

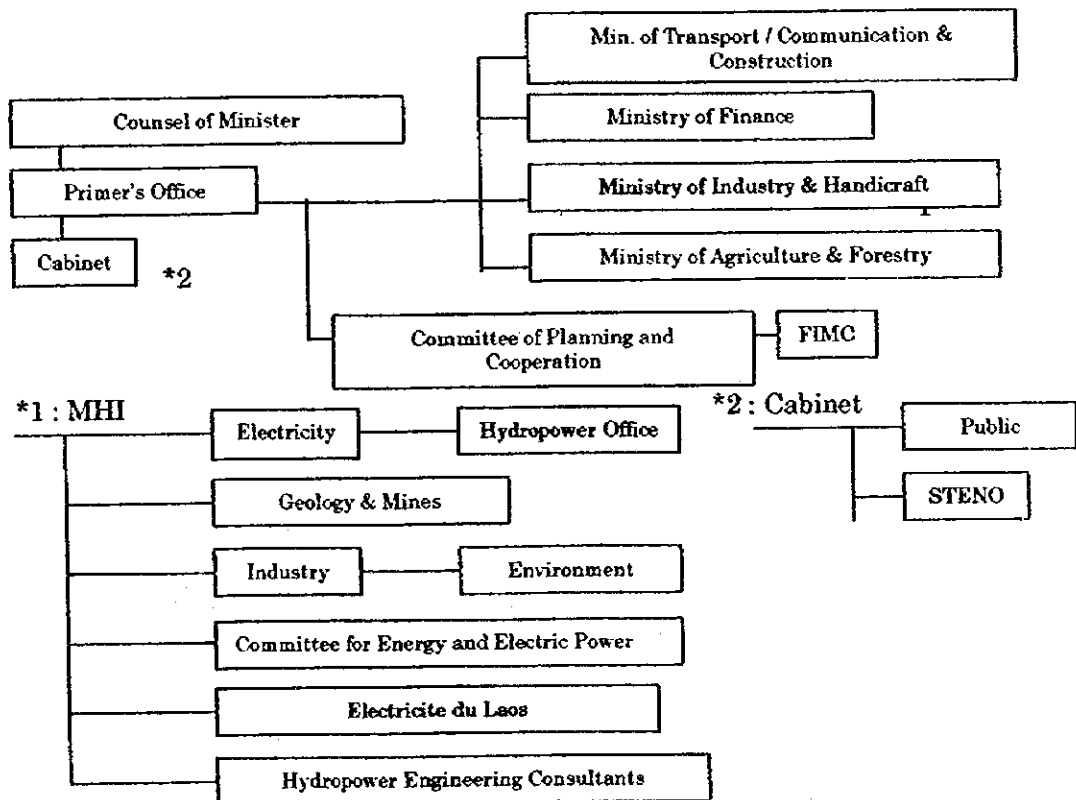
第4章 電力事業の枠組み

4.1 エネルギー部門の概要

(1) エネルギー部門の組織

- MIH (Ministry of Industry and Handicraft) : エネルギー部門の全体統括とシステム運営。
- SPC (State Planning Committee) : MIHとともに、政策と戦略立案。
- CEP (Committee for Energy and Electric Power) : 供給契約に対応する開発計画を調整するもので、タイとのMOU締結後組織された。MIH、EDL、CPCと大蔵省がメンバーになっている。
- STENO (Science, Technology and Environment National Organization) : 計画と開発段階で参加。環境計画と管理責任。環境・社会影響評価基準を策定。
- Ministry of Agriculture & Forestry : 計画と開発段階で参加。
- Ministry of Transport & Communication : 計画と開発段階で参加。
- HEC (Hydropower Engineering Consultants) : 水力発電開発の調査・設計 (MIH傘下)
- ECI (Electrical Installation and Construction) : 電化と電気設備建設のコントラクト担当 (MIH傘下)

図4.1 Principal GOL Agencies involved in IPP Implementation



(2) エネルギーシステムの操業と計画・管理

EDL (Electricite du Laos) が、ラオスの発電、変電、主送電網の総括責任機関である。EDLはMIHの傘下の国有組織であるが、その Board of Directors は直接内閣

に報告できるように再組織されつつある。EDLは、ラオスの主な発電・変電・送電設備を所有・運転し、タイとの電力授受及び輸出を管理している。

遠隔集落へ供給している小規模配電網のうちいくつかは、県の担当部門により所有・運転されている。

計画・開発部門

MHIで、発電・送電の計画・開発を担当しているのが、Department of Electricityである。Department of Electricity内のHPO (Hydropower Office)は、発電プロジェクトの特定から詳細設計・建設実行までを担当し、以降はEDLに移管される。プロジェクトがHPOの手を離れるまでに、技術・資金・環境・取引等に関する要素がほとんど設定されるので、HPOの役割は単に開発プロセスを管理するのみでなく、開発が合理的かつ収益性があることを確実にすることも含まれる。

HPOの役割

- ・ 政策と計画両面での大臣への助言
- ・ プロジェクトの特定・検討・ランク付け (FSまで)
- ・ IPPグループから提出されたプロポーザル・検討書・契約を、技術・取引・環境面からの再検討実施。
- ・ IPPグループ及び電力購入先との交渉への参画。

EDLの役割

EDLは、プロジェクト開発責任をもつ。借入による発電プロジェクトは、コンサルタント及び設計・建設コントラクターの雇用を担当するEDLにより実行される。IPP開発に関しては、EDLは対等な機関であり、従って、電力購入先等の他のパーティとの交渉に必ず参加する。プロジェクトが設計段階になると、開発グループ・政府間の連絡役となる。

4. 2 発送電の現状と開発計画

(1) 概要

ラオスでは主電力システムの開発が始まったばかりであり、電力を継続的に使用できるのは首都と県庁所在地に限られている。全世帯の16%、全村落の8%しか電力を使用できない。地方電化は、始まったばかりであり、遠隔の小さな町・村に対してよりは、現状は都会電化システムの拡大の段階にある。

全人口の約60%及び経済活動の大部分が以下の2帯状地帯に集中している。

- ・ メコン河沿いと南部タイ国境近接地域
- ・ 北部のVientianeとLuang Prabang回廊地帯

その他は、険しい山岳地帯・熱帯雨林もあり、インフラストラクチャー未整備、過疎の地域である。

地方の人口(全体の85%)は、12,000村落に分散しており、村落平均の村民数は、300人である。隣接の村まで20~30km離れていることもまれではない。

(2) 現状発電能力

ラオスの最大エネルギー源は、薪(Fuelwood)である。南部で石油開発が行われているが、石油埋蔵の確認はされていない。石炭は、VientianeとKhammouaneで埋蔵を確認できているが、採掘・輸送コストから、地方で使用されるFire brickに限定されている。しかしながら、水力発電資源には恵まれており、推定では18,000MWの発電が可能とされている。その内、現在利用されているのは200MW程度である。

表4. 1 Existing Power Plants in the Lao PDR (MW)

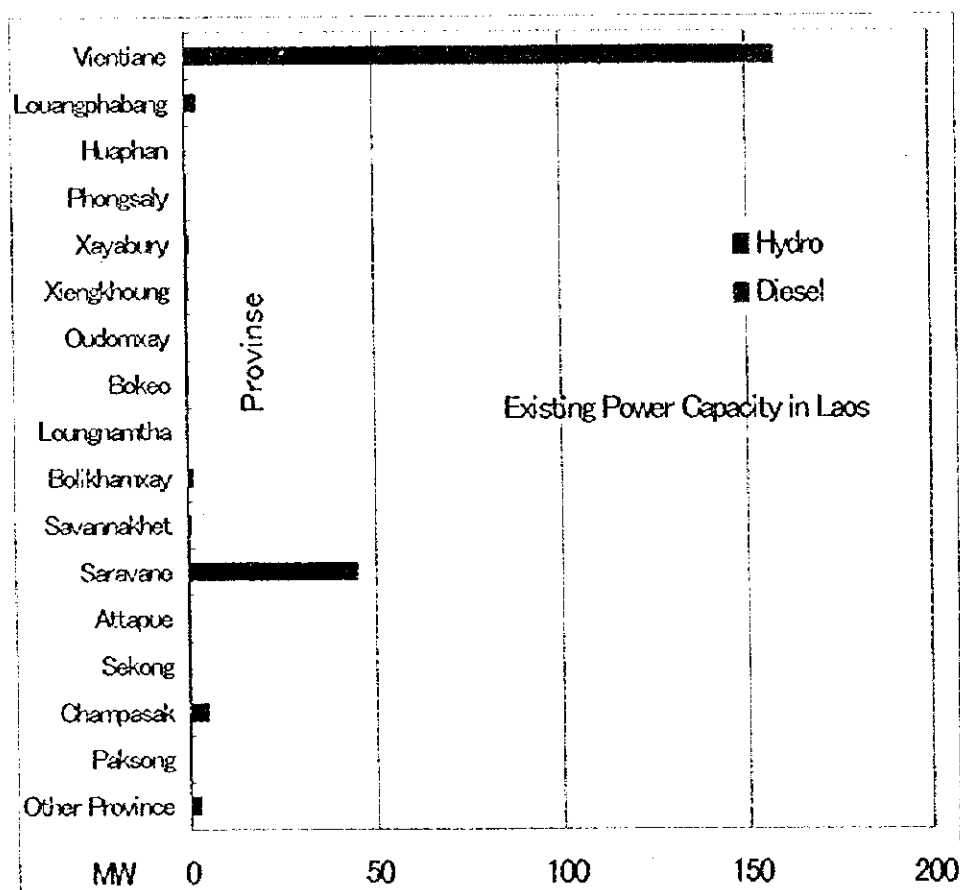
Province	Power Plant Type	Capacity(MW)	
		Hydro	Diesel
Vientiane	Nam Ngum	150.00	
	Sokpalouang		8.00
	Senakham		0.35
Louangphabang	Nam Dong	1.00	2.40
Huaphan	Nam Peun	0.04	
	Nam At	0.06	
	Nam San	0.11	
	Xamneu	0.03	
Phongsaly	Bounneu	0.04	
	Phongsaly		0.30
Xayabury	Nam Ham	0.15	
	M. Xayabury		0.40
	M. Phieng		0.20
	M. Paklay		0.25
	M. HongSa		0.07
	M. Ngeun		0.05
	M. XiengHone		0.05
	M. Khoi		0.05
	Xiengkhoung	M. Khoun	0.03
M. PhaXay			0.16
M. Paek			0.60
Oudomxay	M. Xay		0.20
Bokeo	M. Houayxai		0.49
Loungnamtha	Loungnamtha		0.31
Bolikhamxay	Nam Phao	1.60	
	Bolikhamxay		0.30
Savannakhet	Savannakhet		1.00
Saravane	Xeset	45.00	
	Saravane		0.40
Attapue	Attapue		0.24
Sekong	Sekong		0.10
Champasak	Selabam	5.00	
	Pakse		0.24
Paksong		0.04	
Other Province		3.00	
Total	222.26	206.09	16.16

ラオスにおける発電能力は、全体で 217MW(内訳：水力 202MW、ディーゼル 15 MW)である。

- ・ Nam Ngum 1 : 国内最大能力。設置能力 150MW、年平均発電量 860GWh
- ・ Nam Song Diversion Project が完成すると年平均発電量は 1,000GWh に増加。
- ・ Xeset : 2 番目の能力。45MW、年平均発電量 180GWh。大部分をタイへ輸出。
- ・ Nam Leuk Hydropower Project : 来年稼動開始予定。60MW を Vientiane 系列へ供給。

水力発電開発は、国内需要を上回る電力を輸出することが前提で設計されている。国内需要の安定した伸びにより、輸出は 1979 年の 790GW から 1995 年の 676GW と減少している。しかしながら、依然として電力はラオスの主な輸出品である。1993 年における EDL 生産量の 70%840GWh はタイに輸出され、外貨獲得額 20 百万 US\$ に相当する。(この額は国家外貨獲得高の 20%)

図4. 2 県別発電量比較



(3) 送電系列

1994 年末 Luang Prabang を Vientiane 系列に接続する 115kV 送電ラインを完成したことにより、ラオスの電力系列は、以下の 3 系列となった。すべての系列がタイ側と繋がっている。(別紙参照)

- ・ 北部系列 (Vientiane と Luang Prabang) :

Nam Ngum 1 水力と Nam Dong の小規模水力発電より電力供給。最近、Vientiane は北部に 115kV ラインが延長され、Luang Prabang に接続された。その結果、全国電力使用 114,000 世帯の 60% に相当する 70,000

世帯がこの系列を使っている。

タイへの電力供給は、115kVラインにてメコン河上をわたっている。

ベトナムのMokchaoより35kVラインにて、Huaphan 県に電力輸入。

Nam Ngum 地域の水力発電が完成すれば、北部系列は拡大する。

・ 中部系列 (Savannakhet と Thakhek) :

タイからの輸入と Nam Phao の小規模水力発電より電力供給。

Savannakhet 町:7,000 世帯 , Thakhek 町:17,000 世帯

将来は、Nam Theun プロジェクトから供給。

・ 南部系列 (Champassak 、 Saravane と Sekong) :

Xeset と Selabam 水力系統から電力供給。 13,000 世帯。115kV ライン

を使ってタイへ輸出している。なお乾期には、タイより輸入している。

将来は、Xekong プロジェクトからも供給。

EDL は、ラオス 17 県のうち 7 県で事業を行っている。しかも、基本的にはそれらの県でも県庁所在地だけである。その他の県では、地方行政機関が EDL の技術的協力を得て小規模電力系列の業務を行っている。

(4) 需要推移

ラオスの現状年間電力消費は、308GWh である。1 人当たり消費は 70kWh(1995 年) となり、東南アジアで最も少ない国のひとつである。16%の家庭が電化されているが、都市部が配電数で全国の 90%、消費量で 95%を占めている。最も消費量が多いのが 464,000 人の人口の Vientiane である。Vientiane には 50,000 の消費箇所があり、また、世帯の 70%が配電されている。Vientiane 県以外の電気消費量は非常に少なく、全国電気消費量の 7%を占めるに過ぎない。

ラオスの年平均発電必要量は、2010 年までに 1,088GWh に達すると見込まれる。

(ピーク時消費量 296MW)

電化された村落数 : 943 (8%)、電化された家庭数 : 114,234 (15.4%)、電力需要の伸長率は、8.7%である。またひとり当たりの電力消費量が最も少ない地域は、山岳地帯に囲まれ、国有電力網にリンクされていない北部ラオス地域である。

電化されている郡(District) の首都は限られており、しかも一日 3~4 時間しか電気が供給されていない。これは、輸入燃料が高いことと不十分で整備されていない道路網しかなく、燃料供給が不安定であることによる。

1981 年から最近までのエネルギー需給バランスの推移は、下のグラフの通りであるが、一時的渇水年に発電量が減少になり、消費も減少したが概ね横這いの状態で推移している。

今後の電力消費の伸長については以下のように、かなり強気の予測を立てているが、これはこの国の経済的発展と近隣諸国への輸出可否如何であろう。

図4. 3 需要推移

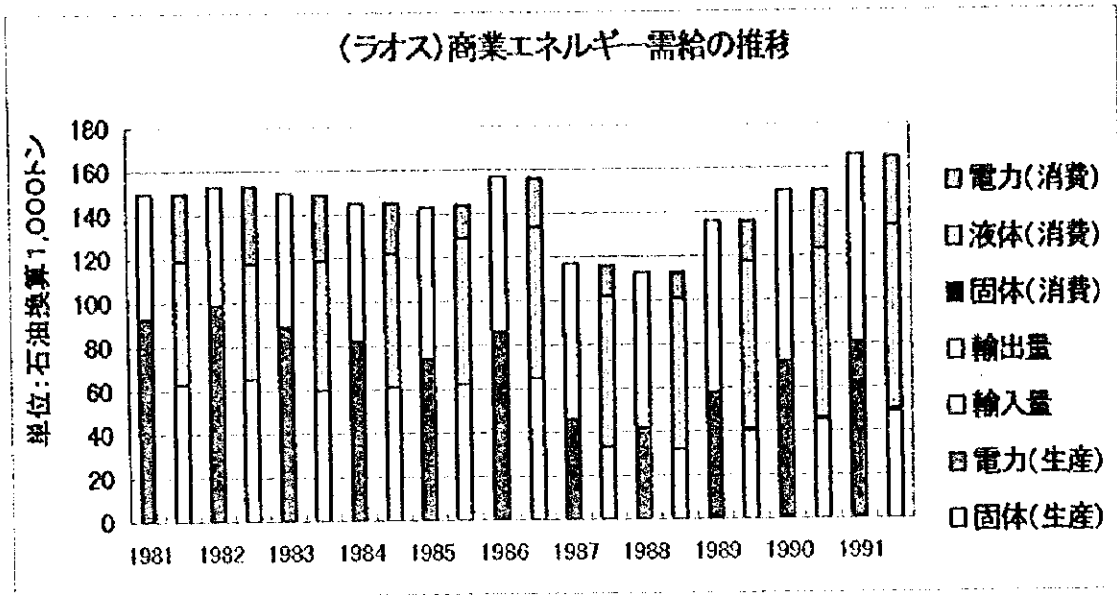


図4. 4 需要予測

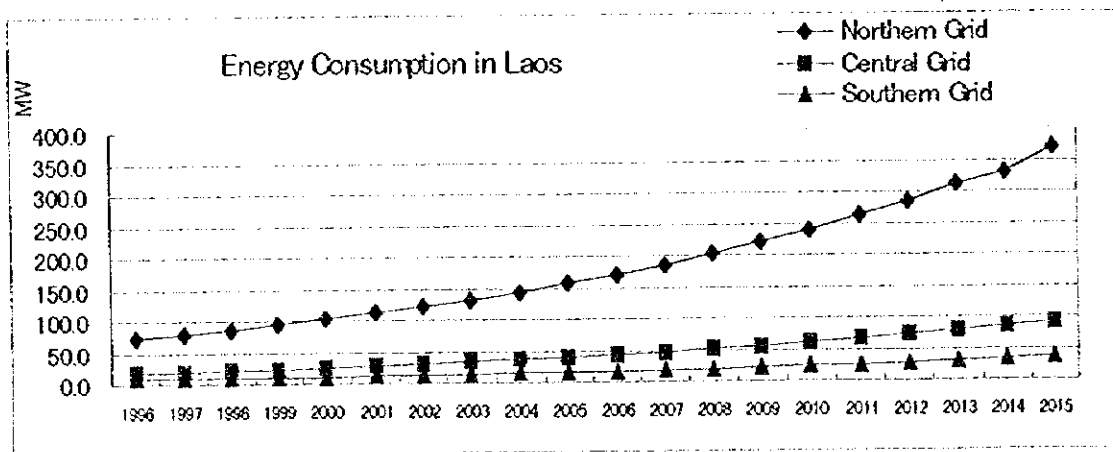


図4. 5 需要予測 (ピーク時)

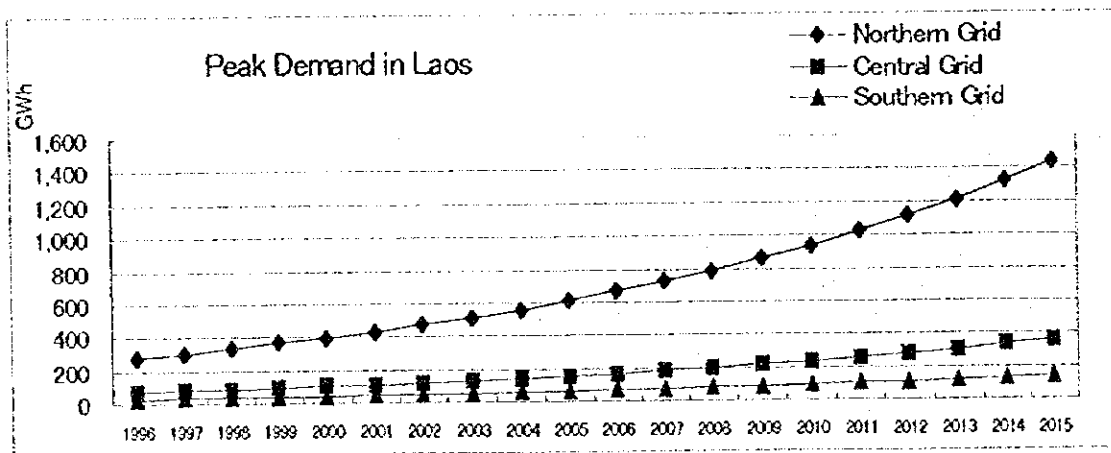


表 4. 2 Forecast Energy Consumption and Peak Demand in Lao PDR

Year	GWh				MW			
	Northern Grid	Central Grid	Southern Grid	Total	Northern Grid	Central Grid	Southern Grid	Total
1996	280	70	27	377	72.1	18	8.7	98.8
1997	305	76	29	410	78.6	19.6	7.6	105.8
1998	333	83	32	448	85.6	21.3	8.3	115.2
1999	363	90	35	488	93.3	22.4	9	124.7
2000	395	98	38	531	101.7	25.4	9.8	136.9
2001	431	107	42	580	110.9	27.6	10.7	149.2
2002	470	117	45	632	120.9	30.1	11.7	162.7
2003	512	128	49	689	131.8	32.8	12.7	177.3
2004	558	139	54	751	143.6	35.8	13.9	193.3
2005	608	152	59	819	156.5	39	15.1	210.6
2006	663	165	64	892	170.6	42.5	16.5	229.6
2007	723	180	70	973	186	46.3	17.9	250.2
2008	788	196	76	1060	202.7	50.5	19.6	272.8
2009	858	214	83	1155	221	55.1	21.3	297.4
2010	936	233	90	1259	240.9	60	23.2	324.1
2011	1020	254	98	1372	262.5	65.4	25.3	353.2
2012	1112	277	107	1496	286.2	71.3	27.6	385.1
2013	1212	302	117	1631	311.9	77.7	30.1	419.7
2014	1321	329	127	1777	330	84.7	32.8	447.5
2015	1440	359	139	1938	370.6	92.3	35.7	498.6

表 4. 3 Existing and projected distribution network

Village Electrification	Number of Village	Village with Electricity	Village to be electrified	Total	% of Village with Electricity	% of Village to be electrified	Total %
Prefecture Vientiane	476	303	73	376	63.7	15.3	79.0
Vientiane	608	79	146	225	13.0	24.0	37.0
Phongsaly	667	5	10	15	0.7	1.5	2.2
Loungnamtha	521	5	10	15	1.0	1.9	2.9
Oudomxay	806	3	10	13	0.4	1.2	1.6
Bokeo	401	6	10	16	1.5	2.5	4.0
Louangphabang	1237	44	10	54	3.6	0.8	4.4
Huaphan	890		50	50	0.0	5.6	5.6
Xayabury	368	5	20	25	1.4	5.4	6.8
Xiengkhoung	536	5	20	25	0.9	3.7	4.7
Bolikhamxay	549	8	54	62	1.5	9.8	11.3
Khammoune	880	148	212	360	16.8	24.1	40.9
Savannakhet	1607	17	244	261	1.1	15.2	16.2
Saravane	720	33	62	95	4.6	8.6	13.2
Sekong	339		51	51	0.0	15.0	15.0
Champasak	869	125	288	413	14.4	33.1	47.5
Attapue	173	4	10	14	2.3	5.8	8.1
Total	11647	790	1280	2070	6.8	11.0	17.8

4. 3 電力政策の枠組み

(1) 電力政策

概要

新経済メカニズムの枠組みの中で、マクロ経済化と社会の目標を達成するため政府はエネルギー部門において環境にやさしく持続性ある開発を進めることを第一とした。ラオス政府は、この政策目標に加え、五つのエネルギー開発に影響あるファクターに重点をおいている。

- ・ 貧困撲滅と社会開発。
- ・ 国境を越えタイへの大規模電力輸出。タイの電力消費は、毎年 1,000MW (または、10%) 伸長してきており、またこの伸長率は将来さらに増加する見込みである。1993 年 7 月、電力をラオスからタイへ輸出する MOU (Memorandum of Understanding) が、締結された。これは、ラオスが 2000 年までに、タイへの輸出用に 1,500MW の電源開発を行うものである。さらに 1996 年なかば、2006 年までに、タイへの電力輸出を 3,000MW とすることも合意に達した。
- ・ 最近ベトナムとの間で締結した MOU は、2010 年までにベトナムに 1,500~2,000 MW 輸出するものである。
- ・ 国内電気エネルギー需要は、年間 8~10% で伸長。既存の発電能力が増加しない限り、この伸長率で需要が増加すると、大部分の輸出をしだいに吸収してしまい、外貨収入が減少する。
- ・ 中国・カンボジア・その他近隣諸国への電力交易と販売の可能性。

これらのファクターはラオスの全体開発計画にも含まれている。この政策 (第三次五ヶ年計画) のもとに、安価なエネルギー供給するため、政府はラオスで有望なエネルギー源開発の優先順位を確立した。

- ・ 産業発生する機会と必要性を創出し拡大するもの。
- ・ 地方集落において、よりよい社会・経済環境を作るための地方電化の推進。
- ・ エネルギー源を輸入燃料からの転換。
- ・ 近隣諸国への電力輸出による外貨獲得。

政府は、異なった市場要求に応えるため、2 種類のエネルギー開発プロジェクトを政策化した。

- ・ 小規模プロジェクト：国内の遠隔地と開発中の国内送電網を対象。
- ・ 中規模~大規模プロジェクト：輸出必要量と発電所の付近の需要を充足する。

(2) 政府プロジェクトにおける政策

政府は、(EDL を通して) 小・中規模プロジェクト開発に成功してきた。開発は、ふたつの目的に焦点をあてた。すなわち、第一は国内市場のための発電・変電・送電インフラストラクチャ開発であり、第二は、タイへの輸出拡大である。発電プロジェクトは、国境を越えた販売の可能性もありかつ経済的なコストでその地方への供給が可能かという点から選択された。

EDL の管理下で開発された発電プロジェクトの例としては、Nam Ngum 1、Xeset、Selabam 水力発電プロジェクトと Nam Song Diversion Project である。送電プロジェクトには、Nam Ngum から Luang Prabang への 115kV ライン、県送電連結プロジェクト、Vientiane から Sam Neua への 35kV ラインも含まれている。

これらのプロジェクトの特徴は、2 またはそれ以上の Agency がスポンサーとなっており、必要な FS、詳細設計、建設指導等のためにコンサルタントが雇用されていることである。

表4. 4 現在実行中及び検討中の発電プロジェクト

ELECTRIC POWER PROJECTS UNDER IMPLEMENTATION OR CONSIDERATION

All Costs in USD Mill.

No.	Projects	Agreement and Participants	Annual Energy Output GWh	Status	Installed Capacity MW
1	Nam Ngum 2	Shlapak (MOU 16/01/91)	1919	F/S	308
2	Nam Ngum 3	MDX + GOL (MOU 16/03/94)	2050	F/S Ongoing	400
3	Nam Nhiep 1	Shlapak (MOU 16/01/91)		PF/S	440
4	Nam Nhiep 2	VKS (MOU 01/03/95)		PF/S	495
5	Nam Nhiep 3	VKS (MOU 01/03/95)		PF/S	70
6	Nam Suang 2	VKS (MOU 02/03/95)		PF/S	190
7	Nam Theun 1	SUSCO (25/03/94)		F/S Ongoing	400
8	Nam Theun 2	Transfield + EDF + EDL + Thai Group (MOU 07/03/94)	4530	F/S, DD	681
9	Nam Theun 3	Heard Energy Corp. (MOU 01/98/94)	975	F/S	190
10	Nam Theun-Hinboun	EDL + MDX + NH (MOU 23/06/93)	1380	F/S, DD	210
11	Sepian-Senamnoy	Dong Ah (MOU 03/08/94)	1927	F/S	339
12	Sekaman 1	HECEC (MOU 03/03/94)	1694	F/S	363
13	Nam Khan 2	Hydro Quebec Int. (MOU 24/06/94)		PF/S	126
14	Houay Ho	Daewoo + EDL + Loxley (MOU 23/09/93)	657	F/S, DD	136
15	Nam Cha 1	HECEC (MOU 06/04/94)		D/S	115
16	Nam Cha 2	HECEC (MOU 06/04/94)		D/S	70
17	Southern Trans.Syst.	HECEC (MOU 06/03/94)		F/S	
18	Nam Mang 3	Ch.Kanchang + EDL (MOU 21/01/94)	142	F/S	50
19	Hongsai-Lignite	Lao-Thai Power (MOU 30/12/93)	3522	F/S	600
20	Nam Lik 1/2	SIT Enterprise Cop. (MOU 16/02/95)		F/S Ongoing	94
21	Nam Ou	Pacific Rim Energy Part. (MOU 07/11/94)		F/S Ongoing	500
22	Sekatam 1 & 2	Hydro Powr Pty.Ltd. (MOU 15/10/94)	850	F/S	130
23	Nam Tha 1	S.P.B. (MOU 07/10/95)		PF/S	210
24	Se Kong 4	Modular (MOU 07/03/94)		PF/S	470
25	PGI	EDL (IDA)		F/S, DD	
	TOTAL				6587

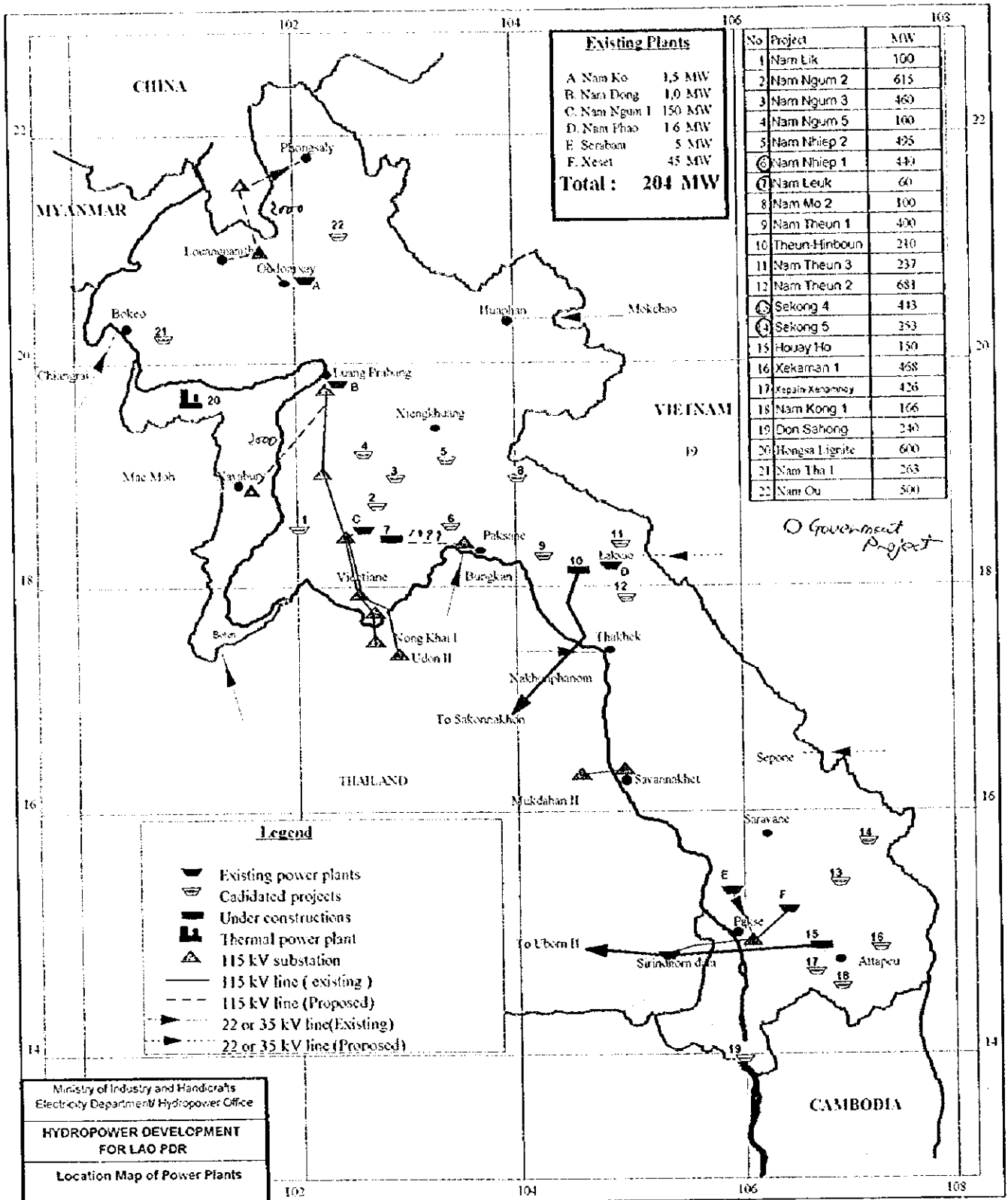
F/S: Feasibility Study
DS: Desk Study

PF/S: Pre-feasibility Study
DD: Detailed Design

Source: Ministry of Industry and Handicrafts
Electricity Department

図4. 6 ラオスの発電所

POWER PLANTS IN LAO PDR



(3) 民間参加政策

ここ数年の重要な電源開発において民間部門が参加に積極的になり、またその必要性も高まってきた。

- ・国の経済が加速的に成長し、またアジア地域全体にわたる電力需要が増加するにつれて、国内電力の需要伸長率が増大した。
- ・経済成長が早すぎたため、従来からの資金源である世界銀行・ADB (Asian Development Bank) ・他の国際財政機関・相互援助国等の資金供給に限界が生じて来た。
- ・ラオス政府は、「ラオスにおける外国の投資促進と管理に関する法律」 Law No.01/94 を制定し、外国人及び機関が相互利益・法律・国の制度を遵守することを前提に、投資することを奨励している。
- ・ラオス政府は、創成期の市場経済を管理し民間投資を保護するため法律的基盤と制度的フレームワークの確立に努めて来た。電気法(Electricity Law)と水法(Water Law)を準備中である。

これらの開発を通じて、またラオス政府がこれまでタイの電力輸出市場を拡大してきた経験を生かして、ラオス政府の独立電力計画 (Independent Power Production: IPP) を刺激策として打ち上げた。

ラオス政府は、IPP 開発者により実現すべき水力発電と火力発電(褐炭/石炭)両方について可能性ある開発計画のリストを策定した。このリストは、過去 30 年間以上にわたって行われた検討を基に準備された。この検討の大部分はメコン川委員会(前のメコン委員会: Mekong Committee)によって行われたもので、さらなる検討が行われれば、改訂される。ラオス政府は、これらの計画における厳密な優先ランク付けは行っていない。これは、ある程度の選択の自由度を維持し、IPP 開発者と実行計画を含むプロジェクトを完成されたパッケージとしてそれぞれの提案されたプロジェクトをとらえるためである。

ラオス政府は、一般的には次のようなことが期待される電源開発に優先度を与えている。

- ・プロジェクト開発地域の環境と社会に害となる影響が限られている。
- ・政府の株式、ラオス政府に早期に利益をもたらすもの。
- ・ラオス政府への所有権の移転が約 20~25 年と比較的短いもの。
- ・プロジェクト開発地域のインフラストラクチャーと社会開発 (環境・社会管理と地方電化を含む)と結びつくもの。
- ・出資者間の公平な利益分配と出資に対する妥当な収益。
- ・開発者の財務能力。
- ・適正な実施時期。

(4) 送配電政策

電源開発計画に合わせて、ベルギーの基金による送電・配電開発マスタープランを策定する。国内送電開発に関しては、このマスタープランは送電網統合方法と延長計画を検討する。IPP と政府電源開発に関しては、マスタープランでは以下のことが述べられている。

- ・重複した送電線接続の回避。

- ・開発者間不確定要素の削減。
- ・タイへの送電に関して集中化フレームワークを示し、EGAT との交渉の頻度を減らしかつ簡素化。
- ・援助提供者及び資金貸与機関が、提案された送電計画の役割と重要性を長期的送電システムの全枠組みの中で評価できること。

現在このマスタープランは検討中であるが、ラオス政府は仮優先順位づけを行った。これには、供給の安定性・損失を改善するための修繕 (Rehabilitation) 方法、県送電網の送電と変電所の設計・建設・操業に関する基準と手順の統一が含まれている。

(5) 電気料金とコスト

歴史的にラオスの電気料金は、経済的供給コストを大きく下回る値に設定をされている一方、電力輸出からの歳入で国内消費を助成してきた。国内消費の増加により、輸出可能な過剰エネルギー減り、EDL は利益を確保するため国内電気料金値上げが必要になってきた。国際金融機関 (Asian Development Bank : ADB, The World Bank : WB) とともに策定した計画に従って、1989年と1993年の2回にわたって、名目33%、実質16.5%値上げされた。この契約は1996年6月までに、電気料金は、平均6.5US\$/kWhまで値上げするものである。現在の Vientiane 系列における平均電気料金は、KN25/kWh(KN=Kip)で、3.4US\$/kWhに相当する。また、政府は、lifeline tariff block を月間200kWhから50kWhに、3段階で削減することに同意した。最終段階として1996年末までに、全消費者かなりの負担となっている灌漑用消費者 (KN 7/kWh) への Cross - Subsidy も削減計画に従うこのになる。

現在の電気料金体系を以下に示し、Vientiane 地域の平均 Long-run marginal cost (LRMC) と比較する。1990年にADBの援助で行われた料金体系検討結果に基づくLRMCは、タイへの輸出不可による機会損失コスト(US\$3.5/kWh)と中低電圧レベルでの消費者への供給コストを加えた価格となっている。その結果、中低電圧レベルの利用者は、それぞれUS\$4.4/kWhとUS\$6.1/kWhとなる。政府は、LRMCに合わせ電気料金を上げるが、平等性・社会性・開発等を配慮し偏向については容認している。EDLが全国の電力供給について責任をもつことになれば、政府は、遠隔地への供給による追加コストを反映するように料金体系・レベル・LRMC計算を改定しなければならない。

表4.5 Comparison of EDL's Tariff to LRMC

Vientiane City and Province					
Category	Energy Sales (GWh)	Share in Domestic Sales (%)	Average Tariff (KN/kWh)	Average LRMC (KN/kWh)	Tariff to LRMC Ratio (%)
Residential	111	47.4	17	44	38.6
Diplomatic	9	3.8	60	44	136.4
Government	29	12.4	30	44	68.2
Commercial	52	22.2	47	44	106.8
Industrial	14	6.0	30	32	93.8
Irrigation	19	8.1	7	32	21.9
Total Domestic	234	100.0	26.9	42.3	63.6
Exports Thailand	417		25	25	100.0

Residential charge 0-100 kWh/month 8 KN/kWh
 101-200 15
 210 25

表4. 7 ラオス国内電気価格 (仮)

LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
Peace Independence Democracy Unity Prosperity

Ministry of Industry and Handicrafts

No.488/MIH
Vientiane, 14 August 1997

(Unofficial Translation)

NOTICE

To : The General Manager of Electricite du Laos
Subject : New Electricity Tariff Adjustment.

In accordance to the Resolution of the Government Meeting on 26 July 1997,
The Ministry of Industry and Handicrafts hereby informs Electricite du Laos the New Tariff to be
applied from the First of October 1997 as follows:

1. Residential Category (Lao or Foreigners) including school and small enterprises with licence class 7 :

-From 1 to 50 kwh/month	10 kip/kwh	← 8
-From 51 to 100 kwh/month	20 kip/kwh	← 8
-From 101 to 200 kwh/month	30 kip/kwh	← 15
-From 201 to 500 kwh/month	50 kip/kwh	← 25
-Over 500 kwh	80 kip/kwh	
2. Embassies/International Organization/Including Diplomatic Residences
100 kip/kwh (to be adjusted by + or - 10 kip for monthly exchange rate fluctuation to always be kept at 9.5 US Cent/kwh) ← 60
3. Commercial & Services 80 kip/kwh ← 30
4. Commercial Entertainments 100 kip/kwh
5. Government Offices, Industries, Agriculture, Handicrafts 60 kip/kwh ← 30
6. Irrigation, Public Companies supplying electricity in rural area 25 kip/kwh ← 7
(Bulk at 22 kv)
7. Bulk of 22 kv voltge or over 22 kv for the Categories (1 to 5) should be discounted by 15% of the above tariffs.
8. Minimum charge:
150 kip/month for Category 1.
1000 kip/month for categories (2 to 7)

The above tariff is not including the sale tax.
The New Tariff adjustment will be effective from October 1997.

Ministry of Industry and Handicrafts
Signed and Sealed by
Soulivong Daravong, the Minister

電気料金に加え、電化希望消費者は電化最先端からの接続コストを負担しなければならない。通常 KN 50,000~150,000 の範囲で、EDL の接続コストを賄うものである。(最新の料金体系次ページ)

国の料金体系は、EDL の Luang Prabang を除く全管轄地域で適用出来る。(Luang Prabang は、歴史的な理由により一定料金 KN47/kWh である。現在の EDL 管轄地域外では、地方管轄者が主にその地方のコスト条件を反映させたさまざまな料金を設定している。そのような地域の料金は、EDL 価格の数倍となっている。

遠隔地では、平準料金が広く採用されている。例えば、40W 電球 1 個あたり月額 KN800~1,000 である。これは、1 日 3 時間使用するとして KN220~280 に相当し、EDL 住宅向け料金の 10 倍になる。

この事から、次の 2 点が示唆される。

- ・ 高電気料金は、従来考えられていたよりも電気料金支払意欲が高いことを意味する。
- ・ EDL の管轄地域が広がるにつれて、公式に低料金システムを適用できる地域が拡大するであろう。これは、EDL のシステムでは、どこでも電気料金は一定であることによる。このことが、現在のコスト基準供給地域に料金体系の「ひずみ」をもたらすことになる。

表 4. 6 タイとの現在の取引価格

Tariff of Exports and Imports with Thailand

		Selling	Buying
1800-2100	Usc/kWh	5.80	5.85
2100-800		3.00	3.50
800-1800		3.70	3.75

4. 4 地方電化

(1) 地方電化の目的と戦略

地方電化は遠隔地に居住している人々の生活条件を以下の点で向上させるので、政府の政策重点課題となっている。

- ・ 食料生産増大
- ・ 農産物等の産業開発
- ・ 地方居住者へのあかりの提供
- ・ 生産活動を刺激

政府の基本政策は、始めに郡(Districts)の中心都市の終日電化を計り、つぎに周辺地域の電化へと進めることである。さらに、送電・配電開発は、他のエネルギー源により既に経済活動活発で電気需要がはっきりしている地域への供給網拡大を行うことである。最後に、送電ラインに近い村落の接続は、期待される負荷が大きいことと供給安全性確保のため低コスト技術が適用可能な場合、確実に実施されよう。接続コストの少なくとも 30% を村落が負担することが必須条件である。

地方へのライン建設・延長は、国内資金と大規模地方電化計画実行能力の不足から、供与ないしは貸与による国際資金源を如何に確保するかにかかっている。

MIH により策定された 2000 年までのラオス電化仮計画を次に示す。

表 4. 8 電化仮計画

	Present	2000
Households	114,000	88,000
Villages	950	2,300
H. / V.	120	38

EDL は全県の首都を電化することに努めるとともに、地方の電化計画も計画に反映させている。しかしながら、このような大規模電化普及は願望であり、現実的計画に比べ優先度が Sub Sector に置かれ、明らかに資金的にも技術的にも 2000 年までに達成できないと、政府は認識している。

上記の政府が策定した目的と政策は健全なものであり、この国の現状と資源条件に適合している。この 2000 年までに新地域に供給を広げる計画は、非常に過大なものである。地方電化の必要性とそれによる便益は広く認識されており、地方電化に関する最重要課題は村落を「いつ」電化するかである。一般的に、新地域への電化延長の最適時期は、期待される負荷が接続を正当化できる時点である。幸いにして、政府は地方電化に関する概括的であるが健全なガイドラインを採用したので、そのガイドラインに従えば、過大なる願望とか投資決定を間違えることは回避できよう。

(2) 過去及び現在進行中の地方電化プロジェクト

ラオスにおける地方電化は、電化率が地方人口の 2% で、開発の緒についたばかりである。電化された地方も、都市から周辺郊外への電力網延長によるものである。人口がまばらに分散した遠隔・山岳地域への距離は長く、経済的観点から国の大部分の村落を地域電力網に接続するのは、現実的ではない。また、ディーゼル発電機の利用も発電機へのアクセスの問題と燃料コストから難しい。にもかかわらず、地方電化は、過去の全ての主電化計画・プロジェクトの課題であった。

ラオスにおける地方電化推進上中心となる 4 計画がある。

① ヴィエンチャン平原地方電化プロジェクト

Vientiane 平原は、地方の人々が電気をいくらかでも利用できる唯一の地域である。これは、ADB 資金による Vientiane Plain Rural Electrification Projects (VPRE) の Phase 1/2 の完成によるものである。

表 4. 9 Vientiane Plain Rural Electrification Project

		Phase 1	Phase 2
Year of Completion		1986	1990
Distribution Network	22kv km	270	219
	0.4kv km		289
Households		2,400	5,280

② 南部州電化プロジェクト

Nam Ngum 水力発電と VPRE プロジェクト実施により、電力網からの電気は Vientiane とその近接北部地域において経済開発の触媒と考えられるようになった。一方、中央部と南部における経済活動は停滞していたので、その地域が注目されるようになった。Southern Provinces Electrification Projects (SPE) は、世界銀行が他の国内・国際金融機関と協力して実施し、Savannakhet, Champassak, Saravane の各県の選択された地域と対象として電化を進めた。

表4. 10 Southern Provinces Electrification Project

Year of Completion		1993
Distribution Network		
	22kv km	452
	0.4kv km	286
Households		8,000
Villages		150

③ 県レベル電力網連携プロジェクト

さらに、これら 3 県電化の次の Phase すなわち Provincial Grid Integration Project (PGI) へと展開した。PGI の目的は、Champassak, Saravane, Sekong, Savannakhet, Khammouane, Bolikhamxay といった中央・南部の消費者への電力供給の拡大と既に供給を受けている消費者への品質向上を計るものである。さらに、新 115kV と新 22kV のメコン河横断ラインを建設し分散した地方電気網をタイ電気網と接続する。

表4. 1 1 Provincial Grid Integration Project

Year of Completion		1998
Distribution Network		
	22kv Km	850
	0.4kv Km	950
Households		14,500
Villages		300

④ 中北部電力送電プロジェクト

最新の ADB 資金による中北部 Nam Ngum-Luang Prabang Power Transmission Project で、更に電化を進めようとしている。

表4. 1 2 Nam Ngum-Luang Prabang Power Transmission Project

Year of Completion	1997
Households	4,000
Villages	35

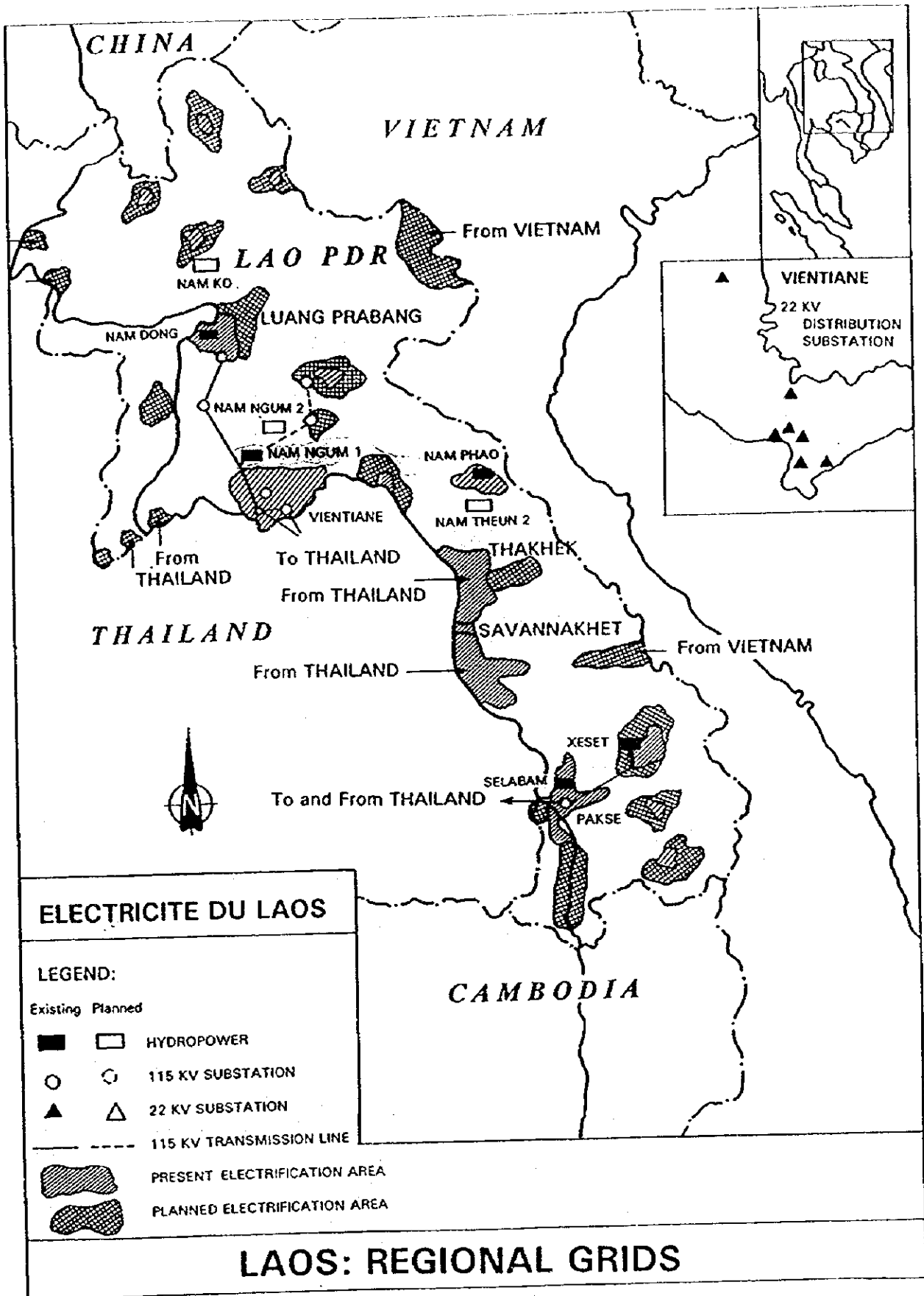
(3) 地方電化の現在のガイドラインと基準

EDL 県支局は、EDL 本部に地方電化プロジェクトを提出した。そのプロジェクトでは、各支局が電化優先順位と電化地域の最終決定を行っている。

国際金融機関の合意を得て、政府は地方電化のための概略検討方法と選定ガイドラインを採択した。

ガイドラインの一般的原理は、単独地方電化よりは包括的(Integral)電化に計画の焦点を置いている。エネルギー、インフラストラクチャー、信用、設備、生産等を同時に持つことが経済開発を引き起こすためには必要である。電化により地域エネルギー需要を充足させることが、低コストな方法のひとつであることが示めされなければならない。地域電化を決定する前に、現実的な需要展望・適正な経済コスト/利益分析を実施しなければならない。

図4. 7 ラオス地方電化計画



村落電化基準

- ・ 既存の中電圧網から負荷センターまでの距離
- ・ その地域の村落数
- ・ 村落における世帯数
- ・ 既存及びシステムに接続される予定の灌漑ポンプ・精米機及び他の産業活動数
- ・ 地域への道路設備

このガイドラインがラオスでどの程度適用されたかは、ここ10数年に実施したプロジェクトを完全に見直してみないと分からない。ただ、ラオスにおける地方電化推進は全て2つの国際金融機関(ADBとWB)によって資金提供を受けているが、両機関とも政府が上記検討方法と基準について合意する貸与条件としている。

しかしながら、実行段階でどの程度この基準が厳格に適用されているかは疑問である。世界銀行のアジア地方電化に関する報告書には、ほとんどがプロジェクト参加の包括的ガイドラインとして認めた条件を完全には満たしていない。プロジェクトの利益率も承認時期待されたよりもほとんどが小さい。世界銀行の地方電化プロジェクトではモニタリングと評価を重要視しない。また実行機関がプロジェクト利益を正しく評価するためのフォローアップ検討を実施するには、データ収集システムの設計と収集が必要であるが承認時には含まれていない。

ラオス政府の地方電化原則の適用実態についてははっきりした証拠はないが、世界銀行報告書にはラオス地方電化に関する短いコメントを出しており引用しておく。「ラオス地方電化計画で注目すべき特徴のひとつは、電化地域は高い経済成長を示したことであり、更なる成長は明らかに電力不足から制約を受けるであろう。経済開発が活発で電力需要が明らかに抑えられ接続することが経済的に成り立つ場合のみ、SPEプロジェクトでのラオスエネルギー部門の基本原則である遠隔地への電化を進めるべきである。

実施後の評価

南部県電化プロジェクト(Southern Provinces Electrification Project)計画完了に伴い、その結果のついての評価が行われた。(下表)

国内・商業地域で実際にかかった負荷は、プロジェクト形成時に採用した負荷推定技術が妥当なことを明らかにした。一方今後のプロジェクトでは、農業と産業部門は具体化に時間がかかりより緩やかな負荷伸長を採用すべきである。

表4. 13 Southern Provinces Electrification Project

Economic Analysis		Post Evaluation	Staff Appraisal Report (SAR)
Rate of Return (EIRR)			
Savannakhet	%	21.9	11.0
Champassak, Saravane		9.3	
Consumption			
Residential, commercial, and public service	MWh	6,313	10,640
Irrigation and industry		8,987	7,096
Electrification			
Villages electrified		150	147
Households electrified		8,000	8,354

(4) 電気料金とコスト

管轄下の全て地域に適用される EDL の電気料金体系は、Vientiane 都市部における LRMC(Long-run marginal cost)を、平均的にもまた大部分の消費者向けでも下回っている。EDL 管轄下の地方になるとさらにこの矛盾は大きくなる。

真のコストを確定する初期値は、タイとの国境電力取引価格である。北部網における国境価格は、USc 3.5kWh である。(時間帯により変動) 中部では、タイによる Wheeling Charge が加わり、USc 4.0/kWh。消費者への供給コストはさらに配電コストと損失が考慮されている。

表 4. 14 タイとの取引価格及びラオス内価格

Border price of Electricity from Thailand		
Northern Grid	USc/kWh	3.5
Central Grid		4.0
Southern Grid		2.9
Long-run marginal cost		
Residential consumers	USc/kWh	10-18
Non-residential consumers		7-12
Typical rural consumers		
Irrigation and lifeline residential rate	USc/kWh	1.0
Commerce		6.3

以上の料金体系は全てコストを大幅に割り込んでいる。特に、消費で大きな割合をもつ住宅用と灌漑用で著しい。これは、地方消費者への大きな助成となっている。この国家料金体系では、人口がまばらな地方では高コストとなる送電網を拡張し、EDL の長期的財政状態を満足なものにする事は出来ない。輸出料金が 4 年間固定され、また将来の値上げも緩やかなことから EDL の今後の負債と電力網を拡張するために必要な現金を、地方への電力販売からの収入で賄わざるをえない。将来の大規模水力発電計画は、EDL 投資計画とは分離して開発されている。現在の Nam Ngum と Xeset 水力発電からの輸出収入は、国内消費が増加するにつれて、しだいに減少するであろう。このことにより、現在の電力輸出による相互援助(Cross Subsidization)政策の範囲は減少する。

4. 5 地方電化のためのエネルギー源

(1) 水力・火力発電

ラオスの水力発電ポテンシャルは、非常に高い。メコン川が国境沿と一部国内を北から南に流れる。

北部地域は、峡谷と複雑な地形を伴った険しい山岳地帯である。水力発電のポテンシャルは、約 2,500MW と推定されている。しかしながら、大部分の河川は比較的ゆるやかでありコスト効率のよい高ヘッドの水力発電を建設することは難しい。したがって主たるプロジェクトは、ダムの高さをヘッドとして利用する貯水湖を伴ったダム方式を採用せざるをえない。しかも、この地域は降雨量が最もラオスですくない。

中央・南部地域は、それぞれの水力発電ポテンシャルが、約 6,800MW と 3,700MW と推定されている。(主に、Nam Ngum、Nam Ngiap、Nam Theun、Xe Kong) この

表4. 15 地域別地方電化方法分類

Rural Electrification by Area Category			
	Area category for rural electrification	Recommended Power Sources	Notes
1	Area close to the Present Network or to Power Plants in Laos	Domestic hydropower plants in Laos	Network extensions by 115/35/22kV and transformer combination
2	Border Areas in Laos to the Present Network or to Power Plants in Thailand or Vietnam	Domestic hydropower plants in Laos or imports from neighbouring countries	System design depending on the system voltage level and distance and size of load
3	Isolated Areas far from any Network	Diesel generators	Acceptable access roads or local fuel storage
4	Isolated Areas near Local Coal Resources, but far from any Network	Diesel generators	Diesel units may serve as a power reserve and for peaking purposes In central and southern regions, network extension will be more economic than local mini-hydros are more easy to justify.
		Thermal plants based on local coal	
5	Isolated Areas near Local Mini-hydros, but far from any Network	Diesel generators	In central and southern regions, network extension will be more economic than local mini-hydros are more easy to justify.
		Local Mini-hydros	
6	Area Close to Future Medium- to Large-scale Hydro or Thermal (Coal) Power Plants	Small diesel units	Rural areas surrounding the plant, even at quite considerable distances
		Future M-/L-scale Power Plants	
7	Other Types of Areas	The least-cost option compared network extension	Grid extension is always an option.
8	Scattered Loads throughout the Country	Batteries	Basic amount of electricity (lighting & radio) No plans for electricity distribution Consumers can afford the recurrent costs once the initial equipment expenditure has been met.
		Batteries and PV units	
		Batteries and Small wind turbines Auto-diesel units	

地域の地形は、低コストの中・大規模水力発電建設に適している。

別紙に示されている水力発電プロジェクトの多くは、メコン川の支流に沿って検討されている。これらの計画はそれぞれ検討段階が異なるが、大部分の調査・計画作業はこれからである。これらの作業は、調印された Memoranda of Understanding (MOUs)に基づき、実行される。現在作業が進行中であり、設計条件はまだ予備的段階のものである。

上記プロジェクトに加え、さまざまな大きさ(Minihydro、Small hydro、medium hydro)の水力発電開発可能なサイトが数多くある。

石炭資源開発のポテンシャル検討調査が、Muang Hongsa(タイ国境に近い北部地域)で行われている。タイへの輸出用の火力発電(600MW)計画について検討が始まっている。

(2) ディーゼル発電

初期投資が比較的少ないが、運転・メンテナンスコストが高いことがディーゼル発電の特徴である。負荷の小さな地方で、小規模システムのディーゼル発電を高稼働率で運転できれば、他の方法に比べ有利である。

ディーゼル発電は、ラオス・タイ・ベトナムの電力網から離れた地方では、現実的な選択肢である。しかしながら、燃料輸送のための道路が整備されていることが前提条件である。ラオスの郡部地方では、雨季になると大部分の道路が最悪の状態になる。したがって燃料供給が間断となり、電力供給が安定しない。十分な燃料貯蔵能力があれば、雨季における道路アクセスの問題は削減される。

道路がない場合、燃料は馬か人手で運搬されるが、ディーゼル発電は現実的ではない。これを解決するには、主道路近くに設置されたディーゼルプラントで発電し、架線を使用して地方電化を図ることである。

地方における電力市場が十分なレベルまで伸長したら、独立システムを電力網に接続するのが経済的である。この場合は、架線はディーゼルが送電網からの安価な水力発電に置き換えられても利用できる。また、ディーゼルエンジンは補助電源として利用できるし、電化計画中の他の地域へ転用することもできる。

(3) 小水力

ラオスは山岳的地形をもち多雨気候であることから、小水力発電プラントに適している。独立したネットワークに供給する場合、通常発電所は小さな貯水池しかない流下型(Run of river type)になってしまう。その結果、発電量は川の流量と降雨量の季節変動で変動する。小水力発電に、季節変動回避するダムを建設するのは、費用が大きくなり経済的にあわない。

電力市場は、通常年間を通じて安定した供給を要求する。流下型小水力発電による独立ネットワークの欠陥は、電力市場の需要に対応できないことである。乾季とピーク時には、需要に合わせるため補助ディーゼル発電機が必要となる。また、電力市場がゼロから開発する場合、乾季でさえ、初年度は小水力発電の全設計能力を消費することが出来ないことがしばしばある。いずれの場合も、投資コストは発電量に比べ高いものとなる。

主送電網から遠い孤立した地方での小水力発電は、低コストで貯水が可能であることと発電に十分な水量が確保できる場合のみ経済的に成り立つ。しかしながら、最適電力供給を図るため、小水力とディーゼルエンジン、または小水力と送電網接続が経済的に成り立つケースもある。結論としては、小水力プロジェクトはサイトにより条件が異なるので、ケースバイケースで評価されねばならない。

(4) 小規模石炭火力

たとえラオスの石炭資源の規模が、道路・鉄道・大規模発電所への投資を成立させるのに十分大きくない場合でも、その資源は炭坑周辺の地方電化には役立つ。小規模石炭火力プラントは、世界の市場で購入することが出来る。

石炭コストは安いので、発電コストも妥当なものであろう。さらに、電力市場が十分大きく送電コストが低い場合、石炭火力は他の電化エネルギー源選択枝に比べて競争力がある。

しかしながら、以下の点についての検討が必要である。

- ・ 発電所が急激に劣化するのを防止するため、熟練技術者による定期的メンテナンスが必要。
- ・ 発電所寿命は、水力発電と架線に比べると著しく短い。
- ・ 発電所からの長期的な大気汚染と灰蓄積は、許容できない。

(5) 風力

風力は高価であり特に頼りになるものではない。風力システムの経済性は風速パターンに大きく依存する。風力タービンにより生産されるエネルギーは、風速の3乗に比例する。従って、高エネルギーを生産するには、年間を通じて比較的安定した風を必要とする。こうした風は通常平坦な沿岸に存在する。典型的な例であるオランダ、デンマークとカリフォルニアでは、風力タービンが設置され、十分な風がある場合電力網に電気を供給し、石炭・石油消費を減らしている。

ラオスで風力は地方電化の現実的電力源とはなり得ない。風が強い時期に低負荷だと、能力の一部しか利用できず、需要がピーク時に風が無ければ、電力供給できない。風が弱い場合、信頼性のあるディーゼルエンジンか電力網との接続が必要である。バックアップを含めた投資総額は非常に大きくなり、通常成り立たない。

風力発電システム計画には、数年間の風速測定が必要である。ラオスにどの程度こうした記録があるか不明である。

(6) 太陽光システム

快晴条件下で1日・1m²あたりの全太陽エネルギー量は、太平洋の島で6.5kWh、ヨーロッパで3kWhある。ラオスのデータは分からない。

ソーラセルからの電力生産は昼間であり、一方地方での消費は夜ピークとなるので電力貯蔵のためのバッテリーとの組み合わせが必要である。自動車用バッテリーがよく使われているが、余り適していない。適切な能力と定期的な充電・放電用に設計されたバッテリーが望ましいが、自動車用と比べ簡単に手に入らないし高価である。小さすぎるバッテリーとメンテナンス不足はバッテリーの寿命を短くする。経験的にバ

バッテリーが太陽光システム(PV)の弱点である。

太陽光システムのコスト検討では、往々にしてソーラーセルモジュールのみに焦点があてられ、その外の重要なコスト項目(コントロールシステム、スイッチ、バッテリー、設置作業費)等が無視される。遠隔地で近づきたい場所の場合、輸送・設置費用が基本設備費と同程度かかることもある。メンテナンス(可能な場合)とバッテリー交換費用がさらに追加される。

経験的には、太陽光セル技術は高価格で用途が限定されているので高付加価値、遠隔地、需要が少ない用途に適しており、ラオスは対象となる。

(7) バッテリー

バッテリーは高価格ではあるが、多くの地方家庭では購入可能である。バッテリーは、ラジオ・TV・カセットプレーヤー・小電球等の各種用途で使われている。バッテリーには再充電ができないものがある。再充電可能バッテリー価格は、不可のバッテリーの数倍することがあるが、経済的であり多くのラオス家庭が購入している。再充電は、電化地域もしくは太陽光システムにより行われている。多くの地方家庭は広く普及している自動車用バッテリーを使っている。

唯一の電力源として広く普及しているにもかかわらず、厳密に言うとバッテリーは地方電化の選択枝にはならない。高価格と技術的限界から、バッテリーは電化前の対策で将来は持ち運び可能な電力機器となる。

4. 6 他援助機関、NGO等の地方電化・再生可能エネルギーに係わる活動

(1) 世界銀行

EDLは、世界銀行のGEF(Global Environment Facility Grant)を得て、Southern Provinces Electrification (SPRE) Projectの一部となる太陽光発電を含んだOff-Grid電化パイロット計画を取り進めようとしている。

その取り進め方法は、以下の通りである。

- ・ 対象とする地域社会が積極的に参加するよう明確に働きかける。
- ・ 地域社会との繰り返し討議を実施する。
- ・ プロジェクト各段階で、現地訪問とワークショップを行う。それにより、地域社会において操業し始めた地方電化システムの持続性を確かなものにし、政府・NGO・その他開発機関が発電能力を最大限に利用出来る(収入増)ような相乗効果を期待する。
- ・ 太陽光バッテリー充電計画も同規模で実施する。

EDL及び地方管轄部門は、Off-Grid地方電化技術を効率的に利用する能力がないので、GEF資金のかかなりの部分を技術援助、訓練、その他要員育成、計画管理等に向けざるを得ない。GEFの助成による太陽光バッテリー充電設備パイロットは、ディーゼルベース技術による地方電化を補うもので、あくまでもディーゼルが助成金積算のベースである。パイロットの総額は、\$2.1 millionで、その内\$1.4 million(基本となる投資・操業費・計画管理コスト)をIDA、GOL(ラオス政府)、地方受益者が負担する。

世界銀行は、追加分の\$749,000を負担する。

表4. 1 6 World Bank "Global Environment Facility (GEF) " Grant for Rural Electrification In Laos

World Bank "Global Environment Facility (GEF) " Grant for Rural Electrification in Laos

		Baseline Scenario			Proposed Alternative	Increment
		IDA	GOL /Beneficiaries/ Other Donors	Baseline Total	Total	Increment requested of GEF
1	Institutional Capacity Building	125	160	285	660	375
2	Diesel Mini-Grid	409	51	460	460	0
3	Micro-hydro Mini-Grid	271	20	291	426	135
5	Solar Battery Charging	312	20	332	500	168
7	Monitoring & Evaluation		5	5	71	66
	Total	1,117	256	1,373	2,117	744
(4)	Design/Site Selection /Training /etc. for 1-3	0	20	20	155	135
(6)	Design /Site Selection /Training /etc. for 5	0	20	20	80	60

(2) NGO の活動

ラオスで活躍している NGO で、エネルギー・電力・環境等の NGO リストを以下に示す。

表4. 1 7 Non Government Organization in Laos

Name	Projects	Personnel	Average Annual Budget (US\$)	Countries of operation
Community and Abroad (CAA)	Area Development	11	251,900	30
Green Life Association (GL)	Installation of Solar Panel	5	26,000	Laos
Concern Worldwide	Area Development	43	320,000	14
CIDSE		30	650,000	Vietnam Cambodia Laos

このうち、太陽光パネルを Green Life Association が設置しているが、詳細は不明である。

4. 7 太陽光発電利用地方電化プロジェクトの実施可能性

(1) 実施可能性

ラオス政府・MIH・EDL が検討している地方電化計画（上記各論参照）を、予定通り取り進められるかどうかは、今後の経済開発、特に農林業・水力発電計画等ラオスの中心産業の動向にかかっている。

地方電化が進むと、発電能力が増加しないかぎり、電力のタイ等への輸出すなわち

外貨獲得高が減少し、投資に廻す資金不足となる。一方、タイへの輸出価格を上げることは、昨今のタイの経済状態が回復基調にならない限りなかなか難しい。

また、地方電化が進まないと経済発展が進まないという関係にもある。

そこで、ラオス政府が最も期待しているのは、外国資本及び民間の参加による投資拡大である。特に、水力発電開発等の分野では多くの計画が提案され、その内一部は着実に具体化されつつある。

今回訪問したラオス国内の各地(Vientiane Province / Borikhamxai)で地方電化工事(架線・支柱)現場に遭遇した。しかしながら、それらは道路が整備されている地方に限られ、一步道路から離れると、例え地方電化が最も進んでいる Vientiane 地方でも今後の予定はまだはっきりしていない。

ラオス政府が考えている電化のためのエネルギー源は、水力・ディーゼル・小火力(石炭資源利用)・小水力・太陽光の順にネットワーク内・ネットワーク外・遠隔地と位置づけられており、その意味で太陽光は最も電化が困難な地域(山岳地帯・過疎地帯)向けとされている。

ラオスの約 10%の世帯が、将来太陽光エネルギーを使用し、1戸当たり 500Wとすれば、ラオス全体の世帯数が 752,000(1995年)であるから、

$752,000 \times 0.1 \times 0.5 = 37,600 \text{ kWh}$ が導入される計算になる。

一方、以下の例で示されるように、ラオスの村落における収入は小さく、1システム 800~1,000US\$する太陽光セットを購入する能力はないと考えるべきである。従って、国内外の援助機関の資金を仰がなければならない。

表4. 18 Overview of annual household in cash in four villages(in Kips)

	Name of village	Province	No. of households	Average income	Range
1	Vieng Xai (Lao Lum)	Vientiane	20	270,350	0 to 600,000
2	Dong Dan (Hmong)	Xieng Khouang	9	186,100	0 to 420,000
3	Nong Jama (Khamu)	Xieng Khouang	22	108,090	0 to 400,000
4	Bung San (Lao Lum)	Khammouan	20	231,515	21,000 to 600,000

しかしながら、世界銀行の援助による太陽光計画では、ラオス政府・受益者・その他の Donor が一部資金を負担している例もあるので、今後の取り進め方法検討に当たっては、本プロジェクトは 100%日本側負担である必要はないと考えられる。

結論的には、ラオスにおける太陽光発電はこの国特有の遠隔過疎地電化の決め手であり、日本の今回のプロジェクトにより村落社会への Basic Human Need を満たし、かつ永続的使用を目的とした技術・人材教育・メンテナンス・資金負担方法等について好結果が得られれば、エネルギー源としてラオス全体のお適応する地域に普及すべきと考える。なお、今回のサイトの選定は、あくまでラオスの中心である Vientiane 近くで成果をおさめ、その結果を地方に浸透させるべきと考える。

(2) 太陽光発電普及によって生じる経済的影響

ラオスでの太陽発電システムの用途としては、下表の村落電化、バッテリーチャージ、医療用、照明、水ポンプ等が考えられる。これらによる効果は、

- ・ Basic Human Needs への対応：飲み水の確保、診療所の照明や医薬品・ワクチンなどの保存。
- ・ 生産性の向上：照明により夜間作業が容易になる。その他簡単な機器。

- ・ 教育レベルの向上：学校・家庭での照明・ラジオ・テレビは、教育レベルの向上に貢献。
- ・ 情報アクセスの確保：テレビ・ラジオ・通信機器が有効。
- ・ 安全性の向上：ケロシン利用による火災事故回避。
- ・ 娯楽機会の増加：娯楽機会の増加にも寄与。(出生率の低下)
- ・ 都市への人口集中の進行防止：若者の地方への定着率の増加。
- ・ 地球環境(温暖化)への対応

等である。今回の現地訪問で村人が強く望んでいたのは、照明・ラジオ・テレビであるが、彼らが現在行っている日常作業の内、女性による刺繍・機織り、精米、灌漑・飲み水用水ポンプ等はその経済的効果が大いに期待されると考えられる。

また、既にケロシンランプ・バッテリー充電等を行っている村では、太陽光に対してある程度の金額は支払う意欲があり、置き換えによる経済効果が期待できる。

現段階で定量化は難しいが、長期的には教育・情報とのアクセス等を通じて、経済活動が活発化し貧困村落の生活レベルの向上に必ず繋がるであろう。

表4. 19 途上国における太陽光発電システムの用途

項目	内容	ラオスでの適否
村落電化	発電された電力は、住宅内にて照明、ラジオ、テレビなどに用いられる。	◎
バッテリーチャージ	太陽発電で得られた電力でバッテリーの充電を行う。それを家庭で使用。	○
医療用	診療所の電源。ワクチン用冷蔵庫。	○
照明	太陽電池で得られた電力を、街灯、学校、食堂、などの照明に使う。	○
水ポンプ	ポンプを駆動し、飲料水、灌漑用水の供給に使うシステム。	◎
電気柵	牧場などで、家畜が逃げないように、または外から害獣が侵入しないよう電力を流すシステム。	×
穀物粉碎機	太陽光発電による電力で穀物の粉碎。	×
孵化	鶏などの孵化器用の電源。	×

(3) 地方電化とPVシステム試験設置対象最適サイト

ラオス側の地方電化計画については、既にその概要を述べたが、次ページに2000-2005年までの非公式・詳細計画を示す(EDL内にて検討中)。これによると、中部地域は地方電化が比較的優先的に進み、太陽光は南部地域と北部地域で考えている。

詳細データの検討は必要であるが、日照時間等からは南部地域が望ましい。しかしながら、GEF(世界銀行)の資金を一部利用した計画が進行中であることと、今回の日本のプロジェクトは太陽光を普及させるための技術・システム・制度等の開発目的であることからセミナー・トレーニング・宣伝効果等を考えるとVientiane周辺が望ましい。

今回訪問した具体的設置候補サイトについての評価を別紙に示す。

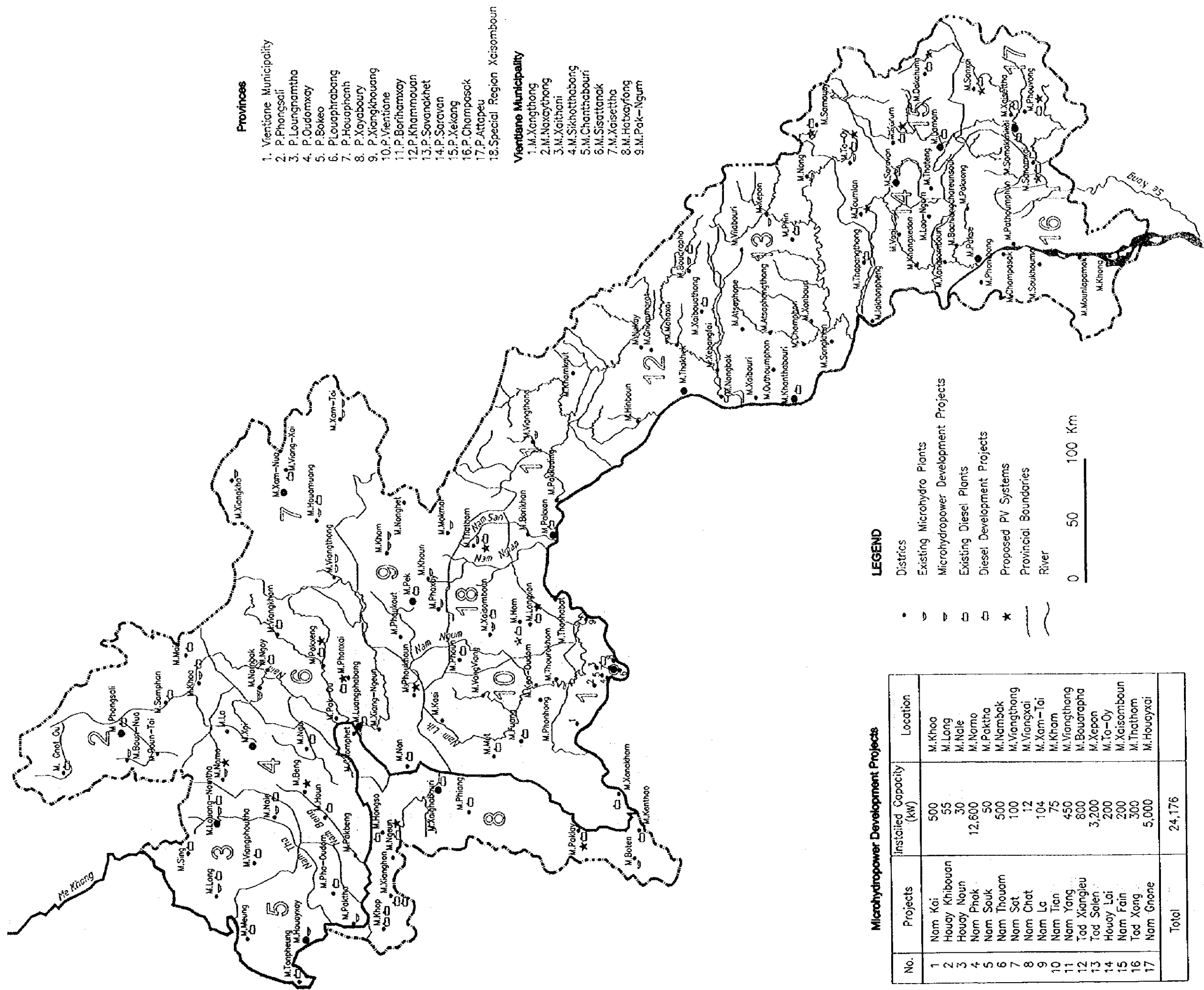
表4. 20 太陽光発電設置候補村落比較

NO	県名	村名	概要		ラオス地方電化計画	評価	EDL見解(実施優先度)
			人口	世帯数			
1	Bolikhamxay	Ban Natong 電気使用実績	213	38 バッテリー電化 テレビ・照明	電化の可能性あり	電化の可能性あるが 開発計画検討には最適	出来れば実施したい。
2		Ban Somsanouk 電気使用実績	231	40 バッテリー電化浸透中 照明・TV	近くまで電化されており、 10年間は電化可能性大	電化の可能性あるが 開発計画検討には最適	出来れば実施したい。
3		Ban Namey 電気使用実績	231	38 バッテリー電化(数軒) 蛍光灯・TV	道路整備状態最悪のため 電化は10年間ない。	太陽光発電設置による 効果大きい	実施したい。
4	Vientiane	Ban Houaypoung	EDL電化希望村なれど 現地調査できず、次回 調査必要				
5		Ban Mai 電気使用実績	404	48 バッテリー電化(14軒) 照明(1燈)・TV	Nam Ngumダム湖上の 電化見込みなし。	太陽光発電有効	第一優先実施希望。
6		Ban Phonsevang 電気使用実績	573	41 バッテリー電化(34軒) 照明・TV	Nam Ngumダム湖上の 電化見込みなし。	太陽光発電有効	第一優先実施希望。
7		Ban Napheuy 電気使用実績		127 バッテリー電化(半数) 照明・TV	電化の可能性大。	電化計画再確認要	近々電化される見込み 実施には否定的
8		Ban NamGnam 電気使用実績		120 バッテリー電化(40軒) 照明・TV	電化の可能性大。	電化計画再確認要	少数民族優遇策から 電化される見込み 実施には否定的
9		シヴィライ/ソウサラ			電化の可能性大。	電化計画再確認要	

別紙地図参照

太陽光発電設置候補村落比較

Existing Power Plants and Plan up to year 2000 - 2005



5章. 太陽光発電利用電化

5.1 太陽光発電の可能性

ラオスは北緯 15 度～20 度の間にあり、地理的には太陽エネルギーに恵まれていると見られる。一方、ほとんどの家庭が農家で国内に散在して小規模の農業を営んでいるため、送電網の関係から電力の供給が難しく、当面(今後 10 年以上)は送電網を整備して電力を供給するのが困難な地域が多く存在する。このため、各種のローカルな電力供給が代替として考えられ、中でも家庭で容易に取り付けられメンテナンスの容易な太陽光発電は有望な手段と考えられている。

太陽光発電を導入する際にもっとも重要な情報は日射量(kWh/m²/sec)であるが、これについてラオス国内で採取された実績はまだない。日照時間については気象センター(Meteorological center)の観測所が全国に 17 ヶ所あり、過去 10 年以上にわたって継続的に採られている。表 3-1 は 日照時間から日射量を推定したもので、詳細な算出方法は不明であるが、ラオスにおける日射量は 4.6～5.2kWh/m²/day であるとしている。日本における日射量が～3.5kWh/m²/day であることを考えると、単位面積当たりの発電可能量は日本より 40%ほど高い。従って例えば Nam Ngum 湖相当の面積(200km²)を太陽電池に置き換えるだけでも、年間発電能力約 360,000GWh と 2000 年のラオスの国内予想電力消費の数十倍も賄えることになり、太陽光発電の潜在能力の高さを知ることができる。

表 5.1 ラオスの日射量 (kwh/m²/day)

(出典:Draft Specification For Solar Battery Charging Station)

	Luangprabang	Vientiane	Savannakhet	Paske	Thakek
January	4.1	4.8	5.1	5.3	4.5
February	4.6	4.7	5.0	5.2	4.7
March	5.2	5.4	5.8	6.0	4.8
April	5.5	5.6	5.9	5.7	4.8
May	5.6	5.5	5.8	5.8	4.9
June	4.7	4.9	4.9	4.6	4.3
July	4.6	4.9	5.1	4.8	4.3
August	4.7	4.6	4.7	4.6	4.3
September	4.8	4.6	4.7	4.5	4.6
October	4.6	5.0	5.2	5.1	5.0
November	4.0	4.7	4.9	5.1	4.6
December	3.7	4.7	4.8	4.9	4.9
Average	4.7	5.0	5.2	5.1	4.6

ラオスは人口のほとんどが農家で、エネルギーの 90%は薪に頼っている。但し、大部分は料理用の熱源として使っており、エネルギー負荷も大きいことから当面は各農家(家庭)の照明類を電化を中心に発電所や系統の整備を行っている。しかし現在 11000 ほどある村

落のうち 6000 村(30 万世帯)ほどは当面系統からの電化の予定はない。これらの村に対してはマイクロ水力やディーゼルによる電化が先ず考えられるが、世帯数も少なく(平均 50 世帯)、遠隔地に散在している地域ではこれらの方法でも電化が困難とされている。今後の技術の進展を期待して半数が解決されるとしても、約 15 万世帯が残り、太陽光発電などを用いた対応が必要と見られる。

現在のところこのような地域では、家庭ごとに自動車用のバッテリーを用いた電化が自然発生的に起こっている。これらの家では週に 1~2 回ずつぐらい数 km 離れた場所までバッテリーチャージに出かけている。バッテリーによる電化はまだ 2~3% 程度であるが、太陽光発電によるバッテリーシステムとこのようなバッテリー電化とはかなりの部分の技術を同じくしていることから、今後太陽光発電による電化を考えるにあたって、その基盤が着実に進んでいると見られる。

5.2 太陽光発電の導入実績

ラオスでは最近になって太陽光発電を今後の村落電化に重要と考え始め、96 年頃から技術導入を開始している。97 年には MIH(Ministry of Industry and Handicrafts : 工業手工業省)が独自に住宅用の太陽光発電のテストシステムを導入し、独力で地方 5 都市に太陽光発電設備を設置した。

EDL (Electricite du Laos : ラオス電力公社) では 97 年にロシアの支援により 48 セットの住宅用太陽光発電設備を導入し、これから設置場所や方法の検討を開始している。このほかにも EDL は IDA の資金を受けて全国 15000 世帯に太陽光発電設備を導入する計画をたてている。

表 5.2 ラオスで設置/設置予定の太陽光発電システム

実施機関	DONER	仕様	設置場所	時期
MIH		家庭用 80W	Nam Ngum(ビエンティン県)	97
			Samouay(サハーン県)	97
			Toumlan(サハーン県)	97
			Kalum(セコン県)	97
			Lamam(セコン県)	97
EDL	Russia	家庭用 48 セット	検討中	98
	IDA	家庭用 15000 セット	全国	未定
STENO	MSE	家庭用 200W(7*6)	ビエンティン郊外	97
	CIDA	バッテリーチャージャー-1.5kw	サハーン	98
	SIDA	家庭用 50W10 セット	サハーン	98

また 96 年には STENO (Science Technology and Environment Organization : 科学技術環境委員会) が技術者をベトナムに派遣し、太陽電池技術の習得にあたり、97

年にはピエンチャン郊外(ドンガイ村)に住宅用太陽光発電のデモシステムを導入した。更にこれからサバナケットで2つのプロジェクトを実施予定である。

電力関係機関以外においては、通信用電源として 32 個所のマイクロ波中継局、13 個所の電話局、63 個所の高周波無線局、また気象センターに 1 台のに太陽光発電設備が設置されているが、これらは他の設備とともに導入されたもので導入機関は特に太陽光発電の技術に関与していないようである。

5.3 現在の太陽光発電導入への体制・制度

ラオスの電力関係のプランニングについては MIH が責任を持って実施している。太陽光発電についても 3 人の専任スタッフを持ち、電化政策の中の一つと捉え積極的に取り組んでいる。

EDL は電力事業の運営に関し責任をもって実施する機関である。太陽光発電についてはコストがかかることから無償などの前提がないと取り組みにくいと考えているようだが、MIH の方針には従う方針である。EDL の実施する IDA のプロジェクトについても、今回の日本案とよく似ているので、EDL の側で実施対象などを分けるなどのコントロールは可能としている。

STENO も太陽光発電の経験を持ち、積極的に取り組む姿勢を見せている。地方電化が STENO の役割と言われているが責任分野についてはまだ位置づけが不明確である。しかし太陽光発電の教育を受けた技術者や、システムの設置経験があるので、技術センターとしての役割も持っているように思われる。

太陽光発電についての体制は、全体的にまだ動き出したばかりで未整備なところもあるが、MIH の管理の下に実施されると見られる。法制面においても水力のような大規模なものについては電気法や水資源法などが整備され始めているが、小規模の太陽光発電については特に拘束する法律もないようである。但し、太陽光発電においては量は少ないながらもバッテリーの廃棄問題があることから、回収方法や産廃処理の整理が必要とされる。

5.4 太陽光発電普及への問題点

太陽光発電を導入するにあたって問題となるのはコストと保守である。

コストの問題は例えば 100W のシステムで考えるとシステム価格が 1500\$程度かかるのに対し、一ヶ月の期待発電量が 15kwh 程度しかないことから分かるように、通常の発電料金と同様に考えると投資回収は極めて困難な点にある。このことは人口の少ない遠隔地などで、配電コストの大きな地域に太陽光発電の利用が限られることを意味している。ラオスの場合、このような地域はまだ多く存在するが、現状の経済状態ではいずれにせよ海外からの援助に頼らざるを得ないのが実状である。

一方保守については、太陽電池自体はほとんど保守のいらぬ半永久的なものであるが、併用して使われるバッテリーには使用劣化があり定期的な交換などの対応が必要な点にある。安価で入手容易な自動車バッテリーは特に信頼性が低い。しかし信頼性の高いバッテリーはかなりのコストアップであるだけでなく入手も困難であるため、保守(バッテリー交換)を行うことを前提にし、安価な自動車用バッテリーを利用する方が望ましい。

太陽光発電の場合はバッテリー容量の何割かを消費し、翌日の昼間に消費した分を再充電するという使い方を繰り返す。このような使い方をサイクル放電というが、バッテリーの劣化はこのサイクル放電の放電深度とそのくり返し数によって決まってくる。図 5.1 はサイクル放電による劣化の傾向を示したものであるが、放電深度を 70% までにするような使い方では 200 サイクルぐらいで劣化が進むため、毎日これだけ使うと定格では 1 年もたない。太陽光発電ではほぼ毎日充電が可能なので、定格以下になっても利用は可能であるが、それでも 2 年もたせるのは難しい。逆に通常の放電深度を 20% 以下に押さえれば 3 年程度の耐久性が得られるであろう。従って、一日の消費電力をバッテリー容量の 20% 以下にすることが望ましいが、通常の充放電制御はバッテリー容量の 70~80% ぐらい放電した時点で放電停止をするため、無意識に電気を使うと毎日バッテリーの 70~80% 使ってしまう恐れがある。従ってバッテリーの過度の放電を防止する機構をつけたり、利用する住民に対し電気を無限に使わずにバッテリーを保護する意識をつけることが重要となる。

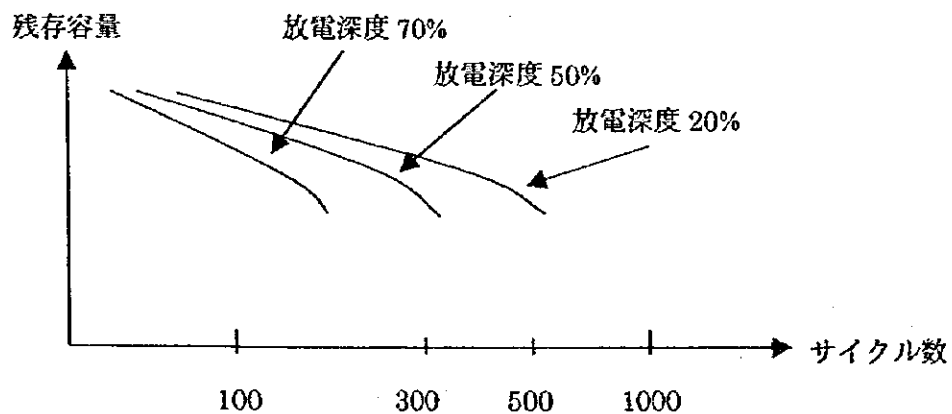


図 5.1 サイクル放電時のバッテリー劣化

ラオスでは既にバッテリーによる電化が一部あり、その経験では 3 年でバッテリーの交換が必要とされている。バッテリー自体(自動車用バッテリー)はそれほど高価でない(40,000~50,000kip)ため、定期的に交換する方式が定着したものと見られるが、バッテリーを劣化させると出費を伴うことから、電気利用を節約してバッテリーを長持ちさせる考え方が既にできている。この方式は太陽電池用にも適用可能であるが、まだバッテリーを利用したことのない住民も多くいることから、バッテリー保護に対する機構や教育は重要と思われる。

5.5 太陽光発電の普及法・料金

太陽光発電普及のためにはコスト問題を緩和するためにできるだけ援助することが望ましいが、無償による援助では自己財産という意識が薄れ、導入したシステムへの管理がなおざりになる恐れがある。従って利用する住民から可能な範囲で料金を徴収し、有償のものとして維持していく意識を作ることが望まれる。

料金の考え方として電気使用量に通常の電力料金を適用すると、民間の電力料金が政策的に低く設定されているため、料金が低くなりすぎてしまいシステム維持への意識形成に適さない。例えば100Wの太陽電池の発電量は平均して月に15kWh程度とみられるため、系統電力の料金(10kip/kWh)では150kip/月にしかならない。料金の絶対額についてはむしろ、同様に遠隔地で照明などを得るための代替手段の、ローカルなディーゼル発電の電気料金やバッテリーの充電料金などと住民の支払能力の比較で決定される方がよい。この比較で考えると月に2000kip程度が適当と見られる。

表 5.3 代替照明コスト

代替手段	内 容	コスト
灯油ランプ	4リッター/月使用、500kip/リッター	2000kip/月
バッテリー	4回/月充電、500kip/充電	2000kip/月
ローカルディーゼル	500kip/ランプ、2ランプ使用	1000kip/月
系統電力	20W,2灯、5時間/日使用	60kip/月

また、保守上問題となるバッテリーについては、バッテリーへの保守意識向上のため、別に料金を上乘せすることが望ましい。この料金の考え方で次のようにいくつかの方法がある。

①システム全部を設置。バッテリー交換は徴収した料金で充当。

望ましい形態ではあるが、徴収した料金をバッテリー交換の費用として確保しておけるかどうか問題。水力においても、徴収した料金をほとんど地方電化に投資して、老朽化対策ができないという問題が発生している。また、遠隔地の家庭まで、バッテリー交換の保守体制を作るのも困難。

②バッテリー以外のシステムを設置。料金は①より低めに設定し、バッテリー購入・保守は住民負担とする。

バッテリーは住民の完全な自己財産であるため、維持管理への意識は高くなると思われる。バッテリー以外の設備は公共のものとする。但し、現状ではすべての住民がバッテリーを購入する経済力があるかどうか問題。

③最初はシステム全部を設置。①の料金を3年間徴収し、それ以後は②の料金に移行。バッテリー保守は住民の負担。

①と②を考慮した考え方。3年間にほぼバッテリー代(40,000~50,000kip)を回収できる金額を上乗せする。バッテリーは3年程度は劣化しない。現在のラオスではこの方法が適当と思われる。

システムの長期維持のためには、バッテリーに負荷を与えないため電気の利用は制限したほうがよい。しかし、住民によってはシステムに改造を加え過度に電気を使ったり、バッテリーから直接電気を使う恐れがある。このため、改造禁止の教育、過放電防止機構の導入、バッテリーの鍵付き箱への収納などの対策が考えられるが、バッテリーの鍵付き箱への収納は、バッテリーを個人所有にすると行いにくい。事前の教育が重要と思われる。

料金収集や管理の機関としては EDL が全国に11の支店を持っており、既にシステムの管理や料金収集の体制を作っていることから、EDL が担当するのが適当であろう。また、バッテリー以外の設備を EDL の所有とした場合、設置していた村が電化された時は、ほかへ移す権利を持つ方法が考えられる。

5.6 太陽光発電システム基本仕様の検討

(1) 気象条件

日射量： 5kWh/m²/day

不日照補償：2日

ラオスでは雨季の雨は主に夜間降り、太陽電池にとってはそれほど不利にならない。希に5日間くらい昼間に曇天・雨天が続くことがあるが、このためにシステムを大きくすることはコスト的に見合わないと考える。

(2) 家庭用太陽電池

ラオスでは人口のほとんどは個別に農業を営む家庭であり、その多くが無電化で生活をしている。家庭用に照明(20W) ~ 1灯5時間とTV(40W)1台2時間程度を利用できるようにするのが最も大きな需要と見られる。バッテリーは保守が発生することから、現地で入手可能な自動車用バッテリーを用い、劣化防止のため充放電コントローラをつけ、コントローラはシステムの動作状況(動作可、充電中、放電停止)が示されるものがよい。太陽電池はコントローラ故障時を考慮して、コントローラ無しでもバッテリーと直接結線して動作できるよう、電圧がバッテリーと整合しているものが望ましい。

太陽電池 100W、バッテリー 12V100Ah とすると、電力のバランスは次の通り。

・消費電力	照明	20W X 1灯 X 5時間	= 100Wh
	TV	40W X 2時間	= 80Wh
		計	= <u>180Wh</u>
・発電電力		100W X 5時間	= <u>400Wh</u>
・バッテリー容量		12V X 100Ah	= <u>1200Wh</u>

バッテリーの充放電効率等(6割程度)を考慮しても1日の消費は1日の日射で対応でき、3日程度の不日照にも過放電しないバッテリー容量を持てる。また、1日の電力消費がバッテリー容量の約20%以下になっていることから、バッテリーは3年程度もつものと思われる。但し、一度バッテリーが放電してしまえば充電には3~4日程度かかる。

太陽電池の取り付け場所は、家庭や日照条件によって屋根・庭などが考えられるので、いずれにも対応できるようにする必要がある。また、コントローラ、バッテリーなどは屋内設置して雨水・埃による劣化を防ぐ必要がある。

(3)公共用途(灌漑用)

地方農村ではまだクリニックや公共の活動が確立しておらず、一部で集会や学校の夜間照明が必要な程度である。これらの用途には家庭用の太陽光発電システムを2~3セット導入することで対応できると考えられる。

一方、農業で乾季の灌漑用水確保のためにポンプを用いたいというニーズはあるが、これは使用条件によりシステムの規模がかなり変わる。例として、25mの揚程で0.01m³/min(0.6ton/hour)の揚水をするすると、

$$\text{必要電力} = 0.158 \times 25\text{m} \times 0.01\text{m}^3/\text{min} / 0.5(\text{効率}) = 73\text{W}$$

日射が100%なくてもポンプを作動させるために太陽電池は~200W程度(面積~2m²、重さ~20kg)必要となる。持ち運び式を考えるとこれぐらいの大きさが限界であろう。これ以上のシステムの場合は、架台を用いて太陽電池を固定したほうがよい。

システム全体としては、更にポンプ駆動のためのインバータとスイッチ類が必要となる。

(4)測定システム

a. 日射量測定

ラオスではまだ日射量の測定がされていない。日射量は太陽電池だけでなく農業などの他の分野にも利用可能なデータであるので、今後継続的に測定したほうがよい。測定には日射計とデータロガーを用い、メモリーカードなどでPCにデータを移し処理する方法が考えられる。日射計は簡易型で、測定間隔は10~30分ぐらいがよい。また、保守の手間を考慮しデータロガーはバッテリーで3ヶ月ぐらいは動作し、メモリーカードの容量も3ヶ月ぐらい連続記録できるものが望ましい。

b. システム動作モニター

家庭用太陽光発電システムの動作(使用状況、不日照時の状況、バッテリーの劣化状態)を知るため、実際と使用とほぼ同じ状態での動作測定をする。測定項目は日射量、充電電流、消費電流、バッテリー電圧を必須とし、さらに太陽電池電圧、気温、太陽電池温度などあればよい。これもデータロガー/メモリーカードで測定し、PCでデータ処理する。測定間隔も10~30分ぐらいと見られ3ヶ月ぐらいの連

続動作が望ましい。

(5)実施機関

現在のラオスの太陽光発電導入体制から、次のような実施体制が考えられる。

- ・ MIH 全体のプランニング、サイトの選定
- ・ EDL システムの設置、管理、料金徴収
- ・ STENO システム動作モニターの運営
廃棄バッテリー処理法の検討
(灌漑用システムの試験設置)
- ・ 気象センター 日射量の測定

5.7 太陽光発電設置サイト検討

(1)候補サイトの概要

MIH 等から太陽光発電設置の候補として挙げたサイトの踏査を行った。サイト選定に対してあらかじめ設けた条件は次の通り。

- ・ 今後 10 年電化の予定がなく、首都から 4 時間以内の地域。
- ・ 現在の電気料金に等しい額を支払える所得があること。
- ・ EDL または MIH の地方事務所に近いこと。
- ・ 安全であること。

これに対し下記の村落が候補地としてあげられた。

表 5.4 太陽光発電設置候補サイト

選定組織	村名	所在地
MIH	ナマイ(Namay)	ポリカムサイ県
	ソムサヌク(Somsanouk)	
	ナトン(Nathong)	
	マイ(Mai)	ビエンチャン県 (Nam Ngum 湖岸と Nam Ngum 湖の島)
	ホイポウン(Houaypoung)	
	ホンサバン(Phonsavang)	
農業農村開発 プロ技	ナピュイ	ビエンチャン県
	ナムニャム	
UNHCR	シビライ	ビエンチャン県
	ソウサラ	

踏査結果概要は次の通り。(詳細は第 6 章)

- ・ MIH の選定したポリカムサイ県の 3 サイトは、EDL のパクサン事務所の管轄になる。ナマイ村だけはややアクセス困難であるが、他は事務所からのアクセスは容易。現在未電化であるがバッテリーを使った家がいくつかあり、太陽光発電導入は行いやすい。

米や牛による収入があり、太陽光発電の料金も 1000~2000kip/月なら払える。3 サイトのうちソムサヌク村だけは 2km のところに系統が通る予定になっているため、電化についての再確認が必要。

- ・同じく MIH の選定した Nam Ngum 湖の 2 サイトは陸地からのアクセスは困難で、将来電化される計画はない。EDL の事務所は Nam Ngum ダムの傍にある。バッテリー電化されている家かなりあり、太陽光発電の導入は行いやすい。魚や家畜、織物などによる収入があり、太陽光発電の料金も 2000~3000kip/月なら払える。
- ・農業農村開発プロ技の選定した 2 サイトは、いずれも家庭用電化より養魚や農業などの開発として太陽光発電をテストする場所として考えられたが、開発への投入資源が膨らむことが懸念され、太陽光発電の導入は困難。
- ・UNHCR の選定した 2 サイトは帰還民定着の村で、3~4 年前からこの村に住んでいる。このうちシヴライ村は所得基盤が弱く、太陽光発電の料金を払うのは困難と見られる。ソウサラ村は 2000kip/月程度の料金なら支払可能であるが、村から 3km のところまで電化される計画となっているため、今後の電化計画について再確認する必要がある。

(2) 現地資材調査(詳細は第 6 章)

太陽光発電に関する各種電機資材の現地調達について調べた。ほとんどの物は輸入品と考えられ、日本で調達するのとあまり変わらないかやや安い。太陽電池とチャージコントローラについては現地では直接売られていなかったが、太陽光発電の工業者がビエンチャンにあり、パネルの代理店も行っている。この業者は STENO の太陽光発電システムを設置した経験を持つ。コントローラもベトナム・タイで生産されているようで、代理店経由で入手するのは容易と思われる。

(3) 家庭用太陽光発電設置サイト

今回の調査の中では MIH の選定した 6 村から 5 村、UNHCR の選定した 2 村から 1 村が候補地として挙げられる。いずれも家庭用太陽光発電の普及対象として考えられ、管理・料金徴収は EDL 事務所により行う。

これらの村の太陽光発電利用電化調査項目には次のようなことが挙げられる。

・ナマイ村

アクセスのやや困難な村での太陽光発電の管理・料金徴収方法

・ソムサヌク村

系統がやや近くまで来ている場合の太陽光発電電化の選択基準

・ナトン村

標準的な太陽光利用電化の普及形態

・マイ村、ホイボウン村

陸路の無い(島)地域への太陽光発電利用

・ソウサラ村

やや大きな村での太陽光発電利用

(4)公共用太陽光発電設置サイト

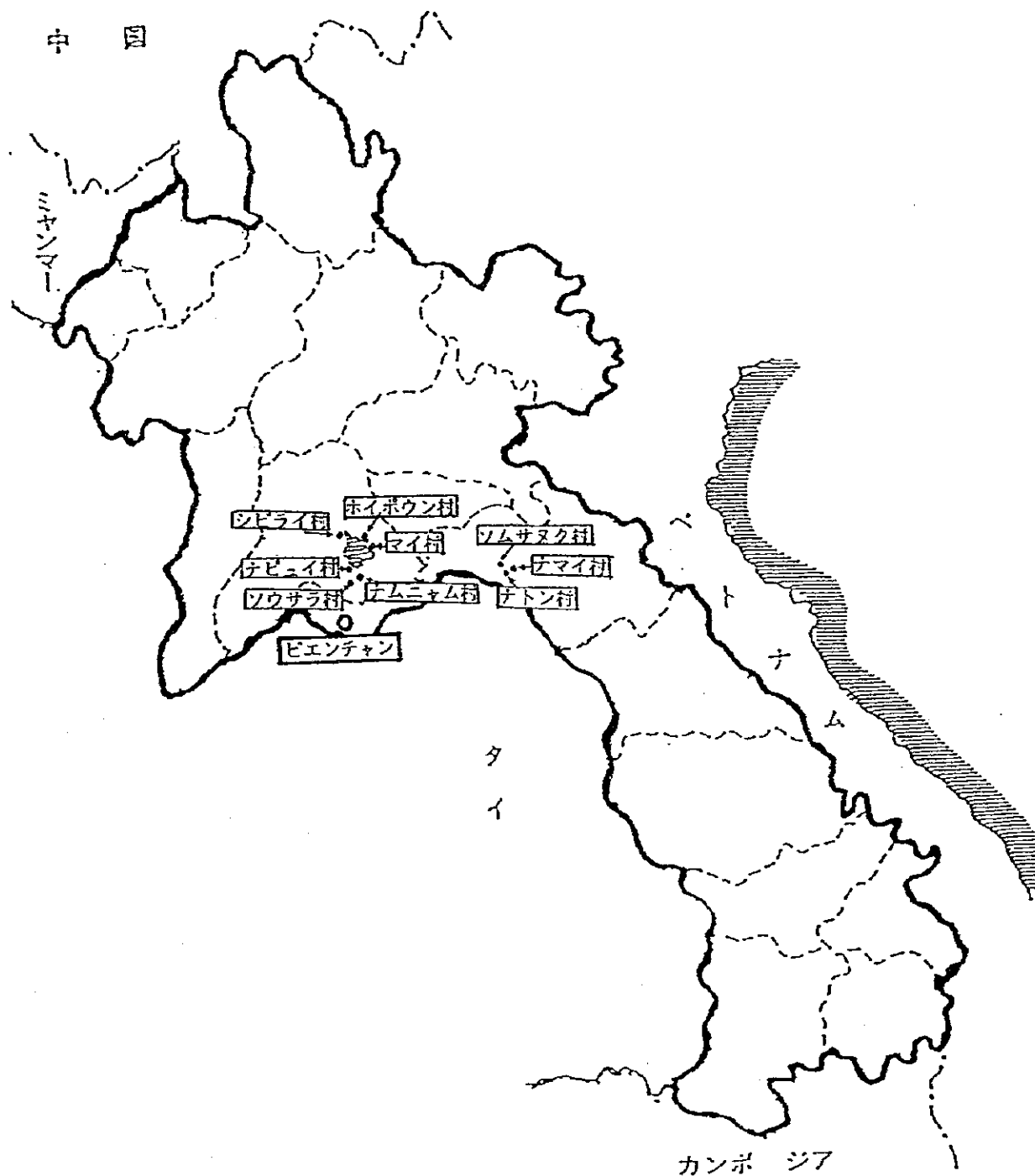
現状のラオスでは公共の活動が整っていないため家庭用のニーズが強い。従って太陽光発電も家庭用を中心に導入し、公共用は更に調査の必要がある。今回の調査以外にルアンナムタの夜間識字教育の照明用電源などが候補として挙げられているが、これらを含め今後の調査は全体のプランニングを行う MIH との協議を通して行うのがよい。

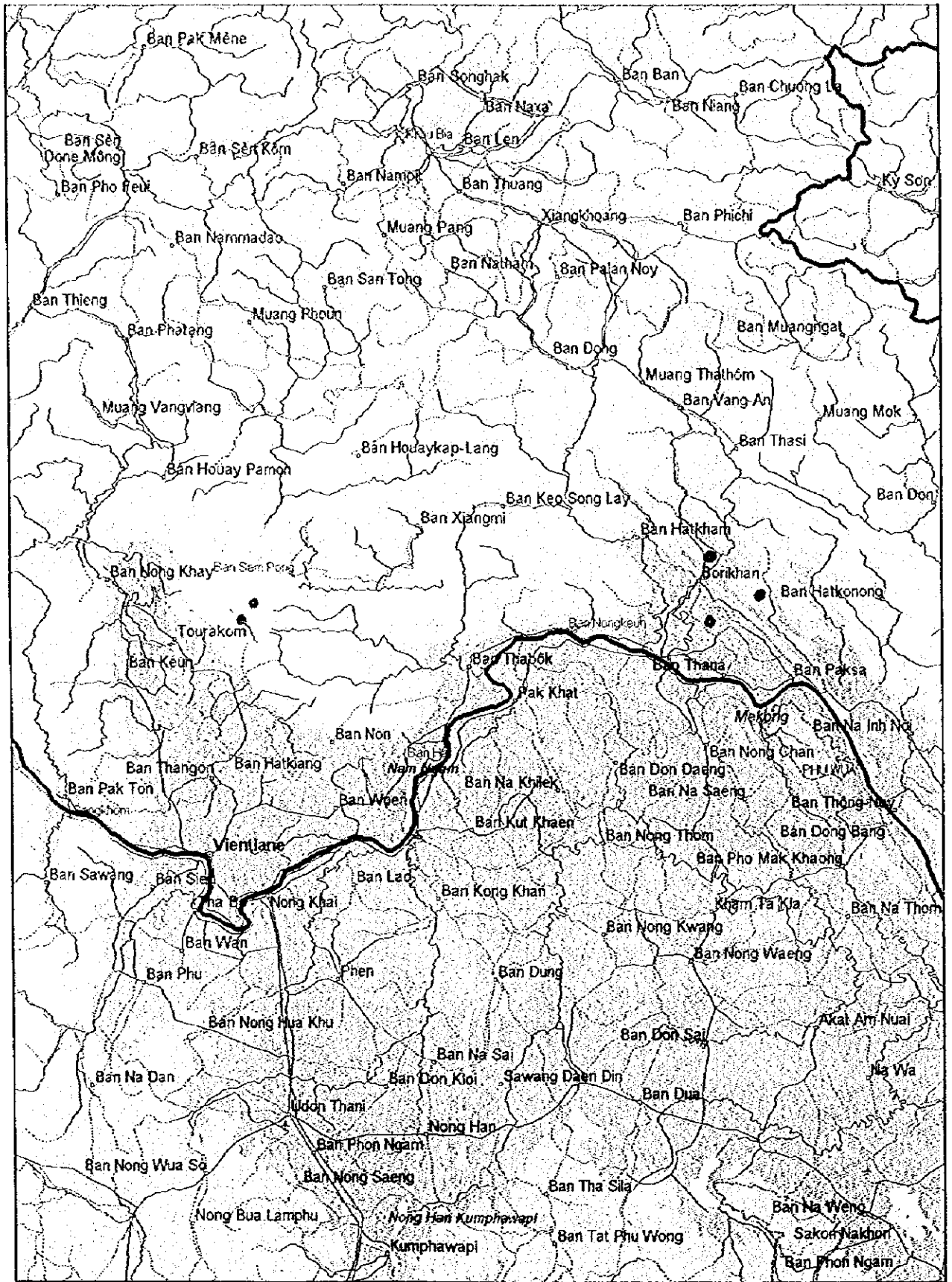
(5)測定システム設置サイト

基礎データの蓄積のため、気象センターで日射量測定を行う。更に、家庭用太陽光発電システムの動作把握のため動作モニターシステムを設置する。この設置場所・運営法などは、MIH,STENO との協議で決めるのが望ましい。また、必要に応じ灌漑用システムも同様に設置されることが考えられる。

第6章 現地踏査

6.1 踏査した太陽光発電候補サイトの位置

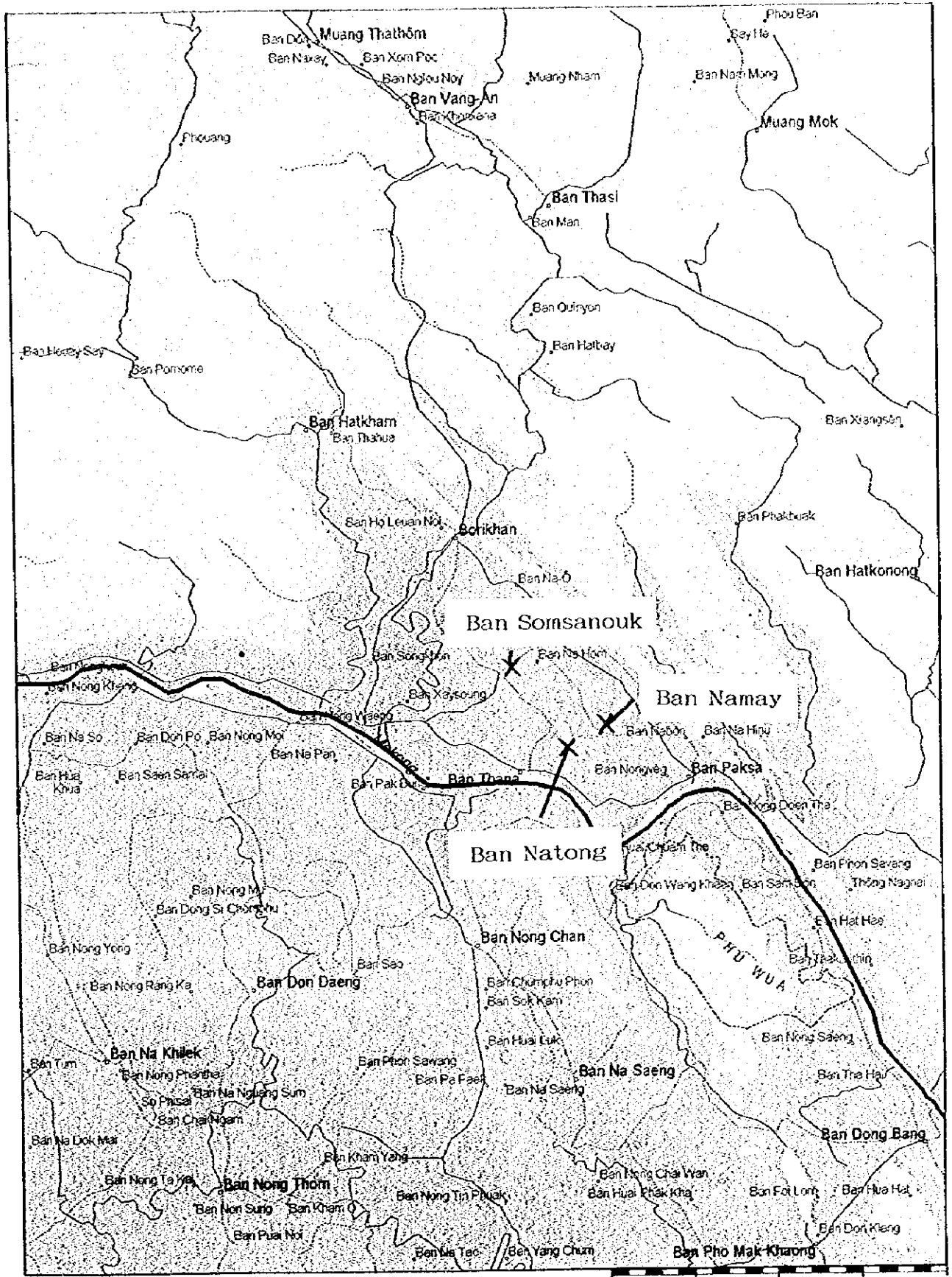




Microsoft ENCARTA
VirtualGlobe
1998 EDITION

Rural Electrification around Pakxan
Vientiane / Borikhamxai

Copyright (C) 1988-1997, Microsoft Corporation and its suppliers. All rights reserved.

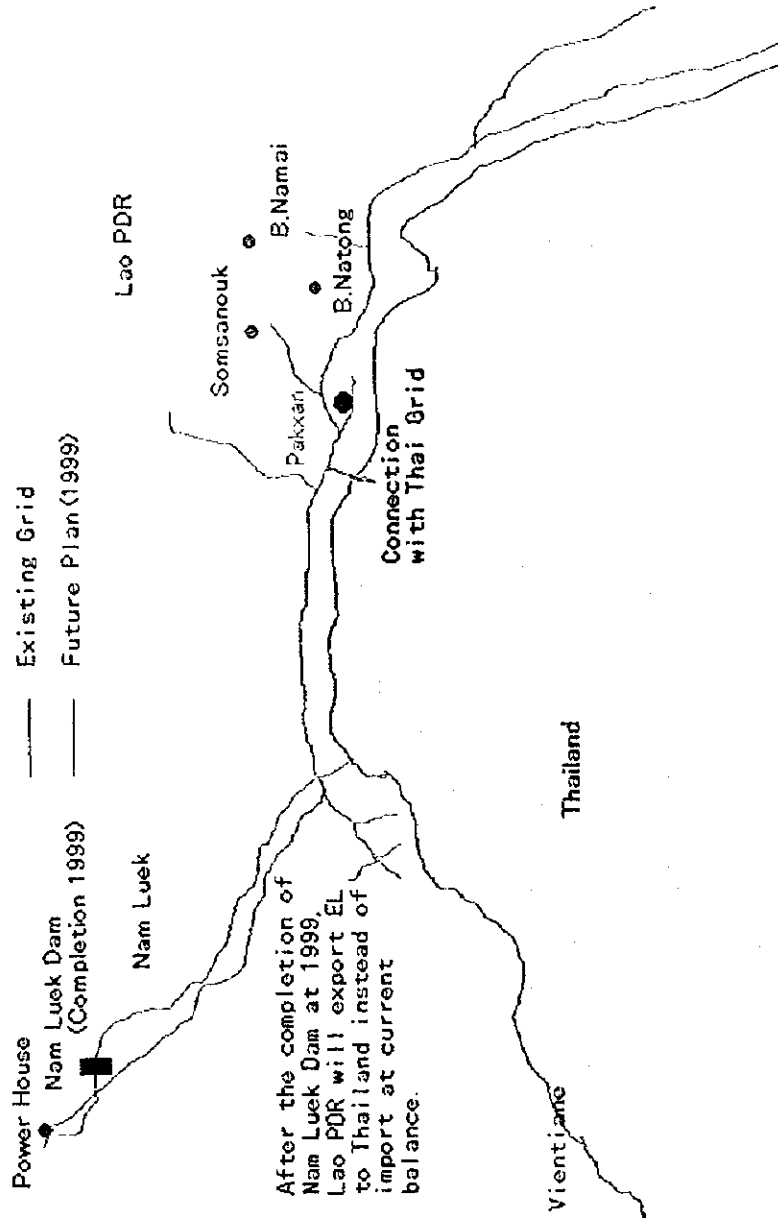


Microsoft® ENCARTA®
 Virtual Globe
 1994 EDITION

**Ban Natong / Ban Somsanouk / Ban Namay
 Borikhanxai**

Copyright (C) 1988-1997, Microsoft Corporation and its suppliers. All rights reserved.

Rural Electrification Plan around Pakxan



After the completion of Nam Luek Dam at 1999, Lao PDR will export EL to Thailand instead of import at current balance.

6.2 ポリカムサイのサイト踏査

実施日 11月20日

MIH から提示のあった 6 箇所の候補サイトのうち、ボラ村地方の 3 つのサイトを踏査した。これらのサイトは PAKXAN から R13 を離れ北東の Nakhaolon 村へ向かう道を中心に、さらに数 km 外れたところにある。PAKXAN には EDL の事務所があり、ここには 18 人のスタッフ(うちエンジニアは 1 人)がいる。

EDL の話では踏査する 3 つの村は、いずれも今後 10 年間は電化する予定はない。

(1) Namai 村

PAKXAN から Nakhaolon 村まで行きそこから南東へ約 7km のところにある。Nongboua 村までは比較的 道はいいがその後は次第に悪路となる。Nakhaolon 村から後は 4WD でないと運転できない。雨季には通行不能と思われる。この村に太陽光発電を設置する場合、機材はヘリコプターを用いて運搬するのがよいと思われる。PAKXAN からこの村まで車で約 2 時間かかる。この村は丘陵地帯にあり、そばに大きな稲畑を持っている。山にダムを造り生活水をひいている。村の中央に水道がありこれを共有している。ここでの村民からのヒアリング等の結果は次のとおり。

- ・戸数 38 戸 人口 213 人。
- ・バッテリー電化の家が数軒ある。バッテリーは 50Ah。蛍光灯・TV に使う。
- ・バッテリーのチャージには PAKXAN 方面に行く。チャージ料は 800kip。
- ・他にカラオケ、ミシン、トラクタなどもある。
- ・生活用品の値段は次のとおり。

蛍光灯セット	5000 kip
蛍光灯	1800 kip
バッテリー	50000 kip
TV	100000 kip
灯油	約 600 kip/l (月に 2000~3000 kip になる)

- ・平均的な収入は 1000kip/月くらいと言っているが、PV システムが入るなら 1000~2000kip/月くらい払うという。
- ・トラクタも数台ある。1台 2500000 kip。
- ・小学校は 1~3 年はこの村の小学校で、それ以後は他の村の学校へ行っている。

(2) Somsanouk 村

PAKXAN から Nakhaolon まで行く途中 10km ぐらいのところから北西に 2km ほど入る。全体的に平坦なところで、村の中央に学校がある。近くまで電化されているため、自分たちの村も、もうすぐ電化されるのではという期待を持っている。ヒアリング等の結果は次のとおり。

- ・戸数 40 戸、人口 231 人。
- ・小学校はあるか中学校は他の村までかよう。

- ・クリニックはない。
- ・主な収入源は牛。200000kip/一匹 (2000kip/kg) ぐらいで売れる。
- ・バッテリー電化がかなりすすんでおり、2~3軒に1軒はTVを持っている様子。
- ・トラクターを持っている家が5軒ある。
- ・ディーゼルのバッテリーチャージャーがある。仕様は次のとおり。

エンジン (ヤンマー製)	4.4kw, 0.382l
発電機(ロシア製)	12V, 18A

充電は時間制御で3時間かけて行う。エンジン、発電機の組み立ては自分で行った。

- ・普通の村民でバッテリーチャージに4000~5000kip/月使う。
- ・ソーラーシステムに対しては1000kip/月なら支払う。

(3)Nathong 村

PAKXAN から 10km ほどのところを南西に 8km ほど入る。平坦なところで上記の 2 村に比べ、やや豊かな印象がある。大きな木が多く、木陰の家が多い。PAKXAN へのアクセスもよく、毎週ぐらい出かけている人もいる。

- ・戸数 38 戸、人口 213 人。
- ・主な収入源は米、牛
- ・バッテリー電化は進んでおりほとんどの家にある。
- ・バッテリー水のレベルはチェックしている。
- ・ヒアリングした家では 10 年前からバッテリーを入れており、今のものは 3 台目。大体 3 年ぐらいで交換する必要がある。
- ・ソーラーセットに対しては 4000kip/月ならすべての村民が支払えるだろう。

6.3 ビエンチャン地方のサイト踏査

実施日 11月23日

MIH から提示のあった 6 個所の候補サイトのうち、ビエンチャン地方の 2 つのサイトを踏査した。これらのサイトは Nam Ngum 湖のほとりにあり陸路がないため、Nam Ngum ダムからボートで行く。ビエンチャン地方のもう 1 の候補サイトはこれら 2 つのサイトとは方角も異なり遠方であっただけでなく、治安上にやや不安があったので今回の踏査からははずした。Nam Ngum ダムには EDL の事務所があり、ここにはゲストハウスもある。踏査する村のほかにもソーラーを持っているところがあるということで見学する予定であったが、時間がなく行けなかった。

2 つの村とも穏やかな斜面状の場所に位置し、大きな木もなく日当たりはよい。ポリカムサイと異なり屋根や壁が竹を薄くなめした物を編んで作ってある家が多い。稲作をし牛・ブタ・鶏を飼っている。稲畑は離れたところがあり、家の側に 2~3 坪の菜園を作っている。

EDL の話では踏査する 2 つの村はいずれも今後 10 年間は電化する予定はない。

(1)マイ村

Nam Ngum ダムからボートで約1時間20分。Nam Ngum 湖の東部沿岸にある。

- ・戸数48戸 人口401人。
- ・バッテリー電化をしている家は14戸。
- ・バッテリーのチャージはNam Ngum ダムでできる。チャージ料は50Ahの300kipから容量によって800kipまで。50Ahは格安となっている。チャージは1回/週ぐらいでボートで行っている。
- ・電気製品はTV1台と蛍光灯1灯が平均的。
- ・すべての家がエンジン付きのボートを持っている。ボートの値段は420,000kipだった。
- ・電気のない家は灯油ランプを使う。灯油代は3,000kip/月ぐらい。
- ・収入源は魚で、年収は100,000kip以上ある。
- ・ディーゼルの脱穀機が1台ある。
- ・村の奥に小学校がある。教室数は5つで平均的。
- ・クリニックはない。
- ・現状の生活改善したい点は食糧確保と夜の灯り確保。ソーラーシステムが使えるなら2,000~4,000kip/月支払えると言う。
- ・老人が竹なめしのシートを作っていた。2~3日かけて2000~3000kipになるようだ。

(2)Hoypount村

バンマイからボートで約40分、Nam Ngum ダムまでは約1時間20分。Nam Ngum 湖の東の沿岸にあり、位置的には前述のバンマイ村に近い。丘状になっていて丘の上に小学校がある。1kmほど離れた山にダムを造りそこから水をひき、数カ所に水道を作っている。この村は今までの村より若者(20才前後)が多く、着ている物も少しいように見える。1980年にこの土地に移ってきた。

- ・戸数41戸。
- ・クリニックはない。
- ・主な収入源は魚。家によっては牛、水牛も収入源になっている。家畜の飼料はボートで買い出しにでている。収入については具体的には答えなかったが、十分でないと思っているようだ。
- ・稲畑が25haあるが、灌漑できないため稲作は十分でない。米を買ってきたりする。
- ・バッテリー電化により蛍光灯を持っている家は34軒、TVを持っている家は14軒。ヒアリングを行った家は110Ahのバッテリーを持ち、蛍光灯1灯とTV(14インチ、白黒、35W)と懐中電灯を持っている。
- ・エンジン付きボートを持っている家は31軒ある。エンジンのみの購入価格は500,000kip。
- ・バッテリーを過放電させた経験があり、それ以後は気をつけて使っている。TVを見るのは1日に1時間以下にし、バッテリーの残りが少なくなるとダムまで行ってチェックし充電する。充電は1週間に1回ぐらい。
- ・機織り機があり2~3日織って数千kipの収入になっているようだ。
- ・ソーラーシステムに対して支払える額は2000~3000kip/月と答えた。

6. 4 ヴィエンチャン農業・地方開発プロジェクトのサイト踏査

1. 日時：平成9年11月25日
2. 面会者：JICAプロジェクト
(リーダー) 堀江實信氏、(農業基盤整備) 鈴木氏、(農業開発計画) 藤田達雄氏
(農業生産) 筒井氏、(業務調整) 能代氏
当方 星野団員、浅井団員、大森
3. まとめ：太陽光発電導入の可能性
未電化の Napheuy 村、NamGham 村とも太陽光発電に非常に興味を示し、また必要性・用途・料金支払能力・JICA既スタートプロジェクトとの連携等の観点からも有望な設置候補である。
しかしながら、ラオス側はかなり早い時期に電化することを考えているようで、次回までに電化時期の再確認が必要である。
4. パクチョン農業開発センター「ヴィエンチャン県農業農村開発計画フェーズII」
5ヶ村 (B. VangKhi, B. PhonKeo, B. Phonho, B. Napheuy, B. NamGnam : 地図参照) を対象として、農業と地方開発の手法と技術を農民が自立的かつ継続的に行えるよう指導するもので、1997年11月～2002年10月まで5ヶ年間の予定で実施する。
5村のうち、3村は電気が来ており、残っているのは、B. Napheuy と B. NamGnam である。B. NamGnam 村には、集会所等の照明用PVと貯水用ポンプPVが検討できないか。水は畑用に使える。照明は、刺繍作業用にも使える。
B. VangKhi 村では、ダムで養魚を始めたがそのえさとして集蛾灯があれば有効ではないかと考えているので、そのためにPVを利用できないか。
4. Napheuy 村
農業を中心とした日本の援助をこれまで積極的に取り進めて来たモデル農家訪問。
(村の概要) 127戸
(電気使用状況) 半分以上の家庭がバッテリーを持っている。充電はバイク収集人が取りに来る。
(Mr.Somanay Savysanavong 家の概要)：完全自給自足。
電気使用状況：照明2、ランプ1、TV、週一回充電(500キップ)。
ケロシンをランプに使っており、月5リットル程度消費している。
(600キップ/リットル)
農業：2ヘクタール、水田、陸稲、マッシュルーム、野菜も作っている。
(普通は、米指向で野菜は作らない。)
養魚：池で魚を養魚。
畜産業：ダック(青い卵を産む)。牛12頭、水牛3頭。かえる(失敗した)。
1年に牛2頭程度売る。1頭当たり100,000キップで売れる。
6. B. NamGnam 村
(村の概要) N. Phoukhaokhoay 地域より20年前に移住したモン族(ラオス：少数民族)の集落である。
今の所、電化計画はない。
(別途HPOにて確認したところ、ここ数年で電化の可能性あり。)
概ね貧しい村(100～120戸)であるが、数戸、親族がアメリカに行っている家庭があり、仕送りにより裕福である。
(電気使用状況) 集会場(30人)があり、そこで会議があるのでランプを使用している。女性は夜も8時頃までランプを使って刺繍(モン族の物語)を行っ

ている。3~4 日で一枚作るが、6,000 キップ程度で売れるのでP V代金支払問題無い。

バッテリーは、4 5 戸で持っており照明に使っている。バッテリーの充電は月3 回程度実施しており、一回当たりの料金は200 キップである。

(灌漑用水計画) 村の高地(川の上流サイド)は水へのアプローチが難しく、川をせき止めて集水溝を作り、更にその水を暗渠にて村に送る計画がある。(来年詳細地質・土木工事調査の予定) この水の汲み上げにP Vポンプ(20 m程度のヘッド必要)とタンク(レンガ製:P V側での負担不要)は有効である。

(農業)

村の低地(川の下流サイド)に畑があり、女性が各種野菜を栽培している。通常は畑の近くにある井戸(2m)からの水を利用しているが、乾季には水不足となる。

農地面積:0.8ヘクタール(数十軒で区画して利用)。

かぼちゃ、トウモロコシ等。

(学校) 小学校は6 教室あり、その内3 教室は最近村人全員動員し自分たちで建てた。(1 年前) 先生は、村の外から通って来ておりラオルム族である。(給

料:36,000~45,000 キップ/月)

(畜産業) 牛11 頭、水牛11 頭

6.5 ビエンチャン地方のUNHCR 帰還民再定住地域調査

実施日 11月27日

UNHCR から、帰還民の再定住を行っているところでPV の設置の候補地として2ヶ村提示があった。いずれもビエンチャン県で一方はNam Ngum 湖の北端部に、もう一方はNam Ngum 湖の少し南方にある。また、いずれもモン族の村で、今回踏査した中では生活レベルは低く感じられる。この辺りに特にEDLの事務所はなく、Nam Ngum ダムのそばにある事務所が管理している。

(1)Sivilay 村

ビエンチャンから 126km、2 時間以内で来られる。国道沿いの斜面にあり、ビエンチャンからここまではすべて舗装されている。国道に沿って 22kv の送電線が引かれており、この村の真ん中にも送電線の電柱が建っている。トランスを設置すればいいのだが、その場合の 30%の村民負担が払えないので、まだ電化されていない。この手前のナムク村までは電化されている。

この辺りの山は住民が切り倒したためか、木が少なくなっている。

村民の家は竹で作ったものが多い。

- ・戸数22戸。ここに来て3年
- ・バッテリー電化をしている家はないらしい。灯かりはケロシンランプを使っている。週に灯油代が500kipほどという。
- ・収入源は UNHCR と言っているが、援助期間も切れているようだ。但し、海外に親戚が出ている家があり、そのような家は仕送りがあるらしい。
- ・村の中央に水道がある。これはUNの援助で作られた。
- ・海外の親戚からの仕送りなどを 出し合って発電機を購入している。発電機部分はトラクタ（ヤンマー）のエンジンで 1000B/月・軒で 13 ヶ月かけて支払ったらしい。配電しているのは2～3戸のようであるが、動かしている形跡はない。発電機部分は TOSHEVA 製で、自分で工夫して組み立てたようだが、軽油がガソリンが買えなくて使っていないと言っている。
- ・米は稲刈が離れたところにあり、そこで作っているが十分な作高はない。
- ・村の中に菜園が少しある。ほかに家畜（鶏など）も少しいる。
- ・小学校はある。
- ・クリニックはない。
- ・自転車は何台もある。

(1)Sauksala 村

国道 10 号から 10km ほど西に入った平野部分にある。この道に沿って現在電化が進んでおり、Sauksala 村から 3km 手前のところまでは電化される。またこの村の 3km 先の Tanpio 村までは反対側から電化されて、この村だけが取り残される形となっている。

国道からこの村まで舗装はないがほぼよい道が続いている。ビエンチャンから約1時間30分。

- ・戸数 123 戸、人口 636 人。少し大きな村であるがさらに十数軒ずつかたまった感じで分散して

いる。

- ・ここに来て4年。
- ・パンプを持っている家は50戸ほどで、そのうち15戸がTVを持っている。
- ・ケソソップを使っている場合は700kip/lで月に3lほど使う。
- ・村民は1軒あたり1haほどの畑を持っている。
- ・一つの家庭で平均5人ぐらいの子どもがいる。稲作は2ト/年ほどになるが、これだけでは足りなく、年に1~2ヶ月は米を買っている。
- ・主な収入源は民族刺繍。アメリカの親戚に送って売る。3ヶ月で100~150\$になる。
- ・小学校あり、クリニックなし。
- ・現在村民で30%の負担をして電化する能力はない。
- ・ソーラーシステムに対し2000kip/月ぐらいなら支払い可能。

この村では7月1日を境に道をトラクターが通ったり、脱穀屋が通ったりした。また、近くの店屋では隣の村で仕入れてきた氷がおいてあったり、若者がやりがいがよく遊んでいたりしており、かなり文明の影響を受けやすい状況と見られる。

6.6 STENOのデモシステム調査

実施日 11月21日

STENOでは今年1月にカンパング地方のドンカサイ村(ビエンチャンから東に約15km)に住宅用のソーラーシステムをデモ用に設置した。これはGTZからの無償であるが全コストで2500US\$かった。説明にあたったソムリ氏もベトナムで太陽電池の研修を受けている。ここにはバイオガスのデモシステムもあって、両方の設置を同時に行い工事に約1ヶ月かかった。設備はSTENOのものなので、ここが電化されればこの設備は他の場所に移す。

太陽電池システムの主な仕様は次のとおり。

太陽電池	50W 4枚 計200W (Photowatt 製 PWX500) 光透過型
コントローラ	SOLARSTAT 製
バッテリー	100Ah 2台
負荷	蛍光灯(20w ぐらい)6灯、TV 1台

ソムリ氏の話では普通の住宅なら50Wのシステムでいけると見ている。

太陽電池は地上3~4m ぐらいの高さに設置され、見たところ表面がかなり汚れている。このあたりは土が細かく、乾季にはかなり土埃が舞うためとみられる。ソムリ氏も太陽電池を高く設置したのは間違いで、1.5m ぐらいの高さにして掃除できるようにしたほうがいいといっている。牛がぶつかるのであまり低くはできないようだ。

光透過型の太陽電池を使っている。これは熱帯地域でつかう太陽電池はセル以外のところの光を透過させてパネルの温度上昇を防ぐ物であるが、必ずしも必要でないといわれている。

ここはバイオガスのデモも行っている。水牛・牛・ブタなどの糞を発酵させてガスを作る。牛の糞なら 8kg/日ぐらいで、ガスを作ったかすは更に肥料に用いている。設置してある物はファミリータイプで500US\$ぐらいかかる。このほかに全国に7箇所あり、中国製5、ベトナム製2となっている。

隣に日本大使館から贈られた小学校が建設中で、44,447US\$かかっている。

ソムリ氏の話ではラオスのソーラーシステムは他にマイクロ波中継が 32 ヶ所、電話中継が 64 ヶ所あるらしい。

6.7 Meteorological Center ヒアリング

実施日 11月22日

対応者 廣戸専門家(Department of Meteorology and Hydrology, Ministry of Agriculture and Forestry)

太陽光発電システム設計に必要な気象データ(日射量、不日照日数)について調べるため、気象センターを訪問した。ここには廣戸専門家がいたのでラオスの気象についてヒアリングした。

内容は次のとおり。

- ・気象観測は日照時間までとる class1 の観測所が全国に 17 ヶ所あり、そこでの観測結果はここに集まってくる。
- ・日射量はとっていない。球レンズで記録紙を焼き、その焼け具合で日照時間を測る。
- ・雨量は積算値で時間推移のデータは無い。このあたりは大体、夕方から雨が降る。雨季の昼間の天気はいろいろで、前線が停滞すると一週間ぐらい雨の降り続くこともある。
- ・一般に北の山間部に雨が深い。山のふもとも多いだろう。(4000mm ぐらい)
- ・ボリカムサイではパクサンに class1 の観測所がある。このあたりは雨量 2200mm~3000mm ぐらい。
- ・ビエンチャンには観測所がこと Nam Ngum ダムのそばの 2 ヶ所ある。Nam Ngum は雨が多く 2600~3000mm ぐらい降る。バンビエンも多く 3500mm ぐらい降る。
- ・台風はベトナムでまがるので来ない。
- ・最大風速は 40m/sec を超えることはめったにない。
- ・雷は多い。雷による停電も多い。
- ・現在のところここでこれ以上のデータをとる計画はない。
- ・本格調査で機材を持ってきてここで測定することは可能。メンテの少ない物にする必要はある。
- ・地下水位/水脈の測定はメコン委員会がやっている。(スエーデンの資金) 灌漑局に地下水の担当はあるが、データは少ないのではないか。

なお気象センターでこの主要都市の 3 年間の日照データを入手した。

また、この気象センターの観測システムを見学すると太陽電池駆動のバッテリー型の測定機器があった。

6.8 電気製品調査(ビエンチャン市内)

実施日 11月22日

太陽光発電システムに関する機器のビエンチャン市内調達の可能性と価格について調べた。

輸入製品が多いせいか、価格は日本で調達するのとはほぼ同じかやや安い。

内容は次のとおり。

電気器具点(Luang Prabang Road の空港寄り)

この店の近くに太陽光発電の設置経験のある SVT の店がある。BP の代理店も行っているようだ。

・バッテリー	40A	29,900kip
	50A	36,800kip
	70A	41,000kip
・蛍光灯	36W	2,100kip
	18W	1,500kip
	ソケット(12V用)	4,300kip
・発電機	5kw 200V	540,000kip
	3kw 200V	337,000kip (MISUBISHI 製)
・ポンプ	head 12m, flow 0.24m ³ /min, 400W	216,000kip
	head 23m, flow 0.04m ³ /min, 400W	768,000kip
・ケーブル	2mmsq, 1 芯	500kip/m
・スイッチ		350kip
		500kip
・コンセント		11,000kip
		75,000kip
・ブレーカ	30A	2,000kip
・マルチテスタ		18,800kip
・クランプテスタ		22,200kip
・ペンチ		9,200kip

電気製品点(マーケット)

・TV カラー	15 インチくらい	380,000kip
	白黒、15 インチくらい	188,000kip
・冷蔵庫		380,000kip
・炊飯器 (小型)		38,000kip

6.9 NAM NGUM ダム1 (150MW) 及び人工湖視察

視察記録：11月16日、全団員

(JICA水力発電エンジニア) 村重 宏氏

(JICAプロジェクト形成アドバイザー) 工藤 泰裕氏

ルート13号を北上し、ダムまでは約1時間半。道路は、片側2車線で車の数は少ないが、自転車、三輪車、人、牛等がランダムに走っている。我々の車の(日産の4輪駆動車が3台)ドライバーは、センターラインがない道路を時速100km程度で追い越しをどんどんかけた。舗装道路がしっかりしていること(多分ダム建設のため)、車が少なく、車の性能がよいことから、恐怖感はなかった。

ダムの高さ70m。標高300m。1970年代のベトナム戦争の最中に日本からの出資で作られた。(日本公営が中心)内戦中はダム建設現場は、特別に戦闘禁止区域になっていた。しかしながら、完成を急いだため、湖の底となる地域に木の伐採が十分行われず、それらが湖底に没し、流木となりダム発電設備への効率低下等悪影響、さらには硫化水素発生による環境問題を起こしている。

ダムの2・3・4号機の計画はあるが、いずれも着工されていない。(日本の資本は関係していないとのこと。)一般的にラオスにおける日本を除く西側先進国の援助で作られるダムは河川全体の総合利用計画を考慮した検討がなされていない懸念があり、水資源の有効利用の点から将来問題となろう。

湖(琵琶湖よりもおおきい)は、ダムの大きさからは想像ができない壮大なスケールで、湖岸から見る大パノラマには将来の観光資源として期待できる。さしずめ、日本であつたらホテル・別荘・ゴルフ場等を作り観光客が沢山押しかけるところであろう。この時期の水位は雨季のあと(10月まで)で高く、湖底に沈んだ木等は、隠れているとのこと。魚も取れたとのこと。観光船、漁業船も散見され、またたくさんの島が点在、上流には刑務所のある島もあるとのこと。(男女別々で、男島・女島という)

帰りは、ルート10号を、NAM NGUM川に沿って東に走り、VIENTIANE には約1時間半でついた。行きも帰りも道路から見える範囲の集落、家は道路に沿って走っている送電線から電気を取り電化は進んでいると思われる。ただし、少しちょっとでも奥に入ると電気は送っていないとのこと。ルート10号は、一部舗装されていない箇所があり埃をまき上げていたが、大きな凸凹が少ないため、車の走行には支障ない。

道路の周辺は、農家が殆どで、稲が中心と思われる。また、10月までは雨季であったためか緑が濃く、水資源は豊富であるような気がした。飲料水はどのようにして確保されているのか調査必

要。農家には、暑さしのぎか高床式のものか点在していた。5・6才までの子供は、殆ど裸足である
いており、この辺の人々は、はだしを全く苦にしないし、また家の中が非常にきれいとのこと
である。

