

# ラオス国再生可能エネルギー利用

## 地方電化計画

### 予備調査報告書

ラオス国再生可能エネルギー利用 地方電化計画 予備調査報告書

1998年8月

1998年8月

JICA LIBRARY



J 1144806 [5]

国際協力事業団

鉦工業開発調査部

国際協力事業団 鉦



12

43

1998

LIBRARY

鉦 調査

JR

98-126

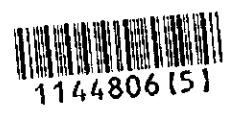






# 目 次

|      |                  |    |
|------|------------------|----|
| 写 真  |                  |    |
| 第1章  | 総論               | 1  |
| 1.1  | 調査の背景・経緯         | 1  |
| 1.2  | 調査の目的            | 1  |
| 1.3  | 調査結果概要           | 1  |
| 1.4  | 調査団構成            | 2  |
| 1.5  | 調査行程             | 3  |
| 1.6  | 主要面会者            | 4  |
| 第2章  | 協議結果             | 5  |
| 2.1  | 工業手工芸省副大臣表敬      | 5  |
| 2.2  | S/W協議：第1回        | 6  |
| 2.3  | 大使表敬             | 7  |
| 2.4  | S/W協議：第2回        | 8  |
| 2.5  | 工業手工芸省副大臣表敬（第2回） | 8  |
| 2.6  | JICA事務所長         | 9  |
| 第3章  | 現地踏査報告           | 10 |
| 3.1  | ポリカムサイ県3村        | 10 |
| 3.2  | 帰還難民再定住村         | 13 |
| 3.3  | ナムグムダム湖沿岸2村      | 14 |
| 3.4  | ナムグムダム湖地域2村      | 16 |
| 3.5  | 再委託先調査           | 17 |
| 3.6  | 設置対象村地図          | 19 |
| 3.7  | 住民説明会用プロジェクト説明図  | 25 |
| 第4章  | 太陽光発電システム仕様      | 27 |
| 4.1  | システム構成の基本的考え     | 27 |
| 4.2  | 太陽光発電仕様          | 35 |
| 別添1. | 調印したS/W、M/M      | 47 |
| 別添2. | 現地踏査にて使用した質問表    | 59 |
| 別添3. | 再委託先から取得した見積り書   | 62 |
| 別添4. | 関連新聞記事           | 64 |
| 別添5. | 関連資料             | 65 |



1144806 [5]



写真1. 工業手工芸省ボリカムサイ県事務所



写真2. EDLボリカムサイ県事務所



写真3. パクサン（ボリカムサイ県）の中央市場



写真4. パクサンのホテル





写真5. ナトン村での住民説明会



写真6. ナトン村の小学校

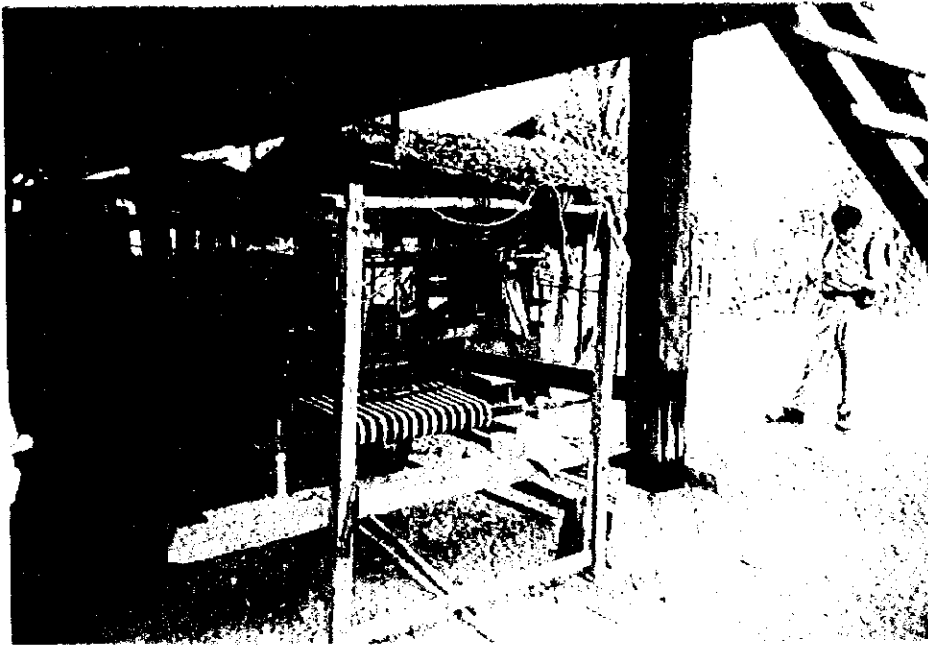


写真7. 機織り機 (ナトン村)

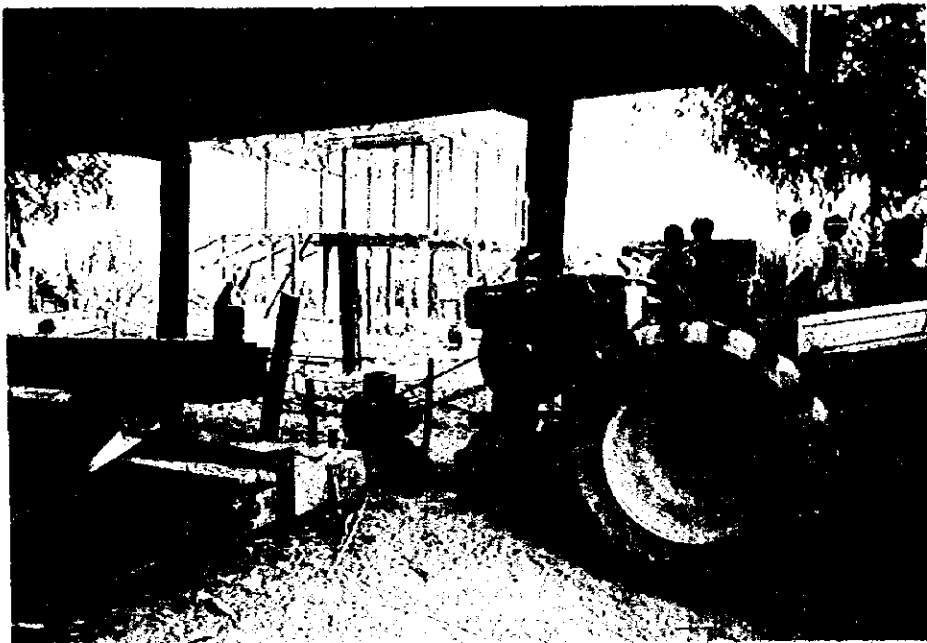


写真8. 耕耘機を用いた電力利用 (ナトン村)



写真9. 簡易地図の作成作業 (ナマイ村)



写真10. 昼食 (ナマイ村)



写真11. 住民説明会 (ソムサヌーク村)



写真12. ソムサヌーク村



写真13. 工業手工芸省ヴィエンチャン県事務所

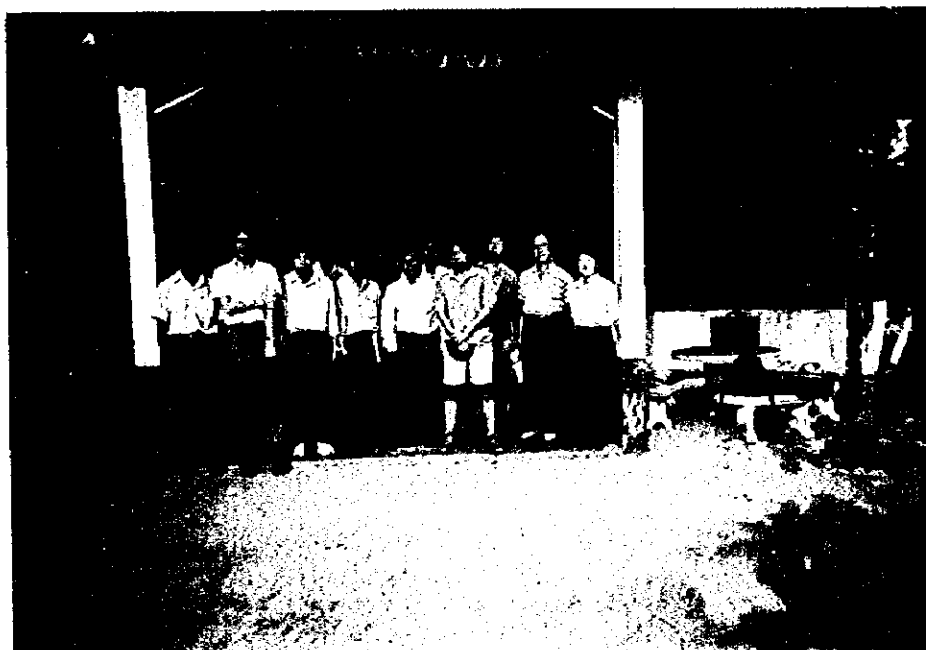


写真14. EDLヴィエンチャン県事務所



写真15. 住民説明会 (マイ村)

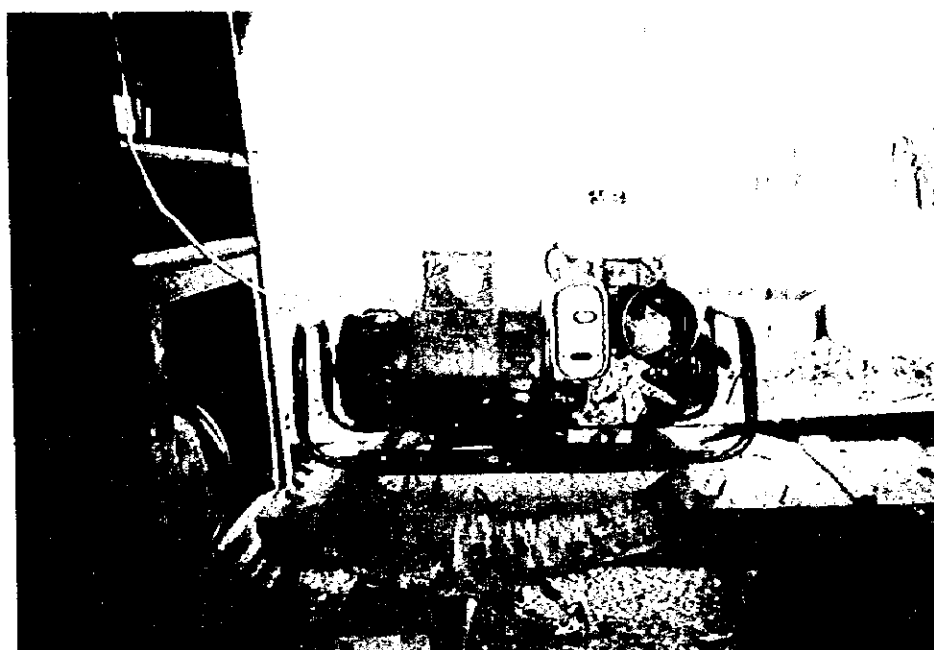


写真16. エンジン発電機 (マイ村)



写真17. 住民説明会 (ホイポウン村)



写真18. 機織り (ホイポウン村)



写真19. エンジンボート (ナムグムダム湖)



写真20. 説明会参加住民 (ドンサイウドム村)





写真21. 商店 (ドンサイウドム村)



写真22. MIIが設置したソーラーパネル(ドンサイウドム村)

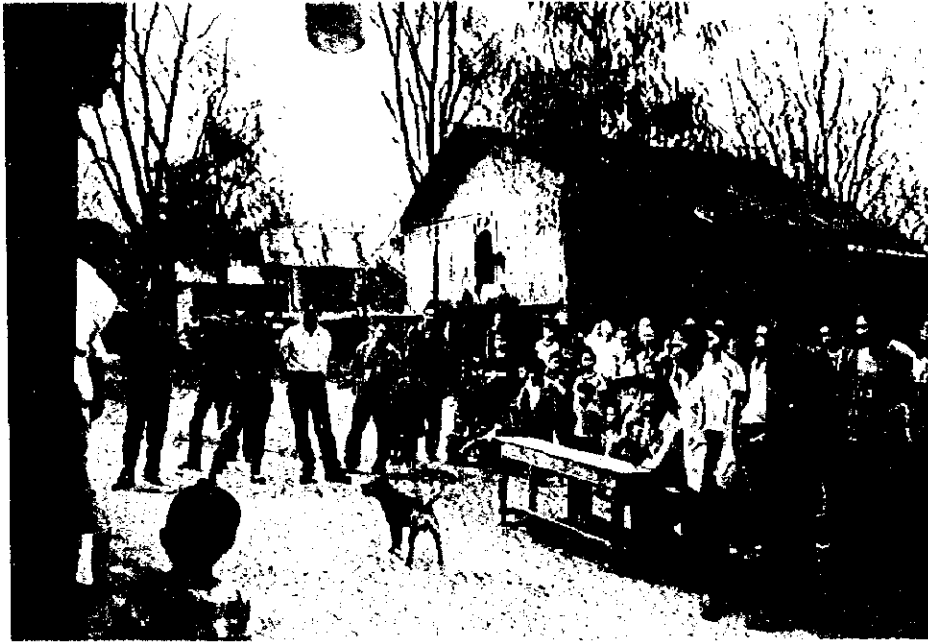


写真23. 住民説明会（ノンペン村）

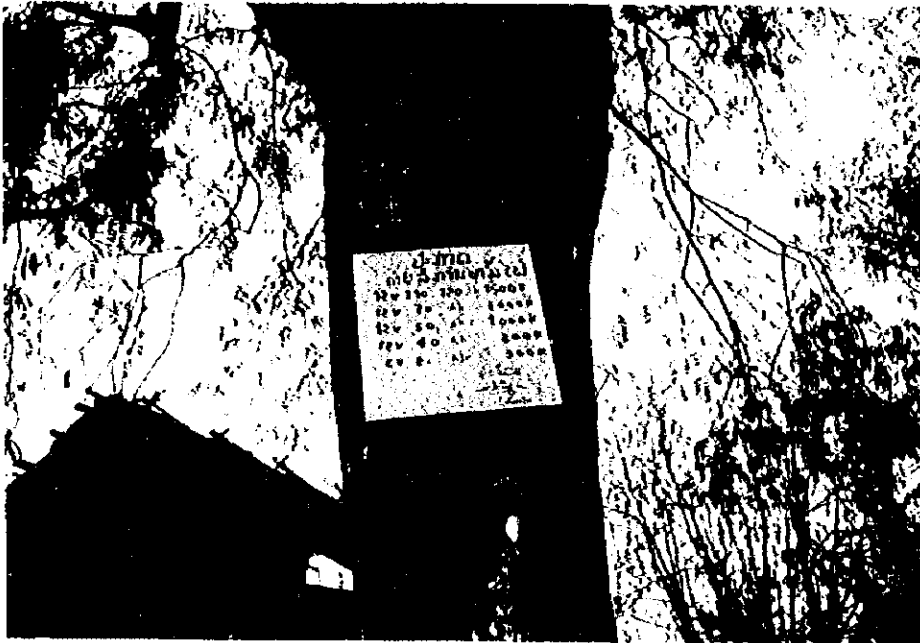


写真24. バッテリーチャージ業者の看板（ノンペン村）



写真25. 蛍光灯用アダプター (ヴィエンチャン)



写真26. バッテリー充電業者 (ボリカムサイ県パクサン)

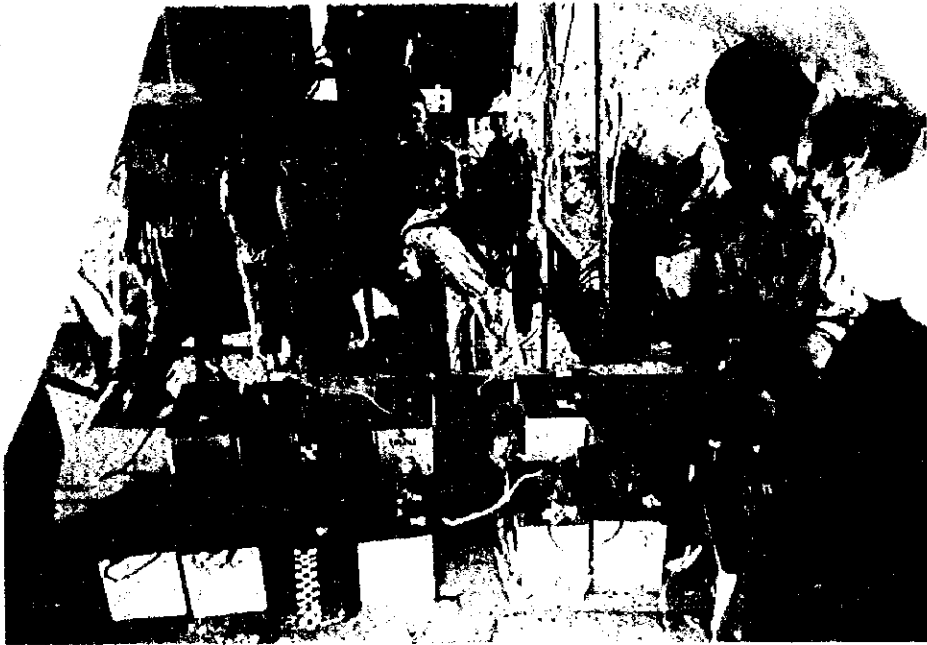


写真27. バッテリー充電業者 (ボリカムサイ県パクサン)



写真28. S/W調印式 (工業手工芸省)

## 第1章 総論

### 1.1 調査の背景・経緯

ラオス国は、豊富な水力資源を利用することにより国内電力需要を100%自給し、さらに余剰電力をタイに輸出している。しかしながら、ラオス政府の厳しい財政事情や人口の希薄性、山岳の多い地形によって国内電化は進んでおらず、国内の電化率は20～25%にとどまっている。特に、系統網が未整備であるため地方の電化率は低い。

このような状況下で、政府は生活の基本的ニーズとして電化を重視していく方針で、2000年までに50%の電化率を目標としている。このためには、系統の拡張及び系統の拡張できない地域に対しての分散型電化が求められており、政府は環境保全等の観点から太陽光発電（PV）及び小水力発電等に注目している。

こうした状況の中で、97年11月に鉱工業プロジェクト形成基礎調査団が派遣され、太陽光発電に係るプロジェクト実施可能性を把握した。そして、98年2月、ラオス政府からラオス国再生可能エネルギー利用地方電化計画調査につき正式要請がなされた。

### 1.2 調査の目的

本件開発調査は、ラオス国において再生可能エネルギー（太陽光発電、小水力発電）を利用した地方電化促進計画を作成するものである。太陽光発電に関しては、ヴィエンチャン・ボリカムサイ両県の選定された村落に太陽光発電装置の試験設置を行い、そのモニタリング評価を行う。小水力発電に関しては、当該地域対象にインベントリ調査を行い、開発可能地域の概略選定をする。

本予備調査では、開発調査の実施に向けて、基礎情報を収集し、調査の実施可能性を先方関係機関との協議により確認する。この結果より、開発調査の最適なフレームワーク（内容、実施時期、実施期間、試験設置対象地域等）を作成し、先方との間でS/Wを調印することを目的とする。

### 1.3 調査結果概要

(1) ラオス側の本調査に対する関心と期待の大きさを確認することができた。具体的には、M I Hの最高幹部が本件協議にかなりの時間を割くと共に、担当スタッフは調査団のサイト視察に全面的な協力を惜しまなかった。このことは、電化率の向上を課題とするラオスが、系統の拡充に努めると共にPV・小水力等の再生可能エネルギーにも注目していることの結果であるが、今後本格調査時における先方の協力体制についても明るい展望を抱かせるものである。

(2) また、我が方内部においても、当初本件調査はもっぱらPVを対象とすることとしていたが、プロ計調査から予備調査に至る過程において日本側関係者の幅広いコンセンサスを得うる調査とすべく小水力も加えた再生可能エネルギーを対象とするものに変更した。これにより関係方面の一度の理解を得ることができた。

(3) 以上のように、今回改めて双方の本件調査に対する理解・協力を確認しており、今後本件調査が順調に実施に移され、所期の成果を上げることが期待されるが、あえて今後の留意点をあげれば次の通り。

① PV部分の成否は、パイロット試験サイトにおける管理体制（料金徴収を含む）の確立にかかっている。今次サイト調査においては、グリッド延長の見通し、村民の料金支払いを含む協力体制等現時点で行いうる確認はしたつもりであるが、今後実際にPVを設置し、管理していく段階においては、多々個別具体的問題が提起される可能性もある。受注コンサルタントに十分な業務指示を行い、地方当局、村民等と十分な対話を持ち適切かつ現実的な対応を心掛けていく必要がある。

② 小水力部分については、今回2県においてインベントリー調査を行うこととし、これは今後の小水力開発の手がかりとなるものであるが、内容を十分詰め切っていない嫌いもあり、業務指示までの間に改めて調査深度について検討を深める必要がある。（いづれにせよ、小水力の本格的推進のためには本調査の結果を踏まえ、個別の資金手当も含むより具体的な検討が必要となろう。）また、今回対象とした2県以外における調査については、ラオス側の意向、NEFによる調査の動向等も見つつ、その適否を検討していく必要がある。この際、調査の実施が先方の期待を高めることも考慮し、現実の導入可能性（無償の活用可能性等）を踏まえた検討が必要であろう。

(4) なお、本件S/W署名は、ナムニアップ水力開発のS/Wの署名と同時にに行った。これは我が方として「環境を重視しつつ大規模開発のみならず再生可能エネルギーの推進にも当たる」というメッセージを送る意図を有するものであったが、先方よりも「アンブレラの下で進めることは良いことである」との表現で評価を得た。

#### 1.4 調査団構成

- |            |       |                   |
|------------|-------|-------------------|
| (1) 団長・総括  | 細谷 孝利 | JICA 鉱工業開発調査部長    |
| (2) 技術協力企画 | 鈴木 靖男 | JICA 国際協力専門員      |
| (3) 技術協力行政 | 望月 武  | 資源エネルギー庁電力技術課技術係長 |

(4) 太陽光発電設備 浅井 邦夫 東燃テクノロジー (株)

(5) 調査企画 星野 明彦 JICA 鉱工業開発調査部資源開発調査課

## 1.6 調査行程 (全行程 : 1998 年 3 月 16 日 ~ 3 月 29 日)

### 3月17日 (火)

13:30 ソンブン氏打ち合わせ

18:00 社内ミーティング

21:00 JICA 事務所打ち合わせ

### 3月18日 (水)

8:00 ポリカムサイ県現地踏査出発。

10:15 MIHポリカムサイ事務所。

13:25 ナトン村。

### 3月19日 (木)

8:30 EDLポリカムサイ事務所。

11:00 ナマイ村。

14:15 ソムサヌーク村。

18:00 S/W内容に関してミーティング。

### 3月20日 (金)

8:30 副首相表敬。

9:00 S/W (MIH)。

15:00 再委託先調査

### 3月21日 (土)

8:30 現地踏査出発。

15:30 ソークサラ村。

### 3月22日 (日)

資料整理。

### 3月23日 (月)

10:00 現地踏査出発。

11:35 DOI (Department of Industry and Handicrafts) ヴィエンチャン事務所訪問。

15:00 EDL ヴィエンチャン事務所訪問。

### 3月24日 (火)

11:40 部長到着。

14:00 JICA 事務所打ち合わせ。

15:00 大使館表敬。

### 3月25日 (水)

10:30 S/W協議。  
15:30 副大臣表敬(团长)。  
16:30 JICA事務所打ち合わせ。

3月26日(木)

7:30 ウドンサイ村現地踏査出発。  
18:40 ホテル帰着。

3月27日(金)

10:00 S/W調印式(大臣、日本大使出席)。  
12:00 副大臣主催昼食会。(大臣、大使出席)。  
18:30 团长主催夕食会(大臣出席)。

3月28日(土)

12:40 ヴィエンチャン発(TG691)。  
13:45 バンコク着。  
22:50 バンコク発(JL718)。

3月29日(日)

6:20 成田着。

## 1.7 主要面会者

### (1) 日本大使館

坂井 弘臣 特命全権大使  
小林 茂紀 一等書記官  
長野 誠司 二等書記官

### (2) JICA ラオス事務所

高畑 恒雄 事務所長  
井本 浩之 職員

### (3) 工業手工芸省(MIH/Ministry of Industry and Handicraft)

H.E. Soulivong Daravong, Minister  
Mr. Khammone Phonekeo, Vice Minister  
Mr. Bosaykham Vongdara, Chief of Cabinet  
Mr. Houmphone Boulyaphol, General Director of Electricity  
Department  
Mr. Somboun Manolom, Deputy Director of Electricity Department  
Mr. Chantho Milattanapheng, Engineer  
Mr. Anousak Phongsavath, Engineer  
Mr. Khamsene Singhadouangpangna, Chief Service of Industry -  
Handycraft, Bolikhamxai Province



(4) 投資協力委員会(CIC/Committee for Investment and Cooperation)  
Mr. Thongphachanh, General Director of Cooperation Department

(5) 国家計画委員会(SPC/State Planning Committee)  
Dr. Khamleng Pholsena

(6) 外務省

Mr. Vang Lattanavong, General Director of Asia, Pacific and Africa  
Department

Mr. Amphay Kindavong

(7) 科学技術環境委員会(STENO/Science, Technology and Environment  
Organization)

Mr. Somphone Phanousith, Chief of Cabinet

(8) 電力公社(Electricity du Laos/EDL)

Mr. Viraphonh Viravong, General Director

Mr. Douangsy Pharanhok, Director of EDL Bolikhamxai Branch

## 第2章 協議結果

### 2.1 工業手工芸省副大臣表敬

○3月20日(MIH) 8:30~9:00

○出席者:調査団、井本、森川、村重

調査団よりプロジェクト全体概要と太陽光電化パイロットテスト概要を説明した後、副大臣は以下の通り発言。

- ・農村での開発プロジェクトは重要で、政府も重視している。
- ・遠隔地の電化は経済的に困難であるため、再生可能エネルギーによる電化が期待される。
- ・遠隔地の電化で重要なのが、sustainable operation である。
- ・プロジェクトを実施する際、次の点を重視してほしい。
  - : Capacity building
  - : Participation from the people
- ・政府は資金の面で厳しいため、農村地域のリソースを動員して、開発に取り組みたい。その意味でも料金徴収は大切だ。
- ・農村電化は、単に照明を与えるだけでなく生産や教育にも重要である。
- ・太陽光パイロットテストの実施内容に関する詳細事項を質問した。
  - : 対象村のサイズ
  - : パネルの容量

：電気の使用可能時間

：システムコスト

- ・太陽光発電により農村地区で新しい生活が始まり、人々は幸せになれる。

## 2.2 S/W協議：第1回

○3月20日（金）9：10～11：30（MIHにて）

○出席者；MIH（ソンプン次長）、EDL（ケドサダサック部長）、STENO（ポー局長）、JICA 調査団、森川、村重

### 1) 調査団からの説明事項

調査団の提案するS/W案について、以下の通り基本的な考えを説明した後、PVパイロットテストの全体像をイラストを使って説明した。

- ・提案S/Wは、PVに関する調査及び小水力に関する調査の両部分から成る。

- ・調査団として「PVによる電化」調査の方に、より重点を置くことを提案する。そして、小水力発電方式による電化調査は、導入予備調査としての性格を持たせ、PVによる電化調査地域内でのインベントリ調査にとどめることを提案する。

- ・調査団として、今回は「PVによる電化」調査に、より大きな調査比重をかけるよう考えている。

- ・ラオスにおける電化推進については、小水力による電化も重要な手段と考えており、今回のインベントリ調査の結果を十分踏まえて、別途次回の要請としてラオス側より提案するよう勧める。

- ・「PVによる電化」調査については、村落単位での運用に当たり、その円滑な運営と安定的継続性を確保するための手法を確認すると共に、担当するラオス側関係機関へ技術移転することを目標とする。

- ・ラオスMIHとして、これら移転された諸手法を基礎に更なる展開を実施してほしい。

- ・前日及び前々日のポリカムサイ県内3村の現地踏査での印象から見ても、調査団として、今回提案しているS/W案はベストと考えており、基本的に本案で合意が得られることを希望する。

### 2) MIHからの発言

MIHは以下のコメントを出しつつも、当方の事情に理解を示し、S/W案に対して合意を表明した。文法その他の若干の修正を施した後、3月

23日にS/W最終原稿を提出することに両者が合意。

PVパイロットテストの実施概要の説明には、先方側は深い関心を示した。EDLやSTENOも積極的に協力する旨を表明した。

・もし可能であれば、ルアンプラバン、シェンクワンの2県の追加を希望。  
→本調査では、あくまでヴィエンチャン、ボリカムサイ2県の地方電化を進めるための枠組み作りが目的である。小水力の重要性は高級レベルでも認識しており、ルアンプラバン、シェンクワンに関しては、無償及び草の根無償で対応していく方がベターとの表明を受けている。(調査団)

→了解した。(MIH)

・小水力に関して流量調査のための測定機はつけるのか。

→小水力に関しては、あくまでインベントリー調査に限る。(調査団)

・EDLはどのような役割を持つのか。

→パイロットテストの運営で極めて重要な役割を持つ。(調査団)

## 2.3 大使表敬

○3月24日(火)

○出席者：坂井大使、小林一等書記官、二等書記官、細谷団長、高畑所長、井本、星野

まず、細谷部長が以下の事項について大使に対して説明を行った。

- ・ナムニアップ水力は環境及び治安面に注意し慎重に実施したい。
- ・太陽光に小水力を加えた調査をヴィエンチャン、ボリカムサイ両県で実施したい。
- ・上記の二つのS/Wを同時に署名したい。

### 2) 大使の発言

・小水力はこの国で有効である。特に農村の産業振興のために使えるのではないかと。更に、小水力機器関連産業を増やすというメリットもある。

・先方特に出先機関のマネジメント能力が不足していることが開発を実施する上で障害となっている。

・本邦は、ラオス国に90億円程度の無償をつけており、このトレンドがしばらく続く。従って、小水力に無償をつけることは難しい状況である。草の根無償程度で小水力に対応できればよいのだが。

・開発調査をやっても実施していないケースがあり、ラオス側にフラストレーションがたまっている。調査後の実現性は重要である。

・電力開発はラオス国の発展の鍵であろう。

#### 2.4 S/W協議：第2回

○3月25日（水）10：30～12：00（MIHにて）

○出席者：ホンポン局長、チャントー、アヌーサック、調査団、森川、村重

当方からは、謝辞に次いで現地踏査の成果を報告し、P Vパイロットテスト実施に係る料金徴収、維持管理の重要性を指摘。

局長の方はこれに応え、農村電化プロジェクトの実施に対して謝辞を表明。なお、小水力についてシェンクワン及びルワンプラバンの2県の追加を要請したが、当方から本件調査で扱うことの困難性、NEFによる調査との重複及び無償資金手当の困難性を指摘したところ、先方は当方の立場を理解し、当方の提示したのS/Wの骨格（ヴィエンチャン、ポリカムサイ2県を対象とする案）を変えないことに了承した。

同時に、S/Wの語句及び表現等の修正部分につき互いに確認し合った。

#### 2.5 工業手工芸省副大臣表敬（第2回）

○3月25日（水）15：30～16：00（MIHにて）

○出席者：カムワン副大臣、細谷団長、星野

##### 1) 団長からの説明事項

- ・ラオスにおけるエネルギー開発の重要性
- ・エネルギー開発に際して環境への考慮の必要性を強調。特にナムニアップ1について慎重に実施したい。
- ・本再生可能エネルギープロジェクトのP Vパイロットテストにおいて料金徴収と維持管理の重要性を強調。

##### 2) 副大臣の発言

- ・ラオスの socio-economic development に日本は大きな貢献をしてきてありがたい。特に、ナムダムダムは大きな貢献をしている。
- ・政府は自然・社会環境に対して大きな関心を持っている。
- ・ナムニアップ水力開発F/Sにも感謝している。これは、是非環境対策を重視して行ってほしい。ちなみに、ナムトゥンの場合は、環境対策が弱かったので問題が生じた。
- ・ダム開発だけでなく、北部及び南部における地方電化計画も、ADB、

WB、IDA等の協力を得て進めている。

・太陽光を含めた再生可能エネルギー利用電化は、大規模開発と補完関係にありとても重要である。

## 2.6 JICA 事務所長

○3月25日(水) 16:30~17:00

○出席者:高畑所長、細谷団長、井本、星野

### 1) 団長の説明

再生可能エネルギー利用地方電化計画S/Wについて、内容的には対処方針通り先方と合意し、27日の10:00にS/Wの調印式を行うことになった。

### 2) 所長の発言

ラオス国で産業部門は遅れており、一層のサポートが必要である。この点を鑑み、鉱調部の新規案件として、以下の工場に対する開発調査を提案する。

：セメント工場 (ヴァンヴィエン)

：繊維工場

：製薬工場

## 第3章 現地踏査報告

### 3.1 ポリカムサイ県3村

踏査員: 鈴木、星野、望月、森川(現地調査員)、カムセン(通訳)、浅井(記)

フット、カムセン (MIH)

MIH ポリカムサイ職員

#### (1) 行程

##### ●18日

7:45 ホテル発  
7:50 MIH 着  
8:25 MIH 発                      フット、カムセン同行  
10:15 MIH ポリカムサイ事務所着  
11:10 MIH ポリカムサイ事務所発      MIH ポリカムサイ職員1名同行  
11:30 頃～昼食  
12:45 パクワ発  
13:25 Natong 着  
15:40 Natong 発  
16:20 パクワ パティリ屋見学  
16:40 パクワ ホテル着

##### ●19日

8:15 ホテル発  
8:45 EDL ポリカムサイ事務所着  
9:30 EDL ポリカムサイ事務所発  
10:50 Namai 着  
13:25 Namai 発  
14:20 Somsanouk 着  
15:30 Somsanouk 発  
16:20 パクワ通過  
18:10 ビエンチャン帰着

#### (2) MIH ポリカムサイ事務所協議

- ・ MIH 地方事務所からカムセン所長他4名対応。
- ・ 鈴木氏から概要説明/協力要請に対し、カムセン氏からこのプロジェクトの歓迎/協力の表明があった。更に、当方から用意したチャートを用いて SHS,BCS の構成、管理法について説明した。

- ・カムセン氏からこのプロジェクトに対し事務所員 2 名が担当できるが、バイクが必要との要請があった。また、PV を適用したいところは他にも 5-6 村あるが、具体的には次の 2 村が紹介された。

Hat Yune   パナンの北東に位置し、スタッフの現地事務所がある。

Kaen Yons   Hat Yune より更に奥に入る。約 50 世帯。

### (3) EDL ポリカムサイ事務所協議

- ・ MIH 地方事務所から所長他 2 名対応。
- ・ 鈴木氏から概要説明/協力要請し、更に、当方から用意したチャートを用いて SHS.BCS の構成、管理法について説明した。
- ・ 所長から以下の説明があった。
  - 3 村とも電化の計画はないので問題ない。
  - 維持管理のためには教材を送って所員の教育をしてほしい。
  - 現在電化率を 6% から 10% へ上げる計画しているが、財政困難なため JICA の地方電化は歓迎する。
  - この事務所のスタッフは 31 名でこのうち 11 名はエンジニア(2 名は修士号を持つ)。
  - 料金徴収は 2 名が村の管理者から集める方式をとっている。料金の保全のために村の管理者とは担保をとって契約している。
  - 系統の村落電化の費用は 22kV ラインの延長の 30%、トラスと低圧ラインの 100%、接続費用の 80,000kip を村が負担する。
  - PV の料金として 2,000~3,000kip 徴収するのは問題ないだろう。

### (4) Natong 村

- ・ 村長(NAN)宅を訪問。村民を集めるまでの間、村長に村の地図を描いてもらう。
- ・ 全 40 戸、このうち 9 戸がバッテリーを持っている。
- ・ 村民が集まったところで、用意したチャートを用いて説明。集まった住民は 30 名くらい。約半数が女性で、積極的に発言していた。
- ・ 村民の主な質問は次のとおり。
  - (村) 料金はどうか。(答) 2,000~3,000kip になる。(村) 2,000kip ならいいが、3,000kip はつらい。
  - (村) どれくらい電気が使えるか。(答) ランプ 3hour、TV 1hour。
  - (村) 雨の日はどうか。(答) バッテリーがあるので 2~3 日は使える。
  - (村) 一晩中ランプが使えないか。(答) 無理。TV 無しなら 8~10 時間使える。
  - (村) ファン(扇風機)は使えるか。(答) 12V DC のファンが無いので無理。
- ・ この後、村全体を踏査。200m から 300m の範囲で 40 戸程がこじんまりまとまっている。4 箇所井戸を持っている。
- ・ 最大の生活苦は病気。2 年前の洪水で疫病がはやり、かなりダメージを受けた。

## (5) Namai 村

- ・村長(Chanthalay)宅を訪問。実際には村長の下に acting chief(Khamphone)がいて自治をしている。この日は食糧狩りの日で村民はほとんどいなかった。とりあえず、村長宅で残った人を集める間に村長に村の地図を描いてもらった。
- ・村長は写真付きの住民簿を持っており、描いた地図もかなり正確で地図の半分には名前まで記入していた。
- ・村は2つに分かれておりその間に田畑がある。手前側が19戸で奥が23戸。このうち6戸が冷蔵庫、5戸がTVを持っている。
- ・地図作成の後、用意したチャートを用いて住民説明。Natongと同じような質問があった。PVに対しては2,000~3,000kipなら支払いは可能という。
- ・系統の電気を引くには1戸あたり300,000kip集める必要があり、村では対応できない。
- ・説明の後、村を踏査。山から水を引いており村の数カ所に水道がある。通常の水道と同じぐらいの水圧/水量がある。
- ・PVを入れても樹木の影がかかりそうな家が3~4割あるため、PV設置には場所制約の強い屋根設置よりもポール設置のほうがよさそうであるが、村はdusty だといふので太陽電池の表面掃除ができるようポールの高さは2mぐらゐにしておく必要がある。このためポール設置しても高い木の影がかかりそうなので、太陽電池の容量は大き目にし多少影が入ってもいいように設計する必要がある。
- ・高床住居の台に使うコンクリート支柱がいくつか置いてあった。PV設置に応用できそうである。

## (6) Somsanouk 村

- ・村長(Khone)宅を訪問。地図作成の後、用意したチャートで住民説明。十名程度が集まる。
- ・バクサンに近いせいかわかり、TVの利用率は高い。
- ・PV料金を4,000kipと提案したところ全員OKと即答。
- ・説明の後、村を踏査。小学校を最近新しく作り、古い建屋はtransit house(旅人が随時宿泊できる小屋)になっている。

## (7) バクサンバッテリー充電業者見学

- ・PV設置対象3村から戻ってバクサンの幹線道路に出たところで営業している。
- ・充電料金500kip/50Ah。充電には12時間かかる。但し、3時間の急速充電も可能で、1日に20~30個充電するらしい。
- ・廃品または手作りのトランスと整流器を組み合わせた自家製の充電器を使っている。バッテリーを50Ah,70Ah混在で直列接続し充電している。この日は50Ahが14個と70Ah



- が4個を充電していて他に110Ahが1個置いてあった。
- ・ 昨年の12月に開業したばかりらしい。

### 3.2 帰還難民再定住村

踏査員: 鈴木、星野、望月、森川(現地調査員)、加藤(通訳)、浅井(記)  
 アーサ、ソサイ (MIH)  
 カビリン (MIHビエンチャン県職員)

#### (1) 行程

8:15 ホテル発  
 8:50 MIH発  
 9:45 マーケット着 水、菓子購入  
 10:00 マーケット発  
 11:10 Sivilai 着 (手違いで Sivilai に到着)  
 11:20 Sivilai 発  
 12:35 ナムナム着 昼食  
 14:15 ナムナム発  
 15:10 ヲウクサラ村着  
 17:10 ヲウクサラ村発  
 17:25 route10  
 18:00 帰着

#### (2) ソウクサラ村

- ・ 村長(Va Cha Yang)宅訪問。地図があるのでそれを写すことにし、説明は office があるのでそこに移る。
- ・ 村民が40名ぐらい集まり、用意していたBCSの説明図を用いて説明。当方からの説明に加えてMIHからチャージステーションの維持管理も行ってほしいと追加説明があった。
- ・ 村民は熱心に聞いており発言も多かった。内容は次のとおり。
  - バッテリーを用いている家は多い。1充電でソープだけなら2週間、TVを使っていると1週間もたしている。充電は4km離れた村で行い1回400kip。
  - 他村と同様に利用可能時間について質問があったが他村と同様に答えた。
  - ファンや冷蔵庫を動かさないかと聞かれたが、いずれも無理と答えた。
  - ほぼ全員の村民がBCSよりSHSのほうを望んだ。
  - UNHCRが電化すると言ったことがあるらしく、これがその電化なのか、これを導入するとシステムの電化がされないのではないかと言う質問があった。これにはMIHからシステムの電化計画とこのPV導入とは独立しており、システム電化計画には

影響しないと回答。

—料金を labor で支払えないかという質問があったが、No と回答。

- ・BCS と SHS とどちらを望むかという質問をこちらから行った。これに対し村で協議して答えるとのことだった。同時に全員設置にするか希望者設置にするかについても協議/回答してほしい旨を伝えた。
- ・かつて外からバッテリーのセールスマンが来て、再充電できない粗悪品を買わされた村民がいたが、これについては安心するよう伝えた。
- ・説明の後、村内を車で視察した。村民は我々が出ると直ちに協議を開始していた。
- ・この村は平坦な土地で樹木も少なく日当たりはかなりよい。スペース的には余裕があり BCS、SHS どちらを設置するにも困らない。

### 3.3 ナムダムダム湖沿岸 2 村

踏査員: 鈴木、星野、望月、森川(現地調査員)、加藤(通訳)、浅井(記)

アムダ、ソチ (MIH)

カビリン (MIH ビンチン県職員)

#### (1) 行程

##### ●23 日

9:50 ホテル発  
10:10 MIH 発  
11:35 MIH ビンチン県事務所着  
13:30 昼食(ゲスアス)  
15:15 ゲスアス発  
15:40 EDL ビンチン県事務所着  
16:50 EDL ビンチン県事務所初  
17:10 ゲスアス着  
同泊

##### ●24 日

9:00 ゲスアス発  
9:20 ナムダムダム発(ボート)  
9:30 別の船場で荷物積み込み  
10:00 同船場 発  
11:00 マイ村着  
12:30 マイ村発  
13:20 ホイポウン村着  
15:35 ホイポウン村発  
16:40 ナムダムダム着

16:50 打ち上げ発

18:00 打ち上げ帰着

## (2) MIH ヴィエンチャン県事務所

- ・鈴木氏からの概要説明の後、所長(Ni Phone Saysaouvongsay)からコメント。
- ・この地域ではファンで 150kw、サナカで 250kw の発電機をローカルスタッフで運転保守している。更にファンに 10kw の発電機を 5 台持っている。
- ・運転保守要員は村人から採用し、ビエンチャンで教育して従務させている。料金徴収も彼らが行っている。
- ・サイトについては湖岸の 2 村はよいが、内陸は 2 年で電化されるので適当でない。湖岸の村への送電は困難でできない。
- ・電化するかどうかのおおよその目安は、5~10km 離れていて 3~5 以上の村があること。
- ・料金には従量制と定額制の 2 通りあり、従量制はメーター計測、定額制は 3000kip/lamp になっている。
- ・他の候補サイトとして次の 2 村がある。
  - Nan ninh          Vien Kham 地域で約 50 戸
  - Nong Pean        Phonh Hong 地域で約 50 戸
- ・この後、チャートを用いて当方のプラン説明。生活用水のためのポンプ(200W)に使えるかという質問があったが、能力的に無理なので否定した。
- ・この事務所には事務所にはスタッフは 14 人いてそのうち 2 人がエンジニア。車は 2 台あるが 1 台はバイク用であるため、調査用機材としてバイクが 1 台あると便利。

## (3) EDL ヴィエンチャン県事務所

- ・Phou Done 所長に対して鈴木氏から概要説明。
- ・料金/保守体制を協力して築くことには賛同。但し、教育/訓練は行ってほしい。
- ・MIH で出された候補 2 サイトについて
  - Nan ninh          3~5 年で電化される
  - Non Pean          電化は 10 年先
- ・当方からチャートを用いて説明した。この時は更に 4 人のスタッフが聞きに来た。主な質問は次の通り。
  - (質)SHS,BCS の特質は。(答)利用者にとっては SHS のほうがバッテリーを運ばなくていいので便利。管理者にとっては BCS のほうが集中していて管理しやすい。
  - (質)6V(ライトなど)や AC220V(冷蔵庫、洗濯機)に使えるか。(答)このプロジェクトは生活のベースラインの援助を目的としているので、考えていない。
- ・EDL のビエンチャン県のスタッフは 120 人で 50 人がここにいる。うち 8 人がエンジニア。

#### (4) マイ村

- ・村長(Mountha Phayphiboun)を訪問。近くの広場で用意したチャートを用いて住民説明(30名くらい)。質疑はほとんどMIH/EDLスタッフが対応した。
- ・村民の支払額は3000kipならOK。
- ・落雷がないかと言う質問があったが、ボートに上るので落雷があっても家は大丈夫だと答えた。

#### (5) ホイボウン村

- ・村長(One Taeng)宅訪問。昼食の後、templeに村民を集め(40名ほど)、チャートを用いて住民説明。Templeで行ったので僧も聞いていた。ここでも質疑はほとんどMIHとEDLが対応。
- ・住宅48戸以外にtempleにも1台入れてほしいという村民の希望があった。
- ・料金の3000kipは問題ない様子。
- ・ボートの説明をすると、村民もこちらを希望した。
- ・説明の後、村内を踏査。Templeの前の半島部分はかなり建てこんで十数軒の家があり、うち3軒は売店をしている。
- ・小さな島が少し離れて(数十~100m)離れてあり、ここにも2軒ほど家がある。
- ・ボートの燃料代は500kipであるが、運搬も頼む場合は船代が800kipかかる。

### 3.4 ナムグムダム湖地域2村

踏査員: 細谷、鈴木、星野、望月、森川(現地調査員)、加納(通訳)、浅井(記)

ミヤウ、シヤイ (MIH)

カビエン (MIHビエンティン県職員)

#### (1) 行程

|       |        |
|-------|--------|
| 7:40  | ホテル発   |
| 9:05  | ナムグム着  |
| 9:30  | ナムグム発  |
| 11:10 | ドンサイ村着 |
| 12:50 | ドンサイ村発 |
| 14:20 | ナムグム着  |
| 14:40 | ナムグム発  |
| 15:30 | ナムグム村着 |
| 17:00 | ナムグム村発 |
| 17:35 | R13合流  |
| 18:30 | ホテル着   |

## (2) ドンサイウドム村

- ・MIHの設置した84Wの太陽電池システムを見学。このシステムはMIHがテストプラントとして村の事務所に設置してある。BPのシステムを用いて8Wの蛍光灯を4本稼働させている。
- ・村のスタッフに地図を描いてもらい、その間に村人に集まってもらう。三十数名の村人が集まる。
- ・団長からの概要説明の後、太陽光電化のプランを説明。この村は大きい(138戸)のでBCSをつけるため、用意したシートを用いBCSの説明を行う。
- ・太陽電池から各戸に配電できないかと言う質問があったが、システムが大掛かりになりコスト的に見合わないののでできない旨を説明。
- ・現在、138戸中、72戸がバッテリーを持っており、そのうち60戸あまりがTVを持っている。シートは下記の通り。

|            |                             |
|------------|-----------------------------|
| 50Ah,70Ah: | 500kip(charge) + 200kip(船代) |
| 120Ah:     | 600kip(charge) + 600kip(船代) |
- ・バッテリーをよく使っている人は120AhのバッテリーでTV, lampを使い5日で充電している。全体的にこの村はよく整備されおり電気の利用率も高い。
- ・別途県庁職員から村人に本格調査時にはインストール作業に協力してほしいと言う説明があった。
- ・BCSを設置する場所候補は集会所のある広場で、ここにはバレーコートがあるが、これは小学校に移せるからよいと言う。平坦な土地で日当たりもよく場所としては最適。
- ・村長名 Keo Panya Vonkhamsao

## (3) ノンベン村

- ・村に到着後、地図があると言うので見せてもらい描き移す。その間に村人が四十数名集まる。
- ・団長から概略説明の後、用意したシートを用いSHSの説明を行う。
- ・村は48戸。ほとんどがバッテリーを持っており、120Ahも2つある。
- ・この村の人は70%族らしくここには1966年に来たらしい。ドイフンやR13に近いがこのあたりはこの村だけ孤立した状況で、当面電化の見込みはない。R13への道は雨期にはかなり悪くなると見られ、本格調査事には踏破能力の高い車両が必要である。
- ・質疑等はMIH職員でほぼ対応していた。
- ・説明の後、村内踏査。全体的に入り組んだ感じで高い樹木もあり太陽電池設置場所の自由度が少ない。樹木の影になる家も出てきそうである。

## 3.5 再委託先調査

調査員: 浅井

実施日 3月27日

調査対象 SVT, LST

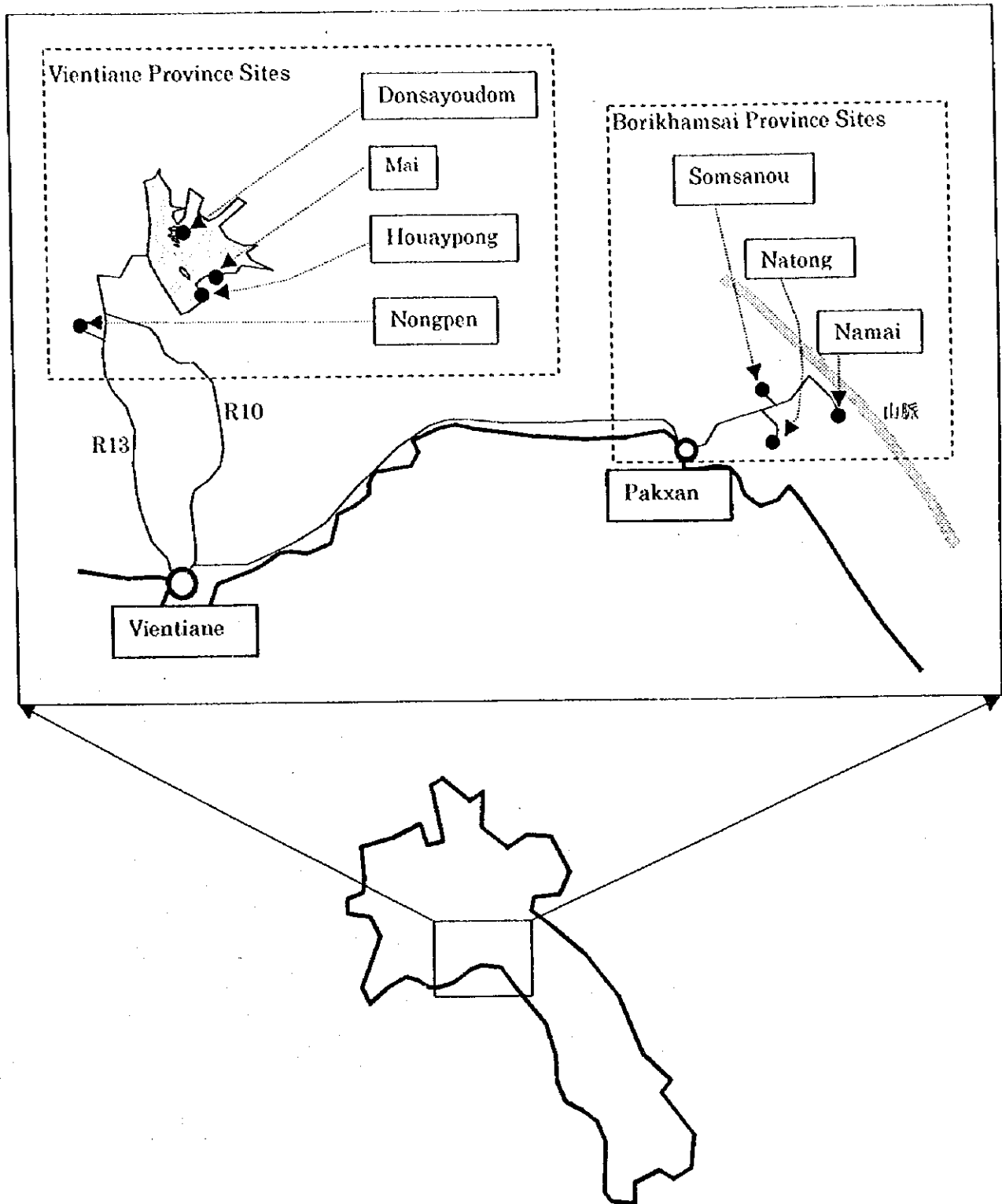
## 内容

SVT: この会社はルアン普拉バン通り (P.O. BOX 3559) にあり電気工事を中心に営業している。BPの代理店も兼ねており、ラオスでの太陽光設置実績が100件以上あると言っている。MIHが昨年テスト導入した5台のセットの設置もSVTが行っている。Mr.Scott Roach が行っており太陽光についても詳しく熱心である。

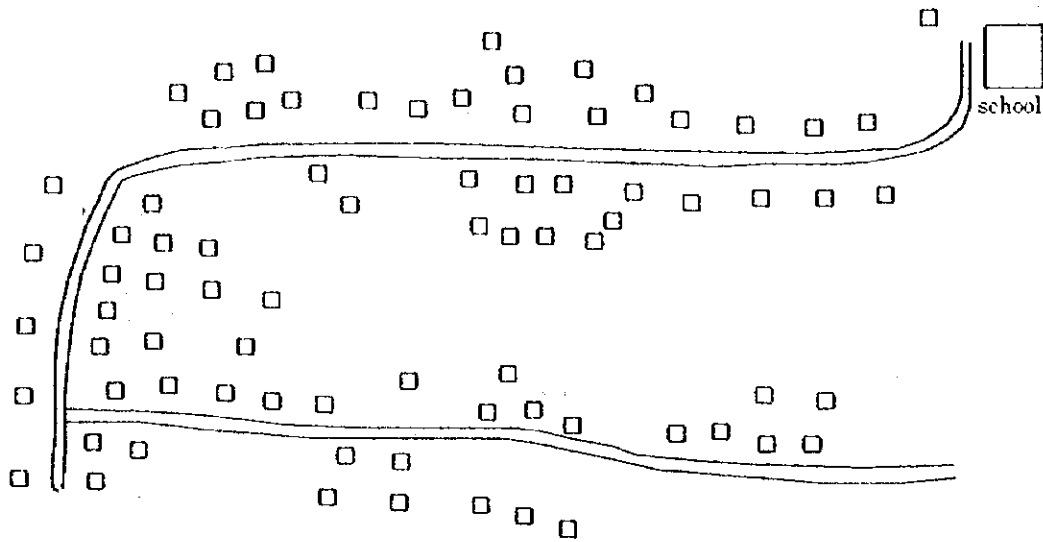
- ・ 機材を当方から支給して設置工事だけを委託も実施できる。
- ・ SHSの設置は1件当たり100\$ほど。他に6ヶ月間のバックアップサービスが1件当たり15\$ほど。
- ・ SHSの設置は1村に2名ほど派遣して行う。1日に2-3軒設置できる。機材はトラックを使って運ぶが、人の派遣に4WDを貸してほしい。3村くらいなら平行して作業を実施できる(計6人派遣する)。
- ・ SHSの太陽電池の設置はポールマウントもできる。コンクリートポールだと輸送が大変なので亜鉛メッキのポールをSVTで手配してもよい。現地でコンクリートポールが作れるのなら、それもよい。
- ・ 家によってはポールマウントよりルーフマウントのほうが適している場合もある。SVTで事前調査してポールマウント/ルーフマウントを決めることもできる。

LST: 太陽光システムを設置できるという話をきいてヒアリングしたが、現在の彼らの状況ではできないという答えだった。

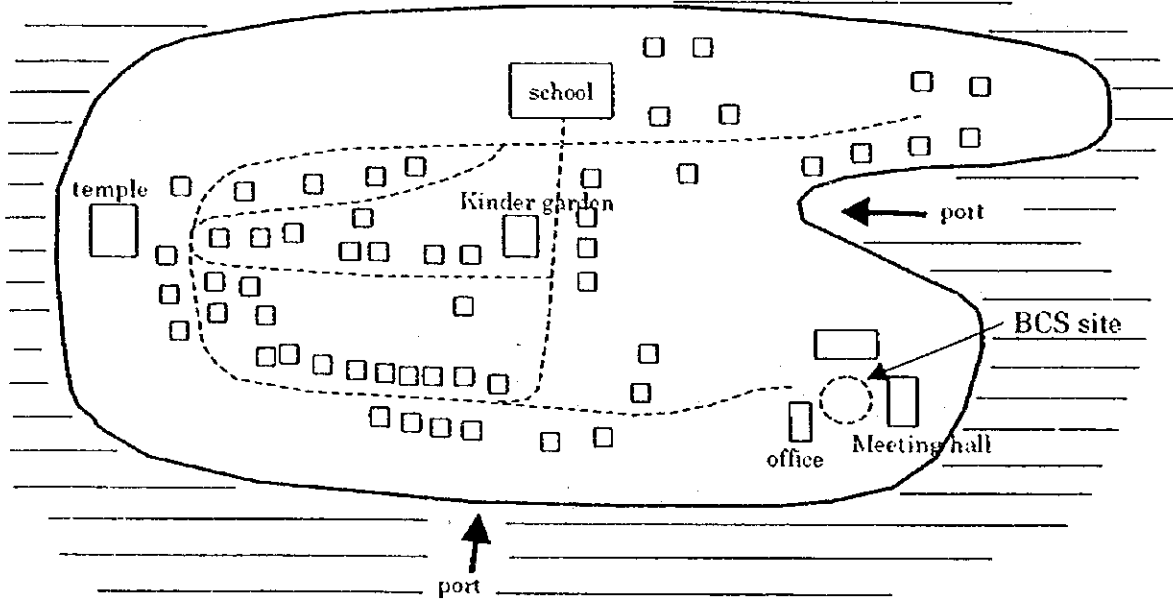
3.6 設置対象村地図



Nongpen 村

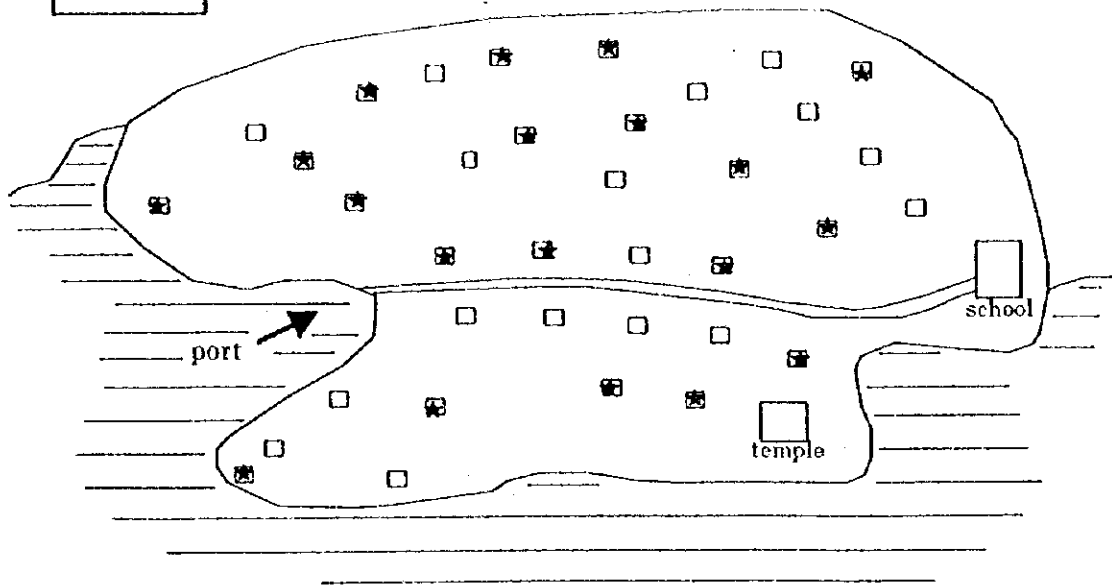


Donsayoudom 村

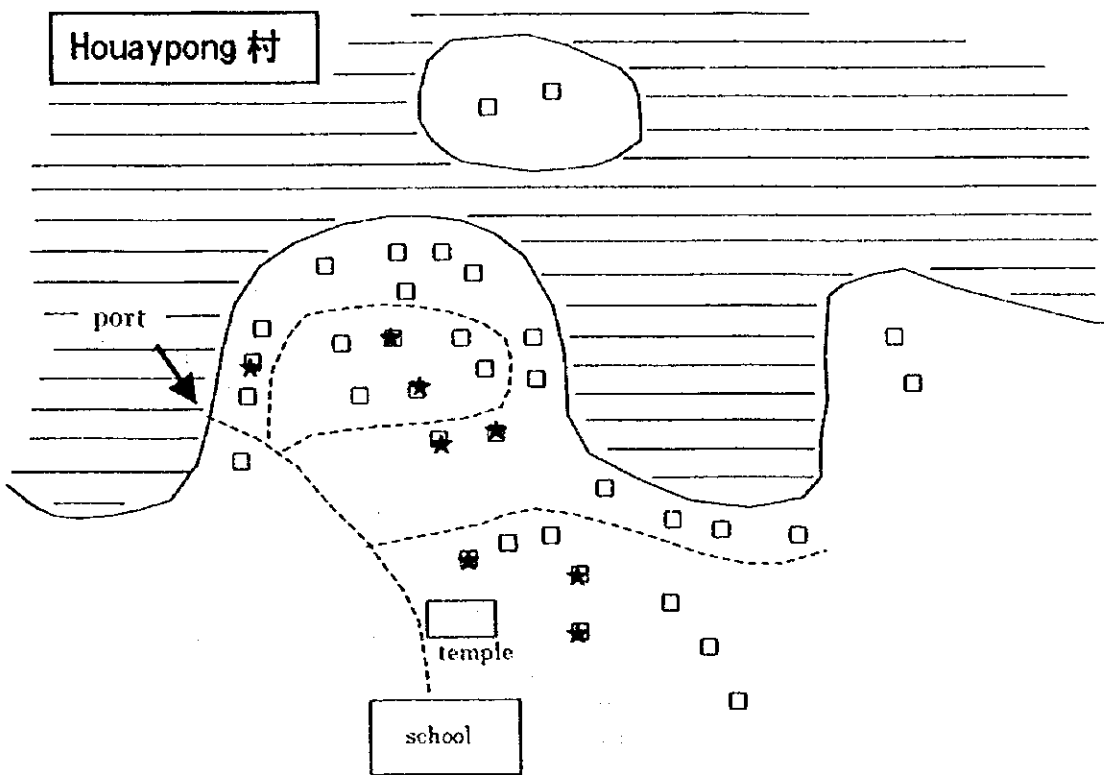




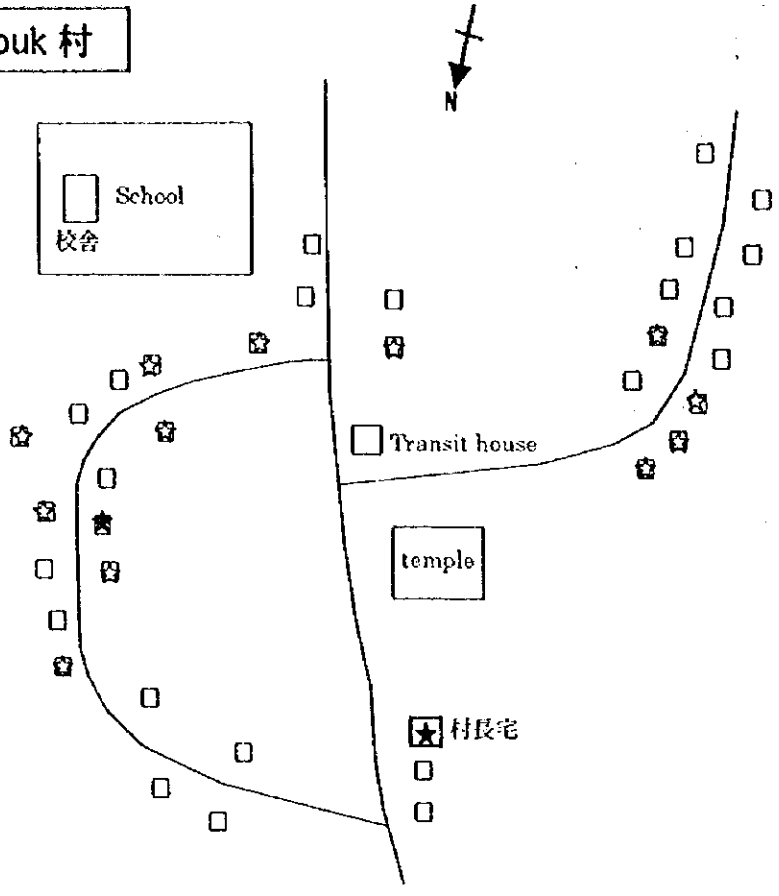
Mai 村



Houaypong 村

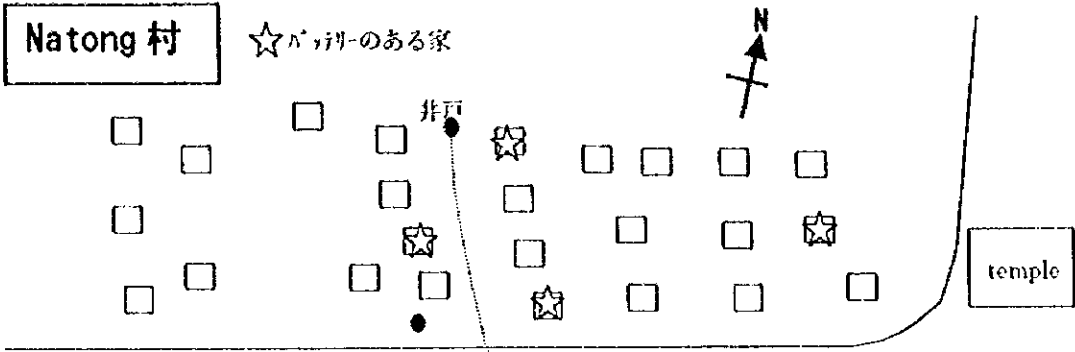


Somsanouk 村

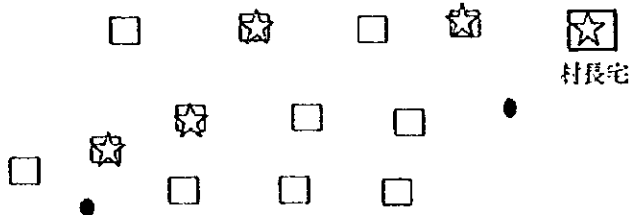


Natong 村

☆バツリ-のある家

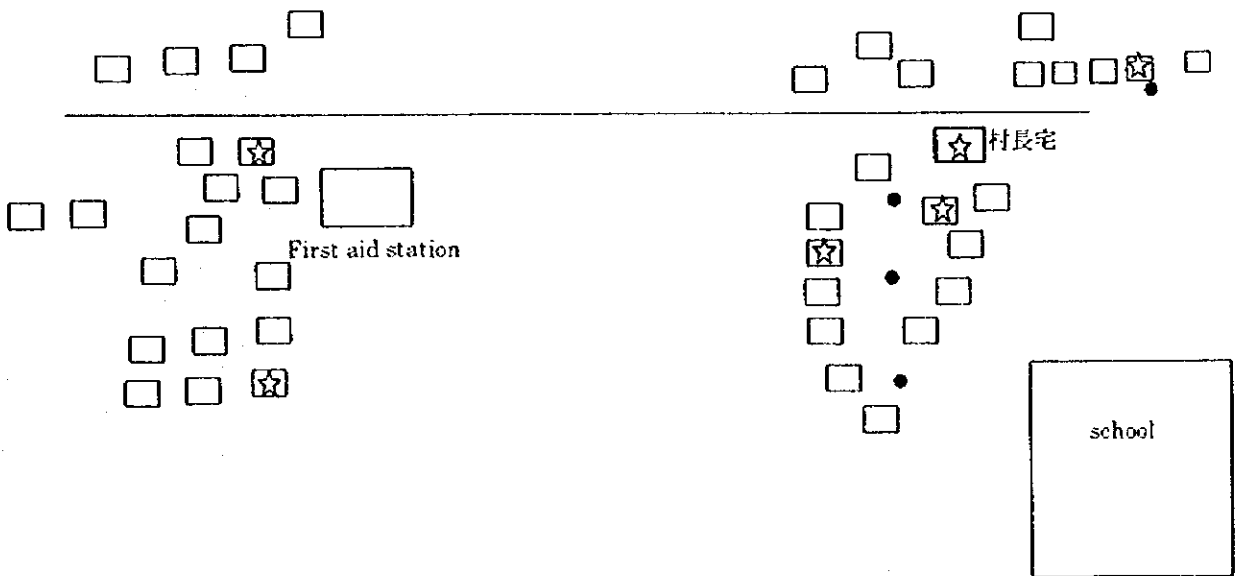


School 校舎



Nama i 村

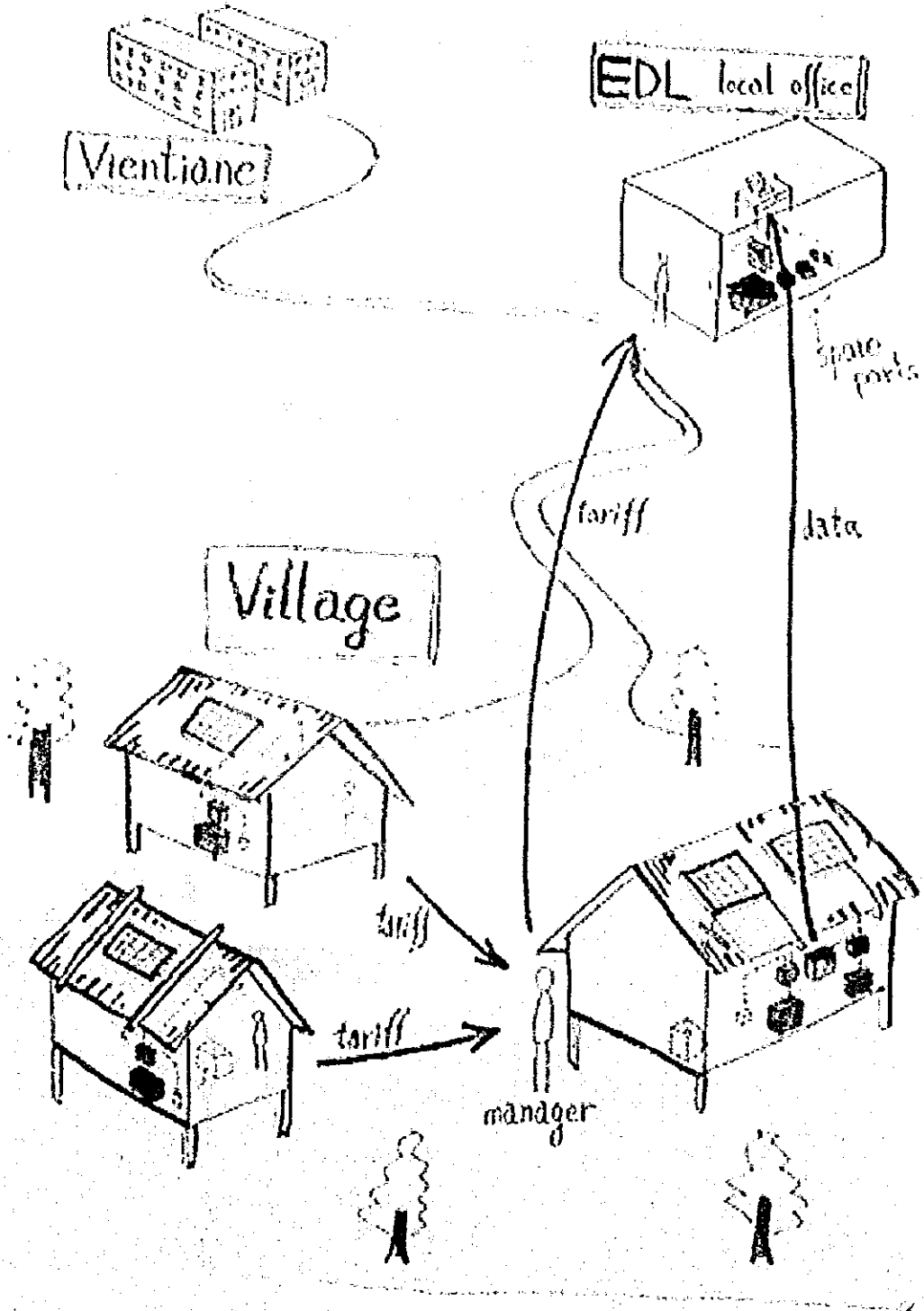
N ←



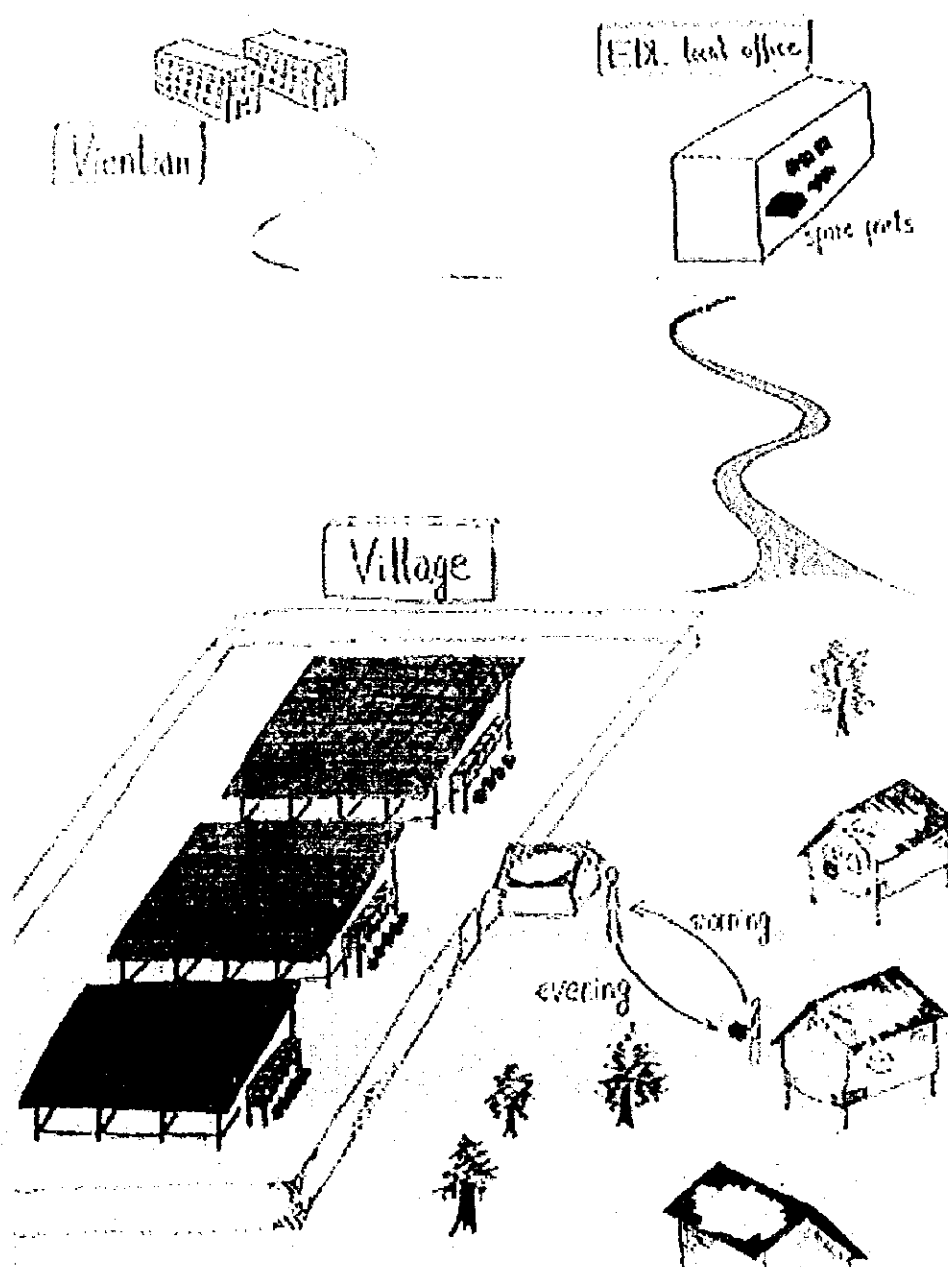


3.7 住民説明会用プロジェクト説明図

(1) SHS 説明図



(2) BCS 説明図



## 第4章 太陽光発電システム仕様

### 4.1 システム構成の基本的考え

#### (1) 基本方針

ラオス国はまだ国内の大部分が未電化で、人々は集落を作って農業など自然を利用した自営生活を行っている。太陽光発電システムはこの現状に対しあまり急激な変化を与えないよう、また今後ラオス国が自立して運営していくために運用費がかからないよう、次のような方針の基に設計するものとする。

- ・システムの容量 生活の最小保障（照明）をベースにする。雨期などに雨が何日も降り続いた場合は停電もやむを得ないとする。
- ・自立運営 ラオス国での自営保守を考慮し、特に保守の問題となるバッテリーは、ラオス国内で自費調達可能な自動車バッテリーが利用できるようにする。但し、システムの初期トラブルを避けるため導入時のバッテリーは高耐久のものとする。
- ・社会構造への対応 小集落は所得もほぼそろっており全体の管理も容易なことから個別型のシステム（SHS：Solar Home System）にし全戸設置する。大集落（100戸以上）については、管理が容易で所得格差に対応しやすい集中型のシステム（BCS：Battery Charge Station）にしバッテリーを持つ住民にのみサービスする。
- ・データ計測 メンテナンスの容易な構成で最小限のデータを採る。このため発電／消費の両方の状況が計測できる個別型（SHS）のシステムで、各設置サイトから1軒ずつ選んで動作のモニタを行う。また、ラオス国の標準の日射データ測定を気象観測所で行う。

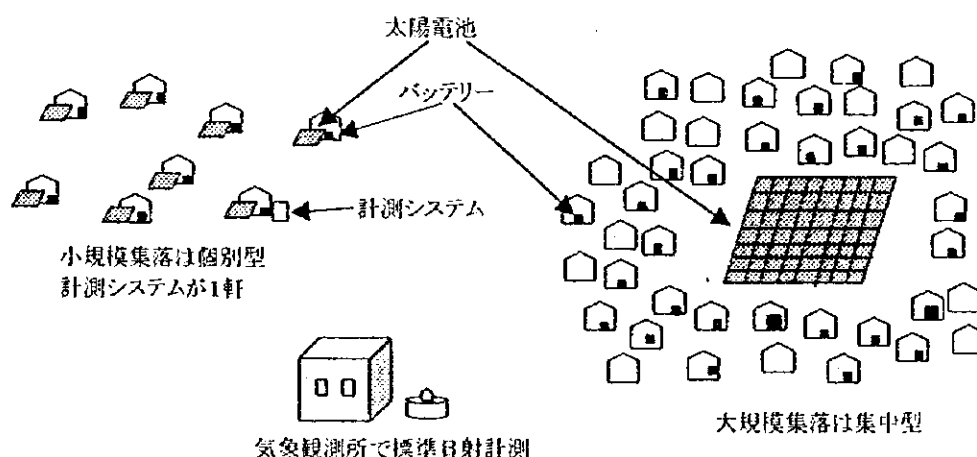


図1. 1 太陽光発電導入の全体プラン

## (2) SHS (Solar Home System)の概要

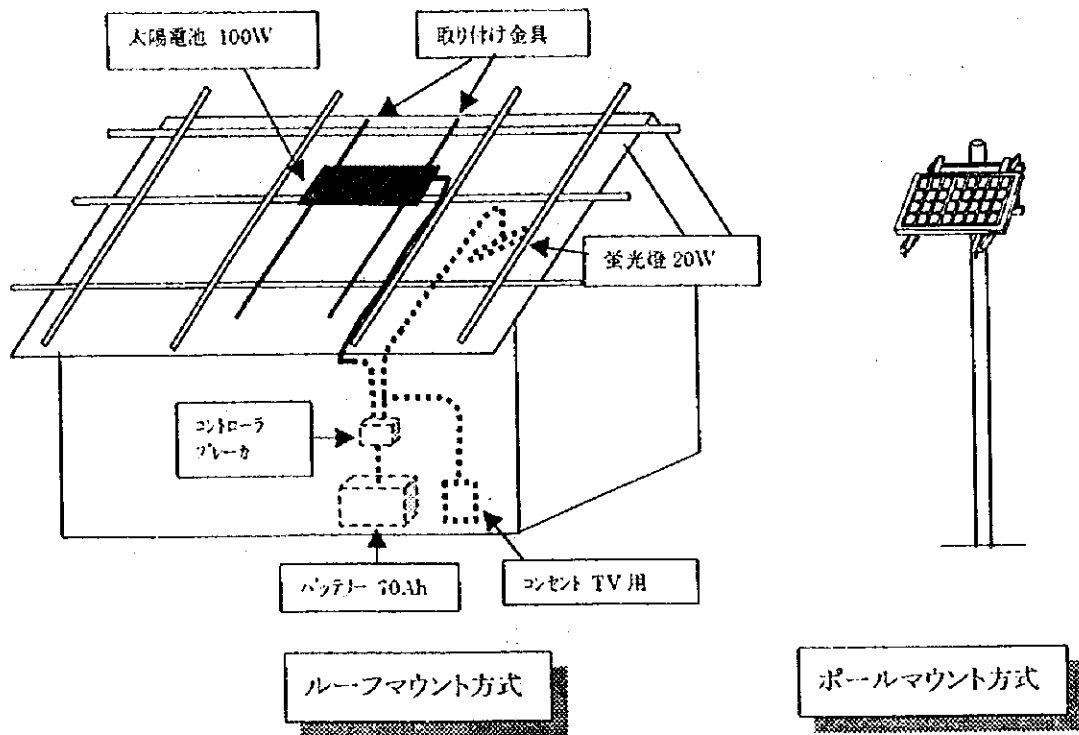


図1-2 SHSのイメージ

平均日射量を5.5 kWh/m<sup>2</sup>として、平均的に次のように電気機器が利用できる。

蛍光灯 20W 1灯 3時間

TV 40W 1台 1時間

バッテリーがあるので、夜間も電気が利用できる。また、雨などの連続不日照に対してもバッテリーで3日以上電気の利用が可能になるようにする。

利用料金については、毎月一定額を管理者に支払う。料金は主にバッテリーの交換にあてられる。バッテリーは3年以上たつと積み立てた料金から交換できるように資金管理する。通常の保守としてバッテリーの水が必要だが、これは村民が行う。但し蒸留水が村に常備されているようにする必要がある。

システムは政府の所有物で、コンセントから先を住民の所有物とする。



### (3) BCS (Battery Charge Station)の概要

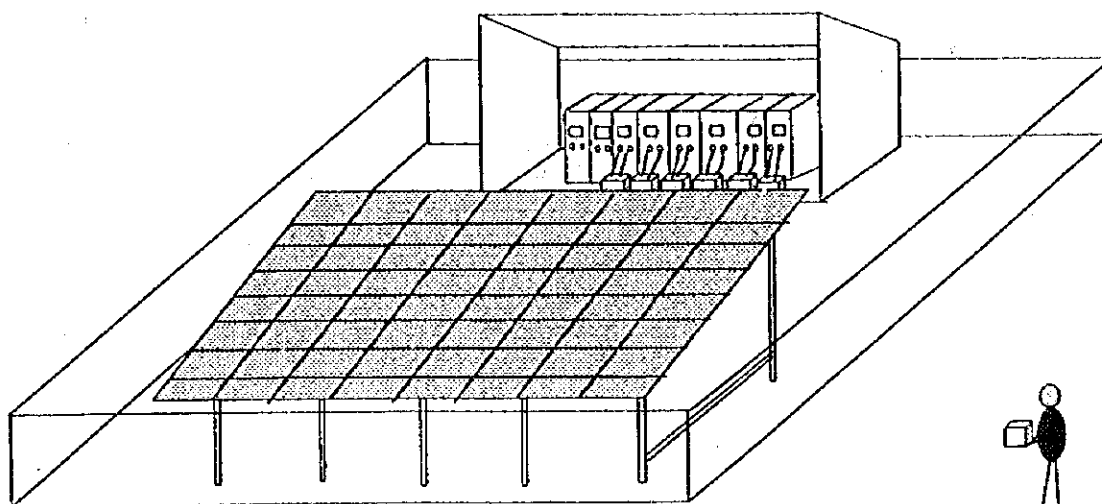


図1-3 BCSのイメージ

村に大きな太陽電池と複数台のバッテリー充電器を設置する。

太陽電池容量/充電器の台数は、村民が4～5日に1回バッテリーの充電に来て、1日かけて充電しても対応できるぐらい用意する。充電するバッテリーは70Ahをベースにするが、120Ahにも対応できるように設備容量に少し余裕をもたせる。

ステーションには常駐の管理者がいて、村民は空になったバッテリーを持ってきて管理者に充電を依頼する。朝バッテリーを持ってくれば、夕方には充電されているのもって帰ることができる。

料金は充電を頼む度に支払う。保守にはそれほどコストがかからないと見られるので、料金の大部分は管理人の報酬にあてる。管理人の業務は、充電作業、料金徴収/管理、システム保守となる。

バッテリーは村民の持ち物で保守や劣化時の更新も各村民の費用/責任で行う。

#### (4) 動作モニターシステムの概要

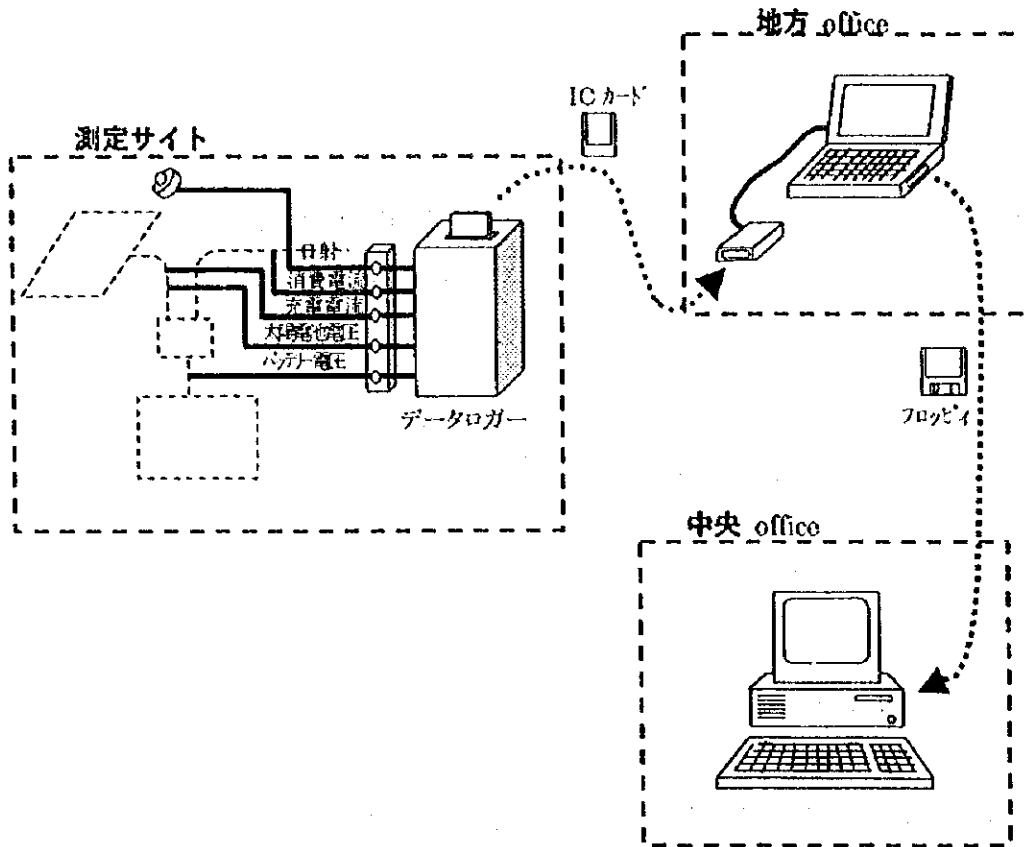


図1-4 動作モニタシステムのイメージ

各村で1戸ずつ動作モニタ用のデータロガーを設置する。測定項目はシステムの動作把握するのに最低限必要なものとする。

データロガーの電源は乾電池で3ヶ月ぐらいもつものにする。但し、代替手段としてSHSの電源も使えるようにする。

信頼性、データ容量の点から動作モニタのデータ記録はICカードに行う。

地方officeの職員は入れ替え用のICカードを持っていて、1回/月村に取り替えに来る。乾電池も必要に応じて取りかえる。取り替えたICカードは地方officeに持ちかえり、そこでコンピュータを用いてフロッピーやハードディスクにデータを落とし、ICカードは次の取り替え用に用いる。フロッピーに落とされたデータは中央officeの職員にも渡される。データ解析などは中央officeで各村からのデータを集めて行う。

データの取り扱いは通常のWindowsのパソコン(英語版)で取り扱えるようにする。

## (5) 日射測定システムの概要

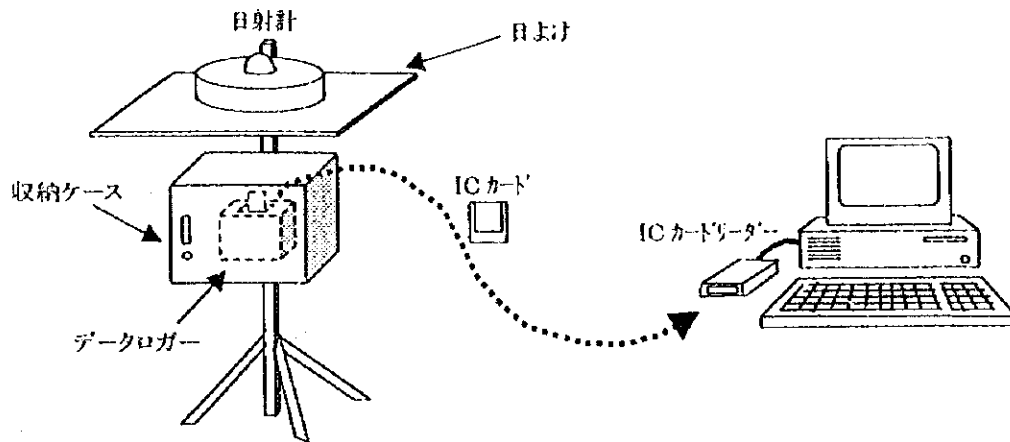


図1-5 日射モニタシステム

気象センターに設置し、同所の職員が管理する。

気象センターでは主要な気象データは測定しているが、今後太陽光発電の参考に必要になる日射は測定されていないので、日射のみを測定対象とする。

動作モニタシステムと同様にICカードを用いたデータロガーを用い乾電池で作動させる。

ICカード/乾電池の管理、データ収集/解析は気象センターの担当者が行う。

(6) 設置対象村

今回の調査から次の7村が太陽光発電システム設置候補となった。

| 県                       | 村名                     | 戸数  | 設置システム |
|-------------------------|------------------------|-----|--------|
| ボリカムサイ<br>(Borikhamxai) | Namai (ナマイ)            | 42  | SHS    |
|                         | Somsanouk (ソムサヌク)      | 34  | SHS    |
|                         | Nathong (ナトン)          | 40  | SHS    |
| ビエンチャン<br>(Vientiane)   | Mai (マイ)               | 48  | SHS    |
|                         | Houypoung (ホイポウ)       | 49  | SHS    |
|                         | Donesayoudom (ドンサイウドム) | 138 | BCS    |
|                         | Nong pean (ノンペン)       | 48  | SHS    |

設置対象村はいずれもビエンチャンから4時間以内で、所属する県にはEDL、MHIの事務所があり、各村へ2時間以内でアクセスできる。従って、一次保守や料金徴収、データ収集は県事務所で行うことができる。

上記の村の内ドンサイウドムはやや大きな村でBCS設置対象としたが、他は全体の所得のそろっている小集落なのでSHSの設置対象とした。

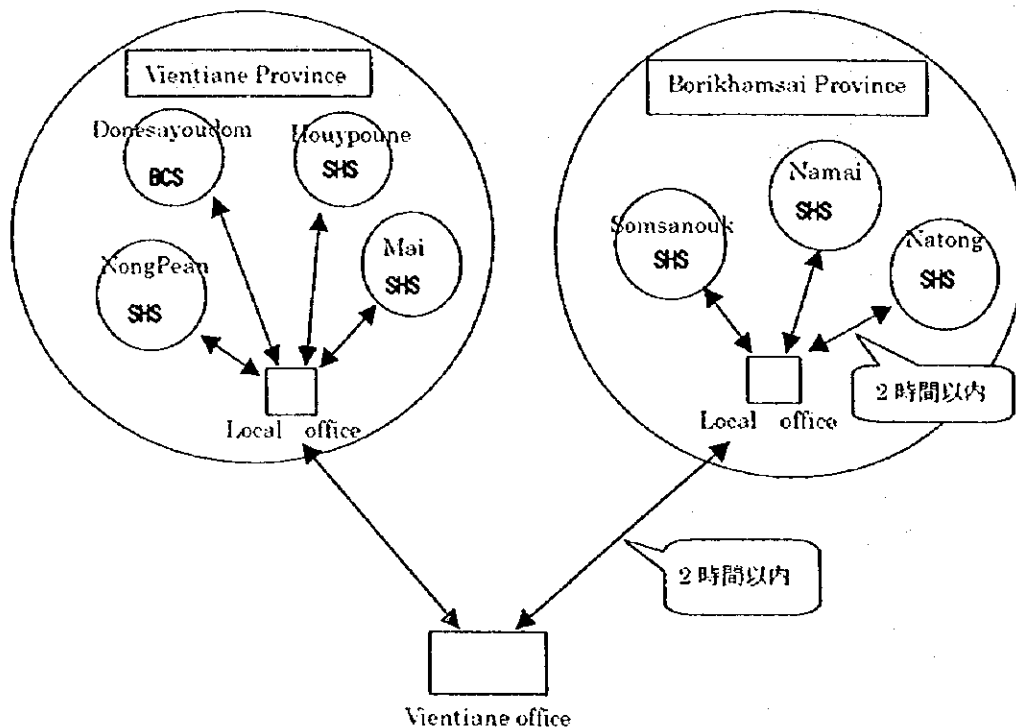


図1-6 設置対象村

## (7) 運用体制

政府関係機関で今回の太陽光に関連する機関は次のとおり。

|       |  |         |
|-------|--|---------|
| M I H | Ministry of Industry and Handicraft        | カウンタパート |
| E D L | Electricity Du Laos                        | 運用      |
| STENO | Science Tecnology ENvironment Organization | 技術センター  |

上記の機関でM I Hを中心にアドバイザーコミッティーを形成し、全体の運営を管理する。各村で収集した測定データや運用状況については、アドバイザーコミッティーで情報共有する。

長期的な運用を可能にするため、料金支払い制度を導入し利用者の保守意識を喚起する。このため料金徴収体制が必要になるが、今回の設置対象村のある県にはいずれもM I H、E D Lの地方事務所があり、これらの事務所から設置対象の各村へのアクセスは2時間以内なので、これらの機関による料金徴収体制を組むことが可能である。村に料金徴収の代理人を置く方法も考えられるが、徴収した料金管理の問題もあり、公的機関による徴収体制を組むほうが良いと考えられる。通常、ラオスでの電気料金の徴収はE D Lが行っていることから、今回の太陽光発電の料金徴収もE D Lの地方事務所で行う体制が組みやすい。

料金徴収以外にトラブル対応等の保守とデータ収集が必要になるが、これらもE D Lの料金徴収体制の中で行うものとする。トラブル対応などでやや技術的なものはM I Hの地方事務所や中央がサポートする。この体制を組むためには、関係担当者への技術教育を十分に行っておく必要がある。また、E D Lの地方事務所から各村へのアクセスを容易にするために、各事務所にバイクなどの移手段を常備しておくほうが良い。

各村には全体のシステム運用をみる担当者を村民から選び、彼をE D Lとの窓口にするほうが運営しやすい。このため、E D L地方事務所の担当者と各村の担当者を実質的な運用中心とし、これをPMU (Pilot Management Unit) とする。PMUはアドバイザーコミッティーの下に組織される。

通常保守として考えられるのはバッテリーの補水で、これは利用者が各自で行うものとするが、補水用の蒸留水は確保できるようにしたほうが良い。民間ベースでの供給体制が望ましいと考える。これ以外の保守は、機器のトラブルの場合に基本的に機器の交換で対応し、配線などのトラブルは修理で対応する。機器交換のために主要な機器(太陽電池、コントローラ、バッテリー)の予備をE D L地方事務所に置く。

以上の関係を模式的に図1-7に模式的に示す。

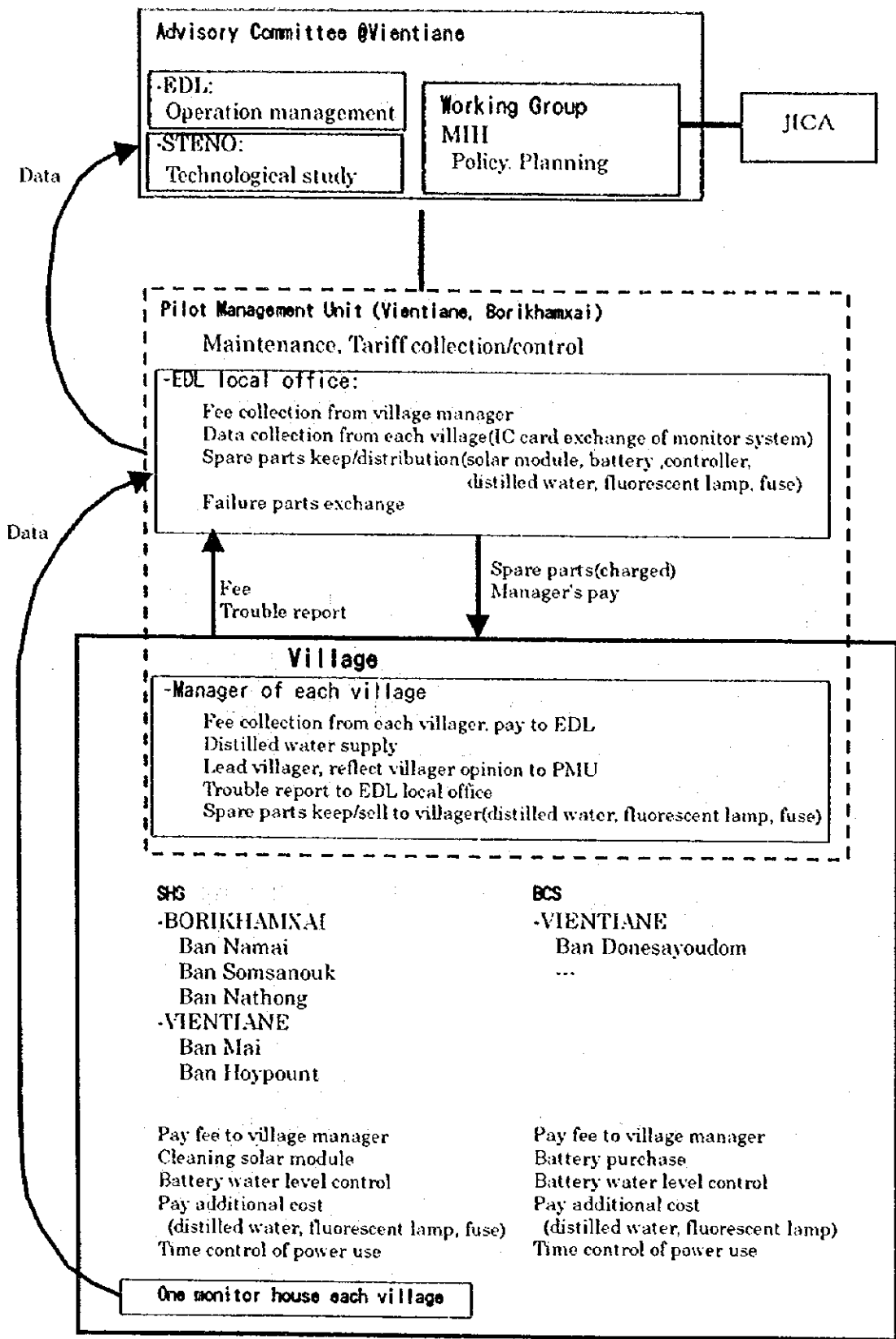


图1-7 运用体制

## 4.2 太陽光発電仕様

### (1) 設計ベース

|       |   |
|-------|---|
| 設置緯度  | 北緯 15 度                                   |
| 気温    | 0 ~ 40℃                                   |
| 湿度    | 0 ~ 100%                                  |
| 日射量   | 年間平均 5.5kWh/m <sup>2</sup>                |
| 負荷    | 蛍光灯 (12V、20W) 1灯3時間<br>TV (12V、40W) 1台1時間 |
| 不日照補償 | 3日  |

### (2) 設計方針

#### 1) Solar Home System

##### ①容量

1日の電気使用量は負荷量から次のように算出される。

$$\begin{aligned} 20W \times 3時間 + 40W \times 1時間 &= 100Wh \\ &= 8Ah (@12V) \end{aligned}$$

不日照補償を3日にするには、電気利用可能量をを上記の4倍(32Ah)以上にする必要がある。バッテリーの放電深度はコントローラによって異なるが50%までとすると、バッテリー容量は64Ah以上となる。このことから、バッテリー容量は70Ahとする。

バッテリーの放電深度を50%として充電に必要な電気量は

$$70Ah \times 0.5 \times 12V = 420Wh$$

平均日射量は5.5kWh/dayなので、必要な太陽電池容量は

$$420 / 5.5 = 76W$$

但し、現地は樹木の影となり十分な日照の得られない家が多く、また雨季が厳しいので短い日照でもバッテリー充電できるよう、余裕を持たせて100Wとする。

##### ②バッテリー

ラオス国での今後の展開を考え、最も運用コストのかかるバッテリーは安価な自動車バッテリーで対応できるようにウェット式開放型バッテリーを用いる。但し初期設置するバッテリーは、初期トラブルによる運用体制確立への悪影響を避けるため、サイクル放電に強い高耐久性のものを用いる。

自動車用バッテリーを用いる場合は、使用状況によっては極端にバッテリー寿命を短くし、徴収料金だけではバッテリー保守を行えなくなる。従って住民に対しては事前に十分に利用方法の教育をする必要がある。自動車バッテリーでは、1日あたりの使用量をバッテリー容量の10%以下にしないと、3年以上の利用は困難である。本システムの場合70Ahのバッテリーに対し8Ahの使用を想定している

ので10%強となる。自動車バッテリーを用いた場合のバッテリーの寿命は3年程度が限界と見られる。

### ③コントローラ

コントローラのトラブル時の交換用品の入手が容易なように、通常の過充電／過放電防止機構のみのコントローラとし、放電深度は特に指定しない。太陽電池／バッテリーの容量計算では放電深度50%としているが、通常のコントローラであれば70～80%くらいの放電深度となり、これは電気の利用可能量が増える方向なので特に問題はない。

コントローラにはバッテリーの1日あたりの利用量を制限する機構がないため、住民の自主努力によって1日（夜間）の電気利用量を制限し、バッテリーの長寿命化を図るよう教育する必要がある。

## 2) Battery Charge Station

### ①太陽電池容量

BCS設置対象村は136戸の比較的小さな村であったので、全戸が70Ahのバッテリーを持って5日に1回充電に来てでも対応できるベースで、1日に30ch並列運転し5日で150台分充電するとする。

70Ahのバッテリーへの充電は50Wのパネル4枚（200W）で5時間ほどで行える。このため太陽電池4枚を最小単位（1ch分）と考え、全体で30ch分120枚（6kW）が必要量となる。但し、雨期などへの対応を考え、容量に少し余裕を持たせ設置は40chで160枚（8kW）とする。

### ②太陽電池架台

架台は輸送費用などの関係から現地での製作設置とする。

### ③コントローラ

設置対象村では120Ahのバッテリーが利用されているので、コントローラも120Ah対応にする。コントローラの電流容量としてMax40A程度必要とみられる。

120Ahのバッテリーへの充電は1ch分の太陽電池では発電量が不足するかもしれないが、複数ch分の太陽電池を使うか複数日かけて充電すれば対応できる。

BCSでは住民が充電の操作をすることから、コントローラの安全要件を高めにし短絡保護、逆極性接続保護を設定する。

## 3) 動作モニターシステム

- ・測定対象は発電状況と消費状況の同時測定できるSHSのみとする。BCSの動作は40chの使われかたが一定しないので、太陽光発電としての細かい分析は困難と見られる。むしろBCSについては運用日誌などでマクロな分析をする方がよいとみなした。



- ・動作モニタシステムで計測する項目は次のとおり。

| 測定項目     | 測定範囲                       | センサ出力       |
|----------|----------------------------|-------------|
| 日射       | 0 - 1 k w / m <sup>2</sup> | 7 m V       |
| 太陽電池電圧、  | 0 - 2 0 V                  | そのまま        |
| バッテリー電圧、 | ~ 1 2 V                    | そのまま        |
| 発電電流、    | 0 - 1 0 A                  | 0 - 5 0 m V |
| 消費電流     | 0 - 1 0 A                  | 0 - 5 0 m V |

- ・SHSの動作モニタは各設置対象村で1軒ずつ行うが、できるだけ実際の運転を知るために、日射計は太陽電池と同じ面で近接して設置し、なかには太陽電池に樹木の影がかかるような家もモニタした方がよい。まわりの影響を除外した水平面の全天日射は次節の日射計測システムで測定するものとする。
- ・データ収集の運用は1ヶ月毎にICカードの更新を行って実施することを考えているが、僻地であるため3ヶ月間はデータロガーが継続動作できるようにデータ容量/電源容量を設計し、1~2回データ収集が抜けても対応できるようにする。
- ・データロガーの動作設定や動作診断が行えるよう、local office にノートパソコンを置き、必要時に現場へ持ち込めるようにする。また、ICカードリーダーのトラブルに備えて、ノートパソコンを用いて現場で直接データ吸い上げもできる仕様にする。また、予備のデータロガーをICカードリーダーとしても使える仕様にする。
- ・ノートパソコンは通常地方事務所に置き、ICカードのデータをフロッピーに変換するために用いる。ノートパソコン上でも簡単なデータ処理ができるようEXCELを導入する。
- ・デスクトップパソコンはカウンタパートのデータ処理用に使うが、調査団のワーク用に使うことも想定している。
- ・データロガーの電源についてはどこでも入手容易な乾電池駆動とする。乾電池が入手できない場合を想定して、SHSの電源も利用できる仕様(12V動作可)にする。

#### 4) 日射計測システム

- ・ラオスではこれまで日射量測定がなされていないので、今後の太陽光発電普及にむけ公的機関での定常的なデータ取得のため導入する。
- ・本来このようなシステムは公式認定の日射計でWMOフォーマットの出力するシステムを使うが、現在のラオスの国情を考え、安価な測定機器でデータ取得を行う。

### (3) 機器仕様

#### 1) Solar Home System

本システムは太陽電池と湿式バッテリー、及びバッテリー充放電コントローラからなる個別型システムの主要機器で、配線材は含まない。

##### ① 太陽電池

- a. 1枚のパネルあたり標準測定条件にて50W以上の出力を持ち、2枚並列接続で②、③に示す機器と動作整合性を持つもの600枚。
- b. すべての太陽電池を同じものでそろえること。
- c. 単結晶又は他結晶の太陽電池を、A1フレームと強化ガラスにより保護し、以下の自然条件で20年の動作が可能なもの。

|      |          |
|------|----------|
| 温度環境 | 0～50℃    |
| 湿度環境 | 0～100%RH |
- d. A1フレームには6mmφ以上のボルトを利用できる貫通穴があること。
- e. 電気出力は端子ボックスによってなされ、端子には+-の表示があること。
- f. すべてのパネルには製造メーカー名、製品名、製造番号、標準測定条件における動作性能(Voc, Vop, Isc, Iop, Pmax)が表示されていること。

##### ② バッテリー

- a. 100時間率で70Ah以上の容量をもつウェット式鉛バッテリーを300台。
- b. 動作電圧12V
- c. 下記の動作環境において、20%の放電深度で1000回以上のサイクル放電が可能なこと。

|      |          |
|------|----------|
| 温度環境 | 0～50℃    |
| 湿度環境 | 0～100%RH |
- d. 電極には+-が明示され、配線接続後の保護カバーを併納すること。
- e. 配線接続は容易で信頼性が高く、安全な構造であること。
- f. すべてのバッテリーには製造メーカー名、製品名、製造番号、容量が表示されていること。
- g. すべてのバッテリーを同じ機種でそろえること。

##### ③ コントローラ

- a. 上記①、②の機器と動作整合性を持つ充放電コントローラを300台
- b. 50Ahのバッテリーに対しても動作可能なもの。
- c. バッテリーの充電中、満充電を表示する機能を持つこと。
- d. 接続端子は容易で信頼性が高く、安全な構造であること。
- e. すべてのコントローラには製造メーカー名、製品名、製造番号が表示されていること。
- f. すべてのコントローラを同じ機種でそろえること。

## 2) Battery Charge Station

本システムは平均日射量  $5.5\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{day}$  の地域において、太陽電池を用いて  $70\text{Ah}$  の湿式バッテリーを1日に40台充電するためのもので、太陽電池・充放電コントローラからなり、架台・配線材は含まない。

40台のバッテリーへの充電は40台の充放電コントローラを並列に動作させて行う。1台のバッテリーの充電に必要な太陽電池は  $200\text{W}$  で、 $50\text{W}$  以上の能力を持つパネルを4枚用い、全体で160パネル、 $8\text{kW}$  以上の発電システムにする。

### ①太陽電池

- a. 2. 3. 1-①と同じ太陽電池160枚( $8\text{kW}$ 以上)と予備10枚。
- b. 4枚並列接続で②のコントローラと動作整合性を持つもの。

### ①コントローラ

- a.  $120\text{Ah}$ 、 $70\text{Ah}$ 、 $50\text{Ah}$ のバッテリー(12V、ウエット式)を①の太陽電池を用いて平均日射  $5.5\text{kWh}/\text{day}$  の条件で充電するもの40台と予備5台。
- b. 電流容量  $40\text{A}$
- c. 設置環境は次のとおり。

|    |                            |
|----|----------------------------|
| 温度 | $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ |
| 湿度 | $0\sim 100\% \text{RH}$    |
- d. コントローラはバッテリーの充電中、満充電を表示する機能を持つこと。
- e. 接続端子は接続容易で信頼性が高く、接続部分は短絡などを起こさない安全な構造であること。
- f. 接続端子には+-の極性を明示すること。
- g. 短絡、逆極性接続に対する保護機能を持つこと。
- h. すべてのコントローラには製造メーカー名、製品名、製造番号が表示されていること。
- i. すべてのコントローラを同じ機種でそろえること。

### 3) 動作モニターシステム

本システムはデータロガー盤、センサー、ノートパソコン、デスクトップパソコンからなる。

#### ①データロガー（6式）

- a. IC カード記録方式で5 c h以上の入力を持ち乾電池で動作するデータロガーと収納ケース、更に必要に応じて信号変換器、端子台からなる。
- b. データロガーは下記の機能を持つユニパルス製 L 8 1 0 B + D 2 0 0 A相当のものを6式に予備1台。
- c. 使用環境は次のとおりで屋内設置される。

|    |          |
|----|----------|
| 温度 | 0～50℃    |
| 湿度 | 0～100%RH |

- d. データロガーは乾電池（非アルカリ型）と IC カードを取り替えること無く、10分インターバルで5 c hのデータを3ヶ月記録可能なこと。また、この IC カードを1台に対し3枚納入のこと。
- e. データロガーは直流12Vでも動作可能なこと。これに必要な電源ケーブルを納入すること。
- f. データロガーは次の入力に対応できること。必要であれば信号変換器を用いること。また外部からの信号は端子台で受け、変換機などに内部結線が必要であれば行っておくこと。

|        |       |
|--------|-------|
| 0-10mV | 1 c h |
| 0-50mV | 2 c h |
| 0-20V  | 2 c h |

- g. データロガー単体で動作設定、状況（正常、異常、運転、停止）確認が行えること。
- h. 英語版 Windows95.EXCEL でデータロガーのデータ処理が可能なこと。
- i. 英語版 Windows95 のパソコンのシリアルインターフェイスまたはパラレルインターフェイスでデータロガーの動作設定、状況確認、データ転送が行えること。
- h. 収納ケースはデータロガー（必要なら変換器、端子台）を内蔵できる大きさで、外部からの信号線入力が可能で、開閉式の蓋を持ち、金属またはプラスチックまたは木でできたもの。但し、収納ケースとデータロガー（必要なら変換器、端子台）は別納で内部組み込みはしなくてよい。
- i. 収納ケースは蓋を開けた状態で内蔵されているデータロガーの IC カード着脱が容易に行える大きさのもの。

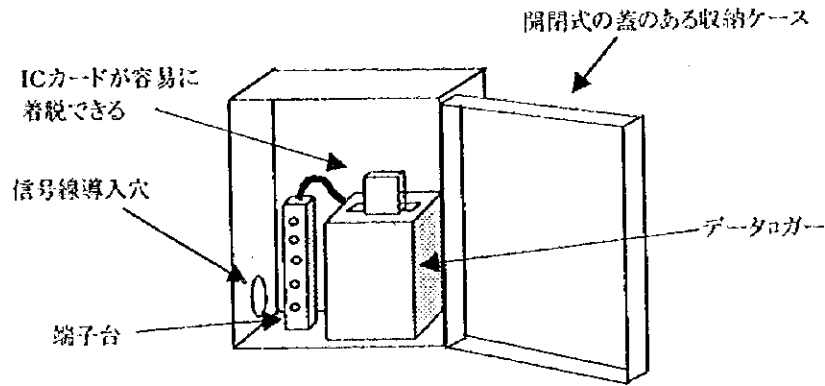


図2-1 データロガー盤イメージ

②センサー（6式）

- a. 日射センサーは栄弘精機MS601相当品で、公式の検定は不要であるが納入メーカーでの同等の社内検定に合格し、 $1\text{ kW/m}^2$ の日射に対し $7\text{ mV}$ の出力をもつもの。
- b. 電流センサーは $10\text{ A}$ に対し $50\text{ mV}$ の出力を持つシャント2台。

③ノートパソコン（2式）

- a. CPU能力 pentium 133MHz以上、メモリー 32MB、HD 1GB以上
- b. 電源 220V
- c. FD, CD, ICカードスロット, シリアルポート, パラレルポート 各1ch
- d. Windows95(英語版)、MS-OFFICE(EXCEL, WORD いずれも英語版)をインストールできるもの。プレインストールでない場合はインストール用のCDROMを納入のこと。
- e. ①のデータロガーのICカードのデータを読み込むハードウェア/ソフトウェアを納入すること。読み込みハードウェアは予備を1台追加し全体で3台納入のこと。
- f. ①のデータロガーのICカードのデータをWindows95(英語版)のMS-OFFICE(EXCEL, WORD いずれも英語版)で処理するための変換ソフトウェアを納入すること。
- g. バッテリー駆動で2時間動作可能なこと。

④デスクトップパソコン（1式）

- a. CPU能力 pentiumPro 200MHz以上、メモリー 48MB以上、HD 2GB以上
- b. 電源 220V
- c. FD 1台、ICカードスロット 1ch、シリアルポート 1ch、パラレルポート 1ch
- d. Windows95(英語版)、MS-OFFICE(EXCEL, WORD いずれも英語版)をインストールできること。プレインストールでない場合はインストール用のCDROMを納入のこと。

#### 4) 日射計測システム

本システムは全天日射計、データロガー（収納ケース付き）、パソコン用インターフェイスのハードウェア/ソフトウェアからなる。

##### ①全天日射計

日射センサーは栄弘精機MS601相当品で、公式の検定は不要であるが納入メーカーでの同等の社内検定に合格し、 $1\text{ kW/m}^2$ の日射に対し $7\text{ mV}$ の出力をもつもの。

##### ②データロガー

- a. データロガーは下記の機能を持つユニパルス製 L810B相当のもの。
- b. ICカード記録方式で1c h以上の入力を持ち乾電池で動作するもの
- c. 使用環境は次のとおりで屋外設置される。

|    |          |
|----|----------|
| 温度 | 0～50℃    |
| 湿度 | 0～100%RH |
- d. データロガーは乾電池と IC カードを取り替えること無く、10分インターバルでデータを3ヶ月記録可能なこと。またその IC カードを3枚納入すること。
- e. データロガーは入力レンジの変更が可能で、少なくとも0～10mV、0～1Vに対応できること。
- f. 収納ケースはデータロガーを内蔵し、外部からの信号線入力が可能で金属またはプラスチックまたは木からできたもの。但し、データロガーと収納ケースは別納で内部組み込みは行わなくてよい。

##### ③ノートパソコン

- a. 2. 3. 3-③と同じ仕様のノートパソコン 1台。

5) 機器仕様一覧

|   | 主な仕様        | 数量                          | 単位 | 備考     |       |
|---|-------------|-----------------------------|----|--------|-------|
| 1 | SHS         |                             |    |        |       |
|   | ①太陽電池       | 600                         | 枚  | 予備 80枚 |       |
|   | ②バッテリー      | 300                         | 台  | 予備 40台 |       |
|   | ③コントローラ     | 300                         | 台  | 予備 40台 |       |
| 2 | BCS         |                             |    |        |       |
|   | ①太陽電池       | 170                         | 枚  | 予備 10枚 |       |
|   | ②コントローラ     | 45                          | 台  | 予備 5台  |       |
| 3 | 動作モニタシステム   |                             |    |        |       |
|   | ①データロガー     |                             |    |        |       |
|   | 本体          | 7                           | 台  | 予備 1台  |       |
|   | 収納ケース       | 6                           | 台  |        |       |
|   | ICカード       | 18                          | 枚  | 予備 6枚  |       |
|   | ②センサー       |                             |    |        |       |
|   | 日射センサー      | 6                           | 台  |        |       |
|   | 電流センサー      | 12                          | 個  |        |       |
|   | ③ノートパソコン    |                             |    |        |       |
|   | 本体          | 英語版 Windows95, EXCEL, WORD  | 2  | 台      |       |
|   | ICカードインフェイス | データロガー用                     | 3  | 台      | 予備 1台 |
|   | ICカード用ソフト   | 英語版 Windows95, EXCEL 対応     | 2  | 式      |       |
|   | ④デスクトップパソコン | 英語版 Windows95, EXCEL, WORD  | 1  | 台      |       |
| 4 | 日射測定システム    |                             |    |        |       |
|   | ①全天日射計      | 1                           | 台  |        |       |
|   | ②データロガー     |                             |    |        |       |
|   | 本体          | 1ch を IC カード と乾電池 で 3 ヶ月 記録 | 1  | 台      |       |
|   | 収納ケース       | 1                           | 台  |        |       |
|   | ICカード       | 3 ヶ月 分の 容量                  | 3  | 枚      | 予備 1枚 |
|   | ③ノートパソコン    |                             |    |        |       |
|   | 本体          | 英語版 Windows95, EXCEL, WORD  | 1  | 台      |       |
|   | ICカードインフェイス | データロガー用                     | 1  | 台      |       |
|   | ICカード用ソフト   | 英語版 Windows95, EXCEL 対応     | 1  | 式      |       |

#### (4) 設置について

##### 1) Solar Home System

- ・機器の設置／配線に必要な材料は工事材料として現地調達する。
- ・太陽電池は日照条件のよい場所を選ぶためポールマウントにする。これは落雷時の家屋保護のためにも有効。ポールも工事材料として現地調達する。
- ・太陽電池の配線は、通常のバッテリー充電に使う 50W パネルなら 2 枚を並列接続する。電流は 10A 以下なので 2mm<sup>2</sup> でも対応できる。
- ・バッテリーは床に直置き、コントローラも壁に直付けを想定している。

##### 2) Battery Charge Station

###### ①太陽電池

現地は土埃が多く太陽電池表面が汚れるため、表面掃除をできるぐらいの高さ／大きさにしたほうがよい。また、現地への輸送を考慮しあまり大きな材料を使わないようにするほうがよい。

一方、太陽電池は4枚で1ch になるので配線上は4枚単位でまとまっていると便利である。従って例えば5ch 分を1つの架台にまとめて接続する下図のようなアレイ構成が考えられる。但し配線が40ch になり、やや負担が大きい。

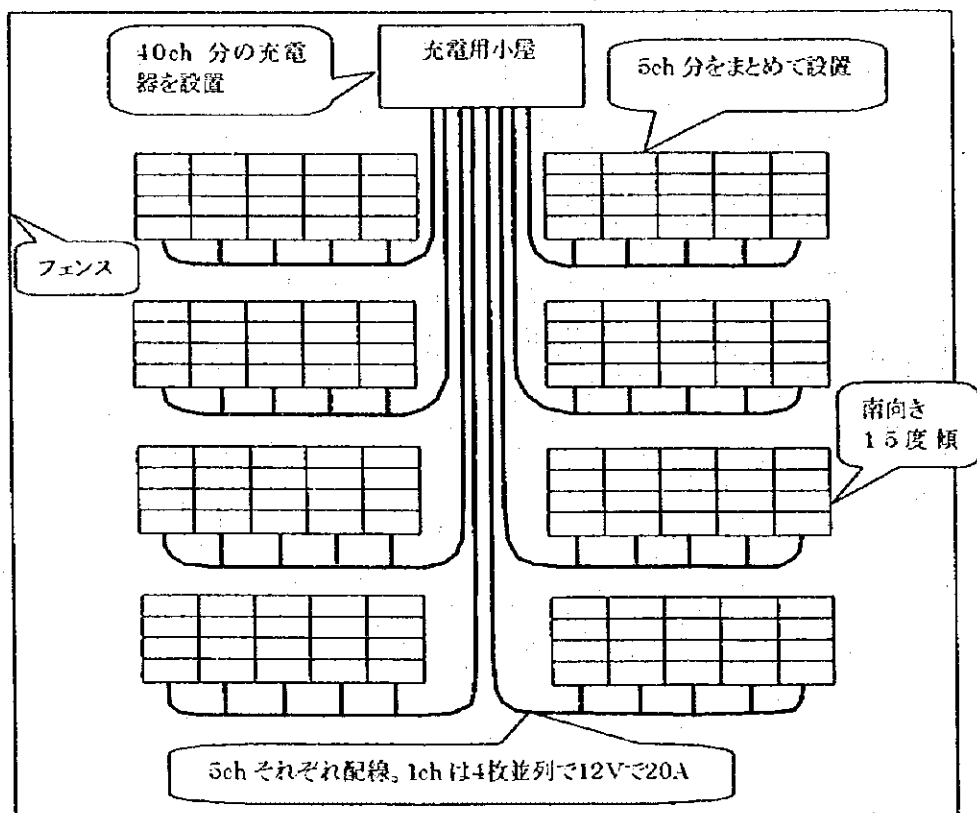


図2-2 アレイ配置例



架台の低いほうを1.5m、高いほうを2mほどにすると、ほぼ傾斜が15度になり、太陽電池表面が手の届く範囲なのでクリーニングは行える。配線作業のためにはこれより20～30cmほど低くするほうが良い。架台用のアングルは太陽電池メーカーによっては4枚分載せるものを取り扱っているの、それを利用しても良い。

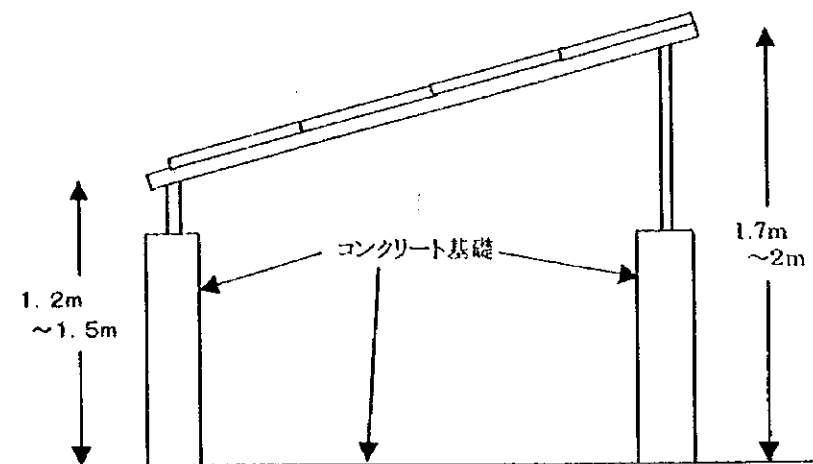


図2-3 架台例

現地は家畜が多いので、フェンスで囲って配線などを守る。

なお耐風速強度は世銀などのプロジェクトでのスタディでは40m/secである。

また材質については、潮風などないことからスチールと塗装で対応可能である。

### ②コントローラ

コントローラは屋外設置できないので、簡単な小屋を作りその中にコントローラを設置し充電を行う。小屋は工事材料として現地調達する。

小屋の中で充電を行う場合は、バッテリーから水素の発生があるので安全のため通気性を確保する必要がある。

充電には他にスイッチやクランプなどが必要であるが、これらはすべて現地工事の中で調達する。

### 3) 動作モニターシステム

- ・データロガー盤は測定対象の家に屋内設置する。

電源は乾電池でもよいが、SHSのバッテリーから供給してもデータにはほとんど影響を与えないので可能である。但し、この場合も雨季に雨が降り続くとバッテリー停止の恐れがあるので、乾電池によるバックアップは必要である。

- ・収納ケースへのデータロガーの固定は現地作業の中で行う。

- ・電流測定用のシャントは太陽電池→コントローラ、コントローラ→負荷の間に挿入する。このために必要な配線材料は現地調達する。

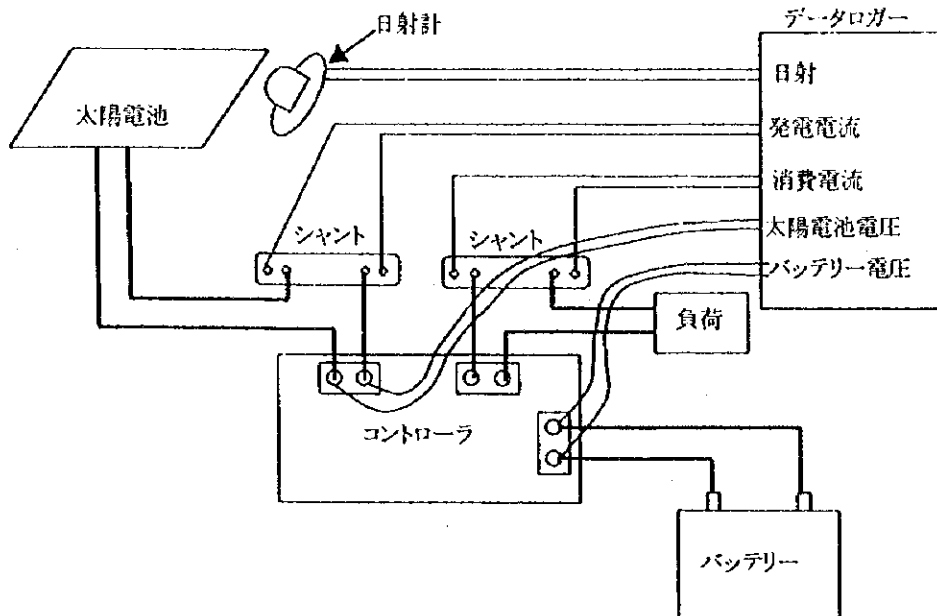


図2-4 動作モニタの配線

- ・ノートパソコンは local office に設置し、デスクトップパソコンはカウンタパートの office 等に設置しデータの解析/保存に用いる。

#### 4) 日射計測システム

- ・本システムは気象センターに設置する。日射計は水平設置し全天日射を測定する。
- ・日射計、データロガーの設置に必要な支持台などは工事材料として現地調達する。
- ・データロガーは収納ケースの中に入れる。収納ケースが日射で温度上昇しないよう、日よけをつける。

SCOPE OF WORK  
FOR  
THE STUDY  
ON  
RURAL ELECTRIFICATION PROJECT BY RENEWABLE  
ENERGY  
IN  
THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

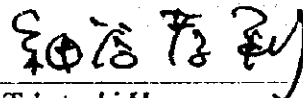
AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF INDUSTRY AND HANDICRAFTS  
OF THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Vientiane, March 27, 1998



---

H.E. Khammone Phonekeo  
Vice Minister,  
Ministry of Industry and Handicrafts



---

Mr. Takatoshi Hosoya  
Leader,  
The Preliminary Study Team,  
JICA

## I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of Lao People's Democratic Republic (hereinafter referred to as "Lao PDR"), the Government of Japan decided to conduct the Study on Rural Electrification Project by renewable energy (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned in Lao PDR.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The Study aims to study and evaluate the potential of photovoltaics and micro-hydro power supply in order to promote rural electrification in the Lao PDR, and to formulate a implementing plan on rural electrification by using renewable energy.

## III. THE STUDY AREA

On formulating the framework for rural electrification, PV systems and micro-hydro power are considered as significant means to any off grid in Lao PDR. However, installation and monitoring of PV Systems and inventory survey on micro-hydro power supply are limited to the selected villages of Vientiane and Borikhamxai Province.

## IV. SCOPE OF THE STUDY

The study evaluates the potential of the rural electrification utilizing the renewable energy in the unelectrified area. Potential of PV electrification as one of the means of renewable energy is assessed by experimental test at the selected area. Potential of micro-hydro power development is assessed by the inventory survey. Based on the monitoring and evaluation of installed PV systems, practical measures and incentive program is formulated as an implementing plan, which will contribute to the promotion of rural electrification.

### Preliminary Investigation Stage

In order to identify the present situation of rural electrification, the following investigation and preparation work is carried out.

[PV and Micro-hydro]

- 1) Collection and review of the relevant data and information including previous study reports.
- 2) Review of the existing development framework in Lao PDR.

- 3) Review of rural electrification policy in Lao PDR and role of EDL in rural electrification.
- 4) Identification of the role and function of institutions related to electric power supply in national and local level

[PV]

- 5) Socio-economic survey at the project sites of PV Pilot test
- 6) Establishment of the suitable management systems for PV Pilot test
- 7) Evaluation of the system component and maintenance technology of PV products
- 8) Preparation for the installation and maintenance of PV systems and measurement equipments

[Micro-hydro power]

- 9) Questionnaire survey on candidate sites for micro-hydro power development in Vientiane and Borikhamxai Province
- 10) Meteorological analysis to the candidate sites
- 11) Topographic analysis to the candidate sites

**Detailed Investigation Stage**

In order to evaluate the potential of PV rural electrification and to identify candidate sites suitable for micro hydro power development, the following investigations are implemented.

[PV]

- 1) Technical evaluation of the installed PV system
- 2) Evaluation of present user's knowledge and maintenance skill on PV systems and making recommendations on the appropriate training scheme.
- 3) Evaluation of the management system of PV Pilot test and making recommendations on the sustainable system.
- 4) Evaluation of the technical level of management and maintenance staff and making recommendations on the appropriate training system.
- 5) Evaluation of the incentive structure including the electricity tariff and tax exemption etc.

[Micro-hydro power]

- 6) Identification of the potential sites for micro-hydro power development

26

### Implementing Plan Formulation Stage

Based on the results of the monitoring and evaluations on the application of PV systems in the Pilot test sites, the potential of PV rural electrification is assessed from an economic, financial and institutional point of view. Then, appropriate measures and incentive programs are formulated to an implementing plan.

After identifying the suitable area for micro-hydro power development, promotion measures in Vientiane and Borikhamxai Province is formulated in accordance with the existing grid extension plan and the implementing plan for PV rural electrification.

## **V. WORK SCHEDULE**

The Study will be carried out in accordance with the tentative work schedule shown in the appendix I.

## **VI. REPORTS**

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Lao PDR:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1) Inception report   | Twenty (20) copies                              |
| 2) Progress report 1  | Twenty (20) copies                              |
| 3) Progress report 2  | Twenty (20) copies                              |
| 4) Interim report     | Thirty (30) copies                              |
| 5) Draft final report | Thirty (30) copies (main reports and summaries) |

Ministry of Industry and Handicrafts (hereinafter referred to as "MIH") shall provide its comments on the draft final report within one (1) month after the submission of that report.

### 6) Presentation

The presentation of Draft final report shall be made to MIH.

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 7) Final report | Forty (40) copies (main reports and summaries) |
|-----------------|--|

The Team will submit these reports within six (6) weeks after receiving the comments of the Government of Lao PDR on the draft final report.

During the field study in Lao PDR, monthly meetings are held, and monthly reports are prepared and submitted to the meetings.

## **VII. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING**

The division of technical undertakings by MIH and JICA of the Study is detailed in the appendix II.

26

5-

## VIII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF LAO PDR

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Lao PDR shall take necessary measures;

- (1) to secure the safety of the Team,
- (2) to permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Lao PDR for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees,
- (3) to exempt the members of the Team from taxes, duties, fees and other charges on equipment, machinery and other materials brought into, and out of, Lao PDR for the conduct of the Study,
- (4) to exempt the members of the Team from income taxes and charges of any kind imposed on, or in connection with, any emoluments or allowances paid to them for their services for the implementation of the Study,
- (5) to provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Lao PDR from Japan in connection with the implementation of the Study,
- (6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
- (7) to secure permission for the Team to take all data and documents including maps and photographs related to the Study out of Lao PDR to Japan,
- (8) to provide medical service as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Team.

2. The Government of Lao PDR shall bear claims, if any arises, against members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.

3. MIH shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with the other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

4. MIH shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned;

- (1) available data and information related to the Study,
- (2) counterpart personnel,
- (3) suitable office space with necessary equipment in Vientiane,
- (4) credentials or identification cards,
- (5) necessary vehicles with drivers, fuel and maintenance services for carrying out the field survey.

①

h

## **IX. UNDERTAKING OF JICA**

For the implementation of the study, JICA shall take the following measures:

1. to dispatch, at its own expense, study teams to Lao PDR, and
2. to pursue technology transfer to the Lao PDR counterpart personnel in the course of the Study.

## **X. OTHERS**

JICA and MIH shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

96

4



### Tentative Time Schedule

| Project Month  | 1998 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 1999 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2000 |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>I. Preliminary Investigation (PV &amp; Micro-hydro)</b> |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (1) Data Collection  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (2) Review of the existing development framework           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (3) Review of rural electrification policy                 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (4) Identification of related institutions                 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (5) Socio-economic survey at the candidate sites           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (6) Establishment of PV management system                  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (7) Evaluation of PV technology                            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (8) Preparation for installation and measurement           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (9) Questionnaire Survey on Micro-hydro                    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (10) Meteorological analysis on Micro-hydro                |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (11) Topographic analysis on Micro-hydro                   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (12) Procurement of PV systems                             |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>II. Detailed Investigation Stage</b>                    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (1) Technical Evaluation to installed PV systems           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (2) Evaluation of users' technical capacity                |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (3) Evaluation of PV management system                     |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (4) Evaluation of technical level of supply side           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (5) Evaluation of incentive structure                      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (6) Identification of potential sites for Micro-hydro      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>III. Implementing Plan Formulation Stage</b>            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Submission of Reports                                      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Workshops  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |

JICA Work in Lao PDR    
 JICA Work in Japan    
 Procurement of PV systems in Japan  
 Submission of Reports    
 Workshops  
 Ic/R: Inception Report     Pr1/R: Progress Report 1     Pr2/R: Progress Report 2  
 Iu/R: Interim Report     Df/R: Draft Final Report     F/R: Final Report

## Outline of Division of Technical Undertaking

|                                     | MIH  | JICA  |
|-------------------------------------|--|---|
| Preliminary Investigation Stage     | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Establishment of working group and Advisory committee</li> <li>(2) Collection and provision of all relevant data and information</li> <li>(3) Arrangement of meeting with relevant authorities and rural communities</li> <li>(4) Assistance for the implementation of Questionnaire Survey</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Data collection and review</li> <li>(2) Review of development framework</li> <li>(3) Review of rural electrification policy</li> <li>(4) Socio-economic survey</li> <li>(5) Establishment of suitable management system for PV Pilot test</li> <li>(6) Questionnaire survey for identifying candidate sites for Micro-hydro power development</li> </ul> |
| Detailed Investigation Stage        | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Operation of working group</li> <li>(2) Arrangement of meeting with relevant authorities</li> <li>(3) Collection and provision of all relevant data and information related to PV and Micro-hydro</li> <li>(4) Assistance for the installation of PV systems</li> <li>(5) Assistance for the operation of PV management system</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Evaluation of PV technologies</li> <li>(2) Evaluation of users' capacity</li> <li>(3) Evaluation of PV management structure</li> <li>(4) Evaluation of incentive structure</li> <li>(5) Identification of potential sites of Micro-hydro power development</li> </ul>  |
| Implementing Plan Formulation Stage | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Operation of working group</li> <li>(2) Arrangement of meeting with relevant authorities</li> <li>(3) Assistance for the operation of PV management system</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Preparation of technical and institutional recommendations on PV promotion</li> <li>(2) Preparation of potential area suitable for Micro-hydro power development</li> <li>(3) Preparation of Rural Electrification Implementing Plan for the target Provinces</li> </ul>   |

MINUTES OF MEETING  
FOR  
THE STUDY  
ON  
RURAL ELECTRIFICATION PROJECT BY RENEWABLE  
ENERGY  
IN  
THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

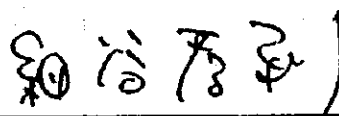
AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF INDUSTRY AND HANDICRAFTS  
OF THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Vientiane, March 27, 1998



---

H. E. Khammone Phonekeo  
Vice Minister,  
Ministry of Industry and Handicrafts



---

Mr. Takatoshi Hosoya  
Leader,  
Preliminary Study Team,  
JICA

The Preliminary Study Team for the Study on Rural Electrification by renewable energy in the Lao People's Democratic Republic dispatched by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "the JICA Study Team") had a series of discussions on the above-mentioned Study in Vientiane with the officials of the Ministry of Industry and Handicrafts (hereinafter referred to as "MIH") and other relevant officials of the Government of Laos from March 17 to 27, 1998.

Discussions were conducted in a friendly and cordial atmosphere and both sides agreed to record the following points as summarized conclusions of the discussions;

#### **1. Working Group**

MIH organize the working group which is responsible for proceeding the project in cooperation with the Study team. Technical and institutional capacity building to the working group will be done by the Study team.

#### **2. Advisory Committee**

MIH organizes an Advisory Committee, which is composed of the representatives from Department of Electricity, Electricite du Laos, Science Technology and Environment Organization (STENO), JICA Study Team and the other related organization, so that the Study could be implemented in line with the current situation of the Lao PDR by taking into account of the advises of the related organizations.

#### **3. Establishment of Pilot Management Unit**

Pilot Management Unit (PMU) is responsible for the operation of installed Photovoltaic (hereinafter referred to as "PV") systems such as electricity fee collection, monitoring and maintenance work. Management Unit is mainly composed of the staff of EDL Regional Office and conduct the task under the supervision of MIH and the Study team.

#### **4. Electricity Fee Collection System**

MIH and the Study team prepare the electricity tariff and the fee collection system before the pilot test starts.

#### **5. Pilot Test**

MIH and the Study team are responsible for the implementation of the PV Pilot Test including PV installation and monitoring.

##### **1) Site Selection**

The site of pilot installation is determined by the mutual agreement of the both sides. Candidate sites are referred to Appendix.

##### **2) Ownership**

JICA has the ownership of installed PV systems and measurement equipments until the Study is completed. After completion of the Study, the ownership will be transferred to MIH.

##### **3) Installation**

The cost of equipment, its transport and installation will be borne by JICA.

##### **4) Monitoring**

MIH assists JICA study team and PMU to monitor installed PV systems.

##### **5) Electricity Fee Collection**

Electricity fee is collected by PMU from the households and institutions connected to the pilot PV systems. Fee collection is conducted in accordance with the electricity fee collection system.

##### **6) Operation and Maintenance**

PMU is responsible for operation and maintenance of the installed PV systems.

## **6. Technology Transfer**

Workshops for the relevant officials is held in order to improve their present technology to install operate and maintain PV systems.

## **7. Seminars**

Seminars is held in order to instruct the people how to operate and maintain the PV systems installed, publicize the benefits of PV electrification and enhance the awareness for rural electrification. During the seminars the opinions of the community and other concerned organization such as NGOs will be recognized.

## **8. Training in Japan**

MIH requested the relevant technical training be made in Japan.

## **9. Transport**

MIH requested JICA to procure the necessary transports for the Study.

## **10. Equipment**

MIH requested JICA to procure the necessary equipments for the Study.

## **11. Global Environmental Aspects**

Effects on global environment by utilizing renewable energy will be estimated during the study.

## **12. Others**

(1) To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Lao PDR shall secure the safety of the Team while they are conducting the Study.

(2) JICA will conduct the Development Study on Rural Electrification Project by Renewable Energy in cooperation with MIH and relevant organizations.



## (1) Pilot test sites by SHS type PV system

| Province    | Name of village | Number of households |
|-------------|-----------------|----------------------|
| Borikhamxai | Namai           | 42                   |
|             | Somsanouk       | 34                   |
|             | Natong          | 38                   |
| Vientiane   | Mai             | 41                   |
|             | Houaypoung      | 49                   |
|             | Nongpen         | 48                   |

## (2) Pilot test sites by Battery Charge Station type PV system

| Province  | Name of village | Number of households |
|-----------|-----------------|----------------------|
| Vientiane | Donsayoudom     | 138                  |



ຄຳຖາມສຳລັບການເກັບກຳຂໍ້ມູນກ່ຽວກັບໄຟຟ້າແສງຕາເວັນ

Questions for site reconnaissance

1. ຊື່ບ້ານ (Name of Village) \_\_\_\_\_ ເມືອງ (District) \_\_\_\_\_

2. ຈຳນວນຄອບຄົວ(No. of household) \_\_\_\_\_ ຈຳນວນຄົນ(Population) \_\_\_\_\_

3. ຖ້າວ່າບ້ານຂອງທ່ານມີໄຟຟ້າໃຊ້ ກະລຸນາຕອບຄຳຖາມດັ່ງລຸ່ມນີ້( If the households have electricity, ask number of household to provide the most recent electricity bill paid or unpaid, since it will be necessary to use the information later. If the cost for generation or cost charge by supplier):

- ໃນເດືອນນຶ່ງທ່ານໃຊ້ໄຟຈັກກິໂລວັດຕໍ່ຊົ່ວໂມງ ຫລື ມີດອກໄຟຟ້າຈັກດອກ( Electricity \_\_\_\_\_ kWh/ month or \_\_\_\_\_ lamp/month)
- ຈັກຊົ່ວໂມງຕໍ່ວັນ( How many hours per day do you use electricity?) \_\_\_\_\_ ໄລຍະຈັກໂມງຫາຈັກໂມງ ( at what lime do you use electricity) \_\_\_\_\_ to \_\_\_\_\_
- ທ່ານຈ່າຍຄ່າໄຟຟ້າເທົ່າໃດຕໍ່ເດືອນ( how many kip do you pay for electricity) \_\_\_\_\_ kip/lamp/month

4. ພາກລວ່ນໃດສະໜອງໄຟຟ້າໃຫ້ເຮືອນຂອງທ່ານ ( How is electricity supplied to your hose)

- ບໍລິສັດລັດວິສາຫະກິດໄຟຟ້າລາວ( Supplied by EdL) \_\_\_\_\_
- ເອກະຊົນ (supplied by private generator) \_\_\_\_\_
- ດ້ວຍພະລັງງານແສງຕາເວັນ ( Supplied by solar energy) \_\_\_\_\_
- ດວ້ຍໝໍ້ໄຟ ຫລື ສະນິດອື່ນໆ( supplied by other means " battery") \_\_\_\_\_

5. ທ່ານຊື້ນຳມັນລິດເທົ່າໃດ( How many kip per litter do you pay for fuel ) \_\_\_\_\_ kip/litter

• ທ່ານໃຊ້ນຳມັນຈັກລິດຕໍ່ເດືອນ( How many litter do you use fuel per month ) \_\_\_\_\_ litters

6. ປະຈຸບັນທ່ານນຳໃຊ້ພະລັງສະນິດໃດສຳລັບ ແຕ່ງກິນ , ແສງສະຫວ່າງ ແລະ ອື່ນໆ (Which type of energy do you use for cooking , lighting and other)

- ໄຊ້ພື້ນ (wood) \_\_\_\_\_
- ເຊື້ອເພີງ(Fuel) \_\_\_\_\_
- ແຫລ່ງພະລັງງານອື່ນໆ (Other sources of nenergy) \_\_\_\_\_

7. ແຕ່ລະເດືອນທ່ານມີລາຍໄດສະເລ່ຍຫລາຍເທົ່າໃດ (What is the average monthly cash income from employment in ) \_\_\_\_\_kip/month

8. ແຕ່ລະເດືອນທ່ານຈ່າຍເທົ່າໃດ( What is your average monthly expenses) \_\_\_\_\_kip/month

9. ໃນບ້ານຂອງທ່ານມີໂລະທັດຈັກໜ່ວຍ( How many set of TV do you have in your village) \_\_\_\_\_sets

10. ຖ້າທ່ານມີໄຟຟ້າໄຊ້ແລ້ວທ່ານຕ້ອງການມີເຄື່ອງເຮືອນສະນິດໃດແດ່ ( What are household's equipment do you would like to have. If you have electricity )

- ຕັ້ງເຢັນ(to keep food cold) \_\_\_\_\_
- ແຕ່ງກິນດ້ວຍພະລັງງານໄຟຟ້າ( for cooking with electricity) \_\_\_\_\_
- ແສງສະຫວ່າງ ( for lighting) \_\_\_\_\_
- ໂທລະທັດ ( for washing TV) \_\_\_\_\_
- ຕົ້ມນ້ຳ (for water heating) \_\_\_\_\_
- ເພີ່ມຄວາມປອດໄພ( for increasing safety) \_\_\_\_\_
- ແລະ ຈຸດປະສົງອື່ນໆ (other purpose) \_\_\_\_\_

11. ທ່ານຕ້ອງການມີໄຟຟ້າໄຊ້ບໍ່( Would you or your family like having electricity in your house)?

- Yes \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Not sure \_\_\_\_\_ Yes if we can afford \_\_\_\_\_

12. ທ່ານ ຫລື ບຸກຄົນໃນຄອບຄົວຂອງທ່ານສາມາດສະໜອງແຮງງານໃນການກໍ່ສ້າງລະບົບໄຟຟ້າໄດ້ບໍ່ ( Would you or someone in your family can afford to contribute by labor to electrification)

- Yes \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_



13. ທ່ານຄິດວ່າທ່ານສາມາດຈ່າຍຄ່າການຕິດຕັ້ງໄຟໃນຂອງໄດ້ບໍ່ (Do you think your family can afford to pay a first connection fee for connection to your house to electricity system)

• Yes \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ If yes how much \_\_\_\_\_ kip

14. ທ່ານສາມາດຈ່າຍຄ່າກະແສໄຟຟ້າເທົ່າໃດກີບຕໍ່ເດືອນ ( How much would you be willing to pay each month to have electricity)? \_\_\_\_\_ kip/month

• ຕ້ອງການຈ່າຍແຕ່ບໍ່ຮູ້ເທົ່າໃດ ( would be willing to pay but do not know how much)? \_\_\_\_\_

• ບໍ່ຕ້ອງການ (Not be willing)? \_\_\_\_\_

15. ການນຳໄຊ້ນ້ຳ (water is obtained from) :

• ແມ່ນ້ຳ (river) \_\_\_\_\_ ນ້ຳສ້າງ(bore hold) \_\_\_\_\_ ນ້ຳສ້າງລວມ( public bore hold/pipe) \_\_\_\_\_  
ບໍ່ນ້ຳທຳມະຊາດ(Spring) \_\_\_\_\_

16. ດ້ານສາທາລະນະສຸກ (Health care) :

• ໃນບ້ານຂອງທ່ານມີສຸກສາລາ ຫລື ໂຮງໝໍບໍ່(Do you have first aid station or hospital in you village)?  
Yes \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

• ສຸກສາລາຫລື ໂຮງໝໍ ໃກຈາກບ້ານຂອງທ່ານ(how far is the hospital from your village)? \_\_\_\_\_ km

17. ການສຶກສາ(Education)

• ໃນບ້ານຂອງທ່ານມີໂຮງຮຽນບໍ່ (Do you have school in your village)

Yes \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

if yes, ໂຮງຮຽນປະຖົມ( Primary school) \_\_\_\_\_ ມັດທະຍົມ(secondary school) \_\_\_\_\_

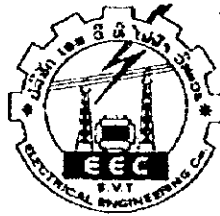
• ໂຮງຮຽນຕັ້ງຢູ່ໃກຈາກບ້ານຂອງທ່ານຈັກກິໂລແມັດ( how far is the school from your village) \_\_\_\_\_ km

ຖ້າທ່ານມີຄວາມເຫັນ ຫລືຂໍ້ແນະ ແລະ ຂໍ້ສະເໜີ ແນວໃດເພີ່ມເຕີມກະລຸນາຂຽນລົງໃສ່ທາງຫລັງເຈ້ຍນີ້ດ້ວຍ ( if you have any commends , please write them down on back of this paper)

03/17/983/page3/6:12 PM

**ບໍລິສັດ ເອສ.ວີ.ທີ.ໂຟຟ້າວິສະວະ**

002/2 ຖານ ຫລວງນະບາງ (ຫລັກ 1)  
ວຽງຈັນ, ສ.ປ.ປ.ລາວ  
ຕ.ປ.ນ. 3559  
ໂທ ແລະ ແຟກ : 217153-215692



別添 3. 再委託先から取得した見積り書

**S.V.T ELECTRICAL ENGINEERING CO.**

002/2 Louang Prabang Rd. (Km1)  
Vientiane, Lao P.D.R.  
P.O.Box 3559  
Tel & Fax : 217153-215692

ສ້າງຕະຂ່າຍ, ຕັ້ງໜັງແປງ ແລະ ຕິດຕັ້ງໂຟຟ້າ  
Electrical Construction and Installation

No. \_\_\_\_\_

Tonen Technology K.K.  
Tokyo . Japan.

Att:- Mr.Kunio Asai.  
Manager.

27 March 1998.

Dear Sir.

As per our discussions today , please find herewith our quotation for the installation of Home Solar Units and supply of some components of the system.

Item 1 ; Installation charge per unit =  $US\$ 100 \times 120 \text{ units} = US\$ 12,000.00$

Item 2 ; Back - up service charge for 3 visits to inspect , check & fill batteries as required.  
Each service call would be reported to you as to condition etc of system.  
Back-up call per unit =  $US\$ 15 \cdot \text{unit} \times 120 \text{ units} = US\$ 1,800.00$

Item 3 ; Supply of :- 1 x 20watt , 12v , Fluorescent light (metal case , electronic starter)  
1 x 10amp General Power outlet (GPO National)  
Complete cable harness & fittings accessories.

As a lump sum =  $US\$ 55 \cdot \text{unit} \times 120 \text{ units} = US\$ 6,600.00$

Item 4 ; Supply of mounting Pole for panels 2 x 50w , 2 meters high , GI Steel.

Price per unit =  $US\$ 25.00$

Note :- Numbers required to be surveyed.

FYI :- Supply of complete BP SOLAR AUSTRALIA Lighting System c/w 83watt Solar Panel , 4 x 8w high efficiency fluoro lights , Charge Regulator , Solar Battery 70AH & wiring etc.

Price per system CIF Thanaleng Customs Port , Lao.PDR (No Tax included)

=  $US\$ 1,200.00$  per system .( Price based on minimum 25 units)

Please do not hesitate to call or fax me if you require any further information.  
Hoping this meets your approval.

Yours Sincerely,

Scott Roach . Electrical Consultant (Solar Specialist)



ECONOMY BUSINESS INVESTMENT

# Solar power in hard-to-reach areas

By Oubkoo Luangphaxay

Solar power has arrived in Laos—it is a clean, versatile source of power that can be used in homes, rural areas, for water pumping systems and for telecommunications. Director of Sahaphan OA Company, Mr Nipha Sahaphan said: "Our company is a sales agent for solar power products in Laos. We brought solar power products to Laos about three months ago and have installed them in Nam Houm village, Vientiane province and in Houayset village, in Champassak province. Now we are preparing a solar power installation for the Science Organisation in Savanrakhet province worth more than US\$ 10,000."

Solar power is highly reliable and environmentally sound with many attributes that make it especially desirable. In many cases, solar energy can be used where no other power source is feasible. Solar modules that capture sunlight and generate electricity do so without fuel, noise, combustion or waste. These panels can store power from sunny days or produce usable power in as little as five per cent of full-sun conditions.

Through Sahaphan, solar power panels are available in many sizes and prices such as a 25W panel costs US\$ 150, a 75W costs US\$ 400, and 100W costs US\$ 600. The most popular panel is the 75W one because it is enough for a colour TV, lamp, radio and other household uses.

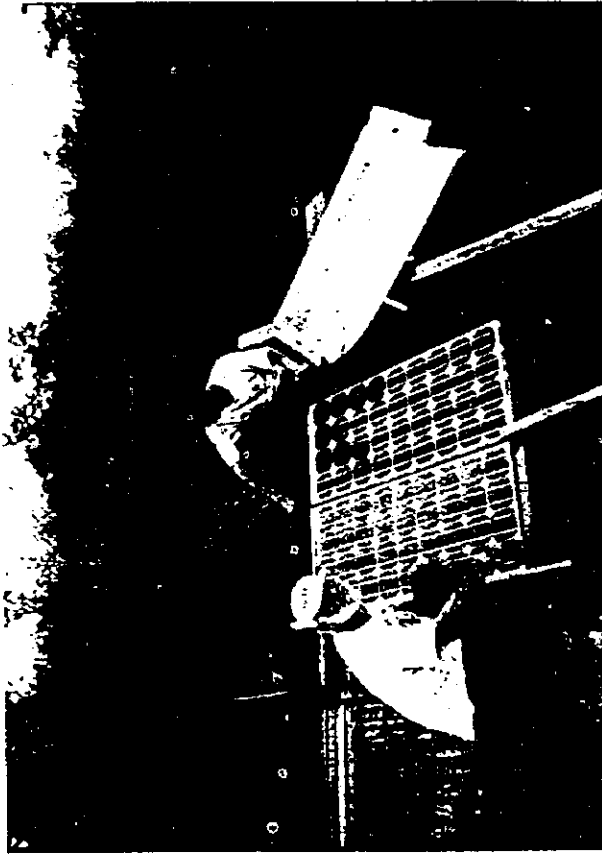
The benefits of these solar modules are higher energy yields, longer periods of energy yield and lower investment costs.

proved to be insufficient for the demands of this large household and it was decided to add an additional 75W panel. With the addition of the new 75W panel, the system is providing ample light for the household and running a computer plus a printer.

It was found that the solar panel that was previously installed had to be relocated because of afternoon shadowing and because the angle of the panel in relationship to the sun was set incorrectly. Now relocated and with a two-panel system in operation, Hubert Bahler's NGO Green Life, is benefiting from this quiet, renewable source of electric power.

On one of the many islands dotting the Nam Houm reservoir, an installation of solar power now lights the night. Sahaphan has installed twin 75 watt solar panels which sufficiently power seven 20-watt fluorescent tubes and a radio cassette player. With this solar addition to the two gasoline generators already being used, there is a source of quiet lighting, ample power to run the household and to provide for running water.

The idea of solar energy as a source of electricity is likely to become the standard for remote areas in Laos because bringing electric power to islands and remote areas costs a fortune. The most cost-effective solution is to invest in solar power and it avoids bringing in gasoline for generators. The solar module system installed at Nam Houm has a 25-year warranty on the power output. It is maintenance free, offers a no breakdown system of continuous electrical current and is extremely cost effective and environmentally friendly.



Installation of solar module array by Mr Fiore and Mr Aa in Champassak

The main manufacturer, Siemens, guarantees that the power outputs of these modules after 25 years will not be less than 80 per cent of the minimum power specified in the data sheet. "The current 10-year limited power warranty, which guarantees that the power output after 10 years will not be less than 90 per cent of the minimum power specified in the data sheet will continue to be maintained for all Siemens solar modules," Mr Nipha said.

The marketing manager of Sahaphan, Mr Dennis K. Fiore said: "Our solar power products are from the US, we've installed a system for the NGO Green Life that has a reforestation project located in Houayset village. They're now running 150W of solar generated power linked to truck batteries with a storage capacity of 350 amps. With the large storage capacity of the truck batteries, it is possible to have eight days of energy even if rain clouds hide the sun." Prior to the installation, the NGO had only one 75W solar panel which

**NEDO in cooperation with DEDP and ECCT of Thailand**

**MEKONG RIVER BASIN PV SEMENAR**  
*19 - 22 March 1997 Bangkok, Thailand*

**Development and Utilization of New and Renewable  
Energy Sources in Lao PDR**

# The development and Utilization of New and Renewable Energy Sources in Lao PDR

*Somlith PHANNAVONG*  
Chief,  
Renewable Energy Division  
Lao PDR.

## INTRODUCTION

The Lao People's Democratic Republic (or Laos) is a centrally located Southeast Asian country with an area of 236,800 km<sup>2</sup>, extends 1,200 km from north to south, and 500 km from east to west at widest point in the north and only 150 km at its narrowest point in the center, and population of 4.59 million inhabitants in 1996. The country is bordered by Vietnam in the East, China in the North, Myanmar in the Northwest, Thailand in the West and Cambodia in the South. About two thirds of the country is plateaus and mountainous, with ranges from 500 to 2,800 meters high. The mountains terrain renders internal and external communication and costly and severely limits the amount of land suitable for intensive agriculture production, but in combination with the numerous narrow river valleys it also provides the country with significant hydropower potential. In 1993 the forest cover of the country was about 47 %, or 11.2 million hectares. Lao PDR is statistically one of the least developed countries in Asia. The GDP per capita is about US\$ 350 for 1995. The population growth rate is 2.4 %, with population density of 19 persons per square kilometer. Eighty per cent of the population lives in rural areas where the major activity is agriculture.

The climate is tropical and dominated by the southwest monsoon which brings high rainfall, high humidity and high temperatures between mid-April and mid-October. While over 70% of the rain falls during wet season, the climate is characterized by high inter-annual variability with relatively frequent occurrence of flooding and drought. Average temperatures ranges around 20° C in the mountainous areas and on the highland plateaus to 25-27° C in the plain.

## Rural Electrification Situation

The per capita electricity consumption of Lao PDR is among the lowest in the Asia. Hydropower is the most cost-effective and plentiful energy source, with less than 1.1% of the country's potential presently developed. The total installed generating capacity amounts to about 218.2 MW, while another 15 MW are

produced with diesel generators. So far, there are five hydroelectric power generating plants in the country with a combined capacity of 203.2 MW: (1) Nam Ngum1 with an installed capacity of 150 MW; (2) Xeset with 45 MW (3) Selabam with 5 MW(4) Nam Phao with 1.5 MW (5) Nam Dong with 1 MW and some Microhydro power plants. Domestic electrical energy consumption in 1995 was about 308,000 Mwh(approximately 10 % of total energy consumption), which is equivalent to 65 kWh/capita/year. Nationally 15.4 % of the households within the country are electrified, with urban areas accounting for 90 % of connections and 95 % of consumption. The Rural electrification in the country is in the very low stage of development. The percentage of rural electrified villages was about 8% ,however the percentage of electrified rural population is estimated to be around 12.3%. In each year domestic electricity consumption grew by 8.7 %. This is projected to grow by 10 per cent annually to meet light industrialization requirements and the rapid extension of the grid system into rural areas. Presently only 30 % of the population has access to electricity, about 70 % of the power generated is exported to neighbouring countries e.g.Thailand. In many cases, electrified areas are extensions of the electric power grid to the suburbs of the " Urban perimeters ". Due to the long distances between rural and remote areas, the connection to the main distribution grid is not realistic from economic point of view.

The major energy need for rural people is lighting. While fuelwood is used for cooking , kerosene is mainly used for lighting in the rural areas. In some areas, the local people have been constructed microhydro plants with output up to 600 W , primarily for village lighting. Already, where conditions permit, microhydro plants are a popular means of providing village electricity. Where this is not possible or has not yet been done, rural people continue to rely on wood and kerosene. It is likely that fuelwood will continue to play an important role in meeting the energy needs for rural population.

### **The potential assessment of New and Renewable Energy Sources**

In Lao PDR, the energy planning and management program has been implemented, but there are no detailed surveys or completed legislation on the management of different types of energy resources. Although the Lao PDR has no direct access to the sea, it has abundance of rivers, including a 1,865 km stretch of the Mekong, defining its border with Myanmar and a major part of border with Thailand. Abundant water resources is probably the most important energy resource endowment of the country. It has been estimated that the country has a hydroelectric potential of some 22,500 MW(including 12,200 MW in the Mekong), in addition to important lignite and coal deposits which have already been identified. The exploration for oil and gas is in progress.

There is a vast potential for adoption of biogas technology. It is estimated that there were around 2.15 million of buffaloes and cattle, and 1.6 million of pigs in the country. The total amount of dung produced was estimated about 4 million metric tons. The gas value that could be produced by the utilization of animal dung amounts about 280 million m<sup>3</sup>.

### The Development and Utilization of New and Renewable Energy Sources

The existing data are not fully adequate, biomass energy - primarily in the form of fuelwood accounts for the overwhelming energy consumed. Four main types of energy are consumed in Lao PDR: fuelwood, charcoal and electricity (which are produced locally) and oil and petroleum products (which are imported). At present, indigenous fuelwood is the main source of energy consumed in the country. In 1993 the consumption of fuelwood is estimated about 4 million m<sup>3</sup> of a stack volume or 469.6 KTOE ( 74.4% of total energy consumption ). It is used in both rural and urban areas for household purposes. In the rural areas fuelwood plays a very important role in the daily life of the Lao people. Apart from domestic uses, firewood is still widely used in home industry and agro industry. Industries which rely on firewood as their energy sources include brick production, tobacco curing, noodle production, fish meal production, salt production, traditional sugar production and some sawmills.

Charcoal remains one of the important traditional sources of energy for both urban and semi-urban populations. Of total energy consumption, the use of charcoal currently represents about 42,000T or 29.0 KTOE (4.6%). It accounts for around 30 % of the total household consumption in urban and semi-urban areas. The main use of charcoal as domestic fuel where its advantages are most obvious: its ease of use, lack of bulk, reasonable price and other characteristics making it particularly suitable.

Oil and petroleum products are imported and mostly used in the transport sector. According to the latest data available for 1993, Lao PDR consumed about 490,000 barrels or 73.4 KTOE ( 11.6% of total energy consumption ) of liquid fuels such as gasoline, diesel, kerosene etc. Average annual oil and petroleum products consumption is seen to be quite high during the last three years.

Biogas is one of the most mature renewable energy technologies available in terms of the energy use in the country. During the past three years, there were 6 family-size biogas plants installed in the country, 2 in Vientiane prefecture and 4 in one of the northern provinces (Xiengkhouang).

Solar Energy - installed 32 microwave repeaters in 9 provinces, 13 rural telephone stations in 4 provinces, 63 stations of radio systems HF in 14 provinces, solar home system in some villages, solar refrigerators for hospital in some remote villages and solar hot water systems for hotel and houses.



## Government Policy and Priority of the Development on New and Renewable Energy Sources

The increasing concern for the environment in developing countries is helping to make Lao government more aware of the potential of sustainable energy development. Such development becomes a very important alternative towards solving not only energy problem, but also national economic development. At present, the national economy remains heavily dependent on the country's natural resource base. Without hydropower development the country has few alternatives apart from continuing to exploit and further degrade the natural resources base for short-term economic gain. Government policy calls for development of two types of projects to meet different market requirements:

- Small projects for supplying the domestic market and serving rural areas.
- Medium to large projects, designed to meet export requirements and adjacent local demand.

Electricity requirements in the region are increasing rapidly. It has been predicted that 23,958 MW of new generation will be needed between now and the year 2000. In view of abundant water resources suitable for hydropower generation, the Lao government attaches high priority to hydropower in its development plan to the year 2000 and beyond. Installed capacity will increase from 203.2 MW to 5,938 MW ( 29 times ) between 1995 and 2005. The large growth in reliable and cheap energy supply will be used for both domestic and export markets. The socio-economic indicator of kWh consumed per capita annually rises from 65 to 190 kWh/capita, accompanied by greater participation in the economy especially in the rural areas.

Since 1990, Lao PDR has embarked on a program of feasibility studies to identify suitable hydropower sites. The sites were selected to meet anticipated requirements for the export of electricity to neighbouring countries. Agreements have been made to investigate 23 sites and to date construction has been carried out on 2 sites. The government has begun, since the beginning the nineties, to seek participation of foreign investors for hydropower projects beyond the financial capacity of public and soft loan investment. Funds for these projects are from the private sector for large schemes and through soft loans for small/medium schemes. All the above-mentioned schemes provide for equity sharing by the government ranging from 25 to 50 %.

Rural electrification is one important factor in the government's policy to improve the living conditions of people in rural and remote areas. The specific objectives for rural electrification are:

- To provide lighting to rural people.
- To stimulate productive activities.
- To increase food production.
- To develop agricultural-based and other industries.

Under this program, it is expected that energy intensity will increase. This increase would be met by tapping more fully the abundant renewable energy potential of the nation. The government is seriously looking at the potential of renewable energy such as microhydro power, solar, wind, biomass etc. There is a need for rural energy supply and improvements to develop the living standards and welfare of rural people.

### The Essential Development and Constraints on New and Renewable Energy Sources

In Lao PDR, there is no comprehensive, institutionally supported approach to the planning and implementation of energy programs for the rural sector in general, apart from rural electrification. Electricite du Laos ( EDL ) is a state owned enterprise under the jurisdiction of the Ministry of Industry and Handicrafts. The EDL has the main responsibility for the country's rural electrification program, in which it also undertakes the development of power generation projects, using indigenous energy resources. Some small scale systems are owned and operated by six provincial electricity companies which are now within the reorganization under the supervision of EDL.

There are some institutions such as Renewable Energy Division under the Science Technology and Environment Organization, National Polytechnic Institute, Electricite du Laos under the Ministry of Industry and Handicrafts and State Enterprise of telecommunication under the Ministry of telecommunication poste and construction engaged in utilization and development on New and Renewable Energy Technologies through pilot projects and technical assistance from international specialists and experts.

The Research and development will be conducted to achieve the following immediate objectives:

- To promote after the installation of New and Renewable Energy Technologies.
- To create a cadre of trained national personnel for installation, operation and maintenance.
- To develop an adequate information system for dissemination and adoption of New and Renewable Energy Technologies in rural and remote areas.

The major limitation in the dissemination of use New and Renewable Energy Technologies is lack of public awareness about such an option.

At present, the following socio-economic factors in the country constrain the use of New and Renewable Energy Technologies:

- Lack of awareness on technological options, cost-benefit ratio, socio-economic implications and environmental impacts.
- Lack of skilled manpower, particularly in rural areas.

- Limited availability of New and Renewable Energy Technologies for demonstrational and promotional purposes.
- Lack of financial support for research and development.
- Lack of technical know-how to compete with traditional energy sources.

The problem faced in development of New and Renewable Energy Technology in the country is still the high initial investment cost, especially for the rural people. They have extremely limited knowledge of the utilization of different kind of energy technologies which would increase their living standards. New and Renewable energy technology development and transfer are extremely weak in the country, due to the absence of appropriate research, extension and marketing information systems. Largely related to this is the limited knowledge and experience about different types of energy production and use.

The Science, Technology and Environment Organization was established directly under the Prime Minister's Office and was assigned as the overall management, research and development of scientific and technological affairs in the country. A program for research and development of New and Renewable Energy Technology and the effective utilization in the country should be in the following broad directions:

- National level survey of New and Renewable Energy Sources availability, their characteristics and potential for use.
- Study of the role and the effectiveness of the existing national institutional network and identify mechanisms for coordination and cooperation.
- Development of human resources, upgrade the knowledge and experience of local engineers and technicians through technical training programs and visits.
- Research and development of New and Renewable Energy Technologies and identification their appropriateness for the widespread utilization in the country.
- Raising of awareness through technology transfer to possibly prompt policy makers and local businessmen to act.
- Identification available of technical and financial assistance from international organizations.

The Lao PDR wishes to investigate the exploitation of New and Renewable Energy Sources such as, microhydro power, solar energy, wind, biomass etc. and requires to continue the exchange and distribution of technical information, personnel training and establishment of programs on new and renewable energy planning and technological activities in harmony with socio-economic development and participation of international cooperation. Lao PDR is interested in future inter-country and regional cooperation to develop the utilization of New and Renewable Energy Technology.

References:

1. Lao PDR in the GREATER MEKONG SUBREGION 1995  
( The permanent office of the foreign investment management committee ).
2. SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGIES  
( Government of the Lao People's Democratic Republic, Vientiane 1994 ).
3. Hydropower Development in Lao PDR  
(Ministry of Industry and Handicrafts, 1996).  
Private Participation in Hydropower Development  
National Power Sector : Lao PDR
4. Rural Electrification Guidebook  
for Asia and the Pacific  
( Edited by G. Saunier, Bangkok 1992 ).
5. Sectoral Energy Demand Studies in Asia 1991  
( Regional Energy Development Programme [ RAS/86/136 ] ).







JICA



LIB