

第 4 章 小水力発電 PRE-F/S の実施

4.1 概要

これまで調査したグリッド網整備計画、需要想定及び現地踏査結果、並びに開発優先クライテリアなどを総合的に評価し、早期開発が期待される有望小水力計画の Pre-F/S を実施した。

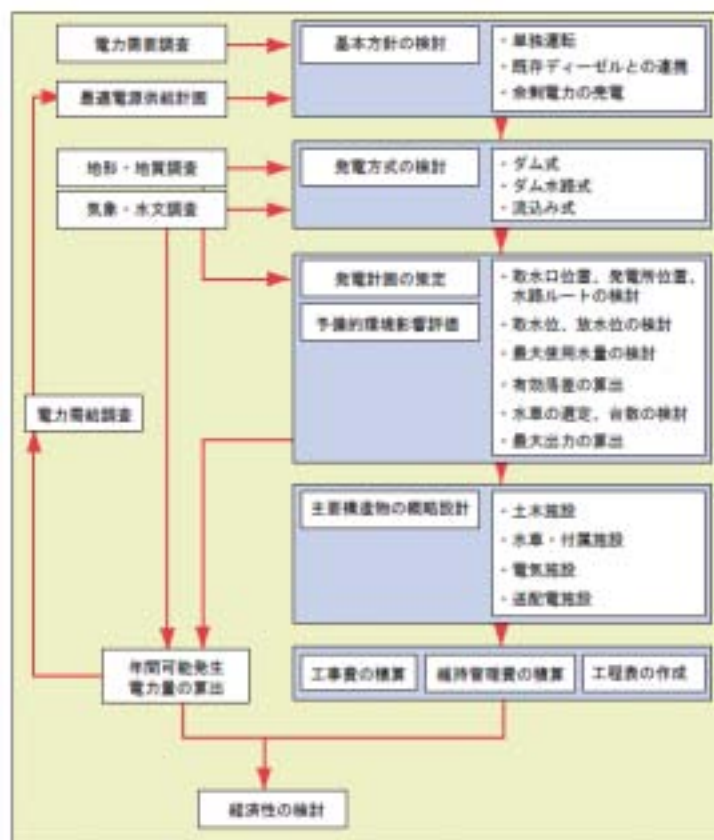
選定された小水力発電候補地点 11 箇所のうち、Pre-F/S を実施する MW 級など 7 箇所に対して、計画ダム地点・発電所地点・水路計画地点の地形測量、および計画ダム軸・発電所等の縦横断測量を現地再委託により実施した。また、流量観測も現地踏査時に JICA 購入資機材を用いて実施した。

本 Pre-F/S を実施する際には、100kW クラスと MW クラスの発電規模の違いに着目し、電力供給先の違いによる電気料金収入など事業採算性の問題、既設配電設備を使用することも考慮した新たな維持管理体制など開発計画の持続性に係る要件の違いについて配慮した。

Pre-F/S での発電計画概略設計作業などに当たっては、測量を実施した地点以外については、原則 1/50,000 地形図又は 1/100,000 の地形図によることとする。

設備設計、事業費積算に当たってはラオス国で進行中の電力技術基準の制度化の内容を考慮する。経済・財務分析においては、初期コストだけでなく、運用、保守に要するコストも配慮する。また、ラオス北部特有の事項に配慮した運用・保守の方法についても配慮する。

Pre-F/S における検討項目は、次に挙げるものであり、全 11 箇所のプロジェクト候補地に対し、それぞれ評価を行った。



Pre-F/S の流れ

Pre-F/S 検討項目

- 気象・水文評価
- 最適電源供給計画(オフグリッドにおける最適設備容量の検討等)
- 発電計画および概略設計(土木設備、電気・機械設備、送配電設備等)
- 経済/財務分析
- 予備的環境影響評価

4.2 小水力発電インベントリー調査

4.2.1 概要

本調査は、ラオス北部 8 県の小水力発電候補地(100kW ~ 5MW)から 11 サイトの Pre-F/S を実施した。その手順は、次の通りである。

- (1) 小水力インベントリーリスト(62 箇所)の作成
- (2) マップスタディ対象候補地 24 箇所の選択
- (3) 現地踏査候補地 24 箇所の選択(18 箇所の予定であったが、現地で 6 箇所追加した)
- (4) Pre-F/S 11 箇所の選択(10 箇所の予定であったが、1 箇所追加した)

上記、手順の第一段階として、小水力インベントリーリストを作成した。

ただし、Pre-F/S サイトの選定は、小水力インベントリーリストに基づき、その地点付近に需要地を確保するというアプローチではない。まず始めに、オフグリッド電化の需要地を選定し、その近傍で小水力発電候補地を探した。小水力ポテンシャルが無いとされていたボケオ県においては、需要地付近にて多くの河川状況をマップ上で検討した結果、新たな候補地を見出した。

また、ラオス国では一般に、オフグリッド小水力発電の需要地として村落の規模が小さいため、近傍の村落をまとめても設備容量を本調査で対象としている最小発電量(100kW)にするには、送電線距離が極端に長くなる場合が多い。このため、建設費用が過剰となると判断された場合には、設備容量を 100kW 以下に設定するケースも検討対象とした。

逆に、MW クラスの発電設備で、十分な河川流量と落差を有する小水力ポテンシャルサイトについては、輸入電力削減もしくはグリッド増強を目的として計画した。この場合スケールメリットが期待されるため、最適設備容量が本調査で対象としている最大容量(5MW)を超えるケースも検討対象とした。

調査開始時に、既存の小水力発電調査報告書およびカウンターパートの調査資料に基づいて作成した小水力発電計画全候補地(62 地点)は、下表に示す通りである。

Screening of 62 Candidate Sites of Small Hydropower in Northern Laos

| Seq No. | No. | Project Name | C/A (km2) | Capacity (kW) | District | Province | Reference | Categories of Target Load Center | Water Level Gauge Installation (6 Sites) |
|---------|-----|--------------|-----------|---------------|-----------------|--------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 1 | 1 | Nam Pe | 185.8 | 700 | 201 Phongsaly | No.200 Phongsaly (MIH/PDIH) | MOU Exist | | |
| 2 | 2 | Nam Nga | 86 | 100 | 202 Mai | | - | Diesel Off-Grid | |
| 3 | 3 | Nam Kai | 220 | 260 | 203 Khoua | | - | Diesel Off-Grid | |
| 4 | 4 | Nam Pok | 401 | 150 | 204 Samphan | | - | Un-electrified Area | O |
| 5 | 5 | Nam Boun 2 | 311.2 | 2,500 | 205 Bouanneau | | EDL TL in 2007 | | |
| 6 | 6 | Nam Ou Neau | 579 | 380 | 206 Gnod Ou | | - | Un-electrified Area | O |
| 7 | 7 | Nam May | - | 100 | 206 Gnod Ou | | Access difficulties | | |
| 8 | 1 | Nam Sing | 72 | 500 | 302 Sing | No.300 Louangnamtha (JICA) | No necessity of new power | | (O) |
| 9 | 2 | Nam Long | 156 | 2,000 | 303 Long | | - | Diesel Off-Grid | |
| 10 | 3 | Nam Pha | 217 | 250 | 303 Vienphoukha | | - | Diesel Off-Grid | |
| 11 | 4 | Nam Heng | 265 | 100 | 305 Nalae | | - | Additional HP | |
| 12 | 5 | Houay Phean | | | 305 Nalae | | Site is not clear | | |
| 13 | 1 | Houay Lap | 67.9 | 100 | 403 Namou | No.400 Oudomxay (JICA) | JICA Visit in Sept.2003 | | |
| 14 | 2 | Nam Phak | 595 | 5,100 | 403 Namou | | - | Strengthen EDL Grid | |
| 15 | 3 | Nam Ngao | 299 | 840 | 405 Beng | | - | Strengthen EDL Grid | O |
| 16 | 4 | Nam Tale | 89 | 80 | Pakbeng | | - | Additional HP | |
| 17 | 5 | Nam Beng | - | 1,500 | 405 Beng | | F/S MOU signed in 2002 | | |
| 18 | 1 | Nam Gnone | 121 | 500 | 501 Houasay | No. 500 Bokeo (MIH/PDIH) | - | Import Off-Grid | O |
| 19 | 2 | Nam Khanoy | 82 | 80 | 503 Meung | | - | Un-electrified Area | |
| 20 | 3 | Nam Hat | 501 | 170 | Pha Oudom | | - | Un-electrified Area | |
| 21 | 4 | Nam Khieo | - | 100 | 505 Paktha | | Site is not clear | | |
| 22 | 1 | Houay Houn | 104 | 100 | 606 Ngoy | No.600 Luangphrabang (JICA) | EDL TL 22kV Exist | | |
| 23 | 2 | Nam Pa 2 | - | 70 | 608 Phnxay | | Head is too small | | |
| 24 | 3 | Houay Kouang | 37 | 200 | 610 Vieng Kam | | - | Un-electrified Area | |
| 25 | 4 | Houay Hop | - | 150 | 610 Vieng Kam | | Location not clear | | |
| 26 | 5 | Nam Xeng | 429 | 170 | 610 Vieng Kam | | - | Un-electrified Area(Sub-Dis.) | O |
| 27 | 6 | Nam Um | - | 100 | 610 Vieng Kam | | C.A. too small | | |
| 28 | 1 | Nam Peun | 211 | 70 | 705 Houamouang | No.700 Houaphan (MIH/PDIH) | - | Strengthen EDL Grid | |
| 29 | 2 | Nam Hang | 89 | 70 | 703 Viengthong | | Small Hydro Exist | Additional HP | |
| 30 | 3 | Nam Xam | - | 2,500 | 703 Viengthong | | Small Hydro Exist | | |
| 31 | 4 | Nam Hao | 453 | 5,000 | 704 Viengxay | | NK Visit in May 2003 | Import Off-Grid | O |
| 32 | 5 | Nam Sim | 183 | 9,300 | 704 Viengxay | | Out of capacity range | | |
| 33 | 6 | Nam Nua | 86.6 | 2,100 | 704 Viengxay | | F/S MOU signed in 2003 | | |
| 34 | 7 | Nam Sam | 97.54 | 650 | 705 Houamouang | | Far from discri dt center | | |
| 35 | 8 | Nam Yen | 73.954 | 500 | 705 Houamouang | | Far from discri dt center | | |
| 36 | 9 | Nam Khoum | 131.77 | 600 | 705 Houamouang | | Far from discri dt center | | |
| 37 | 10 | Nam Khouan | - | 200 | 706 Xamtai | | Location not clear | | |
| 38 | 11 | Houay Thong | - | 100 | 706 Xamtai | | Far from discri dt center | | |
| 39 | 1 | Nam Houng | 733.99 | 650 | 801 Xayabury | No.800 Xayabury (JICA) | EDL TL Exist | | |
| 40 | 2 | Nam Met | 474.18 | 1,800 | 801 Xayabury | | EDL TL Exist | | |
| 41 | 3 | Nam Khop | | | 802 Khorb | | Head is too small | | |
| 42 | 4 | Nam Ken | 415 | 380 | 803 Hongsa | | - | Import Off-Grid | |
| 43 | 5 | Nam Ngeun 1 | 174.74 | - | 803 Hongsa | | EDL TL from Thailand Exist | | |
| 44 | 6 | Nam Ngeun 2 | 1159 | 600 | 803 Hongsa | | - | Import Off-Grid | |
| 45 | 7 | Nam Yang | - | 100 | 803 Hongsa | | EDL TL from Thailand Exist | | |
| 46 | 8 | Nam Pouy 1 | 322.3 | 300 | 806 Phiang | | EDL TL Exist | | |
| 47 | 9 | Nam Pouy 2 | 1,412.51 | 650 | 806 Phiang | | EDL TL Exist | | |
| 48 | 10 | Nam Lay | 245 | 220 | 807 Paklay | | NEF Visit in Oct. 2003 | Strengthen EDL Grid | |
| 49 | 11 | Nam Fhoun | 1,122.53 | 650 | 807 Paklay | | EDL TL Exist | | |
| 50 | 12 | Nam Gnam | 478.15 | 650 | 807 Paklay | | EDL TL Exist | | |
| 51 | 13 | Nam Gngang | 311.76 | 650 | 807 Paklay | | EDL TL Exist | | |
| 52 | 14 | Nam Ham 2 | 97 | 3,000 | 809 Boten | | NK Visit in May 2000. NEF Visit in Oct.2003 | Import Off-Grid | |
| 53 | 1 | Nam Ma | 139.3 | 800 | 902 Kham | No.900 Xiengkhouang (MIH/PDIH) | Small Hydro Exist | | |
| 54 | 2 | Nam Phot | 23.95 | 600 | 902 Kham | | Small Hydro Exist | | |
| 55 | 3 | Nam Houay | 108.19 | 450 | 903 Nong Het | | Head is too small | | |
| 56 | 4 | Nam Xan | 134 | 110 | 904 Khouan | | - | Un-electrified Area (Sub-Dis.) | |
| 57 | 5 | Nam Pen | | | 904 Khouan | | Head is too small | | |
| 58 | 6 | Nam Chao | 129 | 100 | Makmay | | - | Un-electrified Area | |
| 59 | 7 | Nam Kuang | - | 700 | 903 Nong Het | | C.A. too small | | |
| 60 | 8 | Nam Ngan | 33.06 | 600 | 904 Khouan | | EDL TL Exist | | |
| 61 | 9 | Nam Sen | 158 | 400 | 907 Phasay | | Small Hydro Exist | | |
| 62 | 10 | Nam Pot | 134.86 | 2,000 | 907 Phasay | | Small Hydro Exist | | |

EDL グリッド網整備計画(PTD2、PTD3)や電力需給、電力輸入などの条件と電力需要想定との

結果をもとに、各県ごとにオフグリッド小水力の開発が必要な地域(Load Center)を選定した。調査対象の北部8県における EDL 送電線 115kV 及び 22kV の既存部分と 2010 年計画をそれぞれ下図に示す。

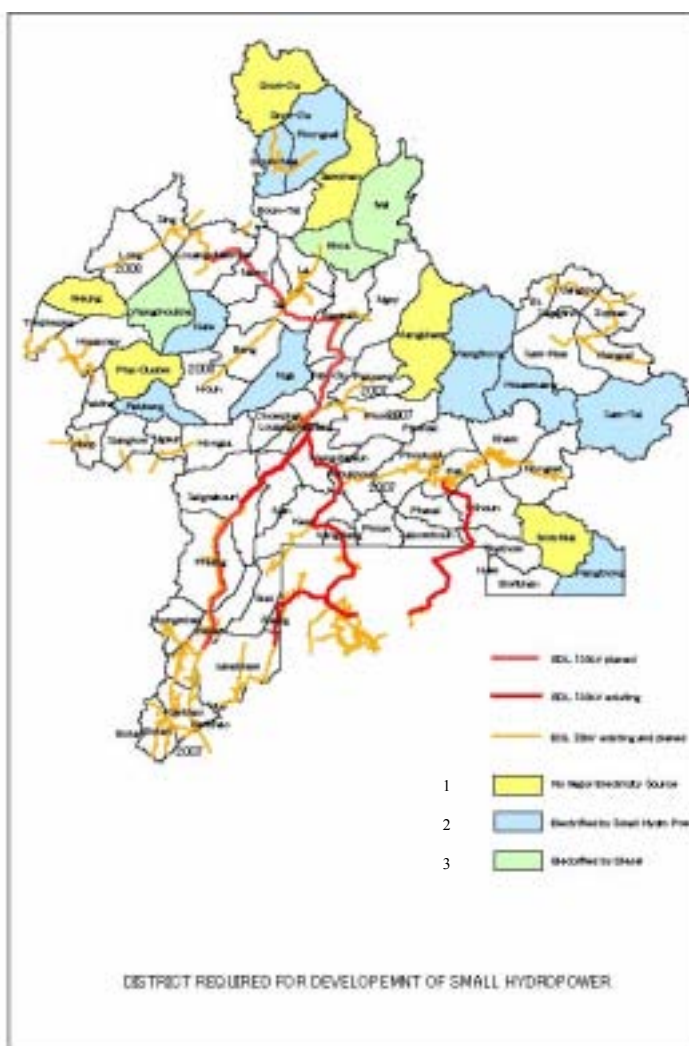
2010 年段階で EDL の送配電線が建設されていない郡は、小水力発電対象地域 (Load Center) と設定し、図中に番号で示したように次の3カテゴリーに分類する。

ここで、Phongsaly 県 Phongsaly 郡と Booneua 郡は、EDL のグリッドに接続されないが、Nam Ngai 水力発電による電力供給源が充実しており、さらに、2010 年以降の EDL グリッド接続が予定されていることより、小水力発電対象地域 (Load Center) とはしないこととする。

| カテゴリー | 2010 年段階の郡の状況 | 県名 | 郡名 |
|-------|------------------------------|---------------|-------------------------------|
| 1 | 主要な電力源が何もない。 | Phongsaly | Nhot Ou, Samphan |
| | | Bokeo | Meung, Pha Oudom |
| | | Luangphrabang | Viengkhoune |
| | | Xiengkhuang | Morkmay |
| 2 | 既存の小水力発電以外に電力源がなく、電力不足である。 | Luangnamtha | Nalae |
| | | Oudomxay | Nga, Pakbeng |
| | | Huaphanh | Viengthong, Huameuang, Xamtay |
| 3 | 既存のディーゼル発電以外に電力源がなく、電力不足である。 | Phongsaly | May, Khua |
| | | Luangnamtha | Viengphoukha |

上記の小水力発電対象地域 (Load Center) の決定にあたっては、ピエンチャンで開催した小水力発電のレクチャー実施時に、参加者の PDIH 職員との協議、意見交換を重ね、ピコ水力と SHS の普及実績も考慮した各県の要望及び最新の電力に対する必要性を反映するものとした。

これに加え、輸入電力代替および主要送電線グリッドの補強として開発の可能性がある小水力ポテンシャルサイトは、既存送電線もしくは延伸計画がある送電線との位置関係より、その候補地を選定した。



4.2.2 インベントリ調査結果

マップスタディ対象地点一覧

小水力発電計画全候補地(62 地点)リストより、前述の 3 カテゴリーからなる小水力発電計画対象地域 (Load Center) と、輸入電力削減もしくは EDL グリッド補強のために必要と考えられる水力ポテンシャル地点を考慮して、マップスタディの対象となる下表中網掛けのある 24 地点を選択した。下表中の網掛けのない計画は現地踏査段階で追加した計画である。

| Seq No. | Project Name | C/A (km2) | Spec. Dis. (l/s/kw2) | Dis. in Dry Sea. (m3/s) | Effec. Head (m) | Capacity in Dry Season (kW) | Installed Capa. (kW) | District | Province |
|---------|--------------|-----------|----------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| 1 | Nam Nga | 90 | 3.1 | 0.28 | 16 | 26 | 100 | 202 Mai | No.200 Phongsaly |
| 2 | Nam Kai | 216 | 2.7 | 0.58 | 24 | 81 | 250 | 203 Khoua | |
| 3 | Nam Pok | 407 | 3.2 | 1.30 | 80 | 613 | 150 | 204 Samphan | |
| 4 | Nam Likna | | | | | | 30 | 204 Samphan | |
| 5 | Nam Ou Neau | 610.4 | 3.7 | 2.26 | 40 | 531 | 260 | 206 Gnod Ou | |
| 6 | Nam Boune 2 | | | | | | 4,000 | 207 Bountai | |
| 7 | Nam Long | 143.35 | 3.6 | 0.52 | 215 | 652 | 2,500 | 303 Long | No.300 Louangnamtha |
| 8 | Nam Pha | 208 | 3.0 | 0.62 | 25 | 92 | 250 | 303 Viengphoukha | |
| 9 | Houay Song | | | | | | - | 304 Viengphoukha | |
| 10 | Nam Chouk | | | | | | - | 304 Viengphoukha | |
| 11 | Nam Heng | 280 | 1.9 | 0.53 | 30 | 94 | 225 | 305 Nalae | No.400 Oudomxay |
| 12 | Nam Phak | 594 | 2.7 | 1.60 | 100 | 943 | 5,100 | 403 Namong | |
| 13 | Nam Ngao | 245 | 2.0 | 0.49 | 80 | 230 | 840 | 405 Beng | |
| 14 | Nam Tale | 88 | 1 | 0.09 | 80 | 41 | 80 | 407 Pakbeng | |
| 15 | Nam Gnone | 126 | 2.7 | 0.34 | 30 | 60 | 600 | 501 Houasay | No. 500 Bokeo |
| 16 | Nam Khanoy | 80 | 3.6 | 0.29 | 20 | 34 | 80 | 503 Meung | |
| 17 | Nam Chong | - | 3.6 | 0.05 | 100 | 25 | 50 | 503 Meung | |
| 18 | Nam Polao | | | | | | - | 503 Meung | |
| 19 | Nam Hat | 560 | 1.0 | 0.56 | 15 | 49 | 170 | 504 Pha Oudom | |
| 20 | Nam Hat 2 | 112 | 1.0 | 0.11 | 50 | 30 | 120 | 504 Pha Oudom | |
| 21 | Houay Kouang | 40 | 2.4 | 0.10 | 34 | 19 | 200 | 610 Vieng Kam | No.600 Luangphrabang |
| 22 | Nam Mi | | | | | | - | 610 Vieng Kam | |
| 23 | Nam Xeng | 420 | 2.5 | 1.05 | 20 | 123 | 170 | 610 Vieng Kam | |
| 24 | Nam Peun | 216 | 3.0 | 0.65 | 40 | 152 | 70 | 705 Houamouang | No.700 Houaphan |
| 25 | Nam Hang | 88 | 2.5 | 0.22 | 80 | 103 | 70 | 703 Viengthong | |
| 26 | Nam Hao | 419 | 3.0 | 1.26 | 129 | 951 | 5,000 | 704 Viengxay | |
| 27 | Nam Sim | | | | | | 8,000 | 704 Viengxay | |
| 28 | Nam Ngen 2 | 1100 | 1.0 | 1.10 | 20 | 129 | 610 | 802 Khorb | No.800 Xayabury |
| 29 | Nam Ken | 312 | 1.5 | 0.47 | 30 | 83 | 380 | 803 Hongsa | |
| 30 | Nam Lay | 256.38 | 1.3 | 0.33 | 30 | 59 | 220 | 807 Paklay | |
| 31 | Nam Ham 2 | 100 | 1.0 | 0.10 | 176 | 103 | 1,000 | 809 Boten | |
| 32 | Nam Xan 3 | 136 | 4.0 | 0.54 | 60 | 192 | 120 | 904 Khoun | 900 |
| 33 | Nam Chao | 128 | 4.0 | 0.51 | 25 | 75 | 100 | 905 Morkmay | Xiengkhuang |

4.3 小水力発電マップスタディ調査

4.3.1 概要

小水力発電計画有望 24 地点に関する机上検討(マップスタディ)は、次の二つのグループに分割し、下記の要領でマップスタディを実施した。

マップスタディのグループ分け

| グループ | 小水力発電計画概要 | 計画地点数 |
|------|--|-------|
| 1 | オフグリッドの発電計画であり、上記の EDL の送配電線が建設されない郡を小水力発電対象地域 (Load Center) とする。 | 15 地点 |
| 2 | EDL の送配電線が建設される地域で、水力ポテンシャルが高い小水力発電計画地点を選択し、EDL のグリッドに接続することにより、EDL グリッドの増強もしくは、輸入電力の代替を目的とする。 | 9 地点 |

グループ 1 として選定した Load Center について、想定需要に見合った小水力発電計画候補地点を選定した。その選定された地点に対して流量及び落差等の発電計画上の基礎データを試算して発電計画の概要を策定し、施工上の条件及び経済性の概略評価、開発優先クライテリアなどに照らして開発が有望な地点を選別した。また、適当な候補地点が検討されていなかったボケオ県については、地図情報をもとに新規候補地地点の発掘に努めた結果、3 地点

を新たに選定した。

次に、グループ 2 として選定した計画地点に関しては、EDL グリッド補強のためのグリッドへの接続と近隣国からの電力輸入量削減を目的として、水力ポテンシャルの開発を基本とした。マップスタディにおける、各開発地点の基本事項決定及び概算建設費の算定は次の要領で実施した。

マップスタディの基本事項・概算建設費算定要領

| No. | 項目 | 決定手法 | |
|-----|------------|--|---|
| 1 | 流域面積 | GIS マップより計測 | |
| 2 | ダム地点乾季流量 | JICA Water Resources Guide Book of Lao P.D.R, 2002 より乾季比流量マップを作成し、各開発地点に適用した。(参照：Supporting Data Files Part-C) | |
| 3 | 落差 | GIS マップより計測した。また、既存レポートを参照した。 | |
| 4 | 計画地点の電力需要 | オフグリッドの計画においては、2010 年における各開発地点の送電範囲を仮定し、その世帯数および世帯あたり電力需要量(190W)から総電力需要量を推定した。オングリッドの計画については、村落の電力需要は考慮していない。 | |
| 5 | 設備容量及び設計流量 | オフグリッドの計画については、各開発地点の送電範囲の電力需要に必要な設備容量を設定した。また、設備容量より設計流量を設定した。オングリッドの計画について既検討の設備容量を参考とし、設定した。 | |
| 6 | 建設費 | 取水堰 | 堰高は一律 6m と仮定し、堤頂長は GIS マップより計測した。 |
| | | 導水路、ペンストック | 導水路及びペンストックの必要断面積は設計流量より算定し、延長距離は GIS マップより計測した。 |
| | | 発電所、水車発電機 | 設備容量に対する過去の発電所及び水車発電機の建設費(DOE 提供)を参考に積算した。 |
| | | 送電線 22kV | 送電線延長は GIS マップより計測、建設費は 1km 当り単価(DOE 提供)を参考に積算した。 |
| | | 変圧器 | 電化村落当り 1 個の変圧器の設置とし、工事単価(DOE 提供)を参考に積算した。 |
| | | アクセス道路 | 道路長は GIS マップより計測、工事単価は過去の調査報告書より積算した。 |

上記のマップスタディを通じて、開発が有力視される小水力発電候補地点で、設計上の諸元データに係る事項を確認・検証できた。さらに、小水力発電計画地点としての妥当性を評価するため、現地踏査(Reconnaissance Survey)を実施する 18 地点を選定した。選定に際しては、下記事項をポイント制で評価し、トータルポイントの高い開発地点を選定した。また、県別の著しい偏りがないよう配慮した。

- 設備容量 1kW 当りの建設費
- 電化の必要性(未電化地区、既存小水力への追加、ディーゼルの代替、GRID 電力の補強、輸入電力の代替)
- 乾季における発電能力と需要とのバランス
- アクセスの容易さ
- 小水力発電利用水の灌漑への転用の可能性

4.3.2 マップスタディ調査結果

マップスタディーの調査結果は、Supporting Data Files Part-C にとりまとめ、マップスタディの結果概要を下表に示す。下表の網掛けしたプロジェクトが、グループ 1 から 11 地点、グループ 2 から選定された 7 地点の合計 18 地点である。

グループ 1 (15 地点から 11 地点を選択)

| Seq No. | プロジェクト名 | 県名 | 設備容量当りの建設単価 | | カテゴリー | | 乾季の発電能力 | | アクセシビリティ | | 灌漑計画へ送水の可能性 | | 合計ポイント 55 点満点 |
|---------|--------------|---------------|-------------|------|-------|------|---------|------|----------|------|-------------|------|------------------|
| | | | US\$/kW | ポイント | 種類 | ポイント | 需要/能力 | ポイント | 歩行距離 | ポイント | 可能性 | ポイント | |
| 1 | Nam Nga | Phongsaly | 13,431 | 12.9 | D | 6 | 4.37 | 0 | 2 | 9 | x | 0 | 27.9 |
| 2 | Nam Kai | Phongsaly | 8,605 | 17.7 | D | 6 | 3.15 | 2 | 5 | 7 | o | 5 | 37.7 |
| 3 | Nam Pok | Phongsaly | 14,056 | 12.2 | U-DC | 10 | 0.24 | 10 | 10 | 6 | x | 0 | 38.2 |
| 5 | Nam Ou Neau | Phongsaly | 6,296 | 20.0 | U-DC | 10 | 0.76 | 10 | 乾季のみ | 5 | x | 0 | 45.0 |
| 8 | Nam Pha | Louangnamtha | 8,732 | 17.6 | D | 6 | 2.61 | 4 | 0.5 | 9 | o | 5 | 41.6 |
| 11 | Nam Heng | Louangnamtha | 19,781 | 6.5 | HY | 4 | 1.06 | 8 | 乾季のみ | 5 | o | 5 | 28.5 |
| 14 | Nam Tale | Oudomxay | 21,145 | 5.2 | HY | 4 | 1.90 | 6 | 10 | 6 | x | 0 | 21.2 |
| 16 | Nam Khanoy | Bokeo | 21,352 | 4.9 | U-DC | 10 | 2.30 | 4 | 5 | 7 | o | 5 | 30.9 |
| 19 | Nam Hat | Bokeo | 11,194 | 15.1 | U-DC | 10 | 3.88 | 2 | 0 | 10 | o | 5 | 42.1 |
| 21 | Houay Kouang | Luangphrabang | 7,730 | 18.6 | U-DC | 10 | 11.56 | 0 | 0 | 10 | x | 0 | 38.6 |
| 23 | Nam Xeng | Luangphrabang | 7,925 | 18.4 | U-SDC | 8 | 1.35 | 8 | 2 | 9 | o | 5 | 48.4 |
| 24 | Nam Peun | Houaphan | 21,550 | 4.7 | HY | 4 | 0.44 | 10 | 2 | 9 | x | 0 | 27.7 |
| 25 | Nam Hang | Houaphan | 35,538 | 9.1 | HY | 4 | 0.62 | 10 | 0 | 10 | x | 0 | 14.9 |
| 32 | Nam Xan 3 | Xiengkhuang | 12,679 | 13.6 | U-SDC | 8 | 0.56 | 10 | 3 | 8 | x | 0 | 39.6 |
| 33 | Nam Chao | Xiengkhuang | 18,692 | 7.6 | U-DC | 10 | 1.24 | 8 | 3 | 8 | o | 5 | 38.6 |

* カテゴリー U-DC : 未電化の郡センター U-SDC : 未電化のサブ郡センター
 D : ディーゼルにより電化されている郡センター HY : 小水力により電化されている郡センター

グループ 2 (9 地点から 7 地点を選択)

| Seq No. | プロジェクト名 | 県名 | 設備容量当りの建設単価 | | カテゴリー | | 乾季の発電能力 | | アクセシビリティ | | 灌漑計画へ送水の可能性 | | 合計ポイント 45 点満点 |
|---------|------------|--------------|-------------|------|-------|------|---------|------|----------|------|-------------|------|------------------|
| | | | US\$/kW | ポイント | 種類 | ポイント | 需要/能力 | ポイント | 歩行距離 | ポイント | 可能性 | ポイント | |
| 7 | Nam Long | Louangnamtha | 1,853 | 20 | S | 6 | 2.82 | 4 | 5 | 10 | x | 0 | 40.0 |
| 12 | Nam Phak | Oudomxay | 3,638 | 18.2 | S | 6 | 5.40 | 0 | 10 | 7 | x | 0 | 31.2 |
| 13 | Nam Ngao | Oudomxay | 7,550 | 14.3 | S | 6 | 3.41 | 2 | 10 | 7 | x | 0 | 29.3 |
| 15 | Nam Gnone | Bokeo | 3,979 | 17.9 | I | 6 | 8.68 | 0 | 3 | 10 | x | 0 | 33.9 |
| 26 | Nam Hao | Houaphan | 2,028 | 19.8 | I | 6 | 4.86 | 0 | 1 | 10 | x | 0 | 35.8 |
| 28 | Nam Ngen 2 | Xayabury | 5,935 | 15.9 | I | 6 | 3.00 | 2 | 2 | 10 | o | 5 | 38.9 |
| 29 | Nam Ken | Xayabury | 11,228 | 10.6 | I | 6 | 3.00 | 2 | 4 | 9 | x | 0 | 27.6 |
| 30 | Nam Lay | Xayabury | 14,630 | 7.2 | S | 6 | 3.00 | 2 | 1 | 10 | x | 0 | 25.2 |
| 31 | Nam Ham 2 | Xayabury | 4,139 | 17.7 | I | 6 | 29.98 | 0 | 1 | 10 | o | 5 | 38.7 |

* カテゴリー S : EDL グリッド補強 I : 輸入電力削減

上記のマップスタディは、河川流量・水頭・需要予測・建設工事単価について様々な仮定がなされている。これに関しては、18 地点の現地踏査及び情報収集を通して、これらの仮定をアップデートすることにより計画の精度をあげ、Pre-F/S 11 地点を選定した。

なお、本調査期間中、実際に現地踏査を行ったのは、24 候補地点から選定された 18 地点であり、残りの 6 地点については、本調査終了後に DOE/PDIH が独自に実施することとしている。このため、DOE/PDIH が現地踏査を円滑に実施できるように、取水・導水・発電などが残り 6 地点と類似した地点の現地踏査を中心に、OJT 方式で実践できるように配慮した。

4.4 小水力発電現地踏査

4.4.1 概要

マップスタディ調査の結果を受けて、小水力発電候補地点 24 箇所(マップスタディを通じて確認された 18 箇所その他、現地で確認された 6 箇所)の現地踏査を実施した。第 3 次現地調査期間中に実施された現地踏査では、調査団と DOE の合同チーム 2 組が別々に全 19 箇所を調査した。また、調査団員の入域が許可されていなかったホアパン県およびシェンクアン県の 4 箇所については DOE が単独で実施した。

調査団と DOE の合同チーム 2 組が実施した現地踏査の現地踏査のルートマップを下図に、踏査マップを示す。

| No. | Project Name | District | Province | Demand Area | Site Recon by |
|-----|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| 3 | N. Pok | Samphan | Phongsaly | D.C. | 3rd Field (A) |
| 4 | N. Likna | Samphan | | D.C. | 3rd Field (A) |
| 5 | N. Ou Neau | Gnod Ou | | D.C. | 3rd Field (A) |
| 6 | N. Boune 2 | Bountai | | Grid | 3rd Field (A) |
| 7 | N. Long | Long | Louangnamtha | Grid | 3rd Field (B) |
| 8 | N. Pha | Vienhphoukha | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 9 | H. Song | Viengphoukha | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 10 | N. Chouk | Viengphoukha | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 11 | N. Heng | Nalae | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 13 | N. Ngao | Beng | Oudomxay | Grid | 3rd Field (B) |
| 15 | N. Gnone | Houasay | Bokeo | Grid | 3rd Field (B) |
| 16 | N. Khanoy | Meung | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 17 | N. Chong | Meung | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 18 | N. Polao | Meung | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 19 | N. Hat | Pha Oudom | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 20 | N. Hat 2 | Pha Oudom | | D.C. | 3rd Field (B) |
| 21 | H. Kouang | Vieng Kam | Luangphrabang | D.C. | 3rd Field (A) |
| 22 | N. Mi | Vieng Kam | | D.C. | 3rd Field (A) |
| 23 | N. Xeng | Vieng Kam | | D.C. | 3rd Field (A) |
| 26 | N. Hao | Viengxay | Houaphan | Grid | DOE |
| 27 | N. Sim | Viengxay | | Grid | DOE |
| 29 | N. Ken | Hongsas | Xayabury | Grid | 4th Field |
| 31 | N. Ham 2 | Boten | | Grid | DOE |
| 32 | N. Xan 3 | Khoune | Xiengkhuang | Sub .C. | DOE |

現地踏査ルートマップ Team-A



現地踏査ルートマップ Team-B



4.4.2 現地踏査結果

現地踏査では、調査内容、精度および調査手法を均一に保つため、土木調査、送配電線ルート調査、村落社会調査および環境分野それぞれの調査票を作成するとともに、踏査先の郡センターや村落で用いるプロジェクト説明資料を準備した。これら現地踏査の結果は、現地踏査メモ(Site Reconnaissance Memo)として Supporting Data Files Part-C にとりまとめ、概要を下表に示す。

| No. | プロジェクト名 (県、郡) | 地形・水文 | アクセス | 社会環境 | 備考 |
|-----|---|--|--|---|--|
| 3 | N. Pok (Phongsaly, Samphan) | 取水堰地点で右岸側が平坦で堰延長が長くなる。1.6km の導水トンネル延長に比べ、有効水頭は 78 m と小さい。 | 発電所と B. Nasai 間は 6km 程度であり急傾斜地であり、アクセス道路はない。また、取水堰地点までのアクセス道路の建設も必要。 | Samphan の郡センターを電化するためには発電規模が大きく、EDL グリッドへの接続が条件。 | 電力需給バランスが悪い。 (水位観測実施) |
| 4 | N. Likna (Phongsaly, Samphan) | 川幅 4m 程度の小河川であり、乾季流量は 0.3m ³ /s 程度。水路延長 300m で有効水頭 14m。 | B. Nasai へのアクセスは、Nam Ou のポートのみ。道路は Nam Pok と Nam Ou の合流点まで到達している。 | 現在、ピコ水力と小型ディーゼル発電が利用されている。 | Nam Pok の代替として、踏査時に候補地とされた。 |
| 5 | N. Ou Neau (Phongsaly, Gnot Ou) | オリジナル軸は左岸側に水田が広がっており、ダム軸は急峻部に変更。5km の水路延長で、有効水頭 20~25m であるが、乾季流量は 2~3m ³ /s と大きい。 | 取水堰、発電所位置へのアクセスは良好。水路は既存道路と反対側に計画中であり、取水堰地点で橋が必要である。 | 堰建設により右岸部水田が浸水する。郡としての電化の願望は強く、オフグリッド電化の優先度は高い。 | 郡都付近の広範囲の村落を電化する計画で、送電線コストが大きい。 (水位観測実施、縦断測量実施) |
| 6 | N. Boune 2 (Phongsaly, Boun Nua) | N. Boun から N. Hoy への 2km のトンネルによる転流で、有効水頭 125m と地形条件はいい。乾季流量 1.0m ³ /s 程度。 | 既存舗装道路地点から取水堰までのアクセスは 1km。発電所地点までは 6~8km である。 | Boun Nua は N. Boun 1 水力発電で電化されているが、110kw と規模が小さく、電力不足。 | 発電量は 4MW と大きく、2010 年以降の EDL グリッド接続後の投入が効果的。(現地測量実施) |
| 7 | N. Long (Louangna mtha, Long) | 取水堰地点は基礎岩盤の路頭が広がっており、ダム軸は急峻部にみられる V 字谷であり、下流に滝が連なっている。水路延長 4km 程度で、有効水頭 227m を確保。乾季流量 2.0m ³ /s 程度。 | 郡センターをとる舗装道路から未舗装道路に入り、2 時間程度で取水堰地点の左岸側丘陵地に到達。乾季のみ走行可能。ダムサイト、発電所サイトは、谷底に向け徒歩で 300m 程度下る。 | 県観光局では滝は将来の観光資源として開発をひかえるべきという見方があり、調整が必要。 | 2008 年の EDL グリッド接続後の補強として有効。 (水位観測実施、現地測量実施) |
| 8 | N. Pha (Louangna mtha, Vieng Phokha) | 地形図から推定した落差 30m 程度は、現地河川沿いの踏査の結果 15m 程度しかなく、また、洪水時の 5m の水位上昇を考慮すると、有効水頭は極端に小さい。 | 取水堰および発電所地点は車で郡都から 20 分程度とアクセスは良い。 | 郡センターは以前ディーゼル発電機(120kW)で電化されていたが 3 年前に破損、現在 39kW のディーゼル発電機を使用。配電線は 200 世帯に接続してある。 | 上流部にて、灌漑用水を取水。落差不足と高い洪水水位のために、発電計画は困難。 |
| 9 | H. Song (LNT, Vieng Phokha) | N. Pha の支流の H. Song にて標高差を計測したが、十分な落差が確認されなかった。 | 取水堰および発電所は幹線道路付近でアクセスは良好。 | 同上 | Nam Pha の代替として踏査したが、落差なし。 |
| 10 | N. Chouk (LNT, Vieng Phokha) | 幹線道路が、N. Chouk を渡る橋梁地点より沢を上るが、地形図とことなり、落差はなかった。 | 取水堰および発電所は幹線道路付近でアクセスは良好。 | 同上 | Nam Pha の代替として踏査したが、落差なし。 |
| 11 | N. Heng (Louangna mtha, Nale) | 地形図から推定した落差 30m 程度は、現地河川沿いの踏査の結果 10m 程度しかなく、有効水頭は極端に小さいことが判明。 | 郡センターから発電所がある B. Ven まで徒歩で 2 時間、さらに取水堰地点まで 2.5 時間。 | B. Nale は小水力発電(30kW)で電化されており、近傍村落は SHS が普及し始めている。 | 落差不足で発電計画は困難。 |
| 13 | N. Ngao (Oudomxay, Beng) | 曲がりくねった河川線形のショートカットを利用した発電計画だが、30m 程度のダムの堰上げのわりに、有効水頭は 69m と大きくない。 | 郡センターから B. Nahom まで車で 45 分、ダムサイトと発電所地点まで、B. Nahom から徒歩で片道 5 時間。アクセスは極端に悪い。 | B. Nahom は、ピコ水力発電が多少普及している。 | 対案として N. Ngao から N. Beng に転流し格差を確保することも検討可能。 |
| 15 | N. Gnone (Bokeo, Houaysay) | 小規模な滝をもつ急峻な川での発電計画であるが、水路延長 2km 程度で、落差 46m で効率が悪い。 | Houausay から車で舗装道路を 45 分、未舗装を 20 分で発電所位置に到達。河川沿いを上流へ 1 時間で取水堰地点に到達。 | 発電所位置の B. Phouxai は、ピコ水力発電が多少普及している。発電所地点での滝は観光地になっている。 | 河川水は年間を通して灌漑用水に利用されており、発電使用可能水量はこれを考慮すべき。 (水位観測実施、現地測量実施) |
| 16 | N. Khanoy (Bokeo, Meung) | 地形図から推定した落差 20m は、現地踏査では 15m しか確認されなかった。 | 郡センターより車で 1.5 時間で発電所位置に到達、川を上流に向けて歩くこと 2 時間で取水堰地点に到達。 | 取水堰による河川水位の堰上げは、地域住民の居住区に影響を及ぼす。 | 落差不足と、電力需要地から遠いことで、発電計画は困難。 |
| 17 | N. Chong (Bokeo, Meung) | 川幅 18m で急峻。上流部の既存の灌漑用取水堰を利用した発電計画で、流量は小さいが、水路延長 2km で落差 100m と大きい。 | 郡センターから B. Tole まで車で 20 分、取水堰まで徒歩で 1 時間。発電所地点もほぼ同様。雨季は、Houausay から郡都へのアクセスが困難。 | 河川水は雨季に灌漑用水として利用されている。乾季での利用計画は実施されていない。郡都はピコ水力発電がかなり普及。 | 郡センター事務所での聞きこみ調査の際に既存灌漑堰の存在情報を入手した。N. Khanoy の代替案。 |

| No. | プロジェクト名 (県、郡) | 地形・水文 | アクセス | 社会環境 | 備考 |
|-----|--------------------------------------|---|--|--|--|
| 18 | N. Polao (Bokeo, Meung) | 郡センターから北部メコン川に向かう途中にある、急勾配の河川を利用した発電計画。川は道路沿いに流れており、道路沿いの水路確保のためのスペースが乏しい。 | 郡センターより、未舗装道路を北上すること1時間程度。雨季は走行が困難。 | 近傍村落では、ピコ水力発電が多少普及している。この地域の交通手段は、車よりも、メコン川の舟運である。 | 郡センター事務所での聞きこみ調査の際に中国企業が推薦している計を入手。 |
| 19 | N. Hat (Bokeo, Pha Oudom) | 地形図から推定した落差 15m は、現地踏査では 8mしか確認されなかった。また、水路延長は 2 kmと長い。 | Pak Hat と郡センターの間に、取水堰と発電所地点が位置する。アクセスは、車で容易である。 | 郡センターはディーゼル発電機で電化されていたが、燃料の高騰で運転停止。裕福な家屋のみ個人のディーゼル発電機を使用。 | 落差不足で発電計画は困難。 |
| 20 | N. Hat 2 (Bokeo, Pha Oudom) | 落差が確認できなかった N. Hat の上流域で河床に路頭が見られる急流部を取水堰位置とした。水路延長 3kmでらくだ 48m程度が確認された。 | 郡センターから上流に向かい車で 30 分、さらに河川沿いに徒歩で 2 時間で、取水堰サイトに到達。取水堰付近は、村落がなく、フットパスも整備されてなく、アクセスが悪い。 | 同上 | Nam Hat の代替として踏査し、落差を確認した。 |
| 21 | H. Kouang (LPB, Vieng Kham) | 乾季流量が小さく、発電量は需要を満たすに至らない。 | 郡センターから Pak Mong まで車で 2 時間で。取水堰位置、発電所位置までのアクセスは未確認。 | ディーゼル発電機(150kW)により夜間だけ電力供給をしている。ピコ水力発電も多少見られる。 | 流量が小さく発電計画は困難。 |
| 22 | N. Mi (LPB, Vieng Kham) | 取水堰サイトは川幅 150m程度で、堰延長が長くなる。水路延長 1.5kmで落差 26mを確認。 | 取水堰位置は B. Donkoun よりボートで 20 分、徒歩で 30 分。発電所位置は、B. Donkoun より徒歩で 10 分。 | 同上 | 郡都での聞き込み調査時に候補地として推薦された。 |
| 23 | N. Xeng (LPB, Vieng Kham) | 取水堰は、踏査時の地形比較の結果、川幅の小さいオプショナルサイトとした。水路延長 2kmで落差 13 m程度と、河川勾配はゆるい。乾季流量は 1.0m ³ /s 以上が期待できる。 | Pak Mong から車で 1.5 時間で B. Vanxiang への交差点、さらに未舗装道路で 2.5 時間で B. Vanxiang に到達。ここから徒歩 1.5 時間で取水堰位置。 | 取水堰の河川水位堰上げにより、上流域に位置する村落の水没の可能性はある。 | 現在のサブ郡センターであり、将来の地域開発のためにも、早期電化が望まれる。(水位観測実施、現地測量実施) |
| 26 | N. Hao (Hoaphan, Sopbao) | 取水堰位置では、右岸は基礎岩盤の露頭見られ切り立っており、左岸には水田が広がっている。3 kmの水路トンネルで落差 46mと小さい。 | 取水堰サイトは Xam-Nua から 51km はなれている。幹線道路から発電所位置までは徒歩で 1 分程度である。 | 河川の両側が切り立っており、取水堰による堰上げの影響は少ない。 | N. Hao は、ハトナムに流れ込む N. Ma の支川である。落差不足で効率が悪い。(水位観測実施) |
| 27 | N. Sim (Hoaphan, Viengxay) | N. Vong 本川から、延長 2kmの水路トンネルで H. Kon へ転流し、支川の流量との合計流量は 1.1m ³ /s 程度になる。落差は、180 m程度となる。 | Xam-Nua から B. Kang Muang まで 50km、取水堰地点まで徒歩で 2kmである。N. Vong 沿いに発電所地点に行くのは困難で、左岸側に新規アクセス道路が必要。 | 取水堰による河川水位の堰上げを極力おさえて、近傍の水田の水没を避ける必要がある。 | 海外の企業が MOU を保持している。EDL グリッドの延伸時期(2015)での投入が効果的。(現地測量実施) |
| 29 | N. Ken (Xayabury, Hongsa) | 地形図から推定した落差 30m は、現地踏査では 14mしか確認されなかった。また、水路延長は 3kmと長い。 | 郡センターから車で 30 分で B. Namaignom に到達し、取水堰地点まで徒歩で 40 分、更に発電所地点まで徒歩で 1 時間である。 | 計画位置は、ホンサリグナイト発電計画の貯水ダムと同位置である。輸入電力の代替としての水力発電は、いまのところ不必要。 | 落差不足で発電計画は困難。 |
| 31 | N. Ham 2 (Xayabury, Boten) | 年間降雨量及び乾季雨量が少ない地域で乾季流量は 0.2m ³ /s、平均流量は、1.4m ³ /s 程度である。水路延長 2.84kmで、落差 173m が確保でき、河川勾配は急である。 | サゲブリから Ban Koum まで車で 6 時間ここから発電所サイトまで、徒歩で 30 分である。取水堰地点までさらに 1 時間強である。 | 急流である河川の一部に滝があり、配慮が必要である。 | NEF が水文観測(降雨量、河川流量)観測設備を設置し、DOE が観測データ収集中である。海外の企業が MOU を保持している。(現地測量実施) |
| 32 | N. Xan 3 (Xiengkhuang, Khoune) | 水路延長 750mで落差 31mである。河川は、急流部分が延々と続くが、オフグリッド発電としての必要発電量のために河川の上流部分の落差のみを使用した計画である。 | 郡センターよりサブ郡センターまで車で 2.5 時間、ダムサイトまで徒歩で 1.8 時間である。発電所地点までは、フットパスが利用できる。 | 河川下流側には、それほど農地が分布してないので、水利用上の問題は少ない。 | 水路延長を 15kmまで伸ばせば、落差は合計 1,000mにも及び、グリッド補強を目的とした MW級の発電計画も可能である。 |

出典：JCIA 調査団

* 上表のうち、プロジェクト名に網掛けのあるプロジェクトについて Pre-F/S を実施した。

なお、現地踏査には地形測量業務を実施する再委託業者の測量技師が同行し、現地にて測量範囲を指示した。

4.4.3 地形測量

(1) 概要

マップスタディによって選定された小水力発電計画候補地 24 箇所の中から、現地踏査を実施する 18 箇所を再選定し、更
 その中から下図に示すとおり地形測量を実施するべく Pre-F/S レベルの 7 箇所を決定した。

Pre-F/S を実施する 7 箇所においては計画・設計に、1:1,000(等高線間隔 1m)の地形図が必要であるため、
 現地再委託により以下に示す項目について地形測量を実施した。



- a) 調査団との現地踏査
- b) ベンチマークの設置
- c) トラバース測量
- d) GPS 測量
- e) 水準測量
- f) 詳細測量
- g) 縦横断測量
- h) 測量成果の出力

現地再委託は、現地業者の実施能力、経験、保有機器、費用等を調査の上、入札により NGD と契約をした。
 実施したサイト名、設置基準点数、測量面積、縦横断の距離を下表に示す。



小水力サイトでの測量の様子

測量数量一覧

| Project Name | Province | District | Control Points | Area (ha) | Cross Section (km) | Longitudinal Section (km) |
|--------------|---------------|------------|----------------|-----------|--------------------|---------------------------|
| Nam Boune 2 | Phongsaly | Bountai | 6 | 14.31 | 1.32 | 3.94 |
| Nam Ou Neua | Phongsaly | Gnod Ou | 3 | 0.00 | 0.00 | 7.73 |
| Nam Long | Louangnamtha | Long | 6 | 18.11 | 2.60 | 4.33 |
| Nam Gnone | Bokeo | Houasay | 6 | 12.10 | 1.39 | 2.32 |
| Nam Xeng | Louangprabang | Vieng Kham | 6 | 10.02 | 1.41 | 2.4 |
| Nam Ham 2 | Xayabouly | Boten | 6 | 13.84 | 2.45 | 2.81 |
| Nam Sim | Houaphan | Viengxai | 6 | 12.10 | 0.75 | 0.68 |

(2) 使用器材

使用された測量器材は以下の通りである。

| 種類 | | 器材名称 |
|---------------------------------|--|--|
| トータルステーション (写真は LEICA TC600) |  | LEICA TC1700 LEICA TC600 LEICA TC307 LEICA TC400 SOKKIA Set500 SOKKIA Set2010 |
| オートレベル (写真は LEICA NA2) |  | LEICA NA2 LEICA NA820 |
| GPS (写真は TRIMBLE 5700) |  | TRIMBLE 4000SSI TRIMBLE 5700 |

(3) 測量結果

実施された測量結果は CAD ソフトウェアにて解析処理し、図面データを作成した。また、今回新たに設置された基準点とベンチマークは国家基準点網に結びつけられ、最終データは UTM (Universal Transverse Mercator)座標システムとラオス国の基準面である Lao National Datum 1997 が使用された。最終成果品を以下に示す。

| No. | 最終成果品 | 仕様 |
|-----|------------------------|--------------------|
| a | 測量観測簿 | 1 式 |
| b | 点の記 | 1 式 |
| c | 縦横断測量結果の出力図 | オリジナル 2 部、 コピー 6 部 |
| d | 地形測量結果の出力図 | オリジナル 2 部、 コピー 6 部 |
| e | レポート | 1 式 |
| f | 測量結果のデジタルデータ(CAD データ等) | 1 式 |