位：100万 Kip，%）

	2002	2003	2004	2005	2006		
	金額	金額	金額	金額	金額	構成比	伸び率
Agriculture	629,717	643,602	665,894	682,378	702,242	42.3	2.9
Crops	373,356	373,218	388,225	398,023	408,228	24.6	2.6
Livestock & Fishery	216,664	227,282	234,025	238,303	244,972	14.8	2.8
Forestry	39,696	43,102	43,645	46,052	49,042	3.0	6.5
Industry	308,341	343,681	386,805	448,418	525,050	31.7	17.1
Mining & Quarrying	6,117	22,480	21,344	47,238	88,285	5.3	86.9
Manufacturing	239,100	254,173	289,048	314,970	340,410	20.5	8.1
Construction	26,756	30,214	37,660	44,959	53,752	3.2	19.6
Electricity	36,367	36,813	38,753	41,251	42,604	2.6	3.3
Services	314,464	337,205	362,535	386,845	415,497	25.0	7.4
Transportation, Post & Communication	76,537	83,691	91,632	96,012	103,174	6.2	7.5
Wholesale & Retail trade	123,010	136,206	148,691	159,552	173,001	10.4	8.4
Banking	5,216	5,947	4,518	5,518	6,459	0.4	17.0
Ownership & Dwellings	34,946	35,820	36,715	37,633	38,574	2.3	2.5
Public administration	39,044	40,378	40,791	41,209	41,630	2.5	1.0
Nonprofit institution	7,839	8,385	9,002	9,266	9,539	0.6	2.9
Hotel & restaurant	25,682	24,398	28,423	34,676	39,902	2.4	15.1
Other services	2,191	2,381	2,763	2,978	3,219	0.2	8.1
Import duties	10,101	11,001	12,594	13,994	16,114	1.0	15.2
GDP	1,262,623	1,335,488	1,427,828	1,531,635	1,658,903	100.0	8.3
GDP / Capita (US\$)	331.2	375.3	428.0	511.0	606.0		

（出典：STATISTICAL YEARBOOK 1975-2005,2006, Notional Statistical Center）

（参考）2008年3月7日の為替レート 100万 Kip = 11,600円

表 1-2-6 主要農作物生産高

(単位：t, %)

	2002	2003	2004	2005	2006	
					量	伸び
コメ(Rice)	2,416,500	2,375,100	2,529,000	2,568,000	2,663,700	3.7
雨季米(Season Rice)	1,801,200	1,819,800	1,976,000	2,082,100	2,161,400	3.8
水稻米 (Irrigated Rice)	375,000	369,100	341,800	271,100	310,000	14.3
陸稲米(Upland Rice)	240,300	186,200	211,200	214,800	192,300	-10.5
トウモロコシ(Maize)	124,122	143,177	203,500	372,560	449,950	20.8
イモ類(Starchy Roots)	110,668	150,438	175,228	181,220	284,200	56.8
野菜・豆類(Vegetable and Bean)	633,141	662,677	670,500	744,450	662,550	-11.0
落花生(Peanut)	16,377	16,019	12,404	26,990	27,600	2.3
大豆(Soybean)	2,992	7,799	4,720	11,123	11,950	7.4
緑豆(Mungbean)	3,025	2,989	2,135	3,707	3,480	-6.1
タバコ(Tobacco)	27,497	25,713	33,000	28,100	24,690	-12.1
綿(Cotton)	2,944	1,807	2,200	2,000	2,370	18.5
さとうきび(Sugarcane)	222,036	308,417	223,300	196,350	217,020	10.5
コーヒー(Coffee)	32,197	22,218	23,100	25,000	25,250	1.0
茶(Tea)	172	67	261	300	600	100.0

(出典：STATISTICAL YEARBOOK 1975-2005,2006, Notional Statistical Center)

1.2.6 消費者物価動向

消費者物価指数も堅調な経済成長に伴い上昇しており、2000年12月を100とした場合、2006年12月には197となっている。

主要製品の市場価格について、1990年からの傾向を示したものが、図1-2-7で、ガソリンなどの燃料が高騰していることが分かる。

2006年のレギュラーガソリン価格は9,420Kip/リットル(約95¢/リットル)、ディーゼル油は8,166Kip/リットル(約80¢/リットル)となっている。

ラオスではこれらの燃料が産出されないため、その全量を輸入に依存しているが、最近の世界的な燃料価格高騰の影響によりラオス経済への影響が懸念される。

また、アクセス道路の整備が遅れている地域では、さらに燃料価格は高価で、特に未電化地域などではディーゼル油が10,000Kip/リットル(約1US\$/リットル)で取引されている。

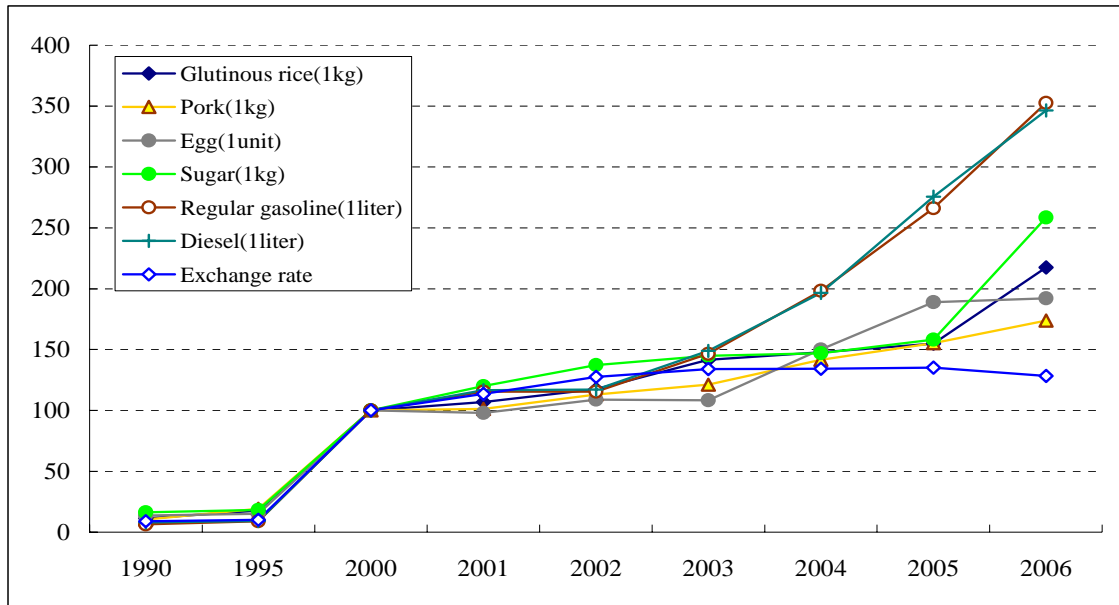


図 1-2-7 2000 年を 100 とした場合の主要産品市場価格
 (出典 : STATISTICAL YEARBOOK 1975-2005,2006, Notional Statistical Center)

1.2.7 貿易動向

ラオスの2006年度(2005年10月～2006年9月)の貿易は、輸出が前年度比92.7%増の8億7,800万ドル、輸入が35.8%増の9億3,140万ドルとなった。

輸出品目では外国企業による鉱山開発が進んだ結果、鉱物輸出が大幅に増加し、構成比では最大の44.8%を占めている。次いで、縫製品、木材・木製品、電力と続く。

国別では隣国で経済的なつながりの強いタイが全体の52%を占め、ベトナム、豪州が続いている。

輸入品目では、投資事業・ODA関連が増加し、全体の40.8%を占め、次いで燃料・ガス、縫製品原料、工業製品原材料が続く。

国別では、輸出同様にタイが全体の61.6%、ベトナム、中国と続く。

表 1-2-8 ラオスの貿易動向

(単位：100万US\$, %)

(輸出)	2005年	2006年			(輸入)	2005年	2006年		
	金額	金額	構成比	伸び率		金額	金額	構成比	伸び率
鉱物	45.3	393.0	44.8	767.6	投資事業関連	175.3	380.3	40.8	116.9
縫製品	107.6	126.2	14.4	17.3	燃料・ガス	148.0	194.2	20.9	31.2
木材・木製品	78.0	102.6	11.7	31.5	縫製品原料	72.2	98.7	10.6	36.6
電力	94.6	101.2	11.5	6.9	工業製品原材料	145.5	85.3	9.2	-41.4
金	83.0	92.6	10.5	11.6	建設資材	22.9	26.3	2.8	14.9
農作物	32.4	43.1	4.9	33.2	衣類	21.1	26.1	2.8	23.6
工業製品	11.4	17.9	2.0	56.9	加工食品など	20.7	23.9	2.6	15.6
その他	3.3	1.5	0.2	-55.3	その他	80.3	96.6	10.4	20.3
合計	455.6	878.0	100.0	92.7	合計	686.0	931.4	100.0	35.8

(出典：ラオス工業・商業省)

1.2.8 外国直接投資動向および投資制度

(1) 外国投資動向

ラオス外国投資奨励管理法が制定された 1988 年から 2006 年までの間に認可された外国直接投資は 1,409 件，142 億 8,797 万ドルに達した。登録資本のうち，外国資本は約 102 億ドルで全体の 72%であった。(表 1-2-9)

分野別の登録件数では，工業・手工芸が 270 件と最も多く，次いでサービス業が 225 件，貿易，農業と続くが，登録資本では大型の設備投資を必要とする電力部門が 113 億ドルと全体の 79%を占めている。

一方，国別の投資は表 1-2-10 のとおりで，隣国タイからの投資が件数で 27.6%，資本額で 43.1%と最大で，政治体制は異なるものの，貿易・投資ともに結びつきの強さが分かる。

また，1998 年～2003 年 8 月と 1998 年～2006 年を比較した場合，件数では 30%，資本額では 12%の伸びを記録しているが，中国からの投資を同期間で比較すると件数で 60%，投資額で 50%と大きく伸びており，同国における中国のプレゼンスが高まりつつある。

表 1-2-9 ラオスの外国直接投資動向

(単位：100 万 US\$，%)

業 種	1988年～2003年8月		1988年～2006年				伸び	
	件数	資本額	件数	構成比	資本額	構成比	件数	資本額
工業・手工芸	213	293.5	270	19.2	340.7	2.4	26.8	16.1
サービス業	174	140.8	225	16.0	175.4	1.2	29.3	24.6
貿易	149	79.0	179	12.7	104.3	0.7	20.1	32.0
農業	124	168.9	170	12.1	249.5	1.7	37.1	47.8
鉱業	51	149.7	117	8.3	299.4	2.1	129.4	100.0
ホテル・観光	84	575.8	105	7.5	576.3	4.0	25.0	0.1
繊維・縫製	89	79.8	94	6.7	83.3	0.6	5.6	4.4
木材	51	175.8	67	4.8	186.4	1.3	31.4	6.0
コンサルタント	55	9.4	60	4.3	10.0	0.1	9.1	6.4
建設	49	82.3	59	4.2	115.8	0.8	20.4	40.6
エネルギー	16	10,301.0	32	2.3	11,371.3	79.6	100.0	10.4
運輸・通信	16	651.0	19	1.3	678.8	4.8	18.8	4.3
銀行・保険	11	46.0	12	0.9	96.8	0.7	9.1	110.4
合 計	1,082	12,753	1,409	100.0	14,288.0	100.0	30.2	12.0

(出典：日本アセアンセンターホームページおよび DDFI 資料)

表 1-2-10 ラオスの国別直接投資

(単位：100万 US\$)

	1988年～2006年			
	件数(%)	構成比(%)	資本額	構成比(%)
タイ	405	27.6	7,684.3	43.1
米国	71	4.8	2,325.4	13.1
フランス	130	8.9	2,274.5	12.8
オーストラリア	74	5.0	1,469.2	8.2
イタリア	9	0.6	1,388.7	7.8
マレーシア	48	3.3	698.7	3.9
韓国	112	7.6	568.6	3.2
ドイツ	20	1.4	352.0	2.0
中国	219	14.9	296.3	1.7
オランダ	7	0.5	157.1	0.9
ノルウェー	4	0.3	112.9	0.6
ベトナム	80	5.4	111.0	0.6
台湾	45	3.1	70.9	0.4
シンガポール	45	3.1	61.8	0.3
英国	32	2.2	47.9	0.3
ニュージーランド	5	0.3	43.6	0.2
スイス	10	0.7	35.7	0.2
日本	48	3.3	29.0	0.2
カナダ	22	1.5	25.8	0.1
ロシア	21	1.4	21.3	0.1
その他	61	4.2	35.1	0.2
合計	1,468	100.0	17,809.7	100.0

(出典：日本アセアンセンターホームページ)

合弁企業の場合は資本額を重複カウントしている。

(2) 投資制度

ラオスでは、1998年に外国投資奨励管理法が制定され、1994年、2004年に改正され、現在に至っている。

同法に基づく投資の形態は、合弁企業（Joint Ventures between foreign and domestic investors）、100%外国資本企業（100% foreign-owned enterprises）、業務提携（Business Cooperation by contract）の3種類であり、合弁企業の場合は外国資本30%以上が必要である。また、駐在員事務所は投資には含まれず、別の定義がなされている。

外国投資を管理する政府機関としては、委員会から省へ格上げされた計画投資省（Ministry of Planning and Investment）のもとに投資奨励管理委員会（CPMI：Committee for Promotion and Management of Investment）があり、中央と地方政府（県レベル）にそれぞれのCPMIが存在する。

また、計画投資省の一部門として、国内・外国投資奨励局（DDFI：Department for Promotion and Management of Domestic and Foreign Investment）があり、投資に関するワン・ストップ・サービスを提供している。

実際に投資者からの事業申請に対して許可を与える権限はCPMIにあり、中央と地方のCPMIには事業規模（投資金額）に応じた許認可権限が設定されている。

ビエンチャン、サバナケット、チャンパサックおよびルアンプラバンの各県CPMIには500万ドル、それ以外の地方CPMIには300万ドルの許認可権限が与えられており、事業規模がこれを超過する場合には、中央のCPMIへ申請を行う必要がある。

外国投資奨励に関しては、国内を3つのゾーンに分類し、それぞれ異なる投資奨励策を整備している。

また、業種についても、投資奨励分野、許可分野、条件付許可分野、不許可分野などに分類されているが、地方電化などインフラ建設については、投資奨励分野に位置付けられるものと考えられる。

表 1-2-10 ラオスの投資奨励策

ゾーン	定 義	利潤税免除期間	減税期間	減免後税率
	投資に必要なインフラが整備されていない山岳部など	7年		10%
	部分的に投資に必要なインフラが整備されている地域	5年	3年間、7.5%に減税	15%
	投資に必要なインフラが整備されている地域	2年	2年間、10%に減税	20%

1.2.9 国家社会経済開発戦略

ラオスでは5年ごとに「国家社会経済開発計画（NSEDP：National Socio-Economic Development Plan）」が策定され、現在は「第6次国家社会経済開発計画（2006-2010）」に取り組んでいる。

NSEDPでは、2006年から2010年の平均経済成長率を7.5～8.0%と設定し、特に工業分野の経済成長を13～14%と高くしており、産業の工業化・近代化を進める意図が感じられる。

なお、電力セクターの開発計画については、「1.3 ラオスのエネルギー事情」で述べる。

表 1-2-11 NESDP における主な開発目標

	第6次計画 (2006-2010)	第5次計画(2001-2005)	
		目標	実績
GDP 成長率	7.5 – 8.0 %	7.0 – 7.5 %	6.24 %
農林業分野	3.0 – 3.4 %	4.0 – 5.0 %	3.4 %
工業分野	13.0 – 14.0 %	10.0 – 11.0 %	11.3 %
サービス業分野	7.5 – 8.0 %	8.0 – 9.0 %	6.7 %
分野別 GDP 構成比			
農林業分野	36.0 %	47 %	45.4 %
工業分野	36.4 %	26 %	28.2 %
サービス業分野	27.6 %	27 %	26.4 %
一人当たり GDP	700 – 750 US\$	500 – 550 US\$	491 US\$
輸出成長率	18.1 %	8.6 %	7.0 %
輸入成長率	8.8 %	8.6 %	4.9 %
インフレ率	6.0 – 6.5 %	10%以下	9.6 %
5歳以下の栄養失調割合	30%以下	30%	
乳児死亡率	55/1,000	60/1,000	70/1,000
5歳未満児童死亡率	75/1,000	98/1,000	98/1,000

(出典：National Socio-Economic Development Plan 2006-2010)

1.3 ラオスの電力事情

天然資源に恵まれないラオスにおいて、水力発電は主たる商業エネルギーとなっている。水力発電については国内需要を賄うばかりか、隣国への電力輸出も盛んで、貴重な外貨獲得源となっている。

同国の包蔵水力資源は 20,000MW 超とも言われ、水力発電開発は単にエネルギー政策ではなく、国家の経済成長を担う重要なものとなっている。

1.3.1 発電設備概要

ラオスの発電事業は、国営電力公社（Edl：Electricite du Laos）および IPP に加え地方政府等が管理する小規模電源で構成されている。

Edl は主に国内供給を行っており、余剰電力は隣国のタイに輸出されている。一方、IPP は輸出向けに建設されており、ほぼ全量が輸出されている。

表 1-3-1 ラオスの発電設備容量および年間発電電力量（2005 年）

		設備容量 (MW)	発電電力量 (100万kWh)	
Edl所管		307.5	1,715.0	
	Nam Ngum(水力)	Vientiane	155.0	1,127.3
	Xeset(水力)	Saravane	45.0	135.3
	Selabam(水力)	Champasak	5.0	22.7
	Nam Dong(水力)	Luangphabang	1.0	5.1
	Nam Ko(水力)	Oudomxai	1.5	8.5
	Nam Mang 3(水力)	Bolikhambay	40.0	188.9
	Nam Leuk(水力)	Vientiane	60.0	227.2
IPP所管		362.1	1,794.4	
	Theum-hinboun(水力)	Khammouane	210.0	1,365.6
	Hoay Ho(水力)	Attapeu	152.1	428.8
地方政府等所管		14.4	0.0	
	Nam Ngai(水力)		1.2	NA
	小水力(100kW ~ 1MW)	6箇所	1.0	NA
	小水力(1kW ~ 100kW)	9箇所	0.5	NA
	小水力(故障中)	24箇所	2.7	NA
	ディーゼル	8箇所	0.9	NA
	ディーゼル(故障中)	39箇所	8.0	NA
	太陽光	199箇所	0.3	NA
合計		684.1	3,509.4	

（出典：Electricity Statistics of Lao PDR 2005, エネルギー省）

1.3.2 電力需要動向

Edl の販売電力量を需要種類別にみたものが表 1-3-2 で、家庭向けが 50.5%と過半を占めている。次いで、工業・手工芸が 23.4%、商業・サービスが 11.4%となっている。

表 1-3-2 Edl の需要種類別顧客数および販売電力量

	2004年	2005年		2004年	2005年		
	顧客数	顧客数	伸び	100万kWh	100万kWh	構成比	伸び
家庭	386,871	432,248	11.7	455.3	510.6	50.5	12.2
商業・サービス	11,051	11,585	4.8	93.6	115.5	11.4	23.4
娯楽・その他	528	348	-34.1	5.2	5.8	0.6	12.8
政府機関	6,444	6,909	7.2	82.3	98.6	9.8	19.9
農業・灌漑	828	821	-0.8	39.4	35.3	3.5	-10.4
大使館・国際機関	205	205	-	8.4	8.6	0.9	2.7
工業・手工芸	5,835	6,869	17.7	218.6	236.5	23.4	8.2
合計	411,762	458,985	11.5	902.8	1,011.1	100.0	12.0

(出典：Edl 年次報告 2005 年)

次に販売電力量を県別に見ると、表 1-3-3 のとおりで、首都ビエンチャン (Vientiane) 市に全体の 51.5%の需要が集中し、次いでビエンチャン県が 10.9%、サバナケット (Savannakhet) 県が 9.3%、チャンパスック (Champasak) 県が 8.1%で続いている。

前年度比では、電化が進められているサヤブリ (Xayabury) 県が 42.5%、ウドムサイ (Oudomxay) 県が 38.8%、シエンクアン (Xiengkhuang) 県が 38.2%の伸びとなっている。

表 1-3-3 県別販売電力量

(単位：kWh, %)

	家庭	商業 サービス	娯楽 その他	政府機関	農業 灌漑	大使館 国際機関	工業 手工芸	合計	構成比
Vientiane Capital	252,449,364	67,051,915	2,131,248	66,242,753	19,066,379	8,291,435	105,259,532	520,492,626	51.5
Oudomxay	3,714,531	1,238,862	52,630	469,476	1,190		557,920	6,034,609	0.6
Bokeo	5,664,423	1,239,730	21,939	513,409		10,789	478,569	7,928,859	0.8
Luangprabang	21,325,475	8,301,810	94,557	4,014,113	12,591	32,237	2,985,022	36,765,805	3.6
Huaphanh	4,776,143	878,292	14,579	543,082	121,839		41,744	6,375,679	0.6
Xayabury	12,239,992	1,227,457	52,701	1,036,796	19,816	38,916	4,017,954	18,633,632	1.8
Xiengkhuang	4,913,429	945,877	23,061	681,753	952	19,106	2,998,540	9,582,718	0.9
Vientiane	43,505,839	6,276,300	2,967,519	5,011,869	2,349,714		49,787,122	109,898,363	10.9
Borikhamxay	17,348,592	2,273,968	67,681	1,418,609	2,030,515		10,285,624	33,424,989	3.3
Khammuane	30,357,498	6,359,240	80,242	3,079,626	6,013,997		17,452,359	63,342,962	6.3
Savannakhet	53,486,239	9,315,308	180,546	5,634,163	2,494,874	106,098	22,611,214	93,828,442	9.3
Saravane	13,711,063	1,551,935		1,660,741	1,503,800		3,936,400	22,363,939	2.2
Sekong	79,464	127,469		152,916			206,879	566,728	0.1
Champasack	47,028,083	8,740,134	121,449	8,173,574	1,711,081	131,678	15,919,961	81,825,960	8.1
合計	510,600,135	115,528,297	5,808,152	98,632,880	35,326,748	8,630,259	236,538,840	1,011,065,311	100.0

(出典：Electricity Statistics of Lao PDR 2005, エネルギー鉱業省)

1.3.3 電気料金

ラオスの電気料金は「電力法」に基づき政府によって設定されている。2006年の電気料金は、表 1-3-4 のとおりである。

表 1-3-4 Edl の電気料金

(単位：kip/kWh)

	2005 年		2006 年
	4 月	12 月	12 月
住宅 (~ 50kWh)	113	115	133
(51 ~ 150kWh)	265	265	276
(151kWh ~)	765	765	773
低圧 (400V)			
大使館・国際機関	1,066	1,066	1,077
商業施設	826	826	835
娯楽施設	1,095	1,095	1,106
政府機関	706	706	703
農業・灌漑施設	295	295	313
工業施設	636	636	634
中圧 (22kV)			
農業・灌漑施設	266	251	266
工業施設	572	541	539
政府機関	635	600	598
商業施設	743	702	709

(出典：Edl のホームページ)

(参考) 2008年3月7日の為替レート 100kip = 1.16 円

1.3.4 農村電化

ラオスの電化率は政府の貧困撲滅政策もあり、1996年には18.9%に過ぎなかった電化率が、2005年には48.3%にまで向上している。

県別では、ビエンチャン市（Vientiane）が94.6%と最も高く、次いでカムムアン県（Khammoune）：62.0%、ビエンチャン県：61.7%、チャンパサック県（Champasak）：49.7%と続く。一方、電化率が低いのは、ポンサリー県（Phongsaly）の9.4%、アッタプー県（Attapeu）の16.6%となっている。

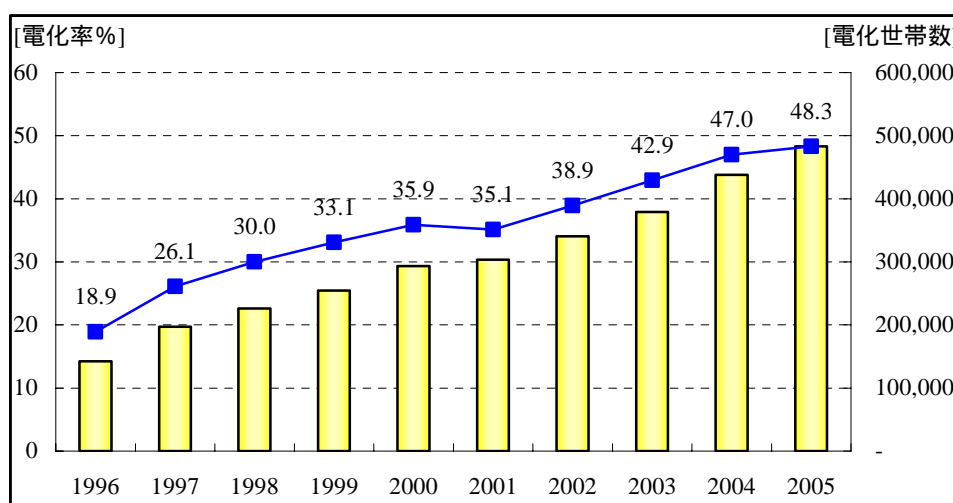


図 1-3-4 ラオスの電化率推移

（出典：Electricity Statistics of Lao PDR 2005, エネルギー鉱業省）

1.3.5 エネルギー政策

ラオス政府は現在、「第6次国家社会経済開発計画（2006-2010年）」に基づく政策を展開中であるが、エネルギー（電力）に関しては、地方電化の促進と水力資源の開発が大きな柱として掲げられている。

このうち地方電化の促進については、現在、48.3%の電化率を2010年までに70%、2020年までに90%にまで引き上げることを目標としている。

国土の80%を山岳部が占めるという地理的な問題や村落などが点在していることから、既存電力系統の拡張による地方電化促進には経済的な限界があり、ディーゼル発電装置などによるオフ・グリッドでの電化促進も重要視されている。

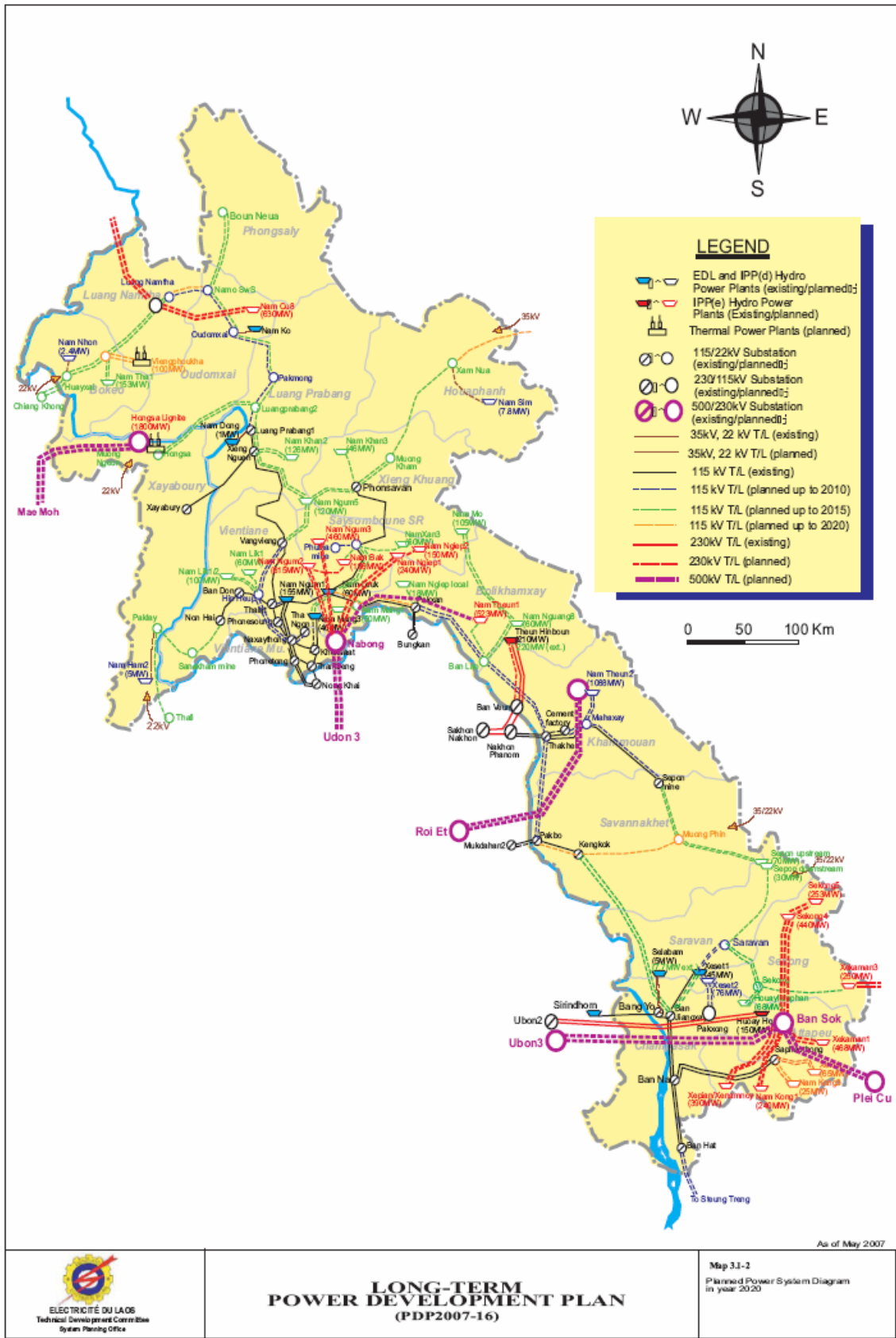
【「国家社会経済開発計画（2006-2010年）」における電力セクターの開発計画】

電力の輸出を拡大させ、また着実に増加する国内の電力需要に対応するため、幾つかの新規発電所を稼働させる。また、タイ・ベトナムへの電力輸出を促進するため北部と南部で2,860kmにおよぶ高圧送電線を建設する。

（具体的目標）

- ・ 2010年の世帯電化率を70%に向上させる。
- ・ 送電線建設:高圧送電線を7,684km,中圧送電線を4,332kmおよび1,613村の125,879世帯に接続される低圧線を3,650km建設する。
- ・ 太陽光発電などの発電装置（原文はEnergy System）を1,776村（30,000世帯）に導入する。
- ・ 2010年までに、発電電力量を140億～150億kWhにし、発電設備容量を「第6次国家社会経済開発計画」の期間中に2,000MW増加させ、合計2,700MWとする。
- ・ 以下の水力発電プロジェクトを推進する。

プロジェクト名	設備容量	年間発電電力量	運転開始
Nam Theun 2	1,088MW	55 億 kWh	2009 年
Sa Xa Man 3	250MW	20 億 kWh	2009 年
Nam Mu	105MW	2.81 億 kWh	2009 年
Nam Ngum 2	615MW	-	2010 年
Nam Ngum 3	460MW	-	2010 年
Set 2	76MW	-	2007 年
Nam Ou 8	640MW	-	中国と協力して調査・建設
Nam Leuk	中国と調印したプロジェクトとして継続して実施		
Nam Mang 3			
Nam Mang 5			



1.4 ラオスの環境関連制度

1.4.1 ラオスの環境関連法令

ラオスには、豊かな森林資源、水資源、地下資源があり、これらは維持されるべき貴重な自然環境であると同時に、重要な経済資源でもある。

これらの豊かな環境資源に対し、1991年に公布されたラオス初の憲法の第17条では、環境及び自然資源の保全に関する規定として、環境保全が政府および国民の責務であることが明記されており、これがその後の全ての環境法令の拠り所となっている。

これを踏まえて、表 1-4-1 に示すように、1996年に「森林法」および「水・水資源法」、1997年に「電力法」、「鉱業法」および「環境保護法」といった自然環境保護と経済開発との調整を目指す各種の法律が整備されている。

表 1-4-1 ラオスの環境関連の法律・規制に係わる整備状況

年	内容
1991年	・現行憲法制定、環境保護の義務を明記
1993年	・首相府内に科学技術環境機関（STENO）設立 ・森林および隣地の管理と利用に係わる政令公布 ・国立生物多様性保護区のステータスに関する首相令公布
1994年	・国家環境行動計画（NEAP）採択 ・「産業排水管理に係わる工業手工芸省令」公布
1996年	・「森林法」および「水・水資源法」制定
1997年	・「電力法」、「鉱物法」、「土地法」および「天然資源開発プロジェクトに係わる市民参加のガイドライン」制定
1998年	・「一般排水管理に係わる STENO 省令」公布
1999年	・「環境保護法」および「道路法」制定 ・STENO を科学技術環境庁（STEA）に改変
2000年	・「環境影響評価に係わる STEA 省令」公布 ・第一次改正国家環境行動計画案を首相府に提出
2001年	・「環境保護法の施行に関する政令」公布 ・「電力事業に係わる環境評価実施規定（工業手工芸省令）」公布 ・「国立生物多様性保護区および水生生物の管理に係わる農林省令」公布
2003年	・「電力事業に係わる環境管理基準（工業手工芸省令）」公布 ・「エネルギーおよび輸送部門に対する第三者モニタリングガイドライン」公布
2004年	・「生物多様性に係る国家戦略および行動計画」策定 ・「2020年に向けての国家環境戦略および2006～2010年に対する行動計画」策定
2005年	・「一般的な環境評価実施規定（STEA 省令）」公布
2007年	・STEA を科学技術庁（STA）と水資源・環境庁（WREA）に改変

1999年に制定された環境保護法は環境に関する基本法になっており、森林、水資源、電力資源、土地、野生生物、生物多様性、投資事業等に関する各種の法律が環境保護法の基に整理・統合される道筋がつけられた。

環境保護法は、全文9章51条から構成されている。第1章の「総則」では、目的、用語の定義、基本理念をはじめとして、同法の全体に適用される事項を規定している。その構成は、第1条「環境保護法の目的」、第2条「環境の定義」、第3条「環境保全の定義」、第4条「国の責務」、第5条「環境保護の原則（国民の責務など5原則）」、第6条「国際協力」となっている。

第2章から第8章までは環境保全に係わる各種施策の総合的な推進を図るための規定となっており、第8条では「環境影響評価」、第9条では「技術の利用」、第15条では「生物多様性保護」、第16条では「文化、歴史、自然保護地区」、第19条では「災害防止委員会の設立」、第22、23条では「汚染防止の義務と講ずべき措置」、第25、27条では「環境回復義務」、第30条では「環境基金の設立」、第33条では「国際環境協力」、第35～40条では「環境管理モニタリングに係わる中央省庁と自治体の責務」、第43条では「褒章」、第44～49条では「罰則」について規定している。

環境保護法の特徴としては、以下の項目があげられる。

持続的発展のための環境保全が最重要任務とされており、緩和や復元よりも上位に位置付けられている。

また、天然資源（農業、森林、電力）の開拓に多くを依存している経済基盤であることも反映して、国家の社会経済発展計画の中には、環境と天然資源の保全計画が盛り込むことを原則とする旨が盛り込まれている。

国、県、郡、村の責務に関する具体的記述が盛り込まれている。また、関係官庁の調整を極めて重視している

生物多様性の保護を重要視しており、第1条で生物多様性について言及し、第2章では生態系に触れ、第15章で生物多様性保護について規定している。

環境保護の対象に文化的遺産、歴史的遺産も含めている。

自然災害予防と保護が環境保護と深く結び付けられている。

「原因者負担の原則」を導入しており、環境にいかなる損害でも与えたものは、その影響について責任を持たなければならないと規定している。

1.4.2 ラオスの環境審査の実施体制

ラオスの環境関連法令については前述のとおりであり、環境保護法がその中心であることを述べたが、環境影響評価や環境管理、モニタリングに関し、次のように規定している。

水資源・環境庁（WREA）が環境影響評価の手続き・手法に関する一般的規則を発表し、これを基盤としてセクターごとに環境影響評価の個別手続き・手法が定められる。

各プロジェクトの開発者は、プロジェクトが開始される前に環境影響評価報告書を、関係する環境管理・モニタリング機関に提出し、環境適合証明書を取得する。

環境保護法試行前に開始されたプロジェクトで環境に損失を与えたものは、その損失を緩和する措置・手続き・行動計画を関係する環境管理モニタリング機関に提出し、環境適合証明書を取得する。

環境影響評価には、各プロジェクトの影響を受ける地元政府機関や市民も参加する。環境管理・モニタリングに関係する政府機関とその権利・役割

【関係機関】

- ・ WREA
- ・ 各セクターに責任を有する省レベルの環境管理・モニタリングの部署
- ・ 県および特別区レベルの環境管理・モニタリングの部署
- ・ 郡レベルの環境管理・モニタリングの部署
- ・ 村の行政組織

【各機関の役割】

中央政府レベルでは WREA が担当し、政府の事務局として環境戦略や方針を計画、プロジェクトへ具体化したり、環境管理・モニタリングに関してセクター間、地方政府機関の間の調整を図る。

上記のように、環境管理は中央政府（WREA）、地方政府、セクターの3レベルで実施されるようになっており、モニタリングに関しては事業者、セクターレベルに加えて、独立した個人やグループなど第三者側からも実施するようになっている。

環境影響評価に関しては、環境保護法が制定された翌年（2000年）、STEA（WREAの前身官庁）から具体的な実施プロジェクトを明記した「環境評価実施規定」（Regulation on Environment Assessment in Lao PDR）が発表されている。この中で、環境影響評価だけでなく環境管理計画の提出の必要性が明記されるとともに、市民参加の実施も求められている。これらの規定は、開発プロジェクト全般にかかる環境影響評価や環境管理の規定であるが、鉱山開発については鉱山法に、水力発電については電力法と水・水資源法に、森林開発については森林法に、それぞれ関連規定が明記されている。

1.5 ラオスの CDM への取組み

ラオスは、1995 年 1 月に国連気候変動枠組条約（UNFCCC）を批准し、2003 年 2 月に京都議定書を批准している。

1.5.1 CDM の受入体制

ラオスでは現在、水資源・環境庁（WREA）が DNA として活動しており、CDM プロジェクトの承認手続きの省令化に向けて最終案（Decree on the approval procedure for proposed Clean Development Mechanism(CDM) project activities in Lao PDR）の作成を行っているところである。

この省令案の内容は以下のとおりである。

(1) DNA の体制

DNA 委員会と DNA 事務局を組織することになっている。

a. DNA 委員会

DNA 委員会は、省令に基づいて実施される CDM プロジェクトの全てに責任と権限を有するとともに、CDM プロジェクトの効果的な促進を行うこととなっており、ラオスの CDM に関する政策と戦略を策定すること、CDM プロジェクトに関して DNA 事務局に対する指導などを行うこととなっている。

CDM プロジェクトの審査という観点からは、DNA 事務局によって審査されたプロジェクト提案者からのプロジェクト設計書に対する承認権限を有している。

同委員会は、WREA の長官を委員長とし、関係省庁の副事務次官クラスで構成されている。

（DNA 委員会のメンバー）

委員長： 水資源・環境庁長官（Water Resource and Environment Agency）

副委員長： 外務省副事務次官（Ministry of Foreign Affairs）

財務省副事務次官（Ministry of Finance）

委員： 計画投資省副事務次官（Ministry of Planning and Investment）

エネルギー・鉱業省副事務次官（Ministry of Energy and Mines）

農林省副事務次官（Ministry of Agriculture and Forestry）

運輸・建設省副事務次官（Ministry of Transportation and Construction）

工業・商業省副事務次官（Ministry of Industry and Commerce）

b. DNA 事務局

WREA が DNA 事務局を勤めることになっており、その機能は以下の通り定められている。

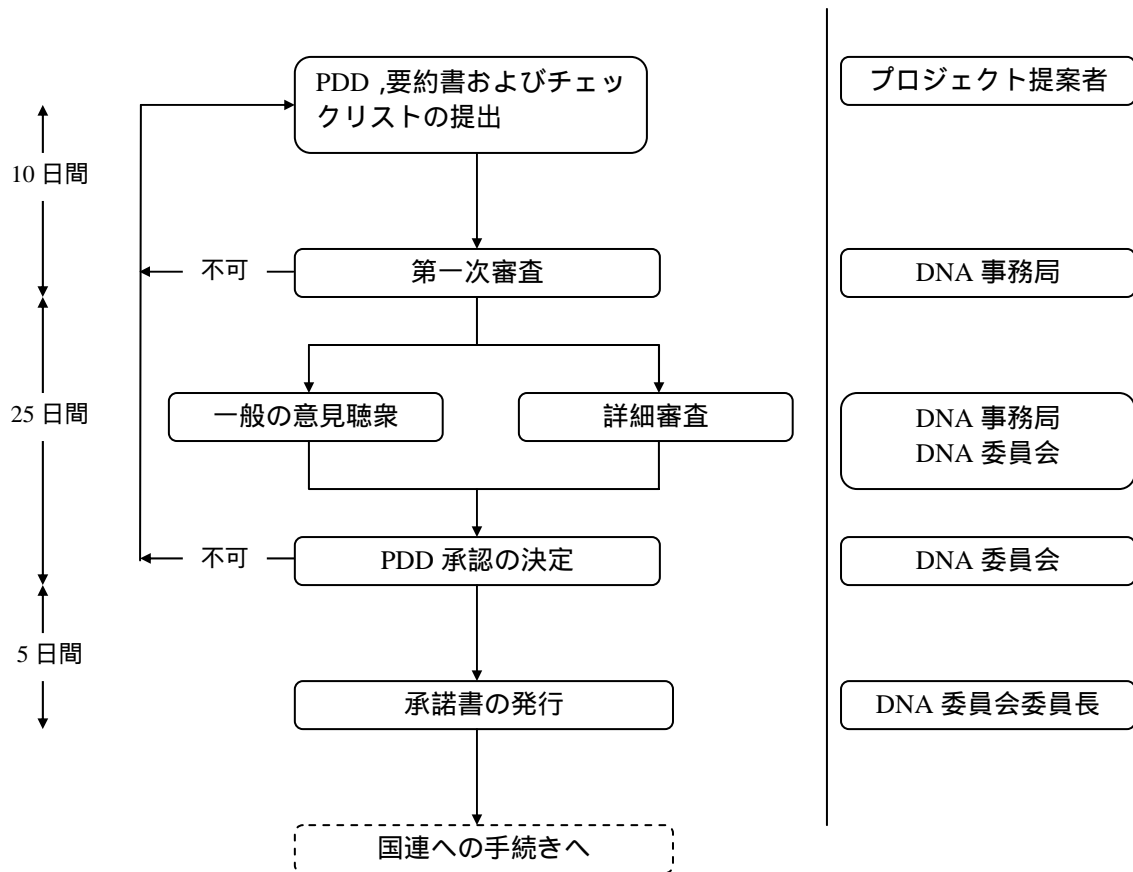
CDM 活動に関するラオス政府の窓口機能

- ・ UNFCCC CDM 理事会との連絡窓口
- ・ ラオスにおける CDM の情報発信
- ・ CDM プロジェクト提案者の支援
- ・ ラオス国内における CDM の推進

CDM プロジェクトの審査等に関する窓口機能

- ・ CDM プロジェクト提案者から提出された PDD 等の審査など

(2) CDM プロジェクト設計書の承認手順および日程



1.6 ホスト国の持続可能な開発への貢献

ラオスにおいては、貧困撲滅が最も重要な政策として位置付けられており、「国家成長・貧困削減戦略（NGPES：National Growth and Poverty Eradication Strategy）」を策定し、その対策に取り組んでいる。

1.6.1 ラオスの貧困撲滅戦略

ラオスでは1996年の第6回党大会において、2020年までのLDCから脱却するという「国家成長・貧困削減戦略（National Growth and Poverty Eradication Strategy）」が最上位の目標として設定され、国家としての長期的目標に加え、農林業開発やインフラ開発などといった個別の分野ごとに目標達成に向けた取組みが示されている。

NGPESにおける政府の長期的目標

- ・ 平均7%の持続的な経済成長を達成し、2020年までに国民一人当たりの所得を3倍に増加させる。
- ・ 2005年までに貧困レベルを半減させ、2010年までに大半の貧困を撲滅すること。
- ・ 2006年まで麻薬などを排除し、2010年までに麻薬に代わる作物へ農業活動へシフトさせる。

また、NGPESでは、貧困の定義を明確（P27参照）にしており、そのクライテリアに基づき、全国の139郡（2006年）のうち、72郡が貧困郡とされ、さらにそのうち47郡が重点対策貧困郡と指定されている。

表 1-6-1 ラオスの貧困実態

	貧困村数(村)	貧困村割合(%)	貧困世帯数(戸)	貧困世帯割合(%)
Vientiane Capital	27	73.0	191	4.4
Phongsaly	369	94.4	9,241	53.3
Luangnamtha	195	88.6	7,918	70.0
Oudomxay	500	91.6	18,288	60.1
Bokeo	114	64.0	5,082	52.6
Luangprabang	246	76.4	12,964	72.2
Huaphanh	636	91.1	21,299	65.1
Xayabury	136	47.4	8,040	30.9
Xiengkhuang	204	47.6	9,228	35.4
Vientiane	129	84.9	4,190	33.7
Borikhamxay	134	88.2	10,885	71.2
Khammuane	310	82.7	7,658	36.8
Savannakhet	523	72.5	21,086	57.5
Saravane	119	65.7	5,483	61.2
Sekong	153	85.5	3,966	82.4
Champasack	160	51.1	5,893	19.7
Attapeu	99	86.1	6,261	69.3
Xaysomboun	72	83.7	2,919	58.0
合計	4126	76.7	160,592	50.4

（出典：National Growth and Poverty Eradication Strategy）

NGPES における貧困の定義

世帯レベル

- ・ 一人当たりの月収が 85,000 kip (都市部では 100,000 kip, 農村部では 82,000 kip) 未満であること。(この金額は 1 ヶ月 1 人あたり, 籾殻なしの米を最低 16kg 購入できる金額)

村落レベル

- ・ 当該村の全世帯の 51%以上が貧困世帯。
- ・ 当該村あるいはその周辺に学校がない。
- ・ 当該村内に保健所や伝統的な医療施設がなく, 薬を入手できない, あるいは近くの病院に行くのに 6 時間以上必要とする。
- ・ 当該村内で安全な水を手に入れない。
- ・ 当該村へのアクセス道路が整備されていない。

郡レベル

- ・ 当該郡において 51%以上の村が貧困村。
- ・ 当該郡において 40%以上の村において, 村内もしくは近隣に学校がない。
- ・ 当該郡において 40%以上の村において, 保健所あるいは薬局がない。
- ・ 当該郡において 60%以上の村において, アクセス道路が整備されていない。
- ・ 当該郡において 40%以上の村において, 安全な水を手に入れない。

(1) 貧困撲滅に向けた取組み

貧困撲滅に向けた目標を達成するための重点施策のひとつに、「国内のすべての住民が容易に電力供給を受けられるようにする」という施策があり, これに対して, 農林業開発, 教育・健康開発, インフラ開発, 支援セクター (Supporting Sectors), クロスセクターの 5 分野に対する具体的な目標が設定されている。農村電化は, 支援セクターの中に含まれる。

NGPES における農村電化については, 「National Sector Plans to Promote Sustainable Growth and Poverty Eradication」の中の「産業化・近代化に向けた支援セクターの役割」に「エネルギーと農村電化」として取り上げられており, 2010 年までに世帯レベルでの電化率を 70% に向上させることが示されている。

その具体的な方法として, 既存電力システムの拡張と オフ・グリッドでの電化が示される一方, 現状分析では, 農村部における電力システムからの電力供給は 10%に過ぎないと指摘されている。

NGPES では農村電化が貧困撲滅に貢献する内容として, 現状では女性が多くの時間を薪の収集など雑用に費やしていることなどに触れ, 農村電化が達成されることにより, そうした時間を生産活動に振り向けることが可能となり, ひいては生活レベルの向上が図られ,

貧困撲滅につながると主張している。

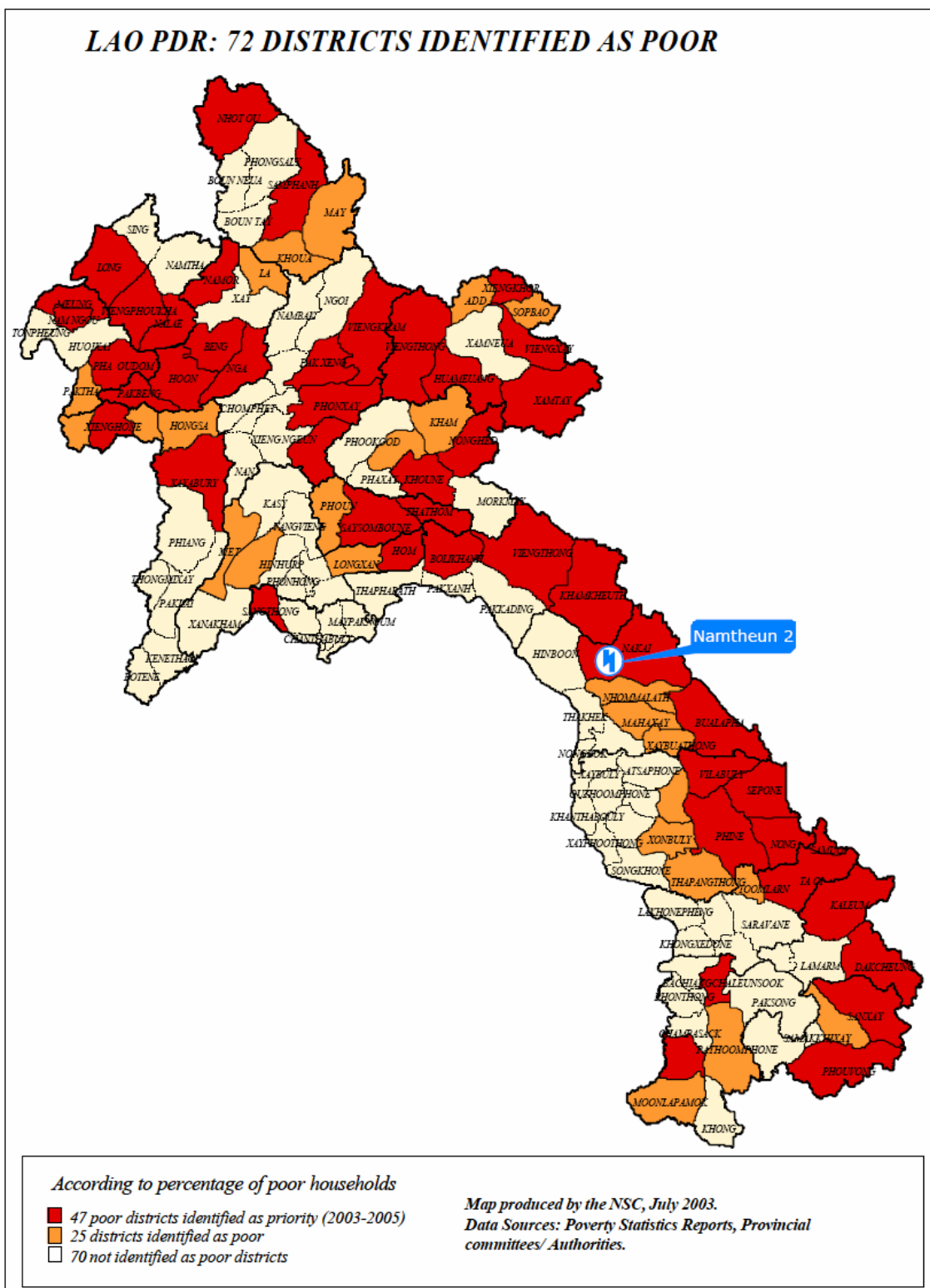


図 1-6-2 NGPES による 72 の貧困郡等
 (出典 : National Growth and Poverty Eradication Strategy)

1.7 技術移転

本プロジェクトでは、ディーゼル発電（バイオガスと軽油、ジェットロファ油を燃料に混合）の組合せとバイオガス発電という2種類の発電形態を考えている。

バイオガス発電については、ラオスにおける実施例はほとんどなく、同国にとって新技術の導入となる。同様に、ガス化についても「高カロリーガス化技術」は、普及していない。

このため、設計段階から設備導入初期の技術教育を充実させ技術移転を図る。また、その技術移転は、ラオス政府関係機関に対しても行うことで、発電設備操業後のトラブル等に迅速に対応できるような体制構築を行うことで、小規模分散型発電事業の運営維持能力の維持・向上が期待できる。

1.8 調査の概要

1.8.1 調査の実施体制

本プロジェクトの調査は、中国電力株式会社が実施主体となり、清水建設株式会社を協力企業として実施した。（図 1-8-1 参照）

なお、ホスト側においては、同国で唯一の総合大学である国立ラオス大学（NUOL：National University of Laos）および同国の電化政策の主管官庁であるエネルギー鉱業省電力局をカウンターパートとして調査を行った。

ラオス大学は同国の一般情報収集および関係機関との連絡調整を担当し、当社はエネルギー鉱業省と、共同で現地調査を行った。

エネルギー鉱業省は、バイオマスを活用した農村電化に強い関心を持っており、本調査への積極的な協力を得た。

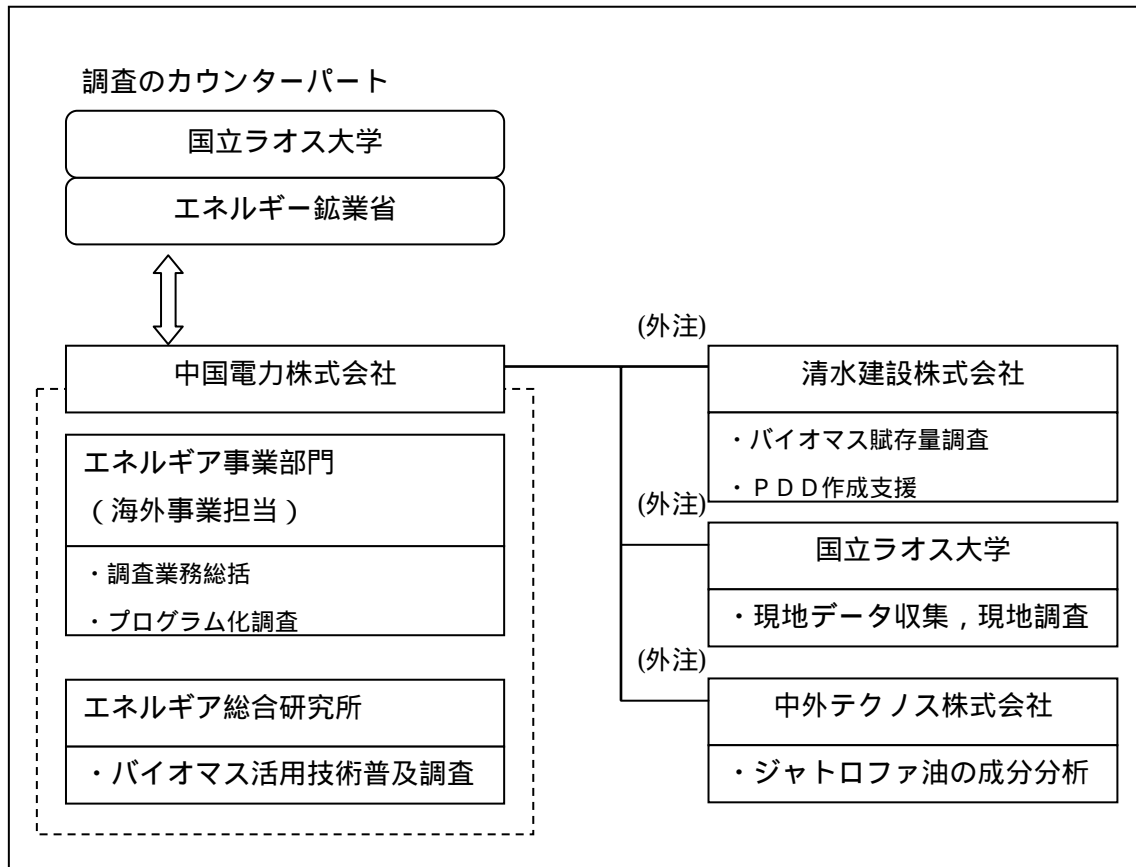


図 1-8-1 実施体制

1.8.2 現地調査の内容

本調査では、エネルギー鉱業省と国立ラオス大学を現地カウンターパートとして、関係機関訪問およびフィールド調査などを下表のとおり行った。

(1) 第 1 回目現地出張：ラオス（ビエンチャン）

年月日	主な訪問先	内容
2007 年 8 月 6 日 ~ 7 日	・エネルギー鉱業省 (Ministry of Energy and Mines)	・本調査事業のカウンターパートである MOEM と調査スケジュールおよびパイロット・プロジェクトサイトについて調整を行った。
	・国立ラオス大学 (National University of Laos)	・本調査事業のカウンターパートであり、かつ現地情報収集などの外注先である NUOL と今後のスケジュール等について調整を行った。

(2)第2回目現地出張：ラオス（ビエンチャン）

年月日	主な訪問先	内容
2007年8月30日～ 8月31日	・国立ラオス大学	・ラオスにおける農業廃棄物等のバイオマス賦存量調査方針等およびジャトロファ油の成分分析可否等について調整
	・エネルギー鉱業省	・ラオスの農村電化政策について調査
	・水資源環境庁	・CDMに関する政府方針等について調査

(3)第3回目現地出張：ラオス（サヤプリ県）

年月日	主な訪問先	内容
2007年10月22日～ 10月28日	・エネルギー鉱業省 サヤプリ郡支所	・本プロジェクトに対するコメント収集ほか
	・ピアン郡役所	
	・ナベン村	・本プロジェクトに対するコメント収集およびフィールド調査ほか
	・バクライ郡役所	・ジャトロファ油を活用した農村電化に関する情報収集とフィールド調査ほか
	・エネルギー鉱業省 バクライ郡支所	
	・ナセン村	

(4)第4回目現地出張：ラオス（ビエンチャン，ポリカムサイ県，カンムアン県，サバナケット県，サラバン県，チャンパサック県）

年月日	主な訪問先	内容
2008年1月14日～ 1月19日	・エネルギー鉱業省	・ラオス政府におけるバイオマス有効活用政策について調査
	・ポリカムサイ県 農林局	・各県におけるバイオマス賦存量とその活用の現状および今後の計画等について調査
	・ポリカムサイ県 計画投資局	
	・カンムアン県 計画投資局	
	・カンムアン県 農林局	
	・サバナケット県 農林局	
	・サバナケット県 計画投資局	
	・サラバン県 農林局	
	・サラバン県 計画投資局	
	・チャンパサック県計画投資局	
	・チャンパサック県 農林局	
・チャンパサック県 トプソック村	・バイオガス+軽油のディーゼル発電による農村電化事例調査	

(5)第 5 回目現地出張：タイ（チェンマイ県，ウボンラチャタニ県），ラオス（ビエンチャン）

年月日	主な訪問先	内容
2008 年 2 月 13 日 ~ 2 月 22 日	・ チェンマイ大学 Bioenergy Research Center	・ ジャトロファ油の有効活用および栽培技術に関する調査
	・ ウボンラチャタニ大学	・ ラオスのチャンパサック県で実施中のバイオガス + 軽油の混焼による農村電化プロジェクトに関する調査
	・ エネルギー鉱業省	・ 農村電化による便益についての調査および調査結果の報告
	・ タカイ村	・ 農村電化ニーズの調査
	・ ラオス大学	・ 調査結果の報告

第2章 プロジェクトの立案

本プロジェクトは、ラオスの未電化村から発生する農業廃棄物などのバイオマスをガス化し、同国に自生しているジャトロファから得られる油とあわせ、ディーゼル発電用の燃料（混焼）として有効活用するものである。さらに、これをプログラム化して同国における最優先の開発ニーズである農村電化促進策として、国全体の未電化地域全体への展開を図るものである。

このため、パイロット・プロジェクトとして、同国北部に位置するサヤブリ（Xayabury）県ピアン（Phiang）郡のナベン（Naven）村を選定し、ラオス中部・南部の調査結果をもとに、同国全体への展開シナリオについて検討した。

2.1 プロジェクト実施サイトの概要

2.1.1 パイロット・プロジェクト・サイトの選定理由

本プロジェクトは単に村落を電化するだけでなく、パイロット・プロジェクトの全国展開も目的にしているため、パイロット・プロジェクト・サイトの選定にあたっては、同国の電化政策の主管省庁であるエネルギー・鉱業省電力局と協議し、サヤブリ県ピアン郡のナベン村を選定した。

2.1.2 サヤブリ県の概要

サヤブリ県は約 16,400km² と岩手県（15,300km²）とほぼ同じ面積を有し、その東端と南端はそれぞれタイに接している。西隣はビエンチャン県で、その県境にメコン河が流れている。人口は約 34 万 6,000 人で、人口密度は 21.1 人/km² である。

気候は雨季と乾季が明確に分かれており、乾季の最低気温は 15℃ を下回る。（図 2-1-1）農業を中心とした産業構造で、表 2-1-2 に同県の主要農作物生産高を示す。

また、同県の主要農作物である米ととうもろこしの生産高を他県と比較したものが、表 2-1-3 で、これを見ると、陸稲米が 28,650 トンで全国 2 位、とうもろこしの生産高が 131,440 トンで全国 1 位となっている。

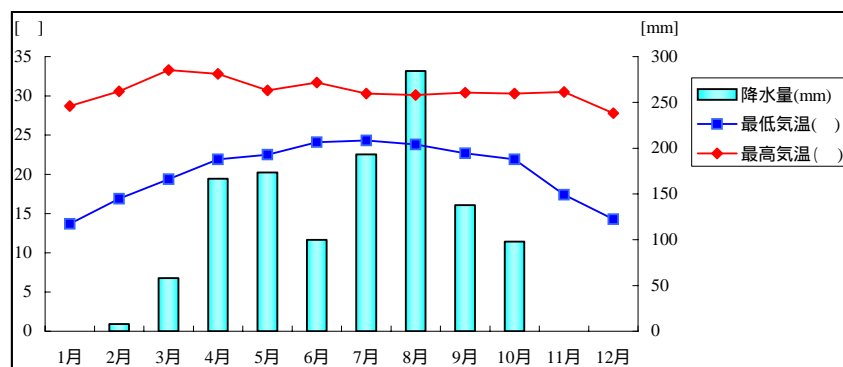


図 2-1-1 サヤブリの最高・最低気温と降水量

（出典：Agricultural Statistic 2006, Ministry of Agriculture and Forestry）

表 2-1-2 サヤブリ県の主要農作物生産高

(単位：トン，%)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	
					量	伸び
コメ(Rice)	113,670	125,689	139,550	143,315	130,880	-8.7
雨季米(Season Rice)	75,650	87,075	98,800	108,600	97,060	-10.6
水稲米 (Irrigated Rice)	4,700	5,100	5,300	3,315	5,170	56.0
陸稲米(Upland Rice)	33,320	33,514	35,450	31,400	28,650	-8.8
トウモロコシ(Maize)	14,614	20,174	50,600	92,600	131,440	41.9
イモ類(Starchy Roots)	4,693	1,001	1,030	1,000	960	-4.0
野菜・豆類(Vegetable and Bean)	30,848	27,042	23,900	17,650	14,030	-20.5
落花生(Peanut)	3,727	2,816	1,980	4,985	3,295	-33.9
大豆(Soybean)	55	12	60	240	100	-58.3
緑豆(Mungbean)	51	0	56	90	50	-44.4
タバコ(Tobacco)	500	584	568	770	460	-40.3
綿(Cotton)	159	78	75	70	60	-14.3
さとうきび(Sugarcane)	5,949		5,450	2,950	4,050	37.3

(出典：STATISTICAL YEARBOOK 1975-2005,2006, Notional Statistical Center)

表 2-1-3(1) 全国の米作付面積と生産高

	季節米(Season Rice)			水稲米(Irrigated Rice)		
	作付面積(ha)	生産量(t)	構成比(%)	作付面積(ha)	生産量(t)	構成比(%)
Vientiane Capital	52,640	200,075	9.3	21,100	97,100	31.3
Phongsaly	6,055	26,455	1.2	200	900	0.3
Luangnamtha	10,740	41,645	1.9	800	3,690	1.2
Oudomxay	11,640	40,050	1.9	300	1,200	0.4
Bokeo	13,455	56,260	2.6	900	3,600	1.2
Luangprabang	12,115	46,080	2.1	1,400	6,000	1.9
Huaphanh	11,800	54,280	2.5	1,500	5,410	1.7
Xayabury	24,995	97,060	4.5	1,230	5,170	1.7
Xiengkhuang	18,895	68,775	3.2	170	580	0.2
Vientiane	49,335	192,410	8.9	6,700	29,430	9.5
Borikhamxay	32,275	119,985	5.6	3,000	12,900	4.2
Khammuane	51,515	157,820	7.3	5,000	27,700	8.9
Savannakhet	150,540	498,065	23.0	19,500	85,200	27.5
Saravane	58,810	202,240	9.4	3,400	17,100	5.5
Sekong	6,760	22,880	1.1	400	1,470	0.5
Champasack	92,080	299,770	13.9	2,400	10,600	3.4
Attapeu	15,170	37,550	1.7	500	1,950	0.6
合計	618,820	2,161,400	100.0	68,500	310,000	100.0

(出典：STATISTICAL YEARBOOK 1975-2005,2006, Notional Statistical Center)

表 2-1-3(2) 全国の米ととうもろこし作付面積と生産高

	陸稲米(Upland Rice)			トウモロコシ(Maize)		
	作付面積(ha)	生産量(t)	構成比(%)	作付面積(ha)	生産量(t)	構成比(%)
Vientiane Capital			-	1,475	6,250	1.4
Phongsaly	7,700	14,575	7.6	4,335	13,145	2.9
Luangnamtha	6,675	11,495	6.0	1,875	7,155	1.6
Oudomxay	15,125	25,850	13.4	20,935	84,900	18.9
Bokeo	7,755	13,900	7.2	10,415	46,100	10.2
Luangprabang	20,060	32,100	16.7	12,475	37,160	8.3
Huaphanh	12,035	22,700	11.8	6,530	30,790	6.8
Xayabury	14,625	28,650	14.9	29,550	131,440	29.2
Xiengkhuang	8,605	16,500	8.6	9,715	38,820	8.6
Vientiane	1,715	3,260	1.7	4,635	17,070	3.8
Borikhamxay	3,485	5,230	2.7	1,740	6,290	1.4
Khammuane	800	1,330	0.7	1,590	4,790	1.1
Savannakhet	1,570	2,370	1.2	3,640	11,900	2.6
Saravane	5,000	8,500	4.4	2,150	5,700	1.3
Sekong	1,835	3,090	1.6	690	2,210	0.5
Champasack			-	1,600	5,045	1.1
Attapeu	1,240	2,750	1.4	465	1,185	0.3
合計	108,225	192,300	100.0	113,815	449,950	100.0

(出典：STATISTICAL YEARBOOK 1975-2005,2006, Notional Statistical Center)

2.1.3 ナベン村の概要

(1) 地理

ナベン村はプーイ(Pouy)川の川沿いに形成された村落であり,ナムポーン(Nam Phoun)国立公園内に位置している。(図 2-1-4 参照 本図には本調査での調査箇所も示している)

サヤプリ県にはルアンプラバンからタイ国境まで通じる幹線道路(未舗装)があるが,この幹線道路からナベン村までは28kmの距離があり,乾季でも幹線道路から村までは1時間以上を要する。



写真 2-1-5 幹線道路からナベン村への移動風景

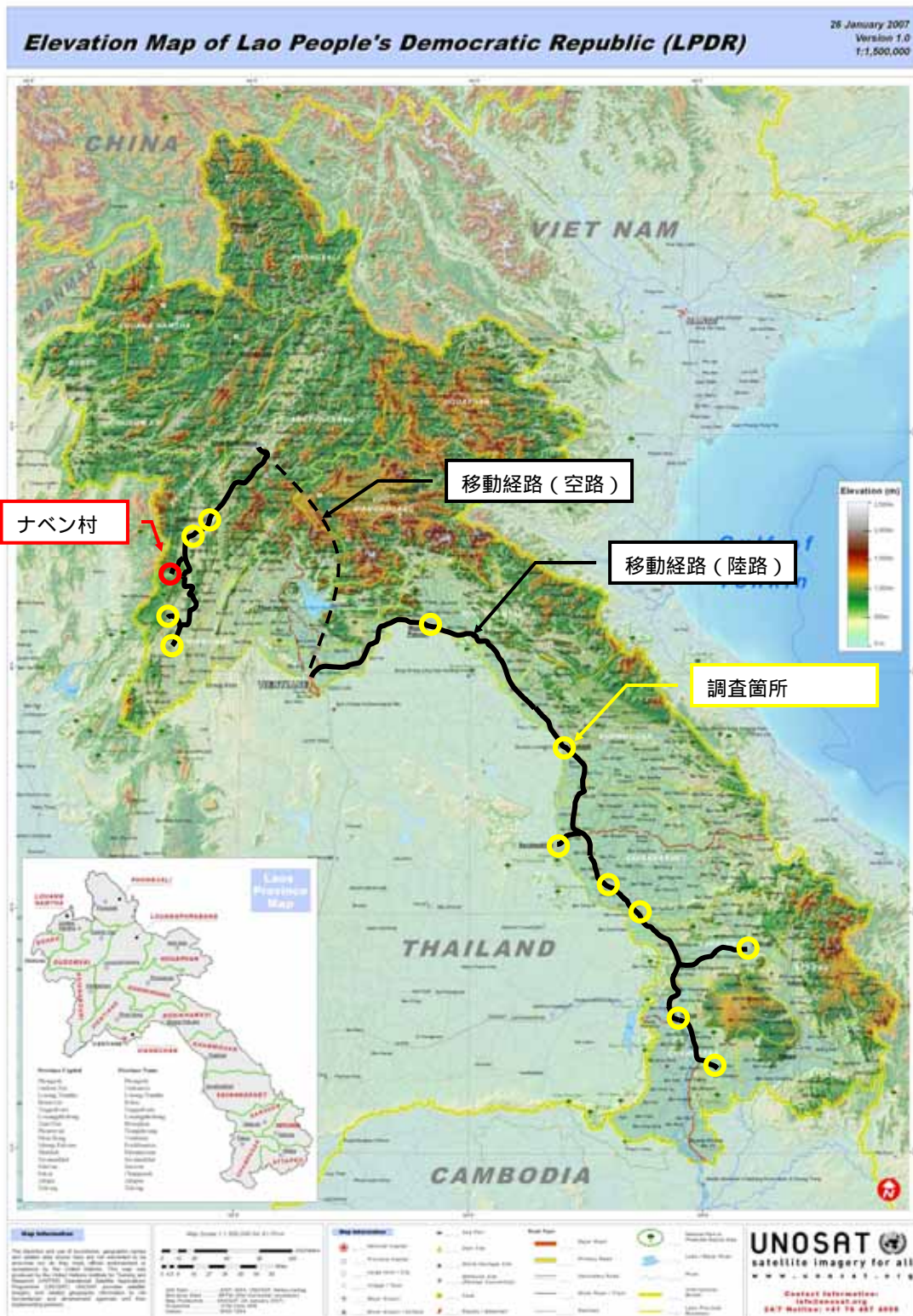


図 2-1-4 ナベン村と調査箇所位置図
 (出典：UNOSAT)

(2) ナベン村の概況

ナベン村は3つの村が合併してできた村で、2007年6月時点での人口が3,413人(577世帯、男性1,669人、女性1,744人)で、米ととうもろこしを中心とした農業により生計を立てている。

生産した米は自己消費と販売に用いられるがその割合は不明である。なお、同村の農業生産量を表2-1-5に示す。

米の生産は、雨季米、陸稲米の2種類があり、一年のごく短期間を除いてほぼ均等に生産されている。一方、とうもろこしについては、9月から11月あたりに集中している。

また、ジャトロファについては、各家庭の生垣に利用されている程度に過ぎず、ジャトロファ油の生産を目的とした栽培はまったく行われていない。(写真2-1-8参照)

表 2-1-5 ナベン村の農業生産量

種 類	年間生産量 (t / 年)	耕作面積 (h a)
雨季米	520	136
陸稲米	630	211
とうもろこし	180	44



写真 2-1-6 ナベン村の集落



写真 2-1-7 ナベン村の水田



写真 2-1-8 生垣に利用されているジャトロファ

同村には出力 5 kW のディーゼル発電装置（耕運機のエンジンを活用したもの）が 5 台設置されており、村の集会所や約 130 世帯へ照明・テレビなどへの電力を供給している。電力の使用は概ね 18 時～22 時の約 4 時間程度で、各世帯で使用している電気機器の内訳は蛍光灯が 2～3 本、テレビが 1 台で 1 世帯あたりの消費電力は 100W 程度と想定される。村落全体の需要は $100\text{W} \times 130 \text{世帯} = 13\text{kW}$ で、ディーゼル発電装置の定格出力 25kW ($5\text{kW} \times 5$ 台) に対して、約 50% 程度の部分負荷運転になっている。

これらの発電機の平均的な燃費は、4 L / 時間程度とのことであり、ディーゼル油の価格は 10,000kip（約 1.0US\$）とのことである。

電気料金は、1 世帯 1 照明（10～20W 程度）で 10,000kip / 月とのことであり、一世帯あたりの消費電力を前述の 100W とすれば、一ヶ月の電力料金として 50,000～100,000kip（約 5.2～10.4US\$）となる。

また、ナベン村の未電化世帯では、近隣の村落にあるディーゼル発電装置によりバッテリーを充電して利用しているが、これらの家庭では、大まかには 4 日に一回充電の頻度で約 70,000kip / 月（約 7.3US\$）の支出とのことであり、収入の少ない村落にとっては大きな支出である。

なお、エネルギー鉱業省サヤブリ支局によると、ナベン村の発電装置は村民が設置したもので、その運転も不安定かつ部分的なものであることから、同村は電化されているとはみなされていない。



写真 2-1-9 耕運機エンジンでの発電



写真 2-1-10 バッテリーチャージセンター
（村内にはない）

2.2 プロジェクト技術

2.2.1 農業廃棄物や木質残材によるバイオマスのエネルギー利用技術

現在一般的に、実用化あるいは開発・実証段階にあるといわれているバイオマスのエネルギー変換技術としては、図 2-2-1 のような各種の方式がある。

このような各種の方法の中で、農村電化の促進を図ることを目的に、村落から発生する籾殻、稲藁、とうもろこしの芯などの農業廃棄物、さらには木質系の残材等のバイオマスをエネルギー源として有効活用するとともに、ラオス国内に普遍的に自生しているジャトロファから得られる植物油（ジャトロファ油）をディーゼル発電装置の燃料として活用することを前提として、どのような技術が適用可能かについて検討した。

図 2-2-1 のうち、ラオスの未電化村において適用可能な技術としては、まず直接燃焼による発電が考えられる。直接燃焼の中には、バイオマスの直接燃焼によるボイラー発電やジャトロファ油を燃料とするディーゼル発電が分類される。また、熱化学変換のうち、ガス化技術についても近年目覚ましい技術進歩により、ガス化プラントの構造簡素化と性能の安定化によるコスト低減とメンテナンスの簡便化が進んでおり、適用可能な段階に入りつつある。

また、生物化学変換技術の中では、アルコール発酵によるものが考えられるが、籾殻、稲藁、とうもろこしの芯等を対象にする場合には、糖分の含有量が少ないため、未だ技術的に良好な結果を得るに至っていないのが現状である。また、生成物であるエタノールの利用方法を考えても、直接ディーゼル発電装置の燃料として使用できないことから、現時点では本プロジェクトへの適用は難しい状況にある。

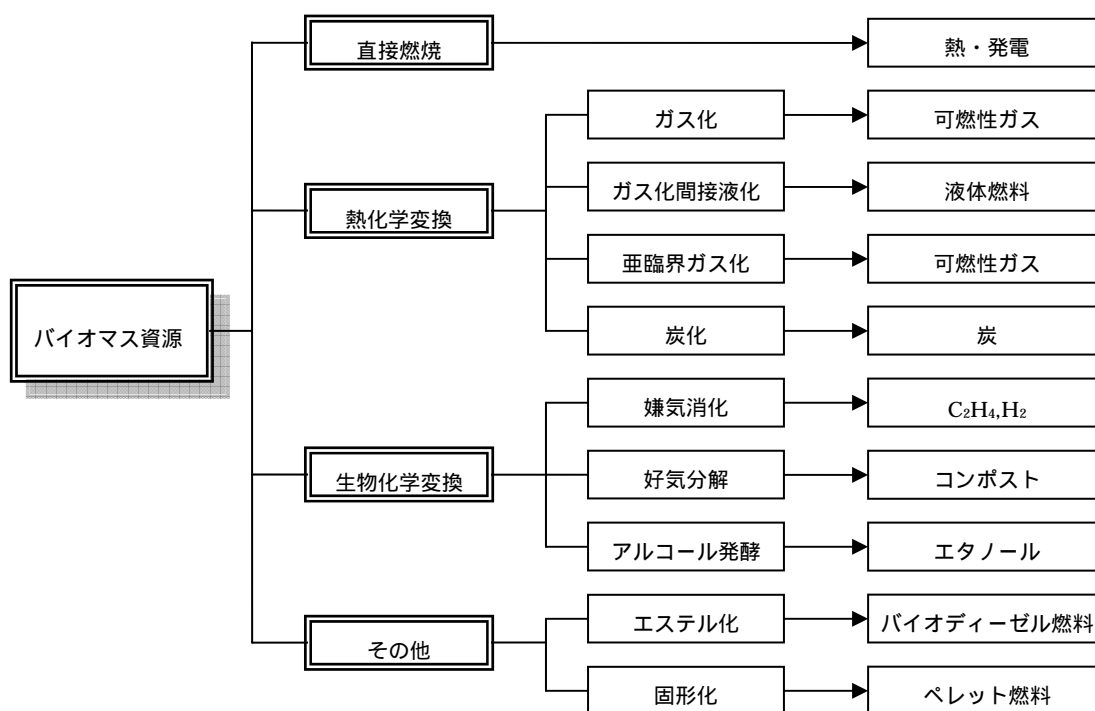


図 2-2-1 実用化あるいは開発・実証段階にあるバイオマスのエネルギー変換技術

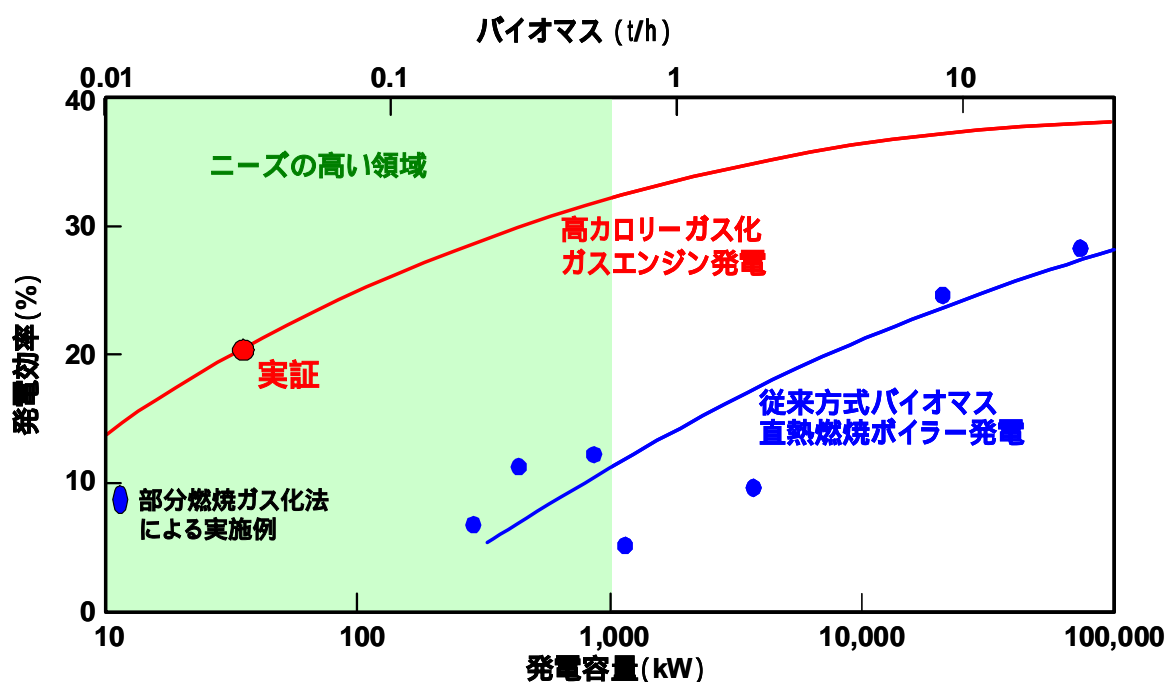


図 2-2-2 ガス化発電と直接燃焼ボイラー発電との比較

(出典：農林水産省「農林バイオマス3号機プレスリリース」(平成16年3月19日)他)

以上のような考察に基づき、本プロジェクトに適用可能な技術を絞り込んでみると、直接燃焼あるいはガス化技術が適用可能であると考えられる。このうち、バイオマスの直接燃焼方式として一般的に使われているボイラー発電方式については、図 2-2-2 から明らかなように、発電容量として数百 kW 程度以上であることが必要であり、後述するように本プロジェクトで対象としている未電化村の電力需要規模に対しては、効率等の面から現実的ではないものと考えられる。

さらに、未電化村の電化モデル事業として、ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電を実証している村落(後述、パクライ郡ナセン村)や、間伐材などの炭化木質材料からの熱分解ガスと軽油との混合燃料による電化事業の実証実験を実施している村落(後述、チャンパサック県トブソック村)などに対する現地調査の結果等から得られた知見を勘案し、本プロジェクトにおいては、以下の3技術について適用可能なプロジェクト技術として評価を行った。

ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電

ジャトロファ油 + 軽油 + バイオマス熱分解ガスの混焼によるディーゼル発電

バイオマス熱分解ガス専焼による発電

2.2.2 ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電

(1) ラオスにおけるジャトロファの概要

ジャトロファは、ラオスではほぼ全国的に自生している一般的な植物であり、動物や昆虫が嫌うというその特性から民家の生垣等に利用されている。

また、その種子から油が採取できることも昔から知られており、村落ではランプの油として利用されていたが、これまでジャトロファの種子から得られる油をバイオマス燃料として積極的に栽培し、実用化している事例は見られなかった。

しかしながら、本調査において実施した地方行政機関へのヒアリングにおいて、幾つかの県において、外国企業からのジャトロファ栽培のための土地使用申請がなされ始めており、今後、燃料採取を目的とした栽培が本格化する可能性がある。

サヤブリ県パクライ郡のナセン（Naxeng）村では、地方行政組織主導の事業として、ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電プロジェクトが開始されている。しかし、この事業では、まだ十分なジャトロファの種子の生産ができておらず、自生しているものを活用しているため、燃料の量が不足しており、発電機が十分に稼働できていない状況にある。

しかしながら、石油が産出されず、その全量を輸入していること、また、もともとジャトロファ育成に適した自然環境であることなどを考えると、栽培に関する適切な技術の導入と指導の下に、ジャトロファ油を石油代替燃料として活用することにより、電化による住民の生活環境の向上や地場産業の育成が可能となるようなシナリオを描くことは十分可能である。

(2) ジャトロファ油の製造方法

ナセン村でのジャトロファ油の製造過程とその特性について述べる。

ナセン村では、まだ定期的に一定時間発電できるだけの十分なジャトロファ油を生産できる状況にはないが、概ね次のような方法によってジャトロファ油を製造している。（図 2-2-3～11 参照）

ジャトロファの種子の採取

種子の粉砕

天日乾燥（1～2 時間程度）

搾油

ろ過

ジャトロファの種子を蒸すことによって油の回収率を向上させる方法もあるが、ナセン村ではそのまま種子を粉砕し、天日乾燥後搾油しているようである。



図 2-2-3 ジャトロファ畑（結実前）



図 2-2-4 ジャトロファの種子



図 2-2-5 ジャトロファの種子



図 2-2-6 ジャトロファ種子の粉碎



図 2-2-7 天日乾燥



図 2-2-8 搾油器への試料投入



図 2-2-9 搾油器からジャトロファ油が抽出されている状況



図 2-2-10 ろ過する前のジャトロファ油



図 2-2-11 ろ過後のジャトロファ油

(3) ジャトロファ油の特性

ジャトロファ油の分析結果を表 2.2-1 に示す。また同表中の EU EN14214 はバイオディーゼル燃料 (BDF) に関する一般的な EU 規格である。参考として JIS2 号軽油の値についても併記しておいた。

以下に分析結果について簡単に述べるものとする。

銅板腐食性 : 軽油並であり, 金属部材に対する腐食性能は良好 (金属部材を腐食させない) と判断する。

引火点 : 軽油の 5 倍程度の高さであり, 軽油と同程度の燃焼性を得るためにはエンジン側での着火タイミングの調整等に関する検討が必要になる。

流動点 : 寒冷時に給油ポンプでタンクへの給油が可能か否かを示す最低温度であるが, 気温の高いラオスでは考慮する必要はない。

動粘度 : 軽油の約 10 倍であり、燃料の霧化性能の低下による燃焼不良の恐れがある。

密度 : -

低位発熱量 : 発熱量が軽油の 85%程度しかないため、それだけ燃料消費率を大きくする必要のあることから、燃料噴射ポンプの容量不足が懸念される。

セタン指数 : 油の分解により測定不能。一般的なディーゼルエンジンでは 45 以上が望ましいとされている。

目詰まり点 : 燃料フィルターで詰まる温度の指標であるが、気温の高いラオスでは支障とならない。

含リン化合物 : リンはガム質を生成し燃料噴射ノズルを詰まらせる原因となる。リン含有量はジャトロファが栽培される土地の土壌成分や施肥の成分に依存するため、個々にサンプリングし確認する必要がある。今回の試料については、EU の規格よりもやや多目には出ているが、この程度は支障ないと判断する。

表 2-2-1 ジャトロファ油の分析結果

分析項目	単位	ジャトロファ	EU EN14214	JIS2 号軽油	分析方法
銅版腐食		1 (非腐食性)	1 (非腐食性)	1 (非腐食性)	JIS K2513
引火点		312	120 以上	67	JIS K2265
流動点		-7.5	-	-20	JIS K2269
動粘度	mm ² /s	33	3.5 ~ 5.0	3.65	JIS K2283
密度 (15)	g/cm ³	0.9188	0.86 ~ 0.90	1	JIS K2249
低位発熱量	MJ/kg	36.5	35	42	JIS K2279
セタン指数	-	1	51	57.4	JIS K2279
目詰まり点		12	軽油と同等	-13	JIS K2280
含リン化合物	mg/kg	15	10 以下	-	JIS K2288

1 : 試験中に試料が分解するため、測定不能。

(4) ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電の可能性

「2.2.1(3) ジャトロファ油の特性」より、ジャトロファ油をディーゼル発電装置の燃料として使用する場合の問題点としては 動粘度と含リン化合物の有無の 2 点が挙げられる。

動粘度に関する対策としては、軽油の添加がもっとも簡便な方法である。

リン化合物の対策については、ジャトロファ油の精製が必要となる。しかしながら、未電化地域において精製プロセスの実現を期待することは困難が予想される。

以上のことから、精製しないジャトロファ油専焼によるディーゼル発電は、燃料として高価な化石燃料を購入する必要が無く、しかも精製という高度な技術を必要としないなど、地産地消の原則に適った方式ではあるが、前述のように含リン化合物の除去といった技術

的課題が大きな障壁になる可能性がある。

2.2.3 ジャトロファ油，軽油およびバイオマス熱分解ガスとの混焼によるディーゼル発電

バイオマスの熱分解ガスの生成方法には，熱の与え方によって大きく2つに分類される。一つは部分酸化方式と呼ばれ，投入材（バイオマス）自身の燃焼熱を利用するもので，燃焼しやすい生成ガスが燃焼によって失われるというデメリットがある。また，この燃焼によって発生する燃焼ガスが生成ガスと混ざって希釈されるため，生成ガスの品質が低下する嫌いがある。その反面ガス化装置は比較的簡易なものとなる。

二つ目は，熱分解ガス炉を外部から加熱する外熱式と呼ばれる方法であり，高温水蒸気雰囲気の中で投入されたバイオマスがガス化する。この方法は，前述の部分酸化方式に比較して投入材自体の燃焼がなく効率的に生成ガスが得られるため，高品質のガスの生成が可能となる上，タールやすすの発生も極めて少ないという特長があるが，ガス発生装置の構造が複雑になるために，現状はコスト面がハードルとなる可能性がある。

今回の調査により，タイ政府によるラオスへの技術プロジェクトとして，バイオガスと軽油の混焼によるディーゼル発電の実証実験がチャンパサック（Champasack）県トブソック（Thopsok）村で進められていることが判明した。この実証実験では，間伐材を炭化させ，これを部分酸化方式でガス化したものに軽油を加えディーゼル発電装置に燃料として供給している。

この部分酸化方式でのガス化装置は，生成されるガスの品質はさほど高いものではないものの，装置自体はコンパクトで構造も簡単であり，コスト面からも実現可能性の高いレベルに到達している。（図 2-2-12 参照）



図 2-2-12 バイオガスと軽油との混焼によるディーゼル発電の実証実験
（手前がディーゼル発電機，奥がガス化装置）

この実証実験を行っているタイのウボンラチャタニ大学に確認したところ，同実証実験ではバイオガスと軽油との混合比は 70:30 とのことであり，本プロジェクトではこの 30%

の軽油の代替として、15%のジャトロファ油と15%の軽油の混合するものとして検討した。

上記の条件に基づけば、液体燃料に関してはジャトロファ油と軽油との混合比が50：50となり、動粘度に関する課題はほぼ解消されるものと考えられる。(注)

次に、含リン化合物の問題に関しては、表2-2-1に示したEU基準をベースにして考えると、今回得られたジャトロファ油の含リン化合物の含有量を2/3にする必要があるが、上記の混合比率を前提とすれば、今回のジャトロファ油サンプルのように含リン化合物の少ないものを選ぶことによって、この問題も解決されるものと考えられる。

一般的には、籾殻や木質材を対象とした部分酸化方式での生成ガスの発熱量は概ね1,600～2,500kcal/Nm³程度である。タイにおける実証実験では、間伐材を一旦炭化させているため、その生成ガス成分の推定発熱量は高々560kcal/Nm³しかないにもかかわらず、前述のような混合比で軽油と混焼し、発電が可能となっている。本プロジェクトでは、使用するバイオマス資源としてラオス国内の未電化村で普遍的に入手可能な籾殻を用い、これを部分酸化方式でガス化する方式を採用するものとするれば、バイオマスガスとしての発熱量は1,600kcal以上は確保できる。軽油の発熱量が約9,100kcal/Lであるのに対して、ジャトロファ油の高位発熱量も8,600kcal/L程度であることから、タイにおける実証実験以上に効率的な発電が可能であると考えられる。図2-2-13に部分酸化型バイオマスガス化装置の概念図を示す。

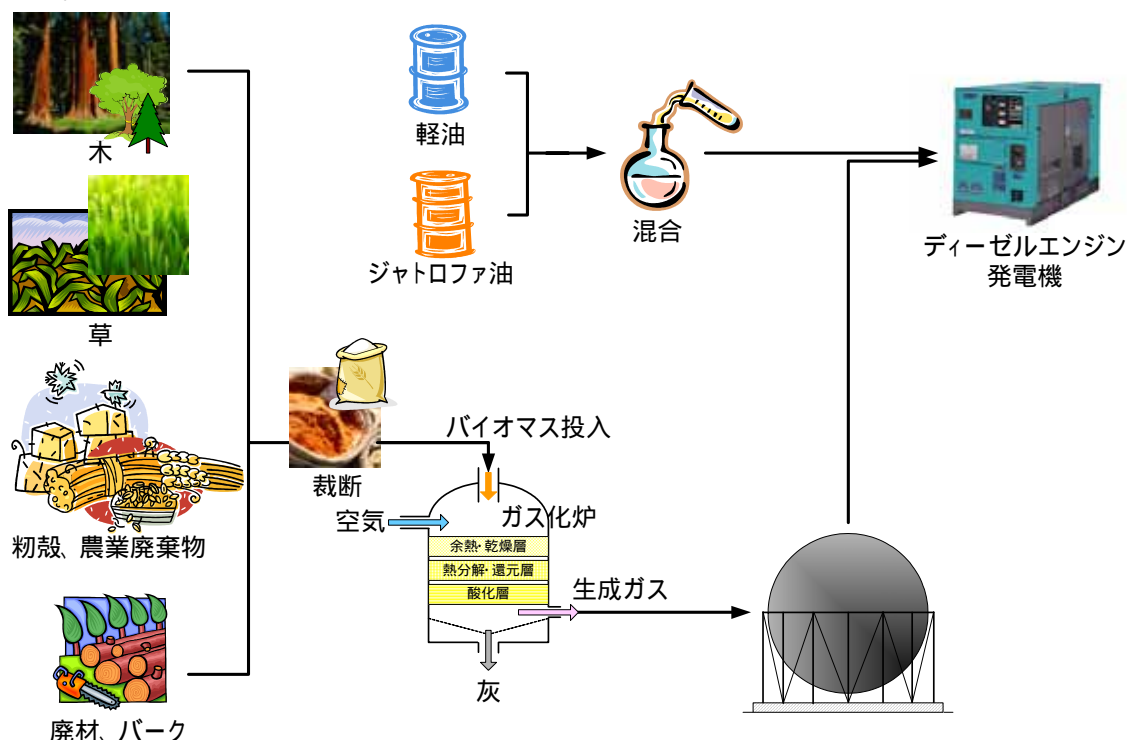


図 2-2-13 部分酸化型バイオマスガス化装置の概念図

(注)：パブコック日立：NEDO，中国経済産業局共催「第2回地域エネルギー講座資料」

2.2.4 熱分解ガス専焼によるガス発電

熱分解ガス専焼によるガス発電により安定的に発電を行うためには、可能な限り高発熱量を有するガスを生成することが必要である。前述のとおり、高カロリーバイオマス熱分解ガス生成法として、ガス化炉を外部から高温に加熱する外熱式と呼ばれる方法があり、この方式で粉殻をガスした場合、約 $3,070\text{kcal}/\text{Nm}^3$ 程度のバイオマスガスが得られることをこれまでの我々自身の実験で確認している。この方式には、部分酸化型に比較して大きな発熱量を持ったガスが得られ、しかもタールや灰分の発生も少ないといった特徴が認められる。しかし、ガス化プラントの構造が部分酸化型に比較してやや複雑になることから、プラントの製造コストが高価となる上、維持管理も部分酸化型に比べ難しくなる。また、ガス専焼ではディーゼルエンジン発電機を利用することができないため、より高価なガスエンジン発電機を使用しなければならない。図 2-2-14 に外熱式のバイオマスガス化装置の概念図を示す。

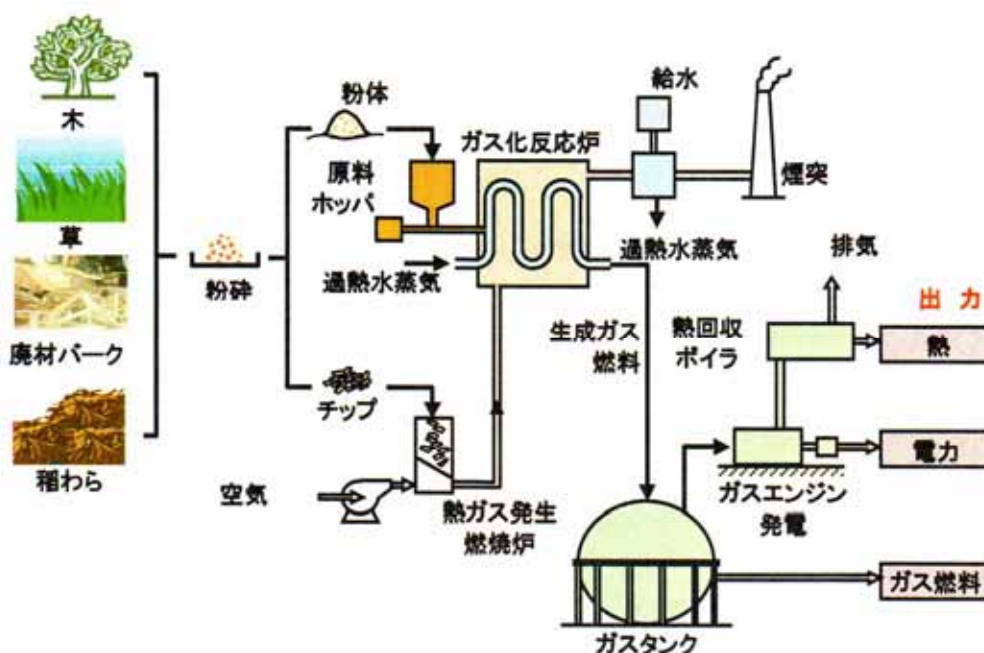


図 2-2-14 外熱式バイオマスガス化装置概念図

(出典：農林水産省「農林バイオマス3号機」プレスリリース(平成16年3月19日))

2.2.5 適用技術のまとめ

本調査の結果より、プロジェクトに適用する技術の比較を表 2-2-15 にまとめた。

表中の総合評価に示した通り、バイオガス、軽油およびジェットロファ油の混焼によるディーゼル発電が最も高い適用可能性を持っているものと判断する。今後より適切な燃料混合比の検討、エンジンの着火タイミングの調整、長期耐久性運転等による総合評価等が望まれるところである。

表 2-2-15 プロジェクト技術の総合評価

提供技術 評価項目	ディーゼル発電 (ジャトロファ油専焼)	ディーゼル発電 (バイオガス+軽油+ジャトロファ油の混焼)	ガス発電 (バイオガス)
技術面	<p>ジャトロファ油が発電設備に与える影響を評価する必要がある他は全て実用化された技術である。</p> <p>ジャトロファ油の製造には高度な技術が必要としない。 ジャトロファ油の安定供給のため計画的な栽培が必要 発電装置には通常のディーゼル発電装置を使用可能 ジャトロファ油の動粘度が高いため、霧化性能低下による燃焼不良の恐れがある。 リン化合物の含有量が高い場合は、燃料ノズル閉塞の恐れがある。</p>	<p>ラオスにおいて実証済の技術を応用するものであり成熟度は高い。</p> <p>ジャトロファ油専焼によるディーゼル発電よりは高度な技術と必要とするが、バイオガスと軽油の混焼はラオスにおいても実績がある。</p>	<p>日本においてはほぼ実用化された技術である。</p> <p>タール・灰分の発生量が少ない。 装置が複雑で、運転・維持管理に高度な技術が要求される。</p>
コスト面	安価である	ガス化プラントの設置が必要であるが、部分酸化型であれば高価ではない	日本国内で製造されるガス化プラントは高価であり、海外での調達を検討する必要がある。
評価	リン化合物による発電設備への影響評価、燃料の安定供給などの課題があるものの、汎用技術を適用するシステムでありコスト面で最も有利である。	ガス化プラントの運用等に関して村民への技術移転が必要であるが、ラオスにおいて実証済の技術を適用するものであり支障とはならない。	技術的には実用段階にあるものの、コスト面で最も不利である。
総合評価	・技術の成熟度が高く、構成設備がさほど複雑でない ディーゼル発電(バイオガス+軽油+ジャトロファ油混焼)を本プロジェクトの適用技術とする。		

第3章 ベースラインの概要

3.1 ベースライン方法論の適用

本プロジェクトは、ディーゼル発電（ジャトロファオイルを軽油に混合したものとバイオガスの混焼）とバイオガス発電という2種類の発電形態が混在している。いずれもプロジェクトの規模（発電出力で15MW以下）が小さく、小規模プロジェクトの方法論が適用できると考えられる。

後述するとおり、ベースラインシナリオを従来型発電装置の導入と考えた場合、ディーゼル発電設備の燃料をバイオマス燃料に置き換える、すなわち燃料転換と考え、小規模プロジェクトの方法論の内、燃料転換を対象としている方法論であるAMS-B（化石燃料の転換：Switching fossil fuels, Version11）が適用できる可能性がある。また、プロジェクトアクティビティでは新規の発電設備の設置を考えているため、バイオマスによる新規の発電、すなわち再生可能エネルギーによる発電プロジェクトと捉えて、AMS-A（利用者による発電：Electricity generation by the user, Version12）またはAMS-D（グリッド接続の再生可能発電：Grid connected renewable electricity generation, Version12）が適用できる可能性も考えられる。

しかし、前者のAMS-Bの燃料転換については、第35回EBにおいてVer.12が承認され、化石燃料からバイオ燃料への燃料転換にはこの方法論は使うことができず、タイプの方法論を使うことが盛り込まれたものとなっている（原文：This category is not applicable to project activities that propose switch from fossil fuel use in the baseline to renewable biomass, biofuel or renewable energy in the project scenario. A relevant type I methodology shall be used for such project activities that generate renewable energy displacing fossil fuel use. ）。

上記の第35回EBにおける決定を踏まえ、小規模方法論AMS-I.A. ‘Electricity generation by the user’のVersion 12を適用する。

(1) PoAの適用条件

AMS-I.A.には、PoAのプロジェクトについてのApplicabilityとして、以下の条件が示されている。PoAのApplicabilityとCPA（CDM Programme Activity）の内容について、表3-1-1に示す。

表 3-1-1 PoA の Applicability と CPA の内容

AMS-I.A.	SSC-CPA	判定
<p>The project activity involves the installation of a new grid-connected power plant that is mainly fired with renewable biomass from a dedicated plantation (fossil fuels or other types of biomass may be co-fired) プロジェクト活動には、主に専用プランテーションからの再生可能なバイオマス燃料とする、グリッド接続の新しい発電所の設置が含まれる（化石燃料や他の種類のバイオマスも燃料となる）。</p>	<p>グリッド接続ではないが、再生可能なバイオマス燃料による発電である</p>	<p>OK</p>
<p>Prior to the implementation of the project activity, no power was generated at the project site (i.e. the project plant does not substitute or amend any existing power generation at the project site) プロジェクト活動の実施以前には、プロジェクト・サイトで発電は行われていない（つまり、プロジェクト・プラントではプロジェクト・サイトの既存の発電設備を取り替えたり、改善したりしていない）。</p>	<p>プロジェクトは未電化地域の電化であり、プロジェクト実施前には、発電は行われていない。</p>	<p>OK</p>
<p>The geographic and system boundaries for the relevant electricity grid can be clearly identified and information on the characteristics of the grid is available 関連するグリッドの地理的および組織的境界を明確に特定でき、グリッドの特性に関する情報が入手できる。</p>	<p>グリッド接続ではないので、関連するグリッドは無い。</p>	<p>OK</p>
<p>Biomass used by the project facility is not stored for more than one year プロジェクトの設備で使用するバイオマスは1年以上貯めない。</p>	<p>1年以上貯めないで使用 するプロジェクト計画とする。</p>	<p>OK</p>
<p>The dedicated plantation must be newly established as part of the project activity for the purpose of supplying biomass exclusively to the project 専用プランテーションは、このプロジェクトに独占的にバイオマスを提供する目的で、プロジェクト活動の一部として新しく確立されなければならない。</p>	<p>バイオディーゼルの原料となるジャトロファのプランテーションは新しくつくる。</p>	<p>OK</p>
<p>The biomass from the plantation is not chemically processed (e.g. esterification to produce biodiesel, production of alcohols from biomass, etc) prior to combustion in the project plant but it may be processed mechanically or be dried プロジェクト・プラントにおいて、プランテーションからのバイオマスは、燃焼以前に化学的に処理されておらず（バイオディーゼルを生成するエステル化、バイオマスからのアルコールの生成など）、機械的に処理されるか乾燥されている。</p>	<p>ジャトロファからのバイオディーゼルは機械的に処理する。</p>	<p>OK</p>
<p>The site preparation does not cause longer-term net emissions from soil carbon. Carbon stocks in soil organic matter, litter and deadwood can be expected to decrease more due to soil erosion and human intervention or increase less in the absence of the project activity サイトの準備が土壌炭素からの長期的な排出増加の原因とならない。土壌有機物、わら、及び枯れ木内の</p>	<p>プランテーションは、既存の森林を切り開いて行うものではない。</p>	<p>OK</p>

炭素の堆積が土壌浸食や人的干渉によってさらに減少するか、プロジェクト活動がないため余り増加しないことが予想できる。		
The land area of the dedicated plantation will be planted by direct planting and/or seeding 専用プランテーションの陸地部分は植林や種まきで植樹される。	苗木の植林を行う。	OK
After harvest, regeneration will occur either by direct planting or natural sprouting 収穫の後、植林や自然の萌芽で再生が始まる。	ジャトロファは自然の萌芽により、再生される。	OK
Grazing will not occur within the plantation プランテーション内では放牧は行わない。	放牧は行わない。	OK
No irrigation is undertaken for the biomass plantations バイオマスのプランテーションには灌漑は行わない。	灌漑は行わない。	OK
The land area where the dedicated plantation will be established is, prior to project implementation, severely degraded and in absence of the project activity would have not been used for any other agricultural or forestry activity. The land degradation can be demonstrated using one or more of the following indicators 専用プランテーションを確立する陸地部分は、プロジェクトの実施前にひどく劣化しており、プロジェクト活動がない場合、他の農業や植林活動に使用されない。土地の劣化は以下の1つ又は複数の以下の指標を使い、証明できること。 (a) Vegetation degradation, e.g., - crown cover of pre-existing trees has decreased in the recent past for reasons other than sustainable harvesting activities; (a) 植物退化など - 継続的な収穫活動以外の理由で、以前存在した樹木の範囲がここ最近減少した。 (b) Soil degradation, e.g., - soil erosion has increased in the recent past; - soil organic matter content has decreased in the recent past. (b) 土壌劣化など - ここ最近土壌浸食が増加した。 - ここ最近土壌の有機物が減少した。 (c) Anthropogenic influences, e.g., - there is a recent history of loss of soil and vegetation due to anthropogenic actions; and - demonstration that there exist anthropogenic actions/activities that prevent possible occurrence of natural regeneration. (c) 人為的な改変の影響など - 人的改変による土壌や植物の消失が最近ある。 - 天然再生の可能性を邪魔する人為的改変活動が証明できる。	プランテーションを行うエリアは荒地であり、植物の退化が認められる。	OK

(2) プロジェクトの適用条件

本プロジェクトは、バイオマスエネルギー（バイオディーゼルオイルまたはバイオガス）を利用して発電を行い、村落の各家庭へ電力を供給するものであり、グリッド接続は行わない。

また、導入する設備は、新設の発電のみの設備であり、機器容量が小さい（15MW 以下）ことから、AMS-I.A.の適用条件（Technology / measure）を満たしているため、この方法論が適用できる。

3.2 ベースラインシナリオの設定

ベースラインシナリオの候補としては、以下のものが考えられる。

シナリオ 1 現状維持（未電化）

シナリオ 2 従来型ディーゼル発電装置の導入

シナリオ 3 再生可能エネルギー発電装置の導入

<シナリオ 1 について>

ラオスの電化率は現在 48%であるが、これを 2010 年までに 70%、2020 年までに 90%に向上させることが目標とされており、時期は確定できないものの、シナリオ 1 の未電化が続くことはないものと考えられる。

<シナリオ 3 について>

電化計画によれば、再生可能エネルギーやディーゼル発電装置を用いたオフグリッドでの電化が促進されているが、現在、技術・資金面の理由から再生可能エネルギー発電は行われておらず、ディーゼル発電装置が用いられていることから、今後も従来型のディーゼル発電装置の導入が続くことが予測される。

<ベースラインシナリオの特定>

以上により、シナリオ 1 とシナリオ 3 はベースラインではないので、ベースラインシナリオはシナリオ 2 のディーゼル発電装置の導入であると特定された。

3.3 追加性の証明

ラオスの電化計画によれば、再生可能エネルギーやディーゼル発電装置を用いたオフグリッドでの電化が促進されている。ラオス国内では、石油が産出されないため、石油代替エネルギーの活用は重要な課題となっているものの、技術・資金面の理由から、再生可能エネルギー発電は行われていないのが現状であり、今後もディーゼル発電装置の導入が続くことが予測される。このため、同国の主要産業である農林業から発生するバイオマス燃料等の再生可能エネルギーの利用による地方電化を CPA で行い、技術移転することは、ラオスの持続可能な開発に大きく貢献するものと考えられる。

パイロット・プロジェクト（Ne-Van 村）のバウンダリーでは、初年度に 100kW の発電機を導入することになっており、プロジェクト期間における年間の排出削減量は 715 tCO₂ となる。

これをプログラム化してラオス全土に展開すると、年間排出削減量は約 190 万 tCO₂ となる。単体のプロジェクトによる削減量は小さいものであるが、プログラムとして普及させることにより大きな温室効果ガス削減効果を得ることができる。

また、パイロット・プロジェクト収益性を Project IRR で計算したところ、クレジットの収入を考慮しない場合のモデルプロジェクトの Project IRR は、約 8 % とカントリーリスク等を考慮すると魅力的な投資案件ではなく、実現性は低く CPA として行うことは追加的であるといえる。

ラオス全土で 10,473 の村落（平均世帯数約 100 世帯）があり、このうち約 6,000 村が未電化である。このうち約 25% がプログラム化されて電化されると想定

3.4 プロジェクトバウンダリーの検討

AMS-I.A.によれば、プロジェクトのバウンダリーは再生可能エネルギー発電施設の物理的、地理的な位置と、発電電力を使用する装置を含むものとなっている。

本プロジェクトのプロジェクトバウンダリーを図 3.4-1 に、プロジェクトバウンダリーに含まれる発生源とガスを表 3-4-1 に示す。

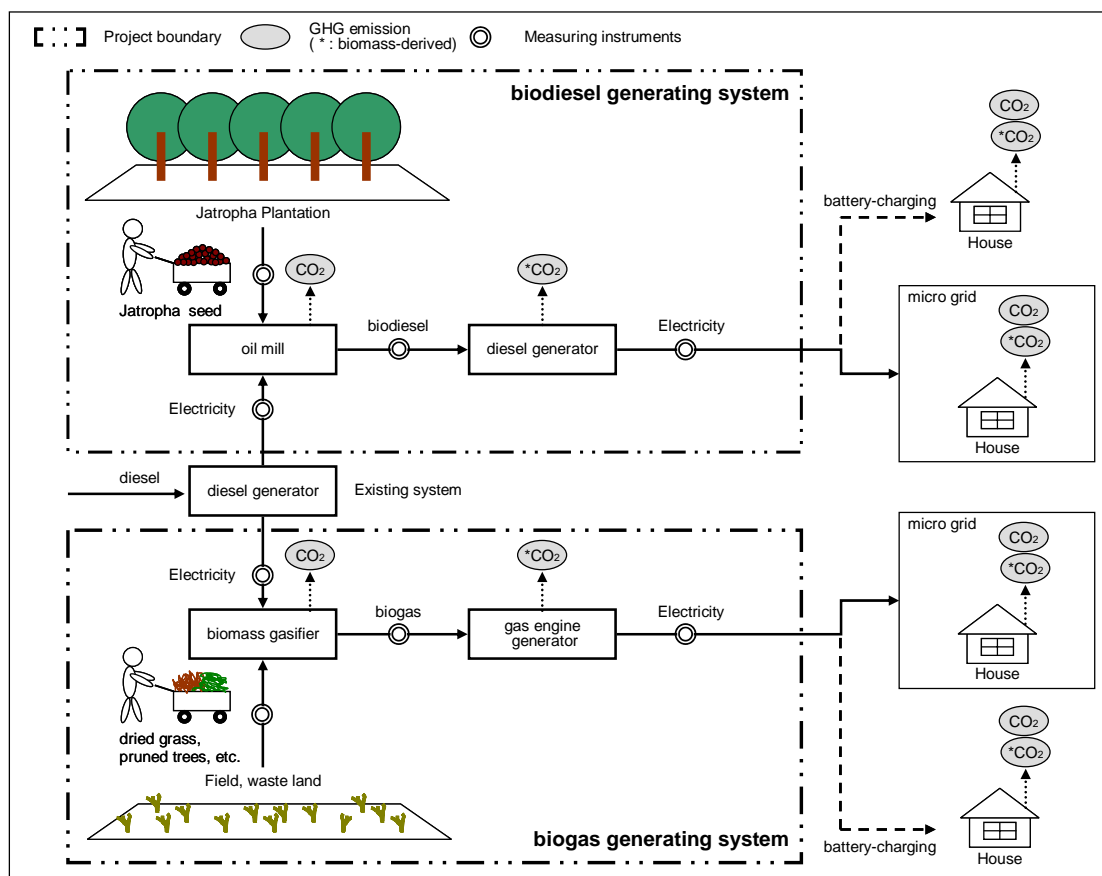


図 3-4-1 プロジェクトバウンダリー

表 3-4-1 プロジェクトバウンダリーに含まれる発生源とガス

	Source	Gas	Included?	Justification / Explanation
Baseline	電力消費による排出	CO ₂	Yes	CDM プロジェクトが行われない場合、ディーゼル発電装置が導入されることが予測されるため。
Project Activity	オンサイトにおける電力消費による排出	CO ₂	Yes	バイオディーゼル精製装置またはガス化装置の稼働に伴う電力消費があるため。
	バイオマスの運搬による排出	CO ₂	No	バイオマスの運搬は人力で行い、トラック等は使用しないため。

3.5 リークージの検討

AMS-I.A.によれば、もし発電設備が他のプロジェクトから輸送される場合や、既存の設備を他のプロジェクトへ輸送したりする場合は、リークージとして考慮することとなっている。しかし、本プロジェクトは新設の設備を当該プロジェクトサイトに建設するものであり、この条件には該当しない。

以上により、本プロジェクトにはリークージはない。

3.6 排出削減量の計算式

Annual energy Baseline (fuel consumption)

ベースラインの燃料消費量の計算には、AMS-I.A.の Option 2 を選択し、以下の式を用いる。

$$E_B = \sum_i O_i / (1 - l)$$

E_B	MWh/y	annual energy baseline
O_i	MWh/y	導入した再生可能エネルギー技術 i による年間発電量
l	-	公共事業で導入されるディーゼルミニグリッド、または、独立エリアの配電会社で計測された平均的な配電ロス率

Baseline emissions

ベースライン排出量の計算には、以下の式を用いる。

$$BE_y = E_B \times EF_{diesel}$$

BE_y	tCO ₂ /y	baseline emissions
EF_{diesel}	tCO ₂ /MWh	燃料の排出係数（デフォルト値 0.8 : ディーゼル）

Project emissions

プロジェクト排出量の計算には、以下の式を用いる。

$$PE_y = EC_y \times EF_{diesel}$$

PE_y	tCO ₂ /y	project activity emissions
EC_y	MWh/y	プロジェクト消費電力量（バイオディーゼル精製装置，ガス化装置）
EF_{diesel}	tCO ₂ /MWh	燃料の排出係数（デフォルト値 0.8 : ディーゼル）

Leakage

本プロジェクトでは、新設の設備を当該プロジェクトサイトに建設するものであり、装置の移転は生じないため、リークージは発生しない。

Emission reductions

排出削減量の計算には、以下の式を用いる。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ER_y	tCO ₂ /y	emission reductions
--------	---------------------	---------------------

Data and parameters

プロジェクトでモニタリングしない固定値及びパラメータは以下に示すとおりである。

Data / Parameter:	l
Data unit:	---
Description:	平均送配電ロス率
Source of data used:	ホスト国政府からデータを受領する。
Value applied:	0.0
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	電力量は受け側に近い位置で測定されるため、送配電ロス率が考慮されているものと考えられる。
Any comment:	発電電力量から燃料消費量を計算する際の補正に必要である。

Data / Parameter:	SFC_i
Data unit:	m ³ or l/MWh
Description:	燃料別の燃料消費率
Source of data used:	事前に計測する
Value applied:	---
Justification of the choice of data or description of measurement methods and procedures actually applied :	メーカー仕様によるものとする。
Any comment:	燃料消費量と燃料消費率から計算される値を、プロジェクト活動中にモニタリングする発電電力量と比較するために必要である。どちらか低い値が排出削減量の計算に用いられる。

第4章 モニタリング計画

4.1 モニタリング方法論

本プロジェクトは PoA であるが、承認済小規模 CDM ベースライン、モニタリング方法論は PoA でも使用できるので、小規模方法論 AMS-I.A. ‘Electricity generation by the user’の Version 12 を適用する。適用条件については、「3.1 ベースライン方法論の適用」に示したとおりである。

4.2 モニタリング項目

本プロジェクトにおけるモニタリング項目を AMS-I.A.に基づいて決定した。以下にモニタリング項目を示す。

Data / Parameter:	O_i
Data unit:	MWh/y
Description:	発電電力量
Source of data to be used:	サイトにて計測
Value of data applied for the purpose of calculating expected emission reductions	(実際に ex-ante の計算に使った値を記入する)
Description of measurement methods and procedures to be applied:	電力量計により連続的に計測。少なくとも年1回はデータを集計する。
QA/QC procedures to be applied:	計器は定期的に試験され、正確性を確保する。
Any comment:	---

Data / Parameter:	EC_v
Data unit:	MWh
Description:	プロジェクト消費電力量
Source of data to be used:	サイトにて計測
Value of data applied for the purpose of calculating expected emission reductions	(実際に ex-ante の計算に使った値を記入する)
Description of measurement methods and procedures to be applied:	電力量計により連続的に計測。少なくとも年1回はデータを集計する。
QA/QC procedures to be applied:	計器は定期的に試験され、正確性を確保する。
Any comment:	---

Data / Parameter:	FC_i
Data unit:	m ³ or l
Description:	biomass fuel の消費量
Source of data to be used:	サイトにて計測
Value of data applied for the purpose of calculating expected emission reductions	(実際に ex-ante の計算に使った値を記入する)
Description of measurement methods and procedures to be applied:	運転者が燃料補給量を記録する。
QA/QC procedures to be applied:	計器は定期的に試験され、正確性を確保する。
Any comment:	燃料消費量と燃料消費率から計算される値を、プロジェクト活動中にモニタリングする発電電力量と比較するために必要である。どちらか低い値が排出削減量の計算に用いられる。

Data / Parameter:	MC_i
Data unit:	t
Description:	biomass fuel の原料の消費量
Source of data to be used:	サイトにて計測
Value of data applied for the purpose of calculating expected emission reductions	---
Description of measurement methods and procedures to be applied:	はかりで計量し、記録をとる。
QA/QC procedures to be applied:	計器は定期的に試験され、正確性を確保する。
Any comment:	燃料消費量と燃料消費率から計算される値を、プロジェクト活動中にモニタリングする発電電力量と比較するために必要である。どちらか低い値が排出削減量の計算に用いられる。

4.3 モニタリング計画

本プロジェクトにおけるモニタリング計画は，図 4-3-1 に示すとおりである。

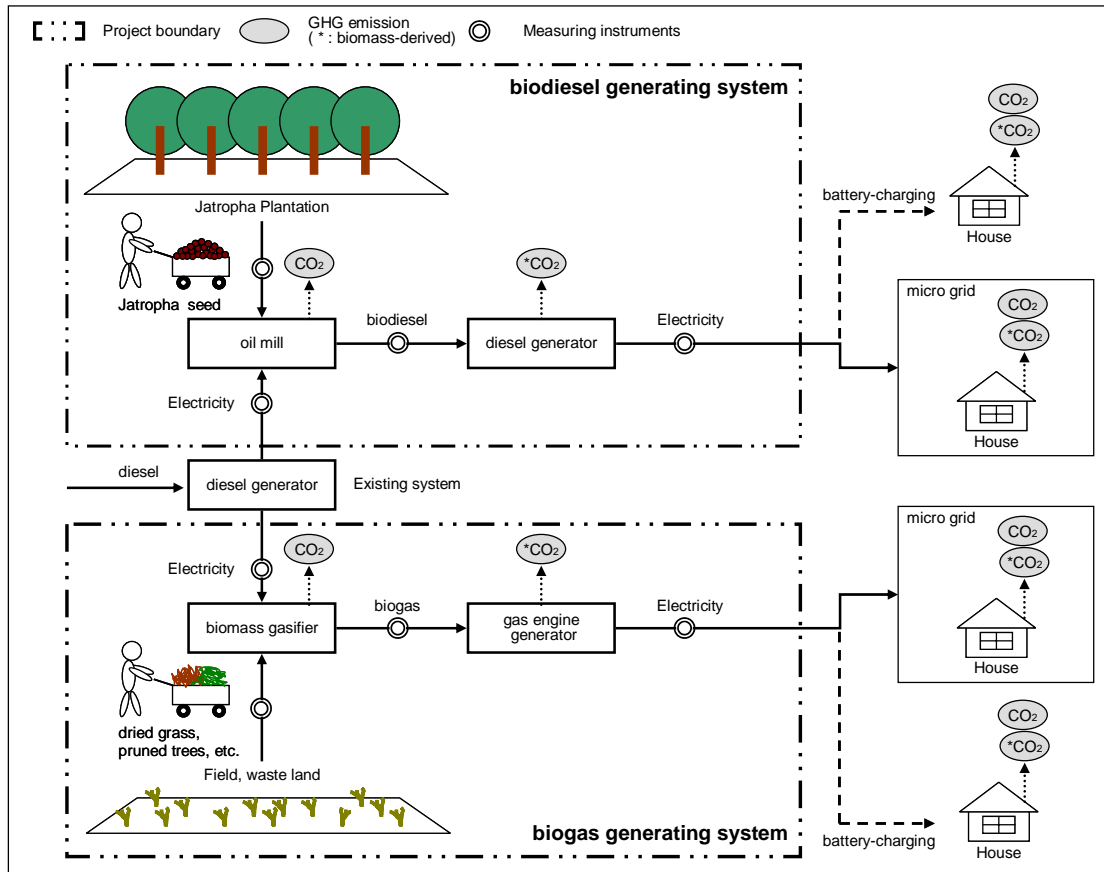


図 4-3-1 モニタリング計画図

4.4 モニタリング品質管理

本プロジェクトでは，以下の方法により，品質管理，品質保証を行う。

プロジェクト実施組織は，運用者と管理者で構成される。

管理者は，施設運用のための手順書を作成する。

手順書には，日々の業務内容や，定期的なメンテナンス方法，各種判断基準などが記載され，適切なフォーマットにまとめられている。

管理者は，手順書に従い，運用者の報告をチェックし，内容に問題がないか判断し，チェックの結果，問題があれば適切な時期に適切な対応を実施する。

管理者は，手順書に従い，運用者の報告を日々ファイルし，保存する。

事故時（予期しない GHG の放出を含む）は，管理者が原因を究明し，対策を運用者に指示し，実施する。

緊急時（予期しないGHGの放出を含む）は、運用者が応急措置を講じるとともに、管理者の指示に従い、対策を実施する。

計器類は、手順に従い、定期的に適正に校正する。校正の時期、方法は、モニタリング計画に従うものとする。

計測されたデータ類は、公開され、パブリックコメントを受け付けるものとする。受け付けたパブリックコメントとそれに対する対応もあわせて公開される。

計測されたデータ類は、ホスト国の政府機関によっても監査を受けるものとする。

第5章 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間

5.1 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間

現時点において計画している実施スケジュールを表 5-1-1 に示す。

運用開始は 2010 年を目標とし，プロジェクトの実施期間は機器の耐用年数を考慮して，14 年を予定している。

また，クレジットの獲得期間は 14 年（7 年×2，更新 1 回）を予定している。

表 5-1-1 プロジェクト実施スケジュール

業務項目	2007	2008	2009	2010	2011	2012	・・・	2023
FS の実施	●	●						
PDD 作成		●						
DOE の決定 バリデーション		●	●					
両国政府承認			●					
国連承認			●					
建設工事・技術移転			●	●				
クレジット期間 の開始				●				→
							クレジット期間 14 年	

なお，本プロジェクトは未電化村の電化プロジェクトであり，技術移転を確実にを行うためにも，教育訓練の方法，時期などについて，今後十分に検討することが必要と考える。

また，ラオスにおいては通常の CDM プロジェクトについても必ずしも十分に浸透しているとは言えず，本プロジェクトは新しい概念である『プログラム型 CDM』のプロジェクトであることから，プログラム型 CDM に関するキャパシティビルディングについても，考慮する必要がある。

第6章 温室効果ガス削減量の算出

6.1 温室効果ガス排出削減効果が発生する技術的根拠

本プロジェクトで提案している、籾殻などの農業廃棄物を原料にガス化発電を行うと、燃焼に伴い排出ガスとして二酸化炭素が発生するが、バイオマス由来の二酸化炭素であるため、排出量としてカウントしない。

6.2 温室効果ガス排出削減効果

ベースラインに於ける温室効果ガスの排出量は、プロジェクトケースに於ける発電電力量に相当する電力を化石燃料によりディーゼル発電機が担う場合に発生する二酸化炭素の排出量である。

ベースラインの燃料消費量の計算には、3章で述べた通り、AMS-I.A.の Option 2 を選択し、以下の式を用いる。

$$E_B = \sum_i O_i / (1 - l)$$

E_B	MWh/y	annual energy baseline
O_i	MWh/y	導入した再生可能エネルギー技術 i による年間発電量 ナベン村の米の籾殻をガス化発電したと仮定。毎年の収量の増加を人口増加率(年 2.3%)と同じと仮定。
l	-	公共事業で導入されるディーゼルミニグリッド、または、独立エリアの配電会社で計測された平均的な配電ロス率

ベースライン排出量の計算には、以下の式を用いる。

$$BE_y = E_B \times EF_{diesel}$$

BE_y	tCO ₂ /y	baseline emissions
EF_{diesel}	tCO ₂ /MWh	燃料の排出係数 (デフォルト値 0.8 : ディーゼル)

プロジェクト排出量の計算には、以下の式を用いる。

$$PE_y = EC_y \times EF$$

PE_y	tCO ₂ /y	project activity emissions
EC_y	MWh/y	プロジェクト消費電力量 (バイオディーゼル精製装置、ガス化装置)
EF	tCO ₂ /MWh	燃料の排出係数 (バイオマス : 0)

本プロジェクトでは、新設の設備を当該プロジェクトサイトに建設するものであり、装置の移転は生じないため、リークageは発生しない。

排出削減量の計算には、以下の式を用いる。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ER_y	tCO ₂ /y	emission reductions
--------	---------------------	---------------------

表 6-2-1 に、プロジェクト期間に於けるベースライン、プロジェクトケースの温室効果ガス排出量(二酸化炭素換算値)と、排出削減量の計算結果を示す。クレジット期間(2008年～2021年)に於ける排出削減量は 10,010 t-CO₂ になると試算された。

なお、本プロジェクトをプログラム化し、約 6,000 村の未電化村のうち 25%に適用されたとすると、その排出削減量は約 190 万 t-CO₂ になると試算された。

表 6-2-1 パイロット・プロジェクト実施期間中の排出削減量の試算

年数	世帯数	消費電力量 (kWh)	ベースライン 排出量(A) (t-CO ₂)	プロジェクト 排出量(B) (t-CO ₂)	排出削減量 (A-B) (t-CO ₂)
1	590	211,992	509	76	432
2	604	227,410	546	82	464
3	619	283,042	679	102	577
4	634	298,810	717	108	610
5	649	314,578	755	113	642
6	665	330,696	794	119	675
7	681	346,814	832	125	708
8	698	363,283	872	131	741
9	715	379,752	911	137	775
10	732	396,221	951	143	808
11	750	413,040	991	149	843
12	768	429,859	1,032	155	877
13	787	447,029	1,073	161	912
14	806	464,198	1,114	167	947
合計		4,906,723	11,776	1,766	10,010

第7章 環境影響評価

7.1 環境影響評価制度

7.1.1 環境影響評価に係わる制度的枠組み

「1.4 ラオスの環境関連制度」で述べたように、ラオスにおける環境行政の中心となる法令は環境保護法であり、中心となる政府機関は首相府傘下にある水資源・環境庁(WREA)である。WREAは各県にも事務所を置いている。WREAの環境審査行政における主な役割は、環境影響評価の手続き・手法に関する一般的規則の策定、環境に関する管理、モニタリング、関係機関との調整などである。

WREA以外の中央機関では、国家環境委員会、水資源調整委員会が高レベルな委員会として存在する。国家環境委員会は、環境管理・戦略・規制・計画について政府や関連機関にアドバイスを行っている。水資源調整委員会は、水資源管理を向上させるために設立された委員会で、水資源配分の管理を含めた水資源政策の策定・実行に責任を持っている。

計画投資省傘下にある投資奨励管理委員会は、各セクターや地方の開発計画を承認し、国家レベルの短・中・長期的計画や公共投資計画に統合していく役割を果たしている。したがって、環境に関する計画も最終的には投資奨励管理委員会で承認を受けることになる。

エネルギー・鉱業省では、特に電力局(DOE)が環境影響評価プロセスにおいて重要な機関であり、WREA内の環境局が初期環境調査と環境影響評価および承認について責任を負うが、発電事業に関しては、DOEも環境影響評価の内容をチェックする責任があり、コメントをWREAに提出している。また、国営電力公社(EdL)は、環境管理モニタリング部署を発足させ、社会・経済調査のサポートとともに水力発電プロジェクトでは住民移転活動などの実施・モニタリングに参加、支援している。

このほか、農林省の地方事務所は、国立保護区の管理に携わっている。

一般的に、環境評価のプロセスとしては概ね次に様な手順で実施される。

開発事業に係わる監督官庁がプロジェクトのスクリーニングを実施し、初期環境調査(IEE: Initial Environment Examination)の必要性を検討する。

IEEが必要とされたプロジェクトは、さらに環境影響評価(EIA: Environment Impact Assessment)が必要なものと不要なものに分類される。

EIAが不要とされたプロジェクトは、IEEの結果とともに環境管理計画(EMP: Environment Management Plan)をWREAに提出し、承認を得る。

EIAが必要とされたプロジェクトは、IEEの実施結果と、その結果を基にEIAの業務指示書(TOR: Terms of Reference)を作成し、WREAに提出、承認を得た後、プロジェクト事業者はEIAを実施する。

プロジェクト事業者は、EMP(EIAが不要な場合)またはEIAの結果を事業の直接的な監督官庁の承認を得た後、報告書をWREAに提出する。WREAはプロジェクトの環境影響に対する品質が適合していると判断した場合には、EMPまたはEIAを承認し、環境適合証明書を発行する。

上記プロセスの中では、関係政府機関との交渉だけでなく、EIAを進めて行く中で公開協議(Public Consultation)や住民参加(Public Involvement)も重要なステップとなっており、開発事業周辺の環境や周辺住民への影響が懸念される場合には、これらの手続きによって周辺住民からの事業への理解と協力を得ることはきわめて重要なステップとなる。このため、法律上もそうした手順が求められている。

7.1.2 環境影響評価の具体的手続き

環境影響評価の具体的手続きについては、2000年にWREAの前身であるSTEАから「環境評価実施規定」(Regulation on Environment Assessment in the Lao PDR)が出されており、各関連省庁が独自の環境アセスメントに絡む規定を制定するに当たっての手続きをはじめ、ラオス国内において、環境保護を含む全ての開発案件に対しての要求事項や諸手続き等について規定されている。ここではその概要について述べる。

1. 環境評価に当たっての関係機関の責任

環境評価に当たっての各関係組織の責任は以下のとおりである。

(1) 事業実施者またはそのコンサルタント

- ・ 事業内容説明書の整備
事業実施者、タイプ、規模、実施場所、生産物、使われる原材料
事業施設建設、事業運営で発生する固体、液体、気体等廃棄物の量・質の推定
事業施設建設、事業運営に見込まれる労働力の数、調達先
事業によって予想される環境および社会的影響のプラス面、マイナス面
事業施設建設、事業運営、事業閉鎖(ありうるなら)の間で実施される環境緩和策
- ・ EMPとIEEの整備：EIAが不要な場合
- ・ EIAを念頭においたTOR：EIAが求められる場合
- ・ EMPの実施
- ・ 事業の環境モニタリングと評価

(2) 事業の関係監督事務所(DPRA：Development Project Responsible Agency、外国または国内からの投資管理関係)

- ・ 事業の環境スクリーニングから、関連省庁の環境管理モニタリング部署(EMMU)に対するIEEのレビュー・承認までを含む一連の環境管理プロセスの指示と実行に関する委託権限と義務
- ・ EMMUは環境管理が適切に行われるように監督責任を有している。

(3) 事業の関係監督省庁(DPRA)

- ・ 事業内容説明書の関係中央政府機関、地方機関への回覧
- ・ 環境スクリーニングの判断結果に関するコメントの検討
- ・ 事業内容説明書に対する省庁内部での環境評価手順の中で求められる追加情報の明記

- ・ 監督責任範囲にある全ての事業に対する環境スクリーニング
- ・ 自ら進めている事業に対する IEE 整備に向けてのコンサルタントの調整，管理
- ・ 監督責任範囲にある事業の IEE の承認に対するレビューと推薦
- ・ 自ら進めている事業に対する EIA に向けての TOR の整備とレビューおよび監督責任範囲にある他の事業に関する TOR のレビュー
- ・ 自ら進めている事業に対する EMP および EIA 整備のためのコンサルタントの調整，管理
- ・ 監督責任範囲にある全ての事業に対する EMP のレビューと承認
- ・ 自ら進めている事業に対する環境モニタリングと評価
- ・ 監督責任範囲にある全ての事業に対する環境モニタリングと評価

(4) WREA

- ・ IEE 報告書の最終承認
- ・ EIA に対する TOR の最終承認
- ・ EIA 報告書および EMP のレビューと承認
- ・ 環境モニタリングと評価のための関係機関との調整
- ・ 環境評価プロセスを的確に実施した事業に対する環境適合証明書の発行
- ・ EIA に対して責任を持つ地方自治体の管理下で進められる事業についての EIA の報告書のレビューと承認

(5) その他の機関（WREA 地方事務所，地方自治体，特別区等）

- ・ 事業の環境スクリーニング結果のレビュー
- ・ 環境モニタリングと評価の実施に係わる定期的，あるいは抜き打ち的な検査の遂行

2. 環境評価の費用負担

事業実施者は，事業の環境評価行為に関する全ての費用を負担しなければならない。事業実施者は自らの費用はもちろんのこと，環境評価に関する政府関係機関の計画，住民参加のための各種活動の実施，レビュー，承認，データ提供，技術的助言等に関する実費についても負担することが求められている。

環境評価の関係書類の提出費用，レビューと承認の費用は，WREA によって関係省庁の協議に上で定められており，正式に公表されているようである。

3. 環境評価と事業ステージとの関係

環境評価のプロセスは，提案されている事業の概要と環境への影響が見えてきた段階で DPRA の計画作業と事業の各ステージ中に組み込まなければならない。そうすることによって，DPRA の計画作業と事業の各ステージが環境保護法の環境保全原則を反映することができるわけで，遅滞なく進められる必要がある。

表 7.1-1 に事業の各ステージと環境評価プロセスとの関係を示す。

事業の責任監督官庁はこの表にある各ステージに応じて適切な環境評価の手続きを進め

ていくことと、そのために内部のガイドラインにその一連の手続きと時期とを明記することが求められている。

また、国内外からの投資案件の管理事務所が管轄する事業案件については、WREA が環境適合証明書を発行するまでは認可を下してはならないとされている。

表 7.1-1 事業ステージと環境評価プロセスとの関係

事業ステージ	環境評価プロセス
事業提案	スクリーニング
事前 FS	初期環境調査 (IEE) および環境管理計画 (EMP) (初期環境調査を免除された場合)
	環境影響評価 (EIA) のための業務指示書 (TOR) (初期環境調査を求められた場合)
FS	環境影響評価 (EIA) および環境管理計画 (EMP) (環境影響評価を求められた場合)
詳細設計	環境影響評価 (EIA) および環境管理計画 (EMP) の承認
建設, 運営, 閉鎖	環境管理計画の実施およびモニタリング

4. 住民参加

DPRA と事業者は、環境評価の手続きに沿って住民参加活動の実施に責任を持たなければならない。住民参加は、IEE 報告のレビューと承認の手続きの中で非常に重要視されるものであり、WREA、DPRA、事業者は連携して環境影響評価の全ての段階において住民参加活動の実施に責任を持たされている。

住民参加活動として、少なくとも次のようなものが含まれていなければならない。

- ・ 利害関係者の告知
- ・ 事業内容と環境への影響に関する情報の周知
- ・ 事業の影響を受ける組織、事業に関心を持っている組織との意見交換協議
- ・ 上記 2 つの組織の下記のヒアリングおよびその他の会議への召集

(ア) DPRA が IEE 報告をレビューする時

(イ) WREA が EIA 報告をレビュー承認する時

(ウ) WREA が事業の計画・実施段階において両組織の関心事に回答するとき

WREA は、十分な住民参加が必要と認められる場合には、それが可能となるように、スクリーニング、IEE 報告、TOR と EIA 報告の検討のための時間を延長することもできる。

5. スクリーニング

DPRA は事業提案資料を基に、事業の環境スクリーニング実施のための特別レビュー組織を編成しなければならない。スクリーニングの目的は、これ以上の環境評価が不要な事業（exempt projects）と更なる環境評価が必要な事業（non-exempt projects）に分類することである。

環境評価が不要と判断されるのは、自然、規模、事業サイトという観点からみて環境影響が無視できる程度の事業の場合である。

DPRA は、事業内容説明資料を受領後 30 日以内にスクリーニングを実施し、その結果を文書にて、国家事業の場合には WREA に、地方事業の場合には県、市、あるいは特別区域の WREA 事務所に提出しなければならない。

また、WREA あるいは地方の WREA 事務所は、DPRA からのスクリーニングの所見を受領してから 15 日以内に、DPRA に対して判断に賛同するか、あるいは適切な情報や指示を考慮に入れながら再考を求めるかを通知しなければならない。

DPRA は、WREA あるいは地方の WREA 事務所からの報告文書を受領後 7 日以内に、事業者に対してスクリーニング結果とその結果を遵守するように通知しなければならない。

DPRA はまた、関連官庁や地方行政機関の環境管理モニタリング部署（EMMU）にも情報やモニタリング目的等を通知しなければならない。

これ以上の環境評価が不要と判断された事業に対しては、WREA は DPRA からのスクリーニング結果を受領後 15 日以内に環境適合証明書を発行しなければならない。この証明書の発行に当たっては、条件が付される場合もあり、この条件の遵守は事業者には法的な拘束力を持つことになる。

6. 初期環境調査（IEE）

環境評価が必要と判断された事業は、すべて IEE を実施しなければならない。また、事業者は、IEE の実施に当たりコンサルタントや国内外の組織を雇用することができる。

IEE 報告書には以下の記載が必要である。

- ・ IEE の実施責任を有している個人、団体、企業等の明記
- ・ あらゆる直接的、間接的に財政的に関心を有している者の開示

IEE の結果、EIA が不要と判断された場合には、IEE 報告の中で EMP を記載することが求められており、下記の項目の記載が必要である。

- ・ 環境影響の回避策および影響を最小にする対策
- ・ 環境制御とモニタリングプログラム
- ・ EMP および DPRA が環境保護に必要なだと考える項目の実施責任者、組織、スケジュール、予算

また、IEE の実施途中で EIA が必要なことが明らかになった場合には、IEE 報告の中に一連の EIA を念頭においた TOR を記載しなければならない。TOR は、事業サイトの内外で起こしうる全ての重大な環境被害を調査できるだけの十分な視野を持っていることが必要で

ある。また TOR には、DPRA による IEE 報告のレビューで出てきた全ての項目について記載されている必要があり、EIA を実施する人物、団体についても記載されなければならない。

7. 初期環境調査（IEE）報告のレビューと承認

IEE 報告の提出から 7 日以内に、DPRA はその事業によって影響を受ける他の監督官庁あるいは地方行政機関を招請し、IEE 報告にコメントを付すように通知しなければならない。DPRA が自らの部署内に IEE のレビューを取り仕切るだけの EMMU を持っていない場合には、IEE のレビューと住民参加活動の実施に最も適した関連監督官庁からの EMMU にその義務と権限を委任しなければならない。

政府機関および関連住民は、30 日以内に IEE 報告にコメントを付記し DPRA に提出しなければならない。IEE 報告と他の関連政府機関からのコメントに基づいて、DPRA は EIA が必要かどうかを判断する。EIA は、IEE が事業によって発生しうる重要な環境影響を明確にするに不十分だと判断された場合および EMP の内容が不十分だと判断された場合に、その実施を求められることになる。

IEE 報告の提出から 40 日以内に、DPRA は IEE 報告のレビューに関する決定内容を文書にて WREA に提出しなければならない。その文書には以下の項目の記載が求められる。

- ・ 重要報告内容の要約
- ・ 決定理由
- ・ 事業実施者が事業運営に当たって実施する環境保護対策とモニタリング
- ・ WREA が DPRA の IEE 報告のレビューの決定内容を理解するのに必要と思われる項目

WREA は、DPRA からの決定報告文書を受領して 10 日以内に、環境適合証明書を発行するか、IEE の結果を拒絶するか、あるいは事業実施者に対して EIA の実施を通知する。

WREA は DPRA にその結果を通知し、DPRA が事業実施者に通知する。環境適合証明書に条件が付される場合があるが、その場合の条件の実施は、事業実施者にとって法的に拘束力を持っているものとなる。

WREA が IEE 報告を拒絶した場合、事業実施者は IEE 報告を訂正し、再提出しなければならない。

8. 環境影響評価（EIA）実施のための業務指示書（TOR）の範囲

WREA は、EIA が当該事業に係わる全ての環境項目をカバーできるように、他の関係官庁と協議して TOR を修正することができる。一方、事業実施者は EIA の実施に当たって、他の人物、団体、企業等を雇用することができるが、TOR にはその実施者の資格について明確にし、記述しておかなければならない。また、当該事業のあらゆる直接的、間接的利害関係者についても明記しなければならない。

事業実施者は、WREA に TOR を提出し、レビューと承認を受けなければならない。WREA は、事業実施者から TOR を受領後 7 日以内に関係する中央および地方の行政機関に送付し、

コメントを求めなければならない。一方、WREA から通知を受けた行政機関は、15 日以内に TOR にコメントを付し、WREA に返送しなければならない。

WREA は、TOR のコメントを受領後 30 日以内に事業実施者にその決定内容を通知するとともに、DPRA に対して、TOR が承認されたのか、あるいは更なる改定が必要なのかを記載した文書を送付する。TOR の更なる改定が求められたときには、事業実施者は、TOR の商人のための再提出の前に WREA からの指示に従って改定しなければならない。事業実施者は、承認された TOR の内容に厳密に従って EIA を実施しなければならない。

9. 環境影響評価（EIA）のレビューと承認

WREA は、EIA 報告のレビューと承認に対して責任を有しており、関係省庁や他の政府機関、あるいは当該事業によって直接的あるいは間接的にも影響を受ける住民と連携しながら、レビューの調整をしなければならない。一方、事業実施者は EIA 報告の全文と要約版を提出しなければならないが、さらに報告書全文のコピー1部を DPRA に、WREA に 10 部提出しなければならない。

WREA は、EIA 報告書の受領後 15 日以内に、EIA 報告にコメントを付すように事業の影響を受けるところに通知、招請しなければならない。これらの通知、招請を受けた組織は、30 日以内にコメントを付し返送する必要がある。WREA はこれらのコメントを考慮して EIA 報告の承認、拒絶を検討する。

WREA は、EIA 報告受領後 60 日以内に EIA 報告のレビューを完了させ、以下の行動のどれかをとらなければならない。

- ・ EIA 報告の承認と事業の詳細設計段階で実施される特定条件下での一般的な EMP の承認
- ・ 事業実施者に対しての特定の項目を明確にするための追加調査の要請（この場合、EIA のレビューと承認は追加調査の結果を反映して修正された新しい EIA に対して実施される。）
- ・ EIA 報告の拒絶と下記の理由によって DPRA が事業をキャンセルするよう勧告
 - (ア) 事業が、ラオスの法律、国際条約上の義務、あるいは事業活動に関連した土地、森林、および他の資源を対象とした天然資源計画に従っていない。
 - (イ) 事業の環境影響を明らかにするためのデータ不足
 - (ウ) 提案された環境影響緩和対策が深刻な環境影響を十分に回避するか緩和させるものとなっていない。

WREA は、上記いずれかの決定に当たり、迅速に事業実施者にその決定内容について文書で通知するとともに、簡潔な説明を行わなければならない。また、WREA はその決定文書のコピーを関係省庁、中央および地方レベルの行政機関に送付しなければならない。

10. 環境管理計画（EMP）

IEE および IEE の中に記載された EMP は、WREA から事業実施者に対して環境適合証明書が発行される前に承認されなければならない。EIA が必要だと判断された事業に対して、その事業実施者は詳細設計の段階に既に WREA によって承認された IEE の中の一般的な EMP をもとに、詳細な EMP を作成しなければならない。

事業実施者は、事業サイトでの伐採、整地、建設、その他の物理的作業の開始よりも前に、WREA から出された EMP および IEE、EIA に対する環境適合証明書を獲得していなければならない。また、事業実施者は事業の全期間に渡って EMP を実行することを義務付けられており、事業の建設・運営・閉鎖で交わされる全ての契約において EMP の条項、条件を考慮しておかなければならない。

WREA、関係監督機関および事業実施者は、事業期間を通じて予期しない条件の変化が発生したときには、EMP の改定を要求することができる。

11. 事業環境のモニタリングと評価

事業実施者は、EMP の実施に当たり、事業環境のモニタリングと評価に直接的な責任を有している。中央省庁レベルの DPRA は、事業が中央レベルの政府機関によって承認された場合、事業環境のモニタリングと評価の実施を査察する責任を有している。また、地方レベルの DPRA は、事業が地方レベルの政府機関によって承認された場合に上記と同様な査察責任を負っている。

WREA は、事業が中央省庁レベルで承認された場合、DPRA が行う事業環境のモニタリングと評価の実施に対する査察での全体的なガイドラインに対して責任を負っている。必要な場合には、WREA は事業環境のモニタリングと評価の実施を確実に実行させる権限、およびそのための事業を査察する権限を持っている。また、県、市、特別区域の WREA 事務所についても、地方レベルで承認された事業に対して同様な責任、権限を保有している。

EMP および環境モニタリングと評価を効果的に実施することを確実にするため、事業では環境関連部署を作らなければならない。その構成メンバーは、事業会社自体からでもよいし、外部から雇用してきてよい。

事業実施者あるいは環境部署は、事業環境のモニタリングに関して月例報告を作成し、WREA、WREA 地方事務所、関係省庁の EMMU に送付しなければならない。

WREA、WREA 地方事務所、関係省庁の EMMU は、事業実施者が効果的且つ定期的に環境保護義務を実施するために、直接、事業活動を監督する権限を有している。もし環境モニタリング報告の中で、事業の EMP の実施が完全且つ適切に決められた計画どおりに行われていない場合には、関係省庁の EMMU は WREA あるいは WREA 地方事務所と連携の下に、事業実施者に対して欠陥を指摘し、厳格に計画を実施するよう警告、指導を行わなければならない。

7.2 環境影響分析

今回のプロジェクトは、基本的に発電プロジェクトに関するものであり、ラオスにおける電力プロジェクトの環境評価に関しては、2003年に工業手工業省（現エネルギー鉱業省）電力局から出されている「電力プロジェクトにおける環境管理基準」（Environment Management Standard for Electricity Projects）に基づいて行われることになる。この場合のDPRAは、中央政府レベルではエネルギー工業省電力局（DOE）、地方レベルではDOEの各地方事務所になるものと考えられる。

上記基準での環境スクリーニングでは、その発電出力に応じて以下の3つに分類されている。

- ・ 発電出力 100kW未満のプロジェクト
- ・ 発電出力 100kW以上，2000kW未満
- ・ 発電出力 2000kW以上

発電出力 100kW未満のプロジェクトに対しては、原則としてIEE以上の環境評価は不要である。発電出力 100kW以上，2000kW未満のプロジェクトに対しては、

- ・ 貯水ダムまたは取水口の有無
- ・ 河川流路の深刻な破壊，変更の有無
- ・ 燃料あるいは化学物質の大規模な貯蔵施設の有無
- ・ 広域な植生の伐採の有無
- ・ 工事中道路建設の有無

といった観点から、これらのものが無い場合にはこれ以上の環境評価は不要と判断されるが、ある場合には環境評価が必要とされ、IEEのステージに進むことになる。

3番目の発電出力 2000kW以上の案件に対しては、事業内容説明書を受領次第、環境スクリーニングチームが建設サイトの現地調査に入ることになる。現地調査では21項目にわたる基準が設定されており、その調査結果および調査メンバーの判断により、これ以上の環境評価の必要性の有無が判断される。

本プロジェクトでは、発電出力が100kW以下の小規模な発電を対象としていることから、原則として、前節で述べた事業内容説明書の提出だけでよいものと判断される。また、仮に100kWを越えるようなケースが発生したとしても、本プロジェクトが対象とする村落レベルのバイオマス発生量から判断して2000kWを超えることは考えられず、上記5項目の基準に触れることも無いため、基本的には事業内容説明書の提出だけで、それ以上の環境評価は不要と判断されるものと考えられる。

第8章 利害関係者のコメント

8.1 コメントの収集方法

本調査開始時に、ラオスにおける DNA である水資源環境庁（WREA）に利害関係者のコメント収集方法について確認したところ、本調査については、関係機関との面談等を通じてコメントを収集することが了承された。

8.2 面談等を通じたコメント収集

8.2.1 パイロット・プロジェクト

パイロット・プロジェクトの利害関係者は、ナベン村の村民と同村を管理するピアン郡およびエネルギー鉱業省電力局のサヤブリ支所である。

これらの利害関係者に対して、面談を通じてコメントの収集を行ったところ、以下のようなコメントを得た。

同村の貧困撲滅に貢献するプロジェクトとして、賛成の立場であり、プロジェクトの早期実現を強く望んでいることがわかった。

(1) ピアン郡

農村電化は貧困撲滅のためにも重要な施策であり、本プロジェクトに賛同し、プロジェクトの実現に向けて必要な支援を行いたい。

(2) ナベン村（代表として副村長と面談）

本プロジェクトの実現を強く希望する。農村電化は村の経済力向上に貢献するものと期待している。

(3) エネルギー鉱業省サヤブリ支所

未電化地域の電化促進はエネルギー鉱業省の方針および支所の方針にも合致しており、本プロジェクト実現に向けた調査への支援を行うので、プロジェクトを実現させて欲しい。

8.2.2 プログラム化

プログラム化の利害関係者は、中央政府（エネルギー鉱業省および WREA）であり、これらの利害関係者より、以下のようなコメントを得た。

(1) エネルギー鉱業省電力局

エネルギー鉱業省では、貧困撲滅という政府方針のもとに、現在 48%である電化率を 2010 年までに 70%、2020 年までに 90%に向上させることを目標としている。

本プロジェクトは、その方針にも合致したものであり、また未利用バイオマスを活用す

るという点で、石油代替エネルギー開発の面においてもラオスにとって有意義なプロジェクトである。

プログラム化にあたっては、農村電化計画との整合を図りながら実現していくことになるが、実現を強く期待している。

(2) 水資源環境庁（WREA）

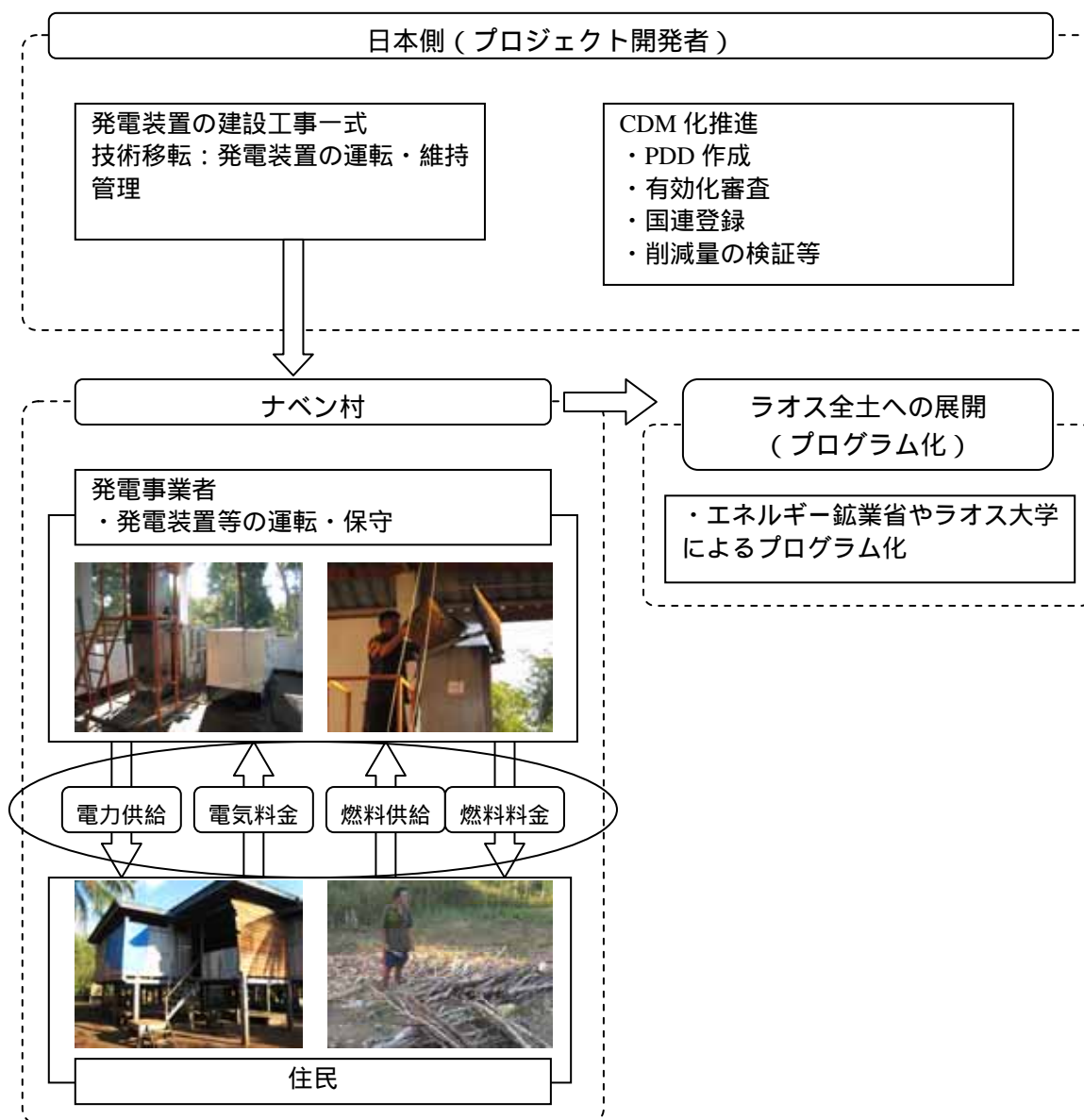
プログラム型 CDM というシステムについて、あまり良く理解できていないものの、プロジェクトの内容自体は未利用バイオマスを活用し地方電化を進めるもので、ラオスの発展に貢献するものと期待している。

プログラム化にあたっては、電化政策に責任を持つエネルギー鉱業省との調整が必要なので連携を密にして欲しい。

第9章 プロジェクトの実施計画

9.1 プロジェクト実施体制等の概要

本プロジェクトで最も重要なのは、住民が参加することによるプロジェクトの普及である。そこで、本プロジェクトの実施体制（スキーム案）を図9-1-1に示す。



住民参加型のプロジェクトするため、燃料となるバイオマス等は村民が有価で発電事業者に約 3 ¢/kWh に売り、逆に発電事業者から 15 ¢/kWh で買電するスキームを構築することで、実質的な売電価格を 12 ¢/kWh に抑制する。このことで、仮に電化をされない住居でも燃料供給を行うことで収入増になる。

プロジェクト参加予定者の概要

プロジェクト参加予定者の概要は以下に示す。

中国電力株式会社

日本の電力会社で、本プロジェクトに必要な設備投資を直接負担し、その負担の見返りとして CER を獲得する予定。

清水建設株式会社

日本の総合建設・エンジニアリング会社で、PDD を作成する。本プロジェクトに関する技術的な支援および設備投資を直接負担する。その負担の見返りとして CER を獲得する予定。

ナベン村

プロジェクトサイトで、日本側と共同でプロジェクトを推進する。

ラオス政府関係機関（エネルギー鉱業省・ラオス大学）

本プロジェクトをプログラム化し、日本側と共同でラオス全国の未電化村へ展開する。

9.1.1 プロジェクト参加者の役割と負担する範囲

(1) 日本側の役割と負担する範囲

日本側参加者の主な役割は、初期投資に係る費用を負担することであり、具体的には、本プロジェクトで導入される発電装置の設置工事に関する基本設計および詳細設計、建設工事の実施、施工監理、試運転、検査等を想定している。

さらに CDM プロジェクト化に関する手続き（PDD 作成、有効化審査、両国政府承認申請など）や発電設備の運転・維持ならびにモニタリングに関する技術的な支援、発生した CER の受取の役割を負う。

なお、資金調達の方法としては、投資家（参加企業）からの投資による方法や金融機関からの融資が考えられるが、パイロット・プロジェクトで考えると投資規模は小さく参加者の直接投資が有効である。

(2) ラオス側の役割と負担する範囲

パイロット・プロジェクトの実質的な運営主体はナベン村である。ナベン村はプロジェクト実施サイトを提供し、プロジェクトの運営（モニタリング、発電装置の運転・保守など）に責任を持つ。

しかしながら、ナベン村にはこのような運営能力がないことから、プロジェクトの運営はラオス大学の協力、もしくは同学への委託により実施する。

9.1.2 CERの取得方法

日本側参加者が初期投資を負担することから、ナベン村およびラオス側はCER全量が無償で日本参加者に移転させる。詳細については、日本側参加者とラオス側参加者との間で締結される契約の中で決定される。

第10章 資金計画

10.1 プロジェクトコスト

10.1.1 パイロットプロジェクト

(1) イニシャルコスト

パイロットプロジェクトでは、第2章プロジェクト技術での検討結果に基づき、定格95kWのディーゼル発電装置(混焼：バイオガス+軽油+ジャトロファ油)とガス化プラントを設置する計画である。

この計画におけるイニシャルコスト(試算)は、表10-1-1のとおりである。

ガス化プラントについては、その構造自体は比較的シンプルであることから、ラオス・チャンパサック県で用いられているタイで製作されたガス化プラントの費用を参考に算出している。

イニシャルコストの中ではガス化プラントが最も高価であり、海外生産によりコストを抑制することにより経済性への影響を小さくした。

表 10-1-1 イニシャルコストの内訳

項目	金額 (US\$)
ディーゼル発電装置 (95kW)	29,500
ガス化プラント	105,000
その他施設および工事費	15,000
合計	149,500

(2) ランニングコスト

パイロットプロジェクトにおけるランニングコストの内訳は表10-1-2のとおりで、若干の人員費上昇を織り込んだとしても依然、人員費が他国に比べて安価であるため、ランニングコストがプロジェクトの経済性に与える影響は比較的小さい。

なお、モニタリング等については国立ラオス大学への委託を前提に算出した。

表 10-1-2 ランニングコストの内訳

項目	金額 (US\$)
発電・ガス化プラント運転人員費	360
設備保守資材費	1,000
削減量検証費	2,000
合計	3,360

10.1.2 プログラム化

プログラム化においては、プロジェクト期間中に 250 世帯で構成される村が初年度で 54 村、以降、平均で約 60 村/年のペースで電化されていくものとしてイニシャルコスト、ランニングコスト以下のとおり試算した。

(1) イニシャルコスト

表 10-1-3 イニシャルコストの内訳

項 目	金額 (US\$)
ディーゼル発電装置 (37kW)	508,300
ガス化プラント	1,417,500
その他施設および工事費	162,000
合 計	2,087,800

(2) ランニングコスト

表 10-1-4 ランニングコストの内訳

項 目	金額 (US\$)
発電・ガス化プラント運転人件費	19,440
設備保守資材費	54,000
削減量検証費	81,000
合 計	154,440

10.2 資金計画

本プロジェクトに必要な資金は設備投資などのイニシャルコストとランニングコストであるが、イニシャルコストについては、日本側参加者による直接投資を考えている。

一方、ランニングコストについては、プロジェクト実施者である各村が負担するものとし、その原資には売電収入を充てることと。

なお、本プロジェクトで発生した C E R 全量は日本側参加者に基本的に無償で移転される計画であるため、C E R 獲得のための費用は発生しない。

第 1 1 章 経済性とリスク分析

11.1 前提条件

パイロットプロジェクトおよびそのプログラム化に伴う収益性を投資回収年数および内部収益率（IRR）で評価する。

設備投資等の前提条件は、第 10 章資金計画に示すとおりで、為替レートを 110 円 / US\$ とした。

なお、税金については、現地聞き取りの結果、村民が事業主体となって、当該村落の中で発電を行う場合は、その売電収入などに対しては税金の対象外とのことなので無税とした。

また、村落内での売電価格については、現在の約 40 円 / kWh を参考に、これを下回ると水準とするため、15 円 / kWh と設定した。

11.2 投資回収年数

投資回収年数については、CER の経済的価値がない場合および CER の価格として、5US\$/t-CO₂、10US\$/t-CO₂、15US\$/t-CO₂、20US\$/t-CO₂ の 4 ケースについて、累積事業収支が黒字化するまでの年数を表 11-2-1 のとおり算定した。

プログラム化においては、順次、段階的に電化プロジェクトを実施していくため、投資回収年数は長くなっている。

表 11-2-1 投資回収年数

算定条件		投資回収年数	
		パイロットプロジェクト	プログラム化
CER の経済的価値なし		10 年	回収不可
CER 価格の経済的価値あり	5US\$/t-CO ₂	9 年	14 年
	10US\$/t-CO ₂	8 年	13 年
	15US\$/t-CO ₂	7 年	11 年
	20US\$/t-CO ₂	6 年	10 年

11.3 内部収益率

11.3.1 内部収益率の試算

内部収益率については、CER の経済的価値がない場合および CER の価格として、5US\$/t-CO₂、10US\$/t-CO₂、15US\$/t-CO₂、20US\$/t-CO₂ の 4 ケースについて表 11-2-2 のとおり検討した。

ここでの IRR によるプロジェクト収益性の評価は、本プロジェクトへの投資的的確性を判断するためのものであるため、金利等については考慮していない。

この算定結果より、パイロットプロジェクトに関しては、CER の経済的価値がない場合、

8.07%でラオスのカントリーリスク等を考慮すると魅力的な投資案件とはならない。

また、プログラム化では、CERの経済的価値がない場合はIRRがマイナスで、5US\$/t-CO₂でも評価に値しないレベルである。

表 11-3-1 内部収益率

算定条件		内部収益率 (%)	
		パイロットプロジェクト	プログラム化
CERの経済的価値なし		8.07	-
CER 価格の経済的価値あり	5US\$/t-CO ₂	10.53	2.66
	10US\$/t-CO ₂	12.83	8.49
	15US\$/t-CO ₂	15.00	13.49
	20US\$/t-CO ₂	17.06	17.96

11.3.2 内部収益率の感度分析

11.3.1 内部収益率の計算において、イニシャルコストなどプロジェクトの前提条件を変化させて計算を行った場合の感度分析結果をを表 11-3-2 に示す。

パイロットプロジェクトに関しては、CERの経済的価値がない場合には、売電価格を変動させた場合に、IRRが4.01～11.63%の間で変動する。

また、CERの経済的価値を10US\$/t-CO₂とすると、IRRは9.4～15.98%で変動し、投資の対象として評価できる。

一方、プログラム化については、CERの経済的価値がない場合には、IRRはマイナス～4.2%であるが、CERの経済的価値(10US\$/t-CO₂)がある場合は、1.03～14.65%の間で変動する。

IRRにもっとも影響を与える変動要因は、売電価格であり、事業化にあたっては、十分留意する必要がある。

(1) CERの経済的価値がない場合

イニシャルコストを変動させた場合のIRR

	-10%	-5%	±0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	9.57	8.79	8.07	7.39	6.76
プログラム化	-	-	-	-	-

ランニングコストを変動させた場合のIRR

	-10%	-5%	±0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	8.33	8.20	8.07	7.94	7.81
プログラム化	-	-	-	-	-

売電価格を変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	4.01	6.12	8.07	9.90	11.63
プログラム化	-	-	-	0.20	4.20

ジャトロファ油の買取価格を変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	8.67	8.37	8.07	7.77	7.46
プログラム化	-	-	-	-	-

バイオマスの買取価格を変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	8.15	8.11	8.07	8.03	7.99
プログラム化	-	-	-	-	-

(1) CER の経済価値が 10US\$/t-CO₂ の場合

イニシャルコストを変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	14.59	13.68	12.83	12.04	11.31
プログラム化	8.75	8.61	8.49	8.36	8.24

ランニングコストを変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	13.06	12.95	12.83	12.71	12.60
プログラム化	9.39	8.94	8.49	8.03	7.57

売電価格を変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	9.40	11.16	12.83	14.33	15.98
プログラム化	1.03	4.97	8.49	11.69	14.65

ジャトロファ油の買取価格を変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	± 0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	13.36	13.10	12.83	12.56	12.29
プログラム化	9.70	9.10	8.49	7.87	7.24

バイオマスの買取価格を変動させた場合の IRR

	-10%	-5%	±0%	+5%	+10%
パイロットプロジェクト	12.90	12.86	12.83	12.80	12.76
プログラム化	8.64	8.56	8.49	8.41	8.33

11.4 温室効果ガス排出削減単価

パイロットプロジェクトにおけるクレジット獲得期間の温室効果ガス排出削減量は、10,010t-CO₂である。

したがって、温室効果ガス排出削減単価は、イニシャルコストである 149,500US\$より、14.8US\$/t-CO₂である。

11.5 プロジェクトリスク

(1) バイオマス燃料買い取り価格に関するリスク

タイを中心に、東南アジアにおいては籾殻、パーム椰子空果房（EFB:Empty Fruit Bunch）などのバイオマス燃料とした発電事業が数多くある。

これらバイオマス燃料を活用したプロジェクトで最も問題になるのが、バイオマス燃料価格である。

例えば籾殻を燃料とした発電が盛んなタイなどでは、以前はほとんど無価値であった籾殻が現在では商品価値のある燃料として取引されており、発電事業の事業性に大きな影響を与えている。

ラオス国内では、バイオマスを活用した発電はなく、現時点ではいずれのバイオマスも商品価値のないものとして廃棄されている。

しかしながら、前述のタイのように、一旦、その価値が認められると急激に価格が上昇する可能性も否定できない。このため、本プロジェクトの実施にあたっては、バイオマス燃料の売買に関する長期的な契約を締結するなどしてリスク軽減を図ることとしたい。

(2) 売電単価変動に関するリスク

本プロジェクトで発電した電力は、すべて村内にて消費されるため、事業性を評価するうえでは現状のディーゼル発電によるオフグリッドの売電価格よりは低く設定している。

世界的な燃料価格の高騰および高止まりが今後も予想され、本プロジェクトに影響を与える燃料価格の下落は直ちには考えにくいだが、安定的な事業運営に向けての課題である。

(3) 法律・税務上のリスク

我が国とラオスの間では、投資の自由化、促進および保護に関して、「日・ラオス投資協定」が署名されており、日本からの投資家および投資財産が保護されるなどの規定が設けられている。

また、国内法として「外国投資奨励法」が制定されており、本プロジェクト等についても投資許可等の制度は構築されている。

しかしながら、同国においては中央政府による規定が、地方において必ずしも的確に運用されているとはいえず、このことはプロジェクトの実施時期に影響を与える恐れがある。

このことについては、CER 獲得の期間にも影響を与えるため、本プロジェクトがスムーズに実施されるように関係省庁・地方行政との調整は必要である。

(4) プロジェクト技術の実証

本プロジェクトでは、可能な限りバイオマス燃料を活用するため、籾殻など農業廃棄物をガス化したバイオガスとラオスに自生するエネルギー作物であるジャトロファの油に軽油を混合してディーゼル発電を行う計画である。

このプロジェクト技術であるガスと油に混焼については、すでに実証プロジェクトもあり技術的に確立されたものであるが、ジャトロファ油については、その成分、特性が発電機に与える影響については、十分な評価がなされていない。

このことから CER 発生量を増加させるために、ジャトロファ油などバイオマス活用量を増加させた場合の長期的な発電に対する影響を評価するために、この技術の実証を進めていく必要がある。

第12章 事業化に向けての見込み・課題

12.1 CDM プロジェクト推進上の課題

12.1.1 CDM プロジェクト受入体制上の課題

農業国であるラオスには未利用バイオマスが豊富に存在しているが、同国の CDM プロジェクトは 2008 年 1 月 31 日時点で 1 件と他国に比べて極めて少ない。

同国の DNA である水資源・環境庁（WREA：Water Resource and Environment Agency）では CDM プロジェクト推進のために、関係機関で構成される DNA 委員会の設置や承認手続きをまとめた省令を作成中である。

このように WREA では積極的に CDM プロジェクトを受け入れるための体制整備を行っているが、関係省庁の足並みは必ずしも一致しておらず、CDM プロジェクトが同国の発展に寄与することを積極的に PR していく必要がある。

12.1.2 プログラム化の課題

本プロジェクトは、ラオスにおいて最優先の開発ニーズのひとつである農村電化促進を、村落から発生する農業廃棄物などのバイオマスを発電装置のエネルギー源として活用することで実現する、「コベネフィット型 CDM」である。

本調査では、ラオス北部の未電化村をパイロットプロジェクトとし、同国全土への展開を検討した。

農村電化に関する関係省庁、地方行政の関心は高く、実現への期待も大きい。

しかしながら、プログラム化に向けての課題としては次のようなものがある。

(1) 住民参加型によるプロジェクトの普及

当然のことではあるが、未電化村における電化への期待は大きい。しかしながら、ただ単に電化を行えば、電気料金支出という新たなコスト負担が増えることになり、貧しい農村の生活を圧迫する恐れがある。

本調査では、この点について現地カウンターパートであるラオス大学、エネルギー鉱業省と議論しており、現時点では、住民が燃料となるバイオマスを発電事業者を提供し、発電事業者が燃料代を支払うというものである。

もちろん住民は提供した燃料代とその他の収入の中から電気代を発電事業者を支払う必要がある。

本プロジェクトでは燃料となるバイオマス等の価格を約 3 ¢/kWh に設定した。

一方、発電事業者の売電価格は 15 ¢/kWh とし、村民の実質的な電気代負担を 12 ¢/kWh に抑制した。

このスキームであれば、仮に電力供給を受けられない世帯であっても、バイオマス燃料を供給することで、燃料販売収入を得ることが可能となり、住民参加型の持続可能なプロ

ジェクトとして普及させることが可能である。

(2) 電化による便益の定量評価

電化による便益について、下記のとおり評価を行った。

具体的には、同国で(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が実施した「太陽光発電システム等国際共同実証事業(PV+揚水発電)」によりウドムサイ県 Nga 郡の 10 村(約 900 世帯, 5,000 人)を対象に約 520 世帯を電化した事業について、電化後の村落の変化について、エネルギー鉱業省および国立ラオス大学調査した結果を参考に評価を行った。

a. 電化による村落社会への影響

同電化事業の前後で村落に普及した電化製品は表 12-1-1 に示すとおりで、電化前はラジオが情報入手・娯楽の中心であったが、電化後はテレビがその中心となっていることが分かる。

同事業の報告書によれば、電化前の 1 世帯当りの年間収入が 120US\$ だったものが、電化後 1 年で 217US\$, 2 年後には 268US\$ へ増加している。

これら農村の主要な収入源は、農業・畜産業であるが、電化により副収入である手工芸品による収入が、2US\$ から 27US\$ へと年間収入の 10% を占めるまでに増加している。

これは電化後の照明の普及による効果で、照明を導入することで夜間でも手工芸品制作を行うことが可能になったことにより、そこから得られる収入が増加している。

表 12-1-1 家電製品の導入状況

	電化前	電化後(1年目)	電化後(2年目)
ラ ジ オ	241	112	78
テ レ ビ	44	162	308
C D	56	209	315
衛星中継		33	120
照 明		785	826
扇 風 機		102	235

b. 電化による貧困撲滅への貢献

本調査において、未電化村に対して行った電化への期待調査では、表 12-1-1 の結果同様、テレビや照明、扇風機といった生活環境の向上を求めるものに加え、灌漑用ポンプや食物保存用やワクチン保存用の冷蔵庫などの導入を求めるものがあった。

農民の電化への期待で一番大きいのは生活環境向上であるが、それ以外の経済的な効果

をもたらすものとして次のような事項が考えられる。

灌漑用ポンプによる農業収入の増加

ラオスの農村部で主要な収入源となっている農業は、特に未電化地域では天水農業が中心となっている。このため、灌漑用ポンプを設置することは天候の影響を受けにくくなり、また稲作面積の拡大による収入増へもつながる可能性がある。

冷蔵庫の導入による付加価値製品の生産など

冷蔵庫を導入する目的は、ワクチン等を備蓄することにより家畜への予防接種が可能になり、所謂、付加価値のある製品として販売することが可能になり、収入増へつながる可能性があるというものである。

また、家畜用だけでなく、薬などを保存しておくことでいまだに高い乳幼児の死亡率を下げる効果もある。