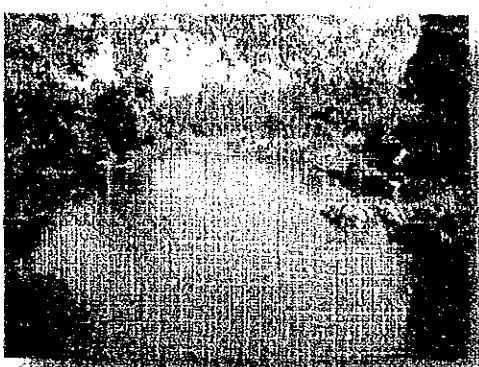
No. 5

国際協力事業団
ラオス国工業・手工芸省

# ラオス国

# ナムニアップ-I 水力発電開発計画調査（フェーズII）



## ファイナルレポート：第2巻

# サマリーレポート

Hydro Saves Lao
&
Reduces Poverty

JICA LIBRARY
J1170471[5]

平成14年11月

日本工営株式会社

鉱調資
J R
02-178

国際協力事業団
ラオス国工業・手工芸省

# ラオス国

# ナムニアップ-I水力発電開発計画調査(フェーズII)

## ファイナルレポート:第2巻
## サマリーレポート

***Hydro Saves Lao***
***&***
***Reduces Poverty***

平成14年11月

日本工営株式会社

1170471 [5]

# 序　文

日本国政府は、ラオス国政府の要請に基づき、同国のナムニアップ-Ⅰ水力発電開発計画調査（フェーズⅡ）を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成13年3月から平成14年11月までの間、7回にわたり日本工営株式会社の荒木氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ラオス国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進及び同国の経済発展に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成14年11月

国際協力事業団
総裁　川上　隆朗

川上隆朗

NIPPON KOEI CO.,LTD.
Consulting Engineers

伝達状

国際協力事業団

総裁 川上隆朗 殿

今般、ラオス国におけるナムニアップ-I 水力発電開発計画調査(フェーズ II)を終了致しましたので、ここにファイナル・レポートを提出致します。弊社は、貴事業団との契約により、平成 13 年 3 月から同 14 年 11 月まで約 20 ヶ月にわたり本調査を実施してまいりました。

本報告書は、フィージビリティー・スタディー(F/S)の第 1 段階として平成 12 年 2 月に終了した、環境調査結果に基づく開発規模提案を受けて、技術的な詳細検討を加えたものであります。本プロジェクトは、ラオス国の電力政策に基づき、発電会社を設立した上で、近隣国に輸出することにより国家利益を得ようとするものであります。したがって、本調査にあたっては、貴事業団の基本方針にのっとり、情報公開、住民参加、環境重視をモットーに業務を実施して参りました。すなわち、ダム開発を取り巻く昨今の批判を鑑み、公聴会を通じて地域住民に広く情報を公開することにより、社会環境損失を最小とするよう努めて参りました。

本報告書が、今後の円滑なナムニアップ-I 水力発電開発計画の実施に寄与できるだけでなく、今後の類似プロジェクトの参考となれば幸いであります。

本報告書は、メイン・レポートとサマリー・レポートの他、サポーティング・レポートと図面集で構成されています。メイン・レポートは発電計画の過程と財務分析に重点を置いて編集し、サマリー・レポートは焦点のみを記述しております。また、サポーティング・レポートは、メイン・レポートの基幹をなす現地再委託調査報告書を収録しております。すなわち、住民移転候補地調査、地質調査、タイ国電力セクター調査の報告書を合冊しております。図面集には、F/S 設計として必要且つ十分なレイアウト図及び各構造物の平面・縦横断図を収録しています。

なお、同調査期間中、貴事業団には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。また、ラオス国工業・手工芸省、在ビエンチャン日本国大使館、貴事業団ラオス事務所の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

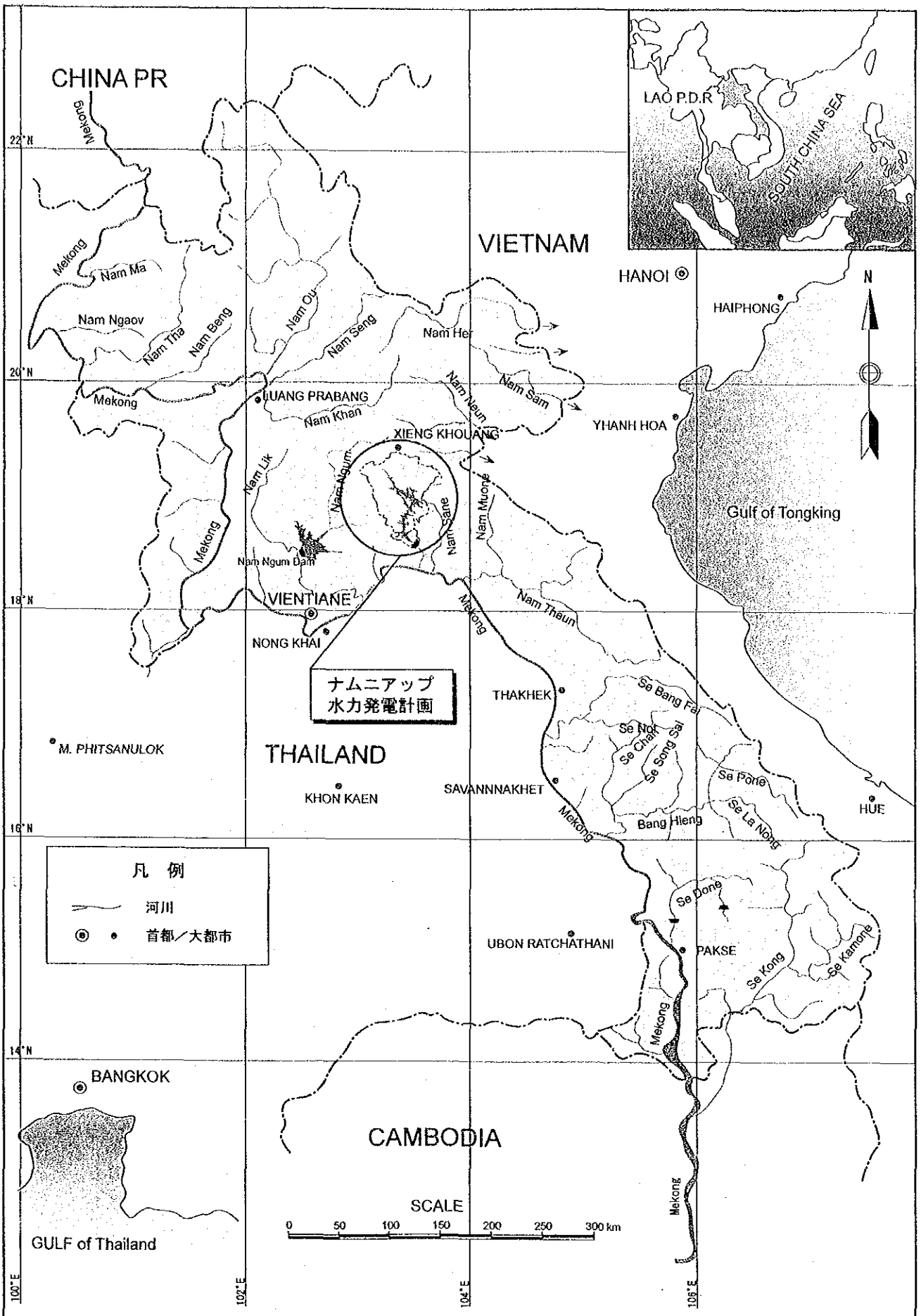
平成 14 年 11 月

日本工営株式会社

荒木一郎

ナムニアップ-I 水力発電開発計画調査(フェーズ II)

団長 荒木一郎


CHINA PR
Mekong
Nam Ma
Nam Ngaov
Nam Tha
Nam Beng
Nam Ou
Nam Seng
Nam Her
Nam Neun
Nam Sam
LUANG PRABANG
Nam Khan
XIENG KHOUANG
Nam Lik
Nam Ngum
Nam Sane
Nam Mouone
Nam Ngum Dam
VIENTIANE
NONG KHAI
VIETNAM
HANOI
HAIPHONG
THANH HOA
Gulf of Tongking
Nam Theun
THAKHEK
Se Bang Fai
Se Noi
Se Chai
Se Song Sai
Se Pone
Se La Nong
Bang Hieng
SAVANNNAKHET
HUE
M. PHITSANULOK
THAILAND
KHON KAEN
ナムニアップ
水力発電計画
凡 例
河川
首都／大都市
UBON RATCHATHANI
PAKSE
Se Done
Se Kong
Se Kamone
BANGKOK
CAMBODIA
GULF of Thailand
SCALE
0 50 100 150 200 250 300 km
N
LAO P.D.R
SOUTH CHINA SEA
22°N
20°N
18°N
16°N
14°N
100°E
102°E
104°E
106°E

計画位置図

ラオス国
ナムニアップ-I水力発電開発計画調査(ﾌｪｰｽﾞ II)

# ファイナルレポート

報告書の構成

| | | |
|---|---|---|
| 第1巻 | メインレポート | (英文･和文) |
| 第2巻 | サマリーレポート | (英文･和文) |
| 第3巻 | サポーティングレポート | (英文) |
| 第4巻 | 図面集 | (和文) |

表紙写真

| ダムサイトに近いタフア村の子供たち | ソプヨーク村でのナムニアップ川支川の眺め |
|---|---|

プロジェクト推進スローガン

## 第2巻：サマリーレポート

目　次

序文
伝達状
計画位置図
略語表

概要 ..... S - 1

第1章　結論と提言

1.1　プロジェクト実施計画 ..... 1 - 1
1.2　プロジェクトのリスクヘッジ ..... 1 - 4
1.3　ダム建設と水力発電を取り巻く環境 ..... 1 - 7
1.4　調査の目的･対象地域･背景･進捗 ..... 1 - 13

第2章　環境調査

2.1　概要 ..... 2 - 1
2.2　公聴会の開催 ..... 2 - 1
2.3　環境影響評価 ..... 2 - 2
2.4　住民移転計画 ..... 2 - 4

第3章　電力市場調査･分析

3.1　ラオス国の経済状況及び電力セクターの役割 ..... 3 - 1
3.2　メコン河流域の電力事情 ..... 3 - 2
3.3　ラオス電力セクター開発状況 ..... 3 - 2
3.4　タイへ国の電力輸出の可能性 ..... 3 - 5
3.5　ベトナム国への電力輸出の可能性 ..... 3 - 10

第4章　水力発電計画


4.1　現地の状況 ..... 4 - 1
4.2　開発計画の最適化 ..... 4 - 3
4.3　予備設計 ..... 4 - 6
4.4　施工計画及び積算 ..... 4 - 9


第5章　経済財務分析


5.1　概要 ..... 5 - 1
5.2　基本前提条件 ..... 5 - 1
5.3　基本ケース分析結果 ..... 5 - 2
5.4　感度分析 ..... 5 - 2
5.5　リスク分析 ..... 5 - 3


## 付　表


表 3.1　EGAT 需要想定及び発電計画（出力ベース） ..... 3 - 6
表 3.2　タイ国電力開発計画（2001～2016） ..... 3 - 7
表 3.3　ベトナム国電力開発計画（ベース・ケース） ..... 3 -12


## 付　図


図 1.1　計画全域図 ..... 1 -15
図 2.1　調査対象地域内行政区分図 ..... 2 - 8
図 2.2　計画貯水池周辺の住民移転候補地(第２フェーズ調査) ..... 2 - 9
図 3.1　ナムニアップ-I水力発電計画のタイ国電力系統上の位置 ..... 3 - 8
図 3.2　タイ国プール制下の電力市場構造 ..... 3 - 9
図 3.3　タイ国の将来卸売電力市場構造 ..... 3 -10


## 図　面


図面 01　本ダム、一般配置図 ..... D- 1
図面 02　本ダム、縦断及び立面図 ..... D- 2
図面 03　本ダム、代表断面及び詳細図 ..... D- 3
図面 04　洪水吐、縦断及び越流部詳細図 ..... D- 4
図面 05　発電水路、縦横断図 ..... D- 5
図面 06　本ダム発電所、平面及び断面図 ..... D- 6
図面 07　逆調整池ダム、平面及び立面図 ..... D- 7

# 用語表

| 略語 | 英語表記 | 日本語表記 |
|---|---|---|
| **Lao PDR agencies** | ラオス国機関名 | |
| DMH | Department of Meteorology and Hydrology | ラオス国農林省水文気象局 |
| CDEP | Committee for Development of Electric Power | ラオス国電力開発委員会 |
| CPC | Committee for Planning and Cooperation | ラオス国計画･協力委員会 |
| DOE | Department of Electricity, MIH | ラオス国工業･手工芸省電力局 |
| EDL | Electricite du Laos | ラオス国家電力公社 |
| FIMC | Foreign Investment Management Committee | ラオス国投資事業･対外経済協力委員会 |
| GOL | Government of Lao PDR | ラオス国政府 |
| LNCE | Lao National Committee for Energy | ラオス国国家エネルギー委員会 |
| LWU | Lao Women's Union | ラオス女性連合 |
| MIH | Ministry of Industry and Handicrafts | ラオス国工業･手工芸省 |
| STEA | Science, Technology & Environment Agency | ラオス国科学･技術･環境局 |
| **Foreign organizations** | 国際機関名 | |
| ADB | Asian Development Bank | アジア開発銀行 |
| ANCOLD | Australian National Committee on Large Dams | オーストラリア大ダム会議 |
| EDF | Electricite du France | フランス電力公社 |
| EGAT | Electricity Generation Authority of Thailand | タイ国電力公社 |
| EVN | Electricity of Vietnam | ベトナム国電力公社 |
| IMF | International Monetary Fund | 国際通貨基金 |
| IUCN | World Conservation Union (Switzerland) | 国際自然保護連合 |
| JBIC | Japan Bank for International Cooperation | 国際協力銀行 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency (Japan) | 国際協力事業団 |
| MOI | Ministry of Industry | ベトナム国工業省 |
| MPI | Ministry of Planning and Investment | ベトナム国計画･投資省 |
| NEPO | National Energy Policy Office | タイ国電力政策局 |
| NTEC | Nam Theun 2(NT2) Electricity Company | ナムテン 2 発電会社(コンソーシアム) |
| NTPC | Nam Theun 2(NT2) Power Company | ナムテン 2 電力会社(SPC) |
| PEA | Provincial Electricity Authority in Thailand | タイ国県電力局 |
| PRGF | Poverty Reduction and Growth Fund | 貧困削減基金 |
| SCS | Soil Conservation Service | 米国土壌保全局 |
| UNDP | United Nations Development Program | 国連開発計画 |
| WCD | World Commission on Dams | 世界ダム委員会 |
| **Others** | その他 | |
| AAU | Assigned Amount Unit | 初期割当量に相当する CO2 削減クレジット |
| AGAC | Airborne GPS Aero Control System | エアボーン GPS エアロコントロールシステム |
| B. | "Ban" Village in Laotian language | 村落名 |
| BOT | Built-Operate-Transfer | 建設-操業-移譲 |
| CA | Concession Agreement | 事業権契約 |
| CDM | Clean Development Mecah | 京都メカニズムにおけるクリーン開発制度 |
| CER | Certified Emission reduction | JI を通じて発行される CO2 削減クレジット |
| COD | Commercial Operation Date | 運開予定日 |
| DRWG | District Resettlement Working Groups | 郡レベルの住民移転検討グループ |
| EAC | Environmental Assessment Committee | 環境評価委員会 |
| ECA | Export Credit Agencies | 輸出信用機関 |
| EIA | Environmental Impact Assessment | 環境影響評価 |
| EMMP | Environmental Management & Monitoring Plan | 環境管理計画 |
| EPC | Engineering, Procurement and Construction | 設計･調達･建設包括工事契約 |
| EPMs | Environmental Protection Measures | 環境保護対策 |
| ERU | Emission Reduction Unit | CDM を通じて発行される CO2 削減クレジット |
| ET | Emission Trading | GHG の排出量取引 |
| F/S | Feasibility Study | 実施可能性調査 |
| FARD | Focal Area for Rural Development | 開発重点地区 |
| GHG | Green House Gas | 温室効果ガス |
| GMS | Greater Mekong Sub-region | 大メコン圏流域諸国 |
| GPS | Global Positioning System | 全球測位システム |
| HEPP | Hydroelectric Power Project | 水力発電計画 |
| ICB | International Competitive Bidding | 国際競争入札 |
| IEE | Initial Environmental Examination | 初期環境調査 |
| IPDP | Indigenous Peoples Development Plan | 土着民族に関する政策 |

# 用語表

| 略語 | 英語表記 | 日本語表記 |
|---|---|---|
| IPP | Independent Power Producer | 独立電力生産者 |
| JI | Joint Implementation | 京都メカニズムにおける共同実施制度 |
| LA | Loan Agreement | 借款協定 |
| LLDC | Least Less-Developed Countries | 後発発展途上国 |
| MOU | Memorandum of Understanding | (開発権) 協議覚書 |
| NBCA | National Biodiversity Conservation Area | 国立生物保護区 |
| NEM | New Economic Mechanism | ラオス国新経済メカニズム |
| NGOs | Non Governmental Organizations | 非政府団体 |
| O&M | Operation and Maintenance | 操業･維持管理 |
| ODA | Official Development Assistance | 政府開発援助 |
| PDA | Project Development Agreement | 開発実施協定 |
| PDP | Power Development Plan | 電力開発計画 |
| PPA | Power Purchase Agreement | 売電契約 |
| PRP | Preliminary Resettlement Plan | 初期住民移転計画 |
| RAP | Resettlement Action Plan | 住民移転計画 |
| RC | Resettlement Committee | 住民移転委員会 |
| RMU | Resettlement Management Unit | 住民移転監視機関 |
| S/W | Scope of Works | 実施調査細則 |
| SEP | Singapore Electricity Pool | シンガポール電力プール |
| SIA | Social Impact Assessment | 社会環境影響調査 |
| SPC | Special Purpose Company | 特別目的会社 |
| SPP | Small Power Producer | 小電力生産者 |
| TOR | Terms of Reference | 実施項目 |
| TPA | Third Party Access | 第三者アクセス |
| VRC | Village Resettlement Committees | 村落レベルの住民移転委員会 |
| **Unit/Technical Terms** | **単位/技術用語** | |
| B-C, B/C | B: Benefit and C: Cost | B：便益 C：費用 |
| CC | Combined Cycle Power Plant | コンバインドサイクル(複合)発電所 |
| CFRD | Concrete Faced Rockfill Dam | コンクリート表面遮水壁ロックフィルダム |
| DSCR | Debt Service Cover Ratio | デット･サービス･カバー比率 |
| ECRD | Earth Core Rockfill Dam | 中央コア遮水壁型ロックフィルダム |
| EIRR, FIRR | Economic/Financial Internal Rate of Return | 経済/財務内部収益率 |
| EL.( ) m | Meters above Sea level | 標高 (m) |
| FSL. | Full Supply Level of Reservoir | 常時満水位 |
| GDP | Gross Domestic Product | 国民総生産 |
| GWh | Giga Watt Hour (one billion watt hour) | 百万キロワット (10 億ワット) 時 |
| IRR | Internal Rates of Return | 内部収益率 |
| MAP | Mean Annual Precipitation | 年平均降雨量 |
| MAR | Mean Annual Runoff | 年平均流量 |
| MOL. | Minimum Operation Level of Reservoir | 最低運転水位 |
| MW | Mega Watt (one million watt) | 千キロワット、百万ワット |
| PMF | Probable Maximum Flood | 可能最大洪水流量 |
| PMP | Probable Maximum Precipitation | 可能最大降水量 |
| RCC | Roller-Compacted Concrete Dam | 転圧コンクリート重力式ダム |
| ROE | Return on Equity | 株主資本収益率 |
| US$ | US Dollar | 米国通貨 (ドル) |

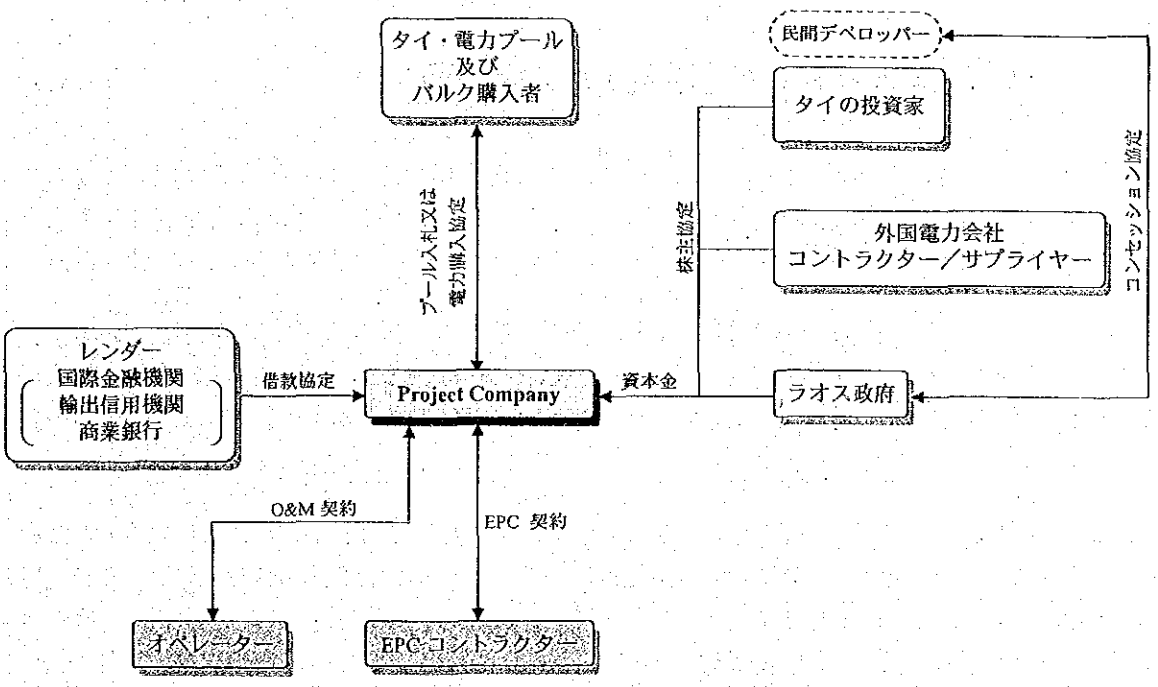
# ナムニアップ-I水力発電開発計画調査概要

## 結論と提言

### 1. プロジェクト実施計画

1998年～2000年に実施された第1フェーズ調査と2001年～2002年に実施された第2フェーズ調査よりなるナムニアップ-I水力発電開発計画調査の結論として、本計画実施を推奨するものである。これは、本計画が水力発電を輸出産業とする国策の下でラオスの国益に適い、貧困から国民を救う一助となり、ダム流域環境を保護するものとして計画の妥当性が確認されたことによる。

従って、本事業を以下に示す事業スキーム、実施スケジュールで、2010年末営業運転開始を目指し、民間資金を主とするIPP/BOT事業としてスタートすることを提言する。




プロジェクト契約構図

| 番号 | 年月 | プロジェクト実施スケジュール |
|---|---|---|
| 1. | 2002年10月 | 第2フェーズ調査完了 |
| 2. | 2002年末 | 発電会社設立(SPC) |
| 3. | 2003年 | 詳細調査･設計実施、PDA |
| 4. | 2004年 | コンセッション協定(CA)/売電契約締結(PPA) |
| 5. | 2005年 | 資金調達完了 |
| 6. | 2005年央 | 仮設備工事着工 |
| 7. | 2005年末 | 本体工事着工 |
| 8. | 2010年末 | 工事完了/運転開始 |
| 9. | 2035年 | 発電所政府譲渡 |

## 2. プロジェクトのリスクヘッジ

本調査では水力発電特有のリスクの内、事業の収益性に影響を及ぼす可能性があるものを下表の通り抽出し、各リスクについて本調査を通じてヘッジ策を検討した。自然条件･建設過程･財務状況･住民補償など、現時点では明確にできない問題については、財務評価に与える影響の大きさについて、感度分析で定量化して分析した。

| No. | 水力発電のリスク | リスクに伴う障害 |
|---|---|---|
| 1. | 自然条件リスク(1)/初期費用リスク(1) | 地質問題に伴う事業費超過 |
| 2. | 自然条件リスク(2) | 水文に伴う発電量低下 |
| 3. | 財務リスク | 工事遅延に伴う運開開始遅延による財務悪化 |
| 4. | 初期費用リスク(2) | 送電線接続問題に伴う事業費増加 |
| 5. | 市場リスク | PPA交渉に伴う売電価格低下 |
| 6. | 環境影響リスク | 環境影響問題に伴う自然環境及び住民移転問題 |

## 3. ダム建設と水力発電を取り巻く環境

第1フェーズ調査の基本思想がそうであったように、立場や意見が異なる様々な人々が参加して合意可能な接点を模索するという WCD が勧告するダム開発のプロセスを遵守すると共に、WCD 報告書を詳細に分析し、WCD 勧告の主旨を積極的に取り入れることが望ましい。

近い将来、水力発電に最も利益をもたらすのは、京都メカニズムの下で、開発国での排出量削減を投資国の義務に移転することが出来る CER と呼ばれるクレジットであろう。将来の先進国内での排出規制に対する対応策として、また国家間での目標達成のために、その売買は盛んになるものと考えられる。

ナムニアップ-I 水力が運開する予定の 2010 年末までには、タイ国電力プールシステムは確立している。多くの発電会社が参加する成熟したプール市場では競争原理が働き一般的には、市場価格は導入前より低下することが予想される。しかし、かかる状況下でも市場価格がベンチマーク･プライスから大きく乖離することはあり得ないであろう。EGAT との現行 PPA 価格相場は IPP 間の激しい競争の下で設定されたものであり、EGAT にアベイラブルな費用最小代替案を反映したものである。プール市場の開設により更なる価格低下圧力が働くとは

考えにくい。従って、電力プール市場下でも推定した価格水準は維持されよう。

ナムテン 2 水力発電計画は、ラオス政府がいかにして民間セクターと協力しつつ経済･社会及び環境面での自国の現実に沿って持続可能な開発モデルを推し進めているかを示す顕著な例である。本事業は、2003 年末までの準備期間を経て 2004 年初めに融資が締結される見込みであり、4 年半の工事期間の後、2008 年の商業運転開始を目指す。一方、ナムニアップ-I 水力発電計画はナムテン 2 水力に続く第 2 グループのプロジェクトの一つと見なされており、2010 年の運開が予定されている。この第 2 グループにはナムグム 2 水力、同 3 水力とホンサ火力が含まれる。

## 4. 調査の目的･背景

2001 年 3 月～2002 年 11 月に実施される第 2 フェーズ調査の目的は、1998 年 7 月～2000 年 3 月に実施された第 1 フェーズ調査で提案している最適開発計画(中規模ダム案 FSL320m)に関して、更に詳細な調査を実施することにより調査結果の精度を高め、同最適開発計画の再評価を行うことである。

第 1 フェーズ調査では、①自然環境評価、②社会環境評価、③経済評価、④財務評価、⑤ダム建設技術評価、⑥環境評価委員会/現地･中央公聴会評価、⑦日本国のメコン河流域開発構想から見た評価、など 7 項目にわたる総合評価の結果として、下表に示す主要諸元/経済指標が設定され、その結果、大規模ダム開発案が経済的優位性を持つものの、中規模ダム開発案が提案された。今回の第 2 フェーズ調査で提案している諸元と対比すれば下表の通りである。

| 構造物/指標 | 項目 | 第 2 ﾌｪｰｽﾞ提案 | 中規模案諸元(第 1 ﾌｪｰｽﾞ提案) | 大規模案諸元(代替案) |
|---|---|---|---|---|
| 計画貯水池 | 満水位標高(FSL) | EL.320.0m | | EL.360.0m |
| | 総貯水容量 | 2,241 mil.$m^3$ | 2,279 mil.$m^3$ | 6,782 mil.$m^3$ |
| | 有効貯水容量 | 1,192 mil.$m^3$ | 1,779 mil.$m^3$ | 3,092 mil.$m^3$ |
| | 湛水面積 | 66.9$km^2$ | 73.9$km^2$ | 148.2$km^2$ |
| 本ダム | ダム形式 | CFRD(コンクリート表面遮水壁型) | | |
| | 堤高, 堤頂, | 151m, 513m | 157m, 524m | 197m, 662m |
| | 堤体積 | 7.3mill.$m^3$ | 6.9mill.$m^3$ | 12.7mill.$m^3$ |
| 発電設備 | 最大使用水量 | 230.0$m^3$/s | 221.0$m^3$/s | 224.0$m^3$/s |
| | 年平均流量 | 147.2$m^3$/s | 162.3$m^3$/s | 162.3$m^3$/s |
| | 定格有効落差(2 台運転) | 136.2m | 131.8m | 176.8m |
| | 設備容量 | 260MW | 240MW | 334MW |
| | 年間発生電力量 | 1,327GWh | 1,349GWh | 1,905GWh |
| 経済･財務評価 | 総工事費 | USmil.$344 | USmil.$346 | USmil.$464 |
| | 建設単価 | US$1,323/kW | US$1,442/kW | US$1,389/kW |
| | 経済的内部収益率(EIRR) | 19.7% | 17.2% | 18.0% |
| | 財務的内部収益率(FIRR) | 13.1% | 12.8% | 13.7% |
| 住民移転 | 村落数 | 4 村落 | 4 村落 | 17 村落 |
| | 移転世帯数 | 239 世帯 | 194 世帯 | 854 世帯 |
| | 移転人口 | 1,609 人 | 1,207 人 | 5,204 人 |

# 環境調査

## 5. 公聴会の実施

本調査の特徴の一つである公聴会の開催は、第 1 フェーズ調査と第 2 フェーズ調査を通じて下表に示す通り、合計 12 回開催された。

**第 1 フェーズ調査(1998 年 7 月～2000 年 3 月)**

| No. | 公聴会 | 開催日時 | 開催場所 | 議題 | 参加者数(人) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 第 1 回中央公聴会 | 1998 年 11 月 | 首都ビエンチャン市 | 着手報告書 | 110 |
| 2. | 第 2 回中央公聴会 | 1999 年 6 月 | 県都パクサン | 中間報告書 | 120 |
| 3. | 第 3 回中央公聴会 | 1999 年 12 月 | 首都ビエンチャン市 | 最終報告書(案) | 120 |
| 4. | 第 1 回現地公聴会 | 1999 年 3 月 | ﾄﾞﾝ村/ｿﾌﾞﾖｰｸ村 | 着手報告書 | 50, 30 |
| 5. | 第 2 回現地公聴会 | 1999 年 6 月 | ﾓﾝﾏｲ村 | 中間報告書 | 40 |
| 6. | 第 3 回現地公聴会 | 1999 年 12 月 | ﾄﾞﾝ村/ｿﾌﾞﾖｰｸ村/ﾓﾝﾏｲ村 | 最終報告書(案) | 200, 170, 70 |

**第 2 フェーズ調査(2001 年 3 月～2002 年 11 月)**

| No. | 公聴会 | 開催日時 | 開催場所 | 議題 | 参加者数(人) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 第 1 回中央公聴会 | 2001 年 6 月 | 首都ビエンチャン市 | 着手報告書 | 110 |
| 2. | 第 2 回中央公聴会 | 2002 年 3 月 | 県都パクサン | 中間報告書 | 100 |
| 3. | 第 3 回中央公聴会 | 2002 年 9 月 | 首都ビエンチャン市 | 最終報告書(案) | 130 |
| 4. | 第 1 回現地公聴会 | 2001 年 6 月 | ﾄﾞﾝ村/ｿﾌﾞﾖｰｸ村/ﾓﾝﾏｲ村 | 着手報告書 | 不詳 |
| 5. | 第 2 回現地公聴会 | 2002 年 3 月 | ﾄﾞﾝ村/ｿﾌﾞﾖｰｸ村/ﾓﾝﾏｲ村 | 中間報告書 | 50, 40, 100 |
| 6. | 第 3 回現地公聴会 | 2002 年 9 月 | ｿﾌﾞﾖｰｸ村 | 住民移転計画 | 40 |

## 6. 環境影響評価

自然･社会環境影響評価と調査結果の留意点をまとめれば下表の通りである。

| No. | 調査項目 | 自然･社会環境影響評価(調査結果) | 調査結果の留意点 |
|---|---|---|---|
| 1 | 水生環境現況と環境インパクト | 貯水池内河川水質は良好だが、下流部で人的排出物による若干の汚染がある。魚種は 134 種確認された。魚の平均消費量は 137kg/世帯/年であった。湖面養殖では、少なくとも 11～13kg/ha/年が期待される。 | 森林湛水により、酸素欠乏水が放流される結果、漁業への影響があるため、事前伐採等の対策が必要。確認魚種の一部はメコン河本流でも生息しており回遊魚と考えられるため、継続調査が必要。 |
| 2 | 陸生環境現況と環境インパクト | 植生調査では、40 科に属する 160 種を同定した。商業用伐採は 30m$^3$/ha 程度可能。湿潤地表生物量密度は 278.5t/ha。鳥類 100 種、哺乳動物 48 種、爬虫類 9 種生息を確認した。 | 貯水池内森林は、ほとんどが退化した 2 次林で構成されており植生価値は低い。商業用伐採でも低密度のため利用価値は低い。確認生物の内、哺乳動物 16 種、爬虫類 3 種は特別保護動物であったが、生息地域は計画貯水池外側に沿う地域である。 |

| No. | 調査項目 | 自然･社会環境影響評価(調査結果) | 調査結果の留意点 |
|---|---|---|---|
| 3 | 少数民族問題 | ラオス国は40種を超える多様な少数民族で構成されている。代表種族は、ラオルン族(66%)、ラオテン族(24%)、ラオスン族(モン族10%)。但し、国内では少数のモン族だが、サイソンブン全県では45%、計画貯水池下流域のビエンチャン県県ホム郡では90%となっているのが特徴。 | 大･中規模案のいずれでも湛水する村落のほとんどは少数民族モン族で構成されている。住民移転計画に際しては、世銀や ADB の「土着民族に関する政策(IPDP)」に沿い、慎重に進める必要がある。 |
| 4 | 影響住民規模 | 中規模案では湛水しない計画貯水池上流域はサイソンブン県タトム郡タビアン地区(13箇村 664 世帯 4,020 人)にあり、湛水域はビエンチャン県ホム郡(4箇村 239 世帯 1,609 人)である。ダム下流部はボリカムサイ県ボリカン郡とパクサン郡(合計15箇村 1,409 世帯 7,285 人)である。 | 1991年の Pre-F/S では約 2,000 人とされていた貯水池内人口が、今回の調査では3倍近い約 5,600 人であった。政府や UNDP が実施した開発計画や、高地民族定住化政策による社会増加である。今後とも、人口増加を加味した対応が必要。 |
| 5 | 住民移転規模 | 調査時点で、大規模案では貯水池上･下流域を合せて 17 箇村 903 世帯 5,629 人である。正確には最上流のフォネホン村は湛水を免れるが、一村のみでの自立は困難と判断した。中規模案では4箇村 239 世帯 1,609 人である。 | 大･中規模案での住民移転規模の差は、タビアン地区(13箇村 664 世帯 4,020 人)である。しかし、同地区はラオス国では貴重な灌漑水田の開発が進んだ地区であるばかりでなく、将来は交通の要衝となる可能性がある。 |

## 7. 住民移転候補地調査

環境調査は、第1フェーズ調査(1998年～2000年)で実施された。第2フェーズ調査では、中規模開発案(FSL.320m)に的を絞り、対象となる 4 村落の住民移転候補地の現地調査を 2002 年7月に実施した。

本調査の目的は、住民移転地を決定することではなく、可能性のある地域の詳細調査を実施し、移転住民に情報を提供することにある。現地調査は 2 箇所の移転候補地とダム下流の土捨場を整地して出来る地区を対象に行った。これらの地区の行政管轄は、ボリカムサイ県ボリカン郡である。

第2フェーズ調査での住民移転候補地調査の目的は、第1フェーズ調査で出来なかった現地調査を通じて、移転の可能性を調査し、移転住民にも理解させることである。

現地再委託調査による調査報告書には、①土地利用･森林現況、②米作等の耕地としての適用性、③土壌、④灌漑、⑤放牧の可能性、⑥村落水源、⑦交通手段、⑧地方電化の可能性についての調査結果が述べられている。また、これらの地域に対する地方政府の意見、現地写真も含まれている。現地調査隊は、現地調査の目的と対象地域を地方政府と地域住民に説明し、現地調査後、調査結果を提示して意見を徴集した。

# 電力市場調査･分析

## 8. ラオスの経済状況及び電力セクターの役割

ラオス国の電力部門は、当国の開発において重要な地位を占めている。安価で安定した電力は国内の消費者及び生産者にとって不可欠の要素であるとともに、貴重な外貨獲得源でもある。貧困削減と社会開発のためには、経済成長は必要条件である。小さな内陸国であるラオスがこの政策目標を達成するための手段は限られている。比較優位を持てる産業は少なく、中でも電力部門は最重要セクターである。ラオス国の包蔵水力とリグナイト資源は豊富で、かつ電力需要の旺盛な周辺国に取り囲まれており、電力輸出基地としてのラオス国の優位は明らかである。

## 9. タイ国への電力輸出の可能性

タイ国第 10 次 5 ヵ年計画(2007～2011)においては 11,976MW の新規開発が必要である。EGAT が 2,893MW 開発し、ラオス国から 3,283MW を調達し、残る 5,800 MW は国内 IPP 又は近隣諸国(ラオス国を含む)からの電力購入を予定している。ナムニアップ-I 水力発電計画の運開予定である 2010 年末前後は、毎年 2,000MW 以上の新規電源確保が必要であり、本計画に対する市場ニーズは大きい。従って、価格競争力があれば本事業の実現性は極めて高い。

本事業は想定される負荷曲線において、ピーク又は中間ピークを担うものと期待されている。本計画が競合電源に比べ価格競争力を保持できる設備利用率を求めるため、スクリーニング･カーブ分析を行った。この分析の結果、本計画の設備利用率は 50%以上、運転時間にして一日 12 時間以上の稼働が望まれる。これ以下ではコンバインドサイクル発電がより安価な電力を供給でき有利となり、本計画は価格競争力を保持できない。

本計画は中間ピークロード対応プラントとして計画される。タイ国では、2010 年末頃に中間ピーク時間帯の電力価格は少なくとも 6～7¢/kWh 以上になっているものと想定される。本調査の経済財務分析では 6¢/kWh という控え目な価格を採用している。

## 10. ベトナム国への電力輸出の可能性

ラオスとベトナム両政府の 2 国間協定によれば、2010 年までにベトナム国はラオス国から 1,000MW の電力を購入することになっている。具体的な輸入計画は 2007 年までに 300MW、2009 年までに追加 400MW、2010 年までに更に 300MW となっている。

ラオスからベトナムへの電力輸出については価格面でタイより厳しいのが現状である。しかし、ベトナムでは旺盛な電力需要が見込まれる一方、財政的にみて国内電源開発は遅れがちとなっている。今後は海外からの買電依存度は益々高くなるものと思われる。かかる観点からラオスからベトナムへの電力輸出の優先度と可能性は高い。従って、タイへの輸出を想定しているナムニアップについてはタイを牽制する材料として、ベトナムへの売電をも将来の選択肢の1つとして残しておくべきであろう。

# 水力発電計画

## 11. 輸出用電源の最適計画

最適開発規模決定のために本検討で用いた評価基準は、以下の通りである。

(i) 便益/費用(B/C)比の最大化を図る。

(ii) 本プロジェクト実施に係わらず現在移転が計画されているポウ村を除き、タビアン地区の村落と水田の水没を避ける。

検討の結果、第1フェーズ調査結果同様、より高い FSL.がより高い B/C となることが判明した。ポウ村を除くタビアン地区の全村落の水没を回避するためには、FSL.を EL.320m 以下とする必要があり、この場合、最も高い B/C は、MOL.が EL.296m の場合に得られる。以上により、本検討で推奨する最適規模は以下の通りとした。

| No. | 項目 | 最適規模 |
|---|---|---|
| 1. | FSL | EL.320m |
| 2. | MOL | EL.296m |
| 3. | 最大使用流量 | 230 $m^3/s$ |
| 4. | 設備容量 | 260 MW |
| 5. | 年平均ピーク発生電力量 | 1,173 GWh/year |
| 6. | 年平均発生電力量 | 1,327 GWh/year |

## 12. 国内用電源の最適計画

ナボンに予定される変電所が完全に建設され、230kV から 115kV への降圧ができるようになれば、同変電所を経由して国内消費用電力を供給することが可能となる。しかしながら、ナボン変電所の建設工程にはなお不透明な点があるので、本プロジェクトでは国内消費用の独立した電源が必要であると判断された。輸出国側の国内グリッドに繋がっている輸出用発電機よりナボン変電所を経由せずに直接 EDL グリッドに繋げることは、システム安定上の問

題から避けることが望まれている。

B/C 比検討によると、本プロジェクトから国内消費電力への振り向けは、逆調整池ダムに独立した発電所を設けることで最も経済的に行えることが分った。よって、本検討で推奨する国内消費用発電計画の規模は以下の通りとした。

| No. | 項目 | 最適規模 |
|---|---|---|
| 1. | FSL | EL.181m |
| 2. | MOL | EL.176m |
| 3. | 最大使用流量 | 160 $m^3/s$ |
| 4. | 設備容量 | 16.8 MW |
| 5. | 年平均発生電力量 | 108 GWh/year |

## 13. 予備設計

ダムサイトには、主たる構造物として 2 条の仮排水路トンネル、コンクリート表面遮水型ロックフィルダム(CFRD)、ゲート式洪水吐、取水口と導水路トンネル、サージタンク、ペンストック、地上式発電所、非常用放流設備等を配する。ダム高は 151m、上下流勾配は 1:1.4 で、総堤体積は 7.3 百万 m3 となる。ダムの盛立て材料としては、洪水吐及び近傍の原石山から掘削された礫岩・砂岩を用いる。

本ダムの施工中、河川水は右岸に掘削された 2 本のトンネルを通じ転流される。本ダムの上・下流部には仮締切堤をそれぞれ設ける。転流の機能が終了すると、内 1 本(No.1)を完全に閉塞する。一方、他の 1 本(No.2)には放流設備を設ける。

本プロジェクトの洪水吐は、ダム左岸に位置するゲート式越流タイプとする。同越流部は、1,000 年確率洪水をゲート全開の FSL で流下可能である。また、PMF に対しては貯水池の調節効果により、ピークカットされた流量が洪水位で流下できる。非常用放流設備を底部放水路として、貯水池初期湛水時の水位上昇速度の制限、下流河道への維持用水の放流、緊急時の水位低下などの目的で設置する。

発電用取水口、導水路トンネル、サージタンク、ペンストックを本ダムの右岸側に配する。発電所は、ダム本体の下流側の平場に位置した地上式で計画する。

逆調整池ダムは、本ダム軸から約 5km 下流に建設される。同サイトには、主たる構造物として左岸にコンクリート表面遮水型ロックフィルダム(CFRD)、中央部にゲート式洪水吐、右岸に発電所を配する。

ナムニアップ-I 発電所の送電線はビエンチャン市より 45 km、またナムニアップ-I 発電所より 125.2 km の距離に位置するナボン変電所に接続する。ナムニアップ-I 発電所建設前には、ナボン変電所の主構造物は出来上がっている予定のため、本プロジェクトの対象は、ナボン変電所の 230 kV 送電線の繋ぎ込みベイの建設と関連の制御、保護装置及び土木工事とする。

逆調整池で発電した電力は国内消費向けとなる。従って 115kV 送電線を現在逆調整池から

40km 離れたパクサン変電所に接続する。

## 14. 施工計画

建設工事中の仮設備は、主に①材料貯蔵、コンクリート製造設備及び骨材製造設備、②建設業者のキャンプ、③SPC の現地事務所、④土捨場で構成する。これら各仮設備はダムサイトから逆調整池ダムの間に点在している各平地に配置される。

本工程計画は、工事契約を 2005 年 6 月末に結ぶ条件で作成しており、次の作業あるいはイベントが、全事業工程の流れの中でクリティカルパス上にある。

| No. | 作業/イベント | 予定日 |
|---|---|---|
| 1. | 現地調査及び入札用図面作成 | 2003 年 |
| 2. | 工事契約 | 2005 年 06 月末 |
| 3. | 永久並びに仮設のアクセス道路建設 | 2005 年 06 月末 |
| 4. | 仮排水路トンネル建設 | 2006 年 01 月末 |
| 5. | 転流工 | 2007 年 09 月末 |
| 6. | 本体ダムスラブコンクリート打設 | 2008 年 09 月末 |
| 7. | 貯水池湛水開始 | 2010 年 04 月末 |
| 8. | 発電機の有水試験 | 2010 年 06 月末 |
| 9. | 1 号発電機の運開 | 2010 年 09 月末 |
| 10. | 2 号発電機の運開 | 2010 年 10 月末 |

## 15. 積算

本事業のベースコストは、①建設費、②環境費、③SPC の運営費、④価格予備費で構成する。物価変動費を含むベースコストは、以下に示す通り総計約 US$ 343.7 百万ドルとなる。これは、120 円/$換算で約 412 億 4 千万円である。

| 番号 | 項　目 | 単位：US$ |
|---|---|---|
| **1.** | **建設費** | **291,781,840** |
| 1.1 | 土木工事 | 178,411,440 |
| 1.2 | メタル工事 | 20,287,000 |
| 1.3 | 発電機器 | 59,137,400 |
| 1.4 | 送電線及び変電所 | 33,946,000 |
| **2.** | **環境費** | **16,473,260** |
| 2.1 | 環境モニタリング及びプラニング | 9,669,000 |
| 2.2 | 移転費 | 6,804,260 |
| **3.** | **SPC の運営費** | **10,290,100** |
| 3.1 | 現地調査及び入札図面 | 4,125,000 |
| 3.2 | SPC の管理費 | 6,165,100 |
| 小計 | (1 to 3) | **318,545,200** |
| **4.** | **価格予備費(物価変動費)** | **25,167,410** |
| 総計 | ベースコスト (1 to 4) | **343,712,610** |

# 経済財務分析

## 16. 評価方法

本計画の収益性をみるためのプロジェクト評価は 2 つの視点より行う。1 つはプロジェクト会社の立場からみた財務評価であり、もう 1 つはラオス国民経済全体の視点に立った経済評価である。2 つの評価方法を比較すると下表のようになる。

| 評価方法 | 視点 | 便益とコスト | 評価指標 | 評価基準 |
|---|---|---|---|---|
| 財務評価 | プロジェクト会社 | 便益: 電力販売収益<br>コスト: 資本コスト、OM コスト、税金 | FIRR | 12%以上及び資本調達コスト(注)を上回ること |
| 経済評価 | ラオス国家経済全体 | 便益: 配当金、水利使用料、税金<br>コスト: ラオス政府の資本支出及び資本金拠出額 | EIRR | 資本の機会費用 12%以上(ADB 基準) |

(注)資本調達コストは株主期待収益率(資本金)と借入金利の加重平均金利

## 17. 基本ケースの分析結果

上記前提条件に基づく基本ケースの総プロジェクトコストと資金調達源は次の通りである。

| 事業費 | | |
|---|---|---|
| ベースコスト | 343.7 百万ドル | (90.5%) |
| 融資手数料 | 5.5 百万ドル | (1.4%) |
| 建中利子 | 28.7 百万ドル | (7.6%) |
| 初期運転資本 | 1.8 百万ドル | (0.5%) |
| 総事業費 | 379.6 百万ドル | (100.0%) |

| 資金調達案 | | |
|---|---|---|
| 資本金 | 113.7 百万ドル | (30%) |
| 借入金 | 265.9 百万ドル | (70%) |
| 総資金 | 379.6 百万ドル | (100%) |

経済分析の結果、EIRR は 19.7%となった。ラオス国の資本機会費用(10%)及び ADB の基準値 12%を大きく超えている。従って、ナムニアップ-I 水力発電計画は、ラオス国経済全体からみて実施に値するものと高く評価される。

財務分析の結果、FIRR13.1%、ROE(株主収益率)16.5%及びデット･サービス･カバー比率の最小値は 1.5 となった。3 つの値とも一般的な基準値を上回つており、本計画は BOT スキームとして実施に値することが判明した。

## 18. 感度分析

下表に示す 4 つの逆境ケースにおける収益性の悪化に対する感度分析を行った。

| シナリオ | リスクケース | 原因と結果 |
|---|---|---|
| ケース 1 | 6ヶ月の工期遅延 | 雨期湛水開始が出来ず、発電運開の6ヶ月遅れをきたす。 |
| ケース 2 | 事業費の 10%超過 | 工事数量増、盛立材の単価高騰及び追加工事等に起因する。 |
| ケース 3 | 売電単価の 10%低下 | 電力プール価格の低下に伴う予期せざる価格の低下をきたす。 |
| ケース 4 | 運開後3年間における出力の 2%低下 | 運開直後に異常渇水年に遭遇し、使用水量の大幅低下を被る。 |

感度分析結果を下表に示す。いくつかのケースで FIRR と ROE が限界的値を示すものの、概ね全ての逆境ケースでも本計画は依然として採算性が確保されている。また、本計画の収益性に最も感応度の高いケースは、資本コスト 10%オーバーランと電力料金 10%低下である。これに関係したリスク要因の管理が重要である。

| ケース | シナリオ | FIRR (%) | SI[a] | EIRR (%) | SI[a] | ROE (%) | 最小 DSCR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 基本ケース | 正常運開 | 13.1 | - | 19.5 | - | 16.3 | 1.4 |
| ケース 1 | 6ヶ月工期遅延 | 12.6 | 0.5 | 17.9 | 0.8 | 14.7 | 1.3 |
| ケース 2 | 事業費 10%超過 | 11.9 | 0.9 | 17.7 | 0.9 | 14.5 | 1.3 |
| ケース 3 | 売電価格 10%低下 | 11.8 | 1.0 | 17.6 | 1.0 | 14.3 | 1.3 |
| ケース 4 | 運開後3年間出力 20%低下 | 12.2 | - | 18.9 | - | 14.8 | 1.1 |

[a] SI (感度指標)とは感度パラメーターのパーセント変化率に対する収益率のパーセント変化の比率(一種の弾性値)である。

# 19. リスク分析

本事業には、全てのプレーヤー(ラオス政府、民間企業、電力購入者、コントラクター、レンダーなど)が取るべきリスクが含まれる。リスクはプロジェクトの開発段階とリスクの種類によって各項目に分けられる。これらのリスクの軽減、すなわち最も適当にコントロールできる当事者に当該リスクを割り当てることが事業の成功を達成する鍵である。

主なリスクは、主要 3 者(ラオス政府、民間企業及びコントラクター)間でシェアされる。政治リスク/カントリーリスク又は不可抗力リスクは通常ラオス政府が引き受け、そのいくつかは貸手の要求を満たすため MIGA や世銀などの国際機関による保証を求められることがある。

商業的リスク、政治的リスクあるいは非政治的(不可抗力)リスクをうまく軽減させることが、採算性確保の不可欠な要点である。プロジェクトに関する種々の協定、契約及び保険･保証措置がリスク軽減を最大化させるために構築される。

本事業の場合、プロジェクト会社又はレンダーが最終的にとらなくてはならないリスクとして市場リスクと一般的財務リスク(インフレ、為替レートの変更、金利の変更)があげられる。これらの残存リスクの査定と期待される事業の採算性は本事業に参加する投資家の関心度を決定する重要なファクターである。

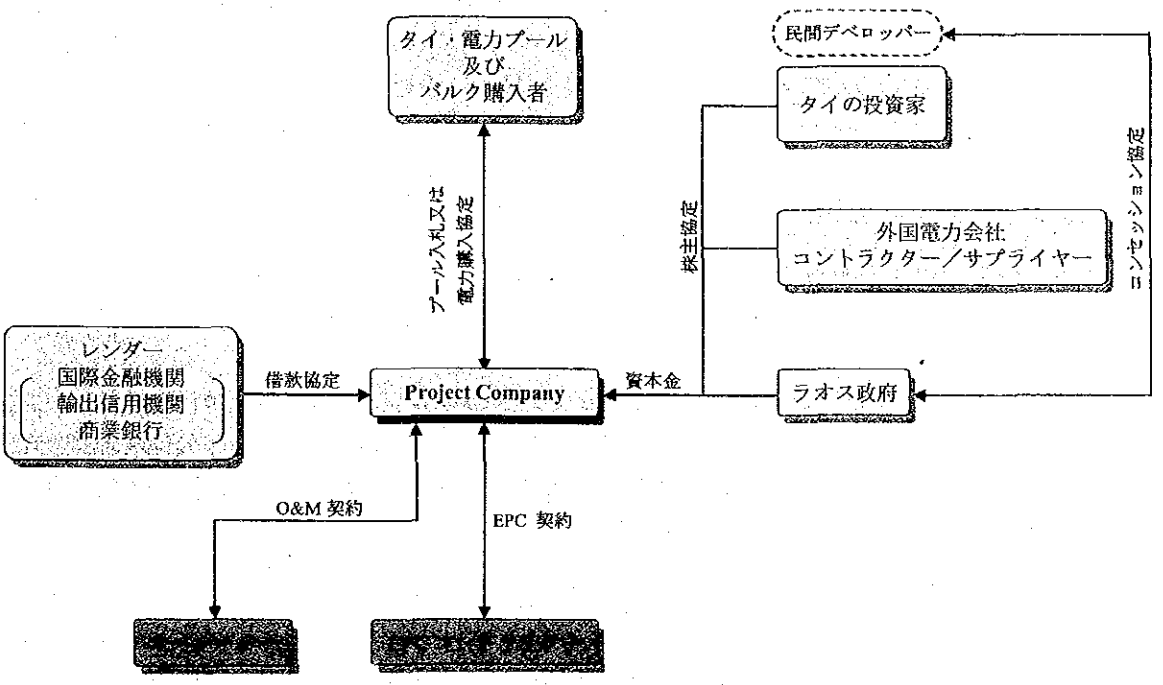
# 第 1 章 結論と提言

## 1.1 プロジェクト実施計画

### 事業スキーム

1998 年～2000 年に実施された第 1 フェーズ調査と 2001 年～2002 年に実施された第 2 フェーズ調査よりなるナムニアップ-I 水力発電開発計画調査の結論として、本計画実施を推奨するものである。これは、本計画が水力発電を輸出産業とする国策の下でラオスの国益に適い、貧困から国民を救う一助となり、ダム流域環境を保護するものとして計画の妥当性が確認されたことによる。

従って、本事業を以下に示す事業スキーム、実施スケジュールで、2010 年末営業運転開始を目指し、民間資金を主とする IPP/BOT 事業としてスタートすることを提言する。




プロジェクト契約構図

| 番号 | 年月 | プロジェクト実施スケジュール |
|---|---|---|
| 1. | 2002年11月 | 第2フェーズ調査完了 |
| 2. | 2002年末 | 発電会社設立(SPC) |
| 3. | 2003年 | 詳細調査･設計実施、PDA |
| 4. | 2004年 | コンセッション協定(CA)/売電契約締結(PPA) |
| 5. | 2005年 | 資金調達完了 |
| 6. | 2005年央 | 仮設備工事着工 |
| 7. | 2005年末 | 本体工事着工 |
| 8. | 2010年末 | 工事完了/運転開始 |
| 9. | 2035年 | 発電所政府譲渡 |

### ODAを取り巻く国際環境

従来、日本のODA戦略では、JICAが実施した大型のインフラストラクチャー開発調査案件に対しては、実施の可能性が確認されホスト国が望むものであれば、負担の少ない低金利のJBICによる円借款などが適用される場合が多かった。この場合、ホスト国が発注者となって、国際入札で施工されるのが通例であった。ADBと協調融資をし、2000年9月に発電を開始したナムルック水力発電計画(60MW)はこの例である。

本事業の困難さは、大型プロジェクトであるが故に民間資金を主体とするものの、ODAのみには期待できないラオス政府の低金利の資本金調達財源と、LLDC国への投資リスクヘッジを何処に求めるかである。

しかし、債務状況の悪化しているLLDC国ラオスの事情に加えて、以下に示す円借款を取り巻く最近の状況は、大型インフラストラクチャー整備であるラオス国におけるダム式水力発電計画への供与を躊躇させる要因となっている。

① 日本の厳しい財政･経済事情

② 環境及び社会問題への一層の配慮要請

③ 貧困問題と所得格差の拡大

④ 環境･エネルギー･水資源の地球規模問題の深刻化

⑤ 債務問題に対する関心の高まり

本調査団は、4年間を費やしてまとめ上げたナムニアップ-I水力発電計画が、ラオス国に貴重な外貨をもたらすプロジェクトであり、環境に配慮し、初期段階から情報公開を原則としたプロセスを経て提案されたプロジェクトであることに誇りを持ち、以下に述べる実施体制、資金計画をもって早急に着手することが望ましいと考える。

今回の4年間にわたる一連の調査は、環境保全か開発推進かという二者択一を目的としたものではない。しかし、プロジェクトが具体化するに連れてこの二者択一問題に興味を抱く人々が増えるであろう。永久構造物を建設する大プロジェクトは、その時代に置かれた価値観で開発規模が決定される。また、水力IPPのように、自然界の制約条件が多い事業では、事業リスク回避の可否が計画規模決定上、最大の要因となる。

正に本稿を執筆中の 2002 年 8 月下旬、南アフリカ･ヨハネスブルグで「持続可能な開発に関する世界首脳会議(環境開発サミット)」が開催されている。10 年前の地球サミットと呼ばれたリオデジャネイロ大会に次ぐものだが、我々調査団もこの会議での主要な論議となる「経済成長、社会開発、環境保全」の密接不可分な三要素のバランスをとることが、持続可能な世界を達成するための条件であると言う命題に取り組んできた。世界の指導者たちが出すであろう指針と結論をこの事業に当てはめ、各界からの議論を待つこととしたい。

### プロジェクトの実施

まず、本事業に関心を示しているタイ国投資家を含む外国の電力会社/コンサルタント、コントラクター/サプライヤー等、外国民間企業が、プロジェクト会社として民間コンソーシアム(Development Consortium)を組成する。コンソーシアムはラオス政府と、コンセッション･アグリーメント(CA：事業権契約)を締結する。

コンソーシアムとラオス政府は、株主協定の下、プロジェクト会社に投資し、特別目的会社(SPC)を設立する。次に SPC は、電力購入者と電力購入協定(PPA)を結ぶ。さらに SPC は資金融資者(レンダー)と借款協定(LA)を結び、ファイナンスクローズ(Finance Close)後、プロジェクト建設に着手する。

SPC は、プロジェクトの設計･建設を EPC コントラクター(エンジニアリング･調達･建設の担当)に発注する。EPC 契約は通常、詳細設計、建設及び試運転込みのフルターンキーベースで発注される。この時 SPC が自ら運営管理にあたらない場合は、オペレーターと O&M 契約を結ぶ。運営に入ると一定のコンセッション期間中(本計画では運開後 25 年間と想定している)に得た売電収入から、借入金の返済と資本金の回収を行う。コンセッション期間の終了時点でコンセッション契約に基づき、所定の条件で(本計画では無償と想定している)プロジェクト全施設はラオス政府に譲渡される。

一方、資金調達方法はプロジェクト･ファイナンスでなされ、主な資金源は資本金(Equity)と借入金(Debt)である。ラオス政府を含む SPC が総事業費の 30%にあたる資本金を提供し、残りは借入金で賄う。ラオス政府の出資は EDL を通じてなされ、比率は全資本金の 30%程度と想定される。

なお、物価変動費を含む総事業費は、下表に示す通り、総計約 343.7 百万ドル(120 円/ドル換算で約 412 億 5 千万円)である。

| 番号 | 項　目 | 費用 |
|---|---|---|
| **1.** | **建設費** | **291,781,840** |
| 1.1 | 土木工事 | 178,411,440 |
| 1.2 | メタル工事 | 20,287,000 |
| 1.3 | 発電機器 | 59,137,400 |
| 1.4 | 送電線及び変電所 | 33,946,000 |
| **2.** | **環境費** | **16,473,260** |
| 2.1 | 環境モニタリング及びプラニング | 9,669,000 |
| 2.2 | 移転費 | 6,804,260 |
| **3.** | **SPC の運営費** | **10,290,100** |
| 3.1 | 現地調査及び入札図面 | 4,125,000 |
| 3.2 | SPC の管理費 | 6,165,100 |
| 小計 | 事業費(1 to 3) | **318,545,200** |
| **4.** | **価格予備費(物価変動費)** | **25,167,410** |
| 総計 | 総事業費 (1 to 4) | **343,712,610** |

## 1.2　プロジェクトのリスクヘッジ

開発途上国での社会資本開発に対する民間資本の参入には、多くのリスクが伴う。特に水力発電開発には特有の困難さが指摘されている。長期的視野に立てば多くの水力発電計画が競争力を持つ可能性がありながら、単位出力当りの建設費は火力発電のそれに比して 2～3 倍であるため、短期財務的には競争力は落ちる。経済的にはフィージブルでありながら、短期借入金の高利息が発電原価を押し上げる結果となる。

総事業費の 70%を借入金で賄うこととしている本計画の場合、適切なリスク管理メカニズムが整っていなければ、フィナンシャル･クローズが進まず着工に漕ぎ着くことが出来ない。

水力発電特有のリスクの内、事業の収益性に影響を及ぼす可能性があるものを抽出し、下表に示した。これらの各リスクについては本調査を通じてヘッジ策を検討してきたが、自然条件･建設過程･財務状況･住民補償など、現時点では明確にできない問題である。したがって、財務評価に与える影響の大きさについて、感度分析で定量化して分析した。

| No. | 水力発電のリスク | リスクに伴う障害 |
|---|---|---|
| 1. | 自然条件リスク(1) / 初期費用リスク(1) | 地質問題に伴う事業費超過 |
| 2. | 自然条件リスク(2) | 水文に伴う発電量低下 |
| 3. | 財務リスク | 工事遅延に伴う運開開始遅延による財務悪化 |
| 4. | 初期費用リスク(2) | 送電線接続問題に伴う事業費増加 |
| 5. | 市場リスク | PPA 交渉に伴う売電価格低下 |
| 6. | 環境影響リスク | 環境影響問題に伴う自然環境及び住民移転問題 |

### 地質リスクに伴う事業費超過

本調査では地質調査を念入りに行い、ダムサイト及びレイアウトの選定を注意深く行った。特に、第 2 フェーズ調査では現地ボーリング調査を実施して、地質構造の解明に努めた。しかしながらなお、地質リスクは重大な関心時として避けがたく存在する。本プロジェクトで問題となるのは、掘削斜面の安定、ダム堤体の基礎処理、堤体基礎掘削の深さ、トンネル支

保工の選択等々であるが、最も重要なのは本ダム堤体盛立材の採取可能性である。

本調査では、総盛立必要量の約半分を洪水吐からの掘削岩の転用、残りを本ダム近くの採石場から採取すると想定している。したがって、ダム盛立及び洪水吐掘削の単価はこの前提に基づいて算定しており、洪水吐からの材料調達予定量が確保できない場合にはこれら単価、ひいては事業費の増加をもたらすことになる。

試算によれば、仮に洪水吐からの可能採取量が半減した場合、事業費の約 5%の上昇をもたらす。このリスクは、感度分析でも検討した。

### 水文リスクに伴う発電量低下

水文リスクには下記の3種が考えられる。

① 工事中の洪水被害

② 正確でない平均流量算定、もしく長期的な気候変動に伴う長期的な発生電力量の減少

③ 乾季年の到来による、短期的な発生電力量の減少

<u>工事中の洪水被害</u>

一般には工事中の洪水管理は、ある確率年で発生する洪水についてその被害額と被害防御に要する工事費をバランスさせることにより、最適な仮排水施設規模を求める。本調査では、本ダム工事のための仮排水施設(仮排水路トンネルと上下流コファーダム)を 25 年確率洪水年に対して設計している。

これは、ロックフィルダムとコンクリートダムの両特性を持つ CFRD (Concrete Surfaced Rockfill Dam)工事に対しては十分に安全な設計洪水量と考えられ、洪水により工程に影響がでるリスクは極めて小さいものと判断する。

<u>平均流出量</u>

本調査では、降雨－流量モデルを用いて、1971 年から 2000 年までの 30 年間の長期流量を再現した結果、ダム地点での平均流出量として 147.2$m^3/s$ を得た。

ビエンチャンでの 1907 年から 2000 年までの 93 年間の降雨データによれば、同モデルでシミュレーションを行った 30 年間の年平均降雨量は、93 年間全体での年平均降雨量とほぼ同様であることが確認されている。また、同モデルの精度は、既設のモンマイ測水所での長期記録をもとに検証をしており、得られた年流出量の比流量が対象地域近傍のラオス国中部(ナムテン川流域)やラオス国北西部(ナムグム川流域)での値のほぼ平均的な値であることも確認している。さらには、既往の報告書における平均流量(最大 281$m^3/s$ から最小 152$m^3/s$ の間)と比べても小さめの値となっている。

これらの検証から、本調査で得た平均流量は十分に信頼に足るものであり、長期的な流量不足により発生電力量が減少するリスクは少ないものと考えられる。

短期的発生電力量の減少

乾季年の到来により、商業運転開始直後から数年間にわたり、短期的に発電量が減少することは他のプロジェクトでも報告されている。また、貯水池運用検討結果によれば、年発生電力量は周期的に変動することが分っている。水文解析対象とした 30 年間の内、1974 年及び 75 年が最乾季に相当し、ピーク時電力量が 2 年続けて平均値の約 80%まで降下している。したがってこのリスクは、感度分析でも検討した。

工事遅延リスクに伴う運開開始遅延

本プロジェクトでは、次表の作業あるいはイベントが全事業工程の流れの中でクリティカルパス上にある。

| No. | 作業/イベント | 予定日 |
|---|---|---|
| 1. | 現地調査及び入札用図面作成 | 2003 年 |
| 2. | EPC 契約 | 2005 年 06 月末 |
| 3. | 永久並びに仮設のアクセス道路建設 | 2005 年 06 月末 |
| 4. | 仮排水路トンネル建設 | 2006 年 01 月末 |
| 5. | 転流工 | 2007 年 09 月末 |
| 6. | 本体ダムスラブコンクリート打設 | 2008 年 09 月末 |
| 7. | 貯水池湛水開始 | 2010 年 04 月末 |
| 8. | 発電機の有水試験 | 2010 年 06 月末 |
| 9. | 1 号発電機の運開 | 2010 年 09 月末 |
| 10. | 2 号発電機の運開 | 2010 年 10 月末 |

アクセス道路の建設は雨季に開始することになっていることから、天候の影響により若干の遅れが生じる可能性が残る。一方、仮排水路トンネルは主として $C_H$ 級岩盤を掘削することから、大きな遅れが生じるとは考えにくい。また、本ダムの掘削は、転流後に右岸の厚い堆積層の除去に手間取る可能性がある。盛立期間は月平均 35 万 $m^3$ を元に算出しているが、他プロジェクトの実績(40～50 万 $m^3$/月)と比較して安全側にとっているため、影響は小さい。有水試験開始に影響を及ぼす貯水池の湛水に要する期間は、湛水開始のタイミングに応じて早くて 4 ヶ月、遅くて 9 ヶ月に及ぶため、数ヵ月の差が生じる可能性がある。

したがって、工事遅延のリスクは存在するが、以上の検討から、最大でも 6 ヶ月程度(アクセス道路建設期間、本ダム掘削期間及び湛水期間で各 2 ヶ月)であろうと推定される。このリスクは、感度分析でも検討した。

送電線接続リスクに伴う事業費増加

本計画では、ナムニアップ発電所の送電開始前に、タイ国側ウドンタニをつなぐ 500kV 基幹送電線とラオス国内のナボン高圧変電所が完成していることを前提としている。しかしながら、同送電線及び変圧所は、ナムグム 2、3 等他の水力計画からの電力送電と同一施設を使用することとしているため、これらの計画の進捗に大きく依存する。

上記施設の建設が遅れた場合の代替案として、ナムニアップ送電線は、2008 年運開予定のナムテン 2 水力発電所に繋ぐ案が浮上する。この場合、送電線延長は約 80～100km 増加するが、

事業費への影響は10%以下に留まる。

### 市場リスクに伴う売電価格低下

本計画の発電開始としている 2010 年末頃には、タイ国では、中間ピーク時間帯の電力価格は少なくとも 6～7¢/kWh 以上になっているものと想定される。この予想下でも本調査での経済財務分析では 6¢/kWh という控え目な価格を採用することにしており、更なる価格低下があるとしても最大でも 10%以内に収まるものと推定した。このリスクは、感度分析でも検討した。

### 環境リスク

本ダムの貯水池常時満水位は、上流域に開けたサイソンブン県タトム郡タビアン地区(全 14 ｶ村)の住民移転を避けるために標高 320m に設定している。さらに、洪水時の一時的な水没を回避するために、1,000 年確率洪水を常時満水位で流せるように洪水吐の規模を設定した。

このように、環境リスクの内、住民移転リスクを最小とするための配慮が設計上なされている。ただし、ダム構築により 66.94km$^2$ の貯水池が出現し、下流流況を変化せしめるピーク発電のための貯水池運用を行う。したがって、本ダム下流には逆調整池ダムを設け、その影響を最小限としている。さらに、このダムでの落差と 24 時間に平滑化された放流水を利用し、ラオス国内向けの水力発電所を設け、地域社会への利益還元に努めている。

環境リスクを巡る議論の中では、ナムテン 2 水力での過去 10 年間にもわたる環境紛争を見ても分かる通り、完全な解決策を見出すことは出来ない。本調査では、環境問題には特に留意し続けてきたが、今後とも、本計画に対して異議が出ることは避けられない。本調査の特徴は、計画初期段階からの環境影響評価、調査資料の開示、公聴会の開催の 3 点に尽きる。特に、全国レベル及び地域レベルでの公聴会は、進捗･中間･最終の各報告書提出に合せて実施され、事業実施に伴う問題点の調査結果を報告するだけでなく、住民から自由な意見を徴集した。

水力発電を輸出産業とする国策は、ラオス国を貧困から救う数少ない選択技である。また、ラオス国の生物多様性に溢れた山河は、この貧困が原因となって失われつつある。ダム建設による回復し難い自然環境があるのは事実だが、一方でダムの流域を管理し自然を守るという考え方もあり、広く理解を求める努力を続ける必要がある。

## 1.3　ダム建設と水力発電を取り巻く環境

1998 年に開始した本調査期間中、地球規模でダム建設の是非が議論され、エネルギー分野でも最近の風潮に揺れている。我々調査団は、プロジェクトの円滑な推進を目指し、以下に示す 4 つのトピックスについて慎重に検討した。それは、①WCD 報告書の解釈、②京都メカニズムの CDM 導入、③電力プール制導入の影響、④ナムテン 2 水力発電計画の進捗である。

### WCD報告書の解釈

WCD(世界ダム委員会)は、1998年に世界銀行と国際自然保護連盟の提唱で発足し、ほぼ予定通り、2000年11月に400頁に及ぶ最終報告書と20頁余りの報告書概要として、2ヶ年以上の成果をとりまとめた。

その要旨は、ダムは人類の発展に貢献したものの、容認し難い社会的環境への負荷をも課したということである。この分析結果から、ダム開発に当たっては、意思決定の枠組みを従来の費用便益手法から、全ての当事者が参加した「権利とリスクのアプローチ」へ移行すべきことや、今後の開発推進基本方針を「公正、持続可能性、効率、参加、説明責任」の5項目に置くことを勧告している。報告書を取りまとめた後 WCD は解散し、新規ダム開発への適用を呼びかけている。

WCD は、多くの賛否両論はあるものの、プロジェクトの見直し認可に際しての指針として、下表に示す26項目にわたるWCDガイドラインを提案している。

| No. | 戦略的優先事項 | No. | Guidelines |
|---|---|---|---|
| 指針1 | 住民合意の獲得 | 指針4 | 河川および生活の維持 |
| 1. | 利害関係者の分析 | 14. | 生態系の基本調査 |
| 2. | 交渉による意思決定過程 | 15. | 環境流量の評価 |
| 3. | 自由意志による事前の情報に基づく合意 | 16. | 漁業の生産性の維持 |
| 指針2 | 代替案の包括的評価 | 指針5 | 権利の承認と便益の分配 |
| 4. | 環境･社会･健康及び文化遺産問題の戦略的影響評価 | 17. | 基本的な社会条件 |
| 5. | 環境･社会･健康及び文化遺産問題に関する事業レベルの影響評価 | 18. | 貧困化リスク分析 |
| 6. | 複数基準分析 | 19. | 緩和･住民移転･開発に関する活動計画の実施 |
| 7. | ライフサイクル評価 | 20. | 事業便益の分配メカニズム |
| 8. | 温室ガスの排出 | 指針6 | 規制遵守の保証 |
| 9. | 事業の分配分析 | 21. | 規制遵守計画 |
| 10. | 社会および環境の影響評価 | 22. | 社会的及び環境的事項に関する独立検討委員会 |
| 11. | 経済的リスク評価の改善 | 23. | 履行保証 |
| 指針3 | 既設ダムへの取り組み | 24. | 信託基金 |
| 12. | 運用規則に社会的及び環境的な関心を反映させる | 25. | 賄賂防止契約 |
| 13. | 貯水池運用の改善 | 指針7 | 平和、開発、および安全保障のための河川の共有 |
| | | 26. | 共有河川に関する手順 |

本調査においても、第1フェーズ調査の基本思想がそうであったように、立場や意見が異なる様々な人々が参加して合意可能な接点を模索するという WCD が勧告するダム開発のプロセスを遵守すると共に、WCD 報告書を詳細に分析し、WCD 勧告の主旨を積極的に取り入れることが望ましいと考えている。

### 京都メカニズムのクリーン開発メカニズム(CDM)

1997年12月、COP3(気候変動枠組み条約第3回締約国会合)において、39カ国からなる先進

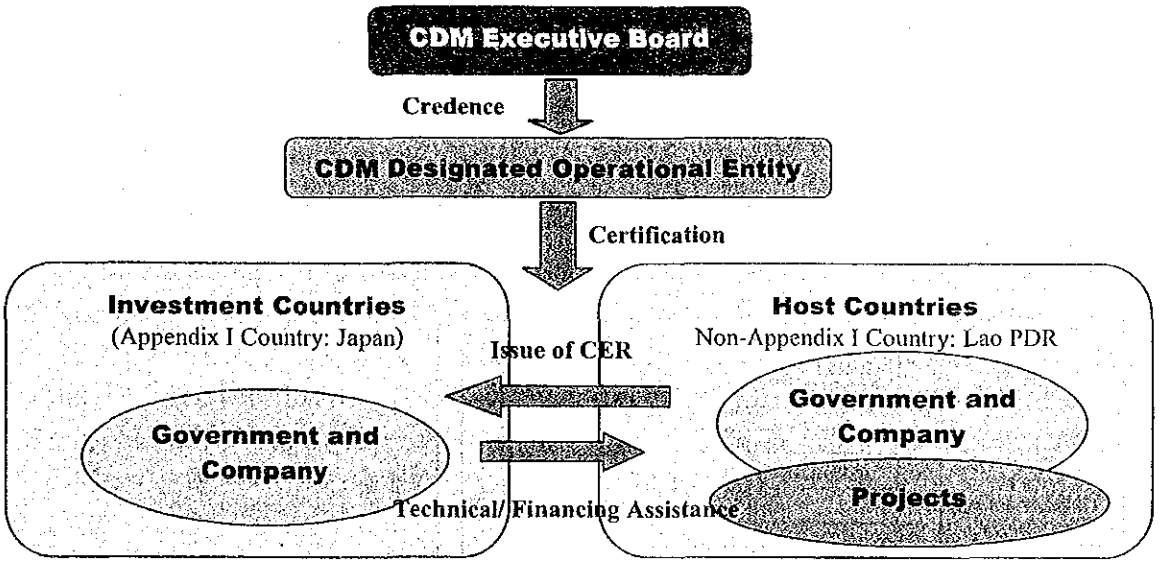
国と旧ソ連･東欧等の移行経済諸国が、1990 年を基準年とし、第 1 約束期(2008 年～2012 年)における温室効果ガス排出削減を 5%とすることで合意した。これは、現在の大気含有量に復元するのに最低限必要な地球規模での 60%削減には遥か及ばないものの、これらの国々での排出増加傾向に対して実効性のある削減基準である。

この目標を達成するための一手段として、次に示すいわゆる京都メカニズムの枠組みが京都議定書の中に盛り込まれている。

① ET(排出量取引)：先進国と移行経済諸国が、当該国での削減目標値を分かち合い、排出権取引を国家間で承認したもの。売買は、次の 4 つのクレジットで行われる。AAU(初期割当量に相当するもの)、ERU(JI を通じて発行されたもの)、CER(CDM 通じて発行されたもの)、RMJ(森林吸収に相当するもの)。

② JI(共同実施)：先進国と移行経済諸国が、共同で実施した事業に対し削減量が認定され、ERU というクレジットで相互移転する。

③ CDM(クリーン開発メカニズム)：先進国の削減義務を、途上国での事業を通じての削減達成相当量として認定する。この CDM 認定の流れを下図に示す。

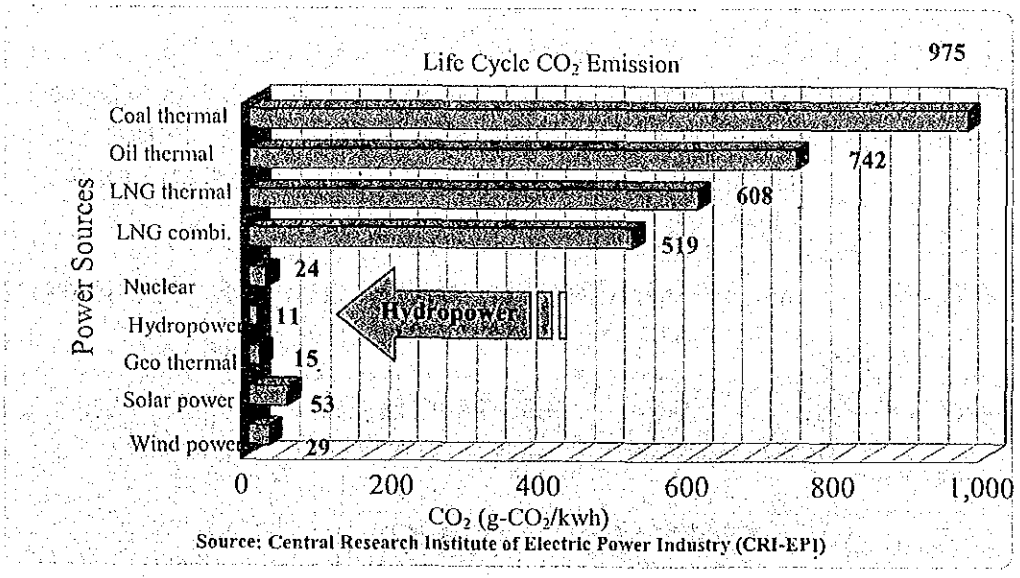



水力発電は、CDM 事業に適している。これは、今後の新規水力開発量の多くが、先進国からの専門的知識と資本投資により発展途上国で作られると考えられているからである。水力発電の場合、未知で未精通な技術に関するリスクは無く、下図に示す様に最も単位排出量が大きい石炭火力の場合と比較して求められれば、排出削減効果は大きいものと期待できる。

このように近い将来、水力発電に最も利益をもたらすのは、京都メカニズムの下で、開発国での排出量削減を投資国の義務に移転することが出来る CER と呼ばれるクレジットであろ

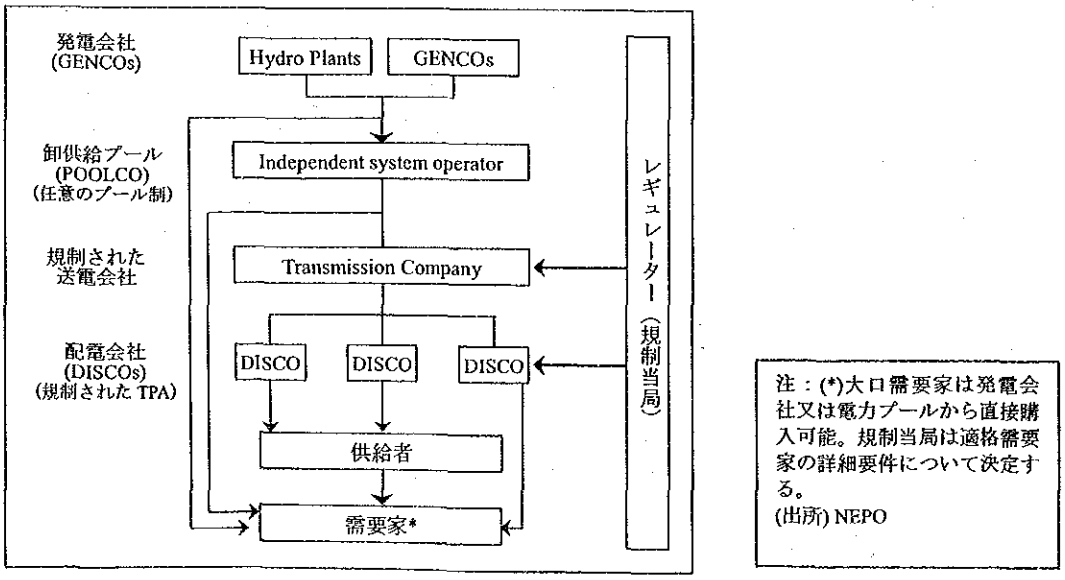
う。但し CDM では、2000 年以降に削減される量は、2008 年～2012 年の第 1 約束期で開発国の目標値を増加することになる。

先進国の民間セクターは、このクレジットに注目している。それゆえに、将来の自国内での排出規制に対する対応策として、また国家間での目標達成のために、その売買は盛んになるものと考えられる。



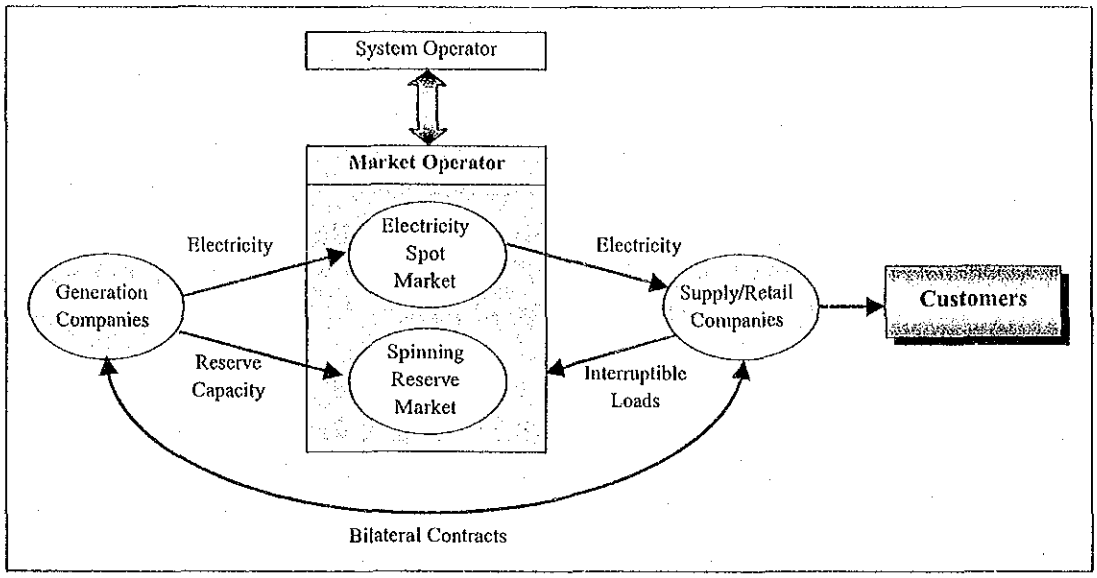

### タイ国の電力プール制度導入計画

多少時期は遅れることはあってもナムニアップ-I 水力が運開する予定の 2010 年末までには、下図に示すようなタイ国電力プールシステムは確立している。




現在起草中のタイ電力マーケット運用ルール(2001 年 4 月起草 2.0)によれば、卸売り市場は、

下図に示すように電力スポットとスピニング･リザーブスポットの 2 つのスポットマーケット及び市場外取引である相対契約(一種の PPA)より構成される。




電力プールの導入が電力価格にどのようなインパクトを与えるか予測することは難しい。上述したように長期 PPA による取引を行っている水力発電所の多くはプールには参加せず、バルク購入者と相対契約を結んで安定的売電収入を図ることになる。将来プール制が定着したとしても、現在、存在している輸出用 IPP に適用されるものと同様な価格決定メカニズムが機能するものと思われる。それは長期的電力取引のために電力購入者に入手可能な価格最小代替電源(least cost alternative)の価格に左右される。これは常用(プラマリー)水力発電よりの電力輸出協定のほとんどに適用されよう。

多くの発電会社が参加する成熟したプール市場では競争原理が働き一般的には、市場価格は導入前より低下することが予想される。しかし、かかる状況下でも市場価格がベンチマーク･プライスから大きく乖離することはあり得ないであろう。EGAT との現行 PPA 価格相場は IPP 間の激しい競争の下で設定されたものであり、EGAT にアベイラブルな費用最小代替案を反映したものである。プール市場の開設により更なる価格低下圧力が働くとは考えにくい。従って、電力プール市場下でも推定した価格水準は維持されよう。

### ナムテン 2 水力発電計画の進捗状況

EGAT への 995MW(5,636GWh)の輸出と EDL への 75MW(300GWh)の供給を目的とするナムテン 2 水力発電計画は、ラオス政府がいかにして民間セクターと協力しつつ経済･社会及び環境面での自国の現実に沿って持続可能な開発モデルを推し進めているかを示す顕著な例である。

ラオス政府は世界銀行の国別支援方針にのっとり、貧困削減基金(PRGF)を設立することを国際通貨基金(IMF)と同意している。同基金は当初 IDA の資金を元に運営されるが、ナムテン

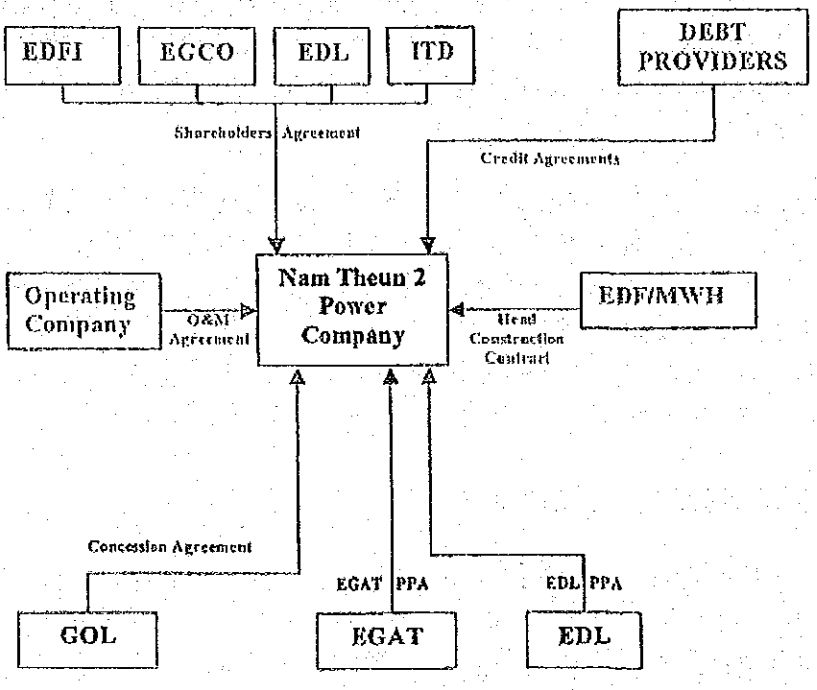
２水力の収入が得られるようになる 2008 年までには、自国における税金や使用料、あるいは個々のプロジェクトからの収入等により運営がなされるようになる。

同プロジェクトは、フランス電力公社(EDF)、タイ国 EGCO 社、及び Italian-Thai 社(ITD)の三者からなる、ナムテン電気事業共同体(NTEC)により実施されてきた。

ラオス政府が資本参加したナムテン２発電会社(NTPC)は、ラオス国の国内法管理下におかれる株式会社である。同社は、EDFI 社(EDF International、35％を出資)、EGCO 社(同 25%)、ITD 社(同 15%)及び EDL(同 25%)からの共同出資により設立される。プロジェクトの建設は EDF と Montgomery-Watson-Harza 共同体(MWH)がヘッドコントタクターとしてターン･キー契約を結び、責任を負う。これらの契約枠組を示せば下図のようである。

EDF、EGCO 及び EDL の三者共同体が 25 年間、同発電所を運営する。ナムテン２水力の総事業費 1,070 百万ドル(120 円/ドル換算で 1,284 億円)の内、30%は株主の資本金、残りの 70%は同事業に関連する国際金融機関からの融資でまかなわれる。本事業は、2003 年末までの準備期間を経て 2004 年初めに融資が締結される見込みであり、4 年半の工事期間の後、2008 年の商業運転開始を目指す。

一方、ナムニアップ-I 水力発電計画はナムテン２水力に続く第２グループのプロジェクトの一つと見なされており、2010 年の運開が予定されている。この第２グループにはナムグム２水力、同３水力とホンサ火力が含まれる。




ナムテン２水力開発計画の契約枠組み

## 1.4 調査の目的･対象地域･背景･進捗

### 調査の目的

2001 年 3 月～2002 年 10 月に実施されている第 2 フェーズ調査の目的は、1998 年 7 月～2000 年 3 月に実施された第 1 フェーズ調査で提案している最適開発計画(中規模ダム案 FSL320m)に関して、更に詳細な調査を実施することにより調査結果の精度を高め、同最適開発計画の再評価を行うことである。また、見直された最適開発計画の予備設計を行い、経済･財務評価を実施した。但し、本計画は隣国への電力輸出を目的とした IPP 事業として実施される方針がラオス側から確認されており、民活案件としての条件を満足せしめることが最大の目的となる。

### 調査対象地域

図 1.1 に示す通り、ナムニアップ川中流域に位置する計画ダムサイト及びその周辺の計画流域面積 3,700km$^2$の地域全域を対象とした。また、タイ国、ベトナム国への電力輸出に係る状況調査の一環として、両国における経済状況に係る現地調査を実施した。

### 調査の背景

第 1 フェーズ調査は 1998 年 7 月末から 2000 年の 3 月までの 2 年次 20 ヶ月にわたり、主として環境影響評価に注力して実施された。

第 1 フェーズ調査では、①自然環境評価、②社会環境評価、③経済評価、④財務評価、⑤ダム建設技術評価、⑥環境評価委員会/現地･中央公聴会評価、⑦日本国のメコン河流域開発構想から見た評価、など 7 項目にわたる総合評価の結果として、下表に示す主要諸元/経済指標が設定され、その結果、大規模ダム開発案が経済的優位性を持つものの、中規模ダム開発案が提案された。今回の第 2 フェーズ調査で提案している諸元と対比すれば下表の通りである。

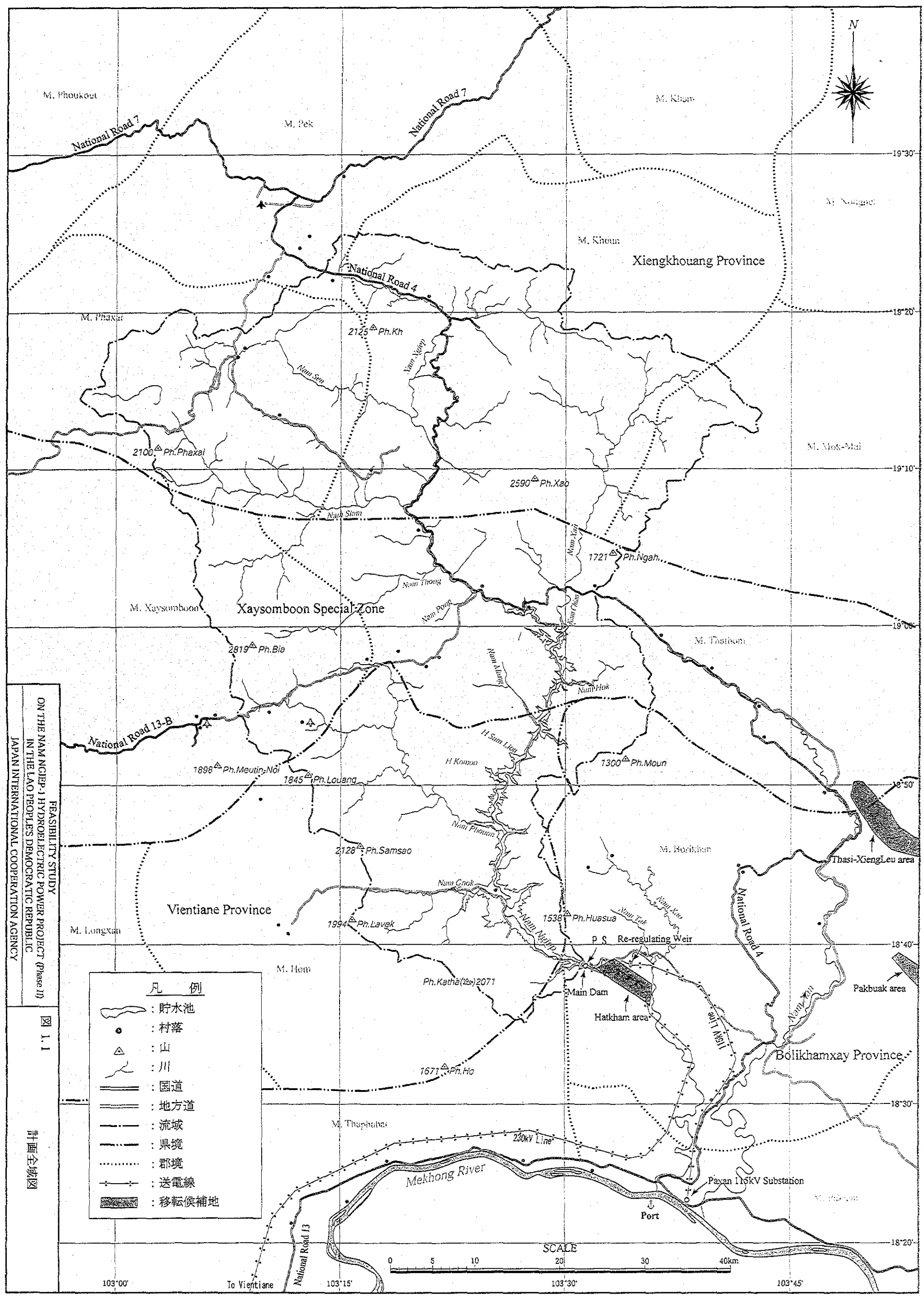
| 構造物/指標 | 項目 | 第 2 ﾌｪｰｽﾞ提案 | 中規模案諸元(第 1 ﾌｪｰｽﾞ提案) | 大規模案諸元(代替案) |
|---|---|---|---|---|
| 計画貯水池 | 満水位標高(FSL) | EL.320.0m | | EL.360.0m |
| | 総貯水容量 | 2,241 mil.m$^3$ | 2,279 mil.m$^3$ | 6,782 mil.m$^3$ |
| | 有効貯水容量 | 1,192 mil.m$^3$ | 1,779 mil.m$^3$ | 3,092 mil.m$^3$ |
| | 湛水面積 | 66.9km$^2$ | 73.9km$^2$ | 148.2km$^2$ |
| 本ダム | ダム形式 | CFRD(コンクリート表面遮水壁型) | | |
| | 堤高, 堤頂, | 151m, 513m | 157m, 524m | 197m, 662m |
| | 堤体積 | 7.3mill.m$^3$ | 6.9mill.m$^3$ | 12.7mill.m$^3$ |
| 発電設備 | 最大使用水量 | 230.0m$^3$/s | 221.0m$^3$/s | 224.0m$^3$/s |
| | 年平均流量 | 147.2m$^3$/s | 162.3m$^3$/s | 162.3m$^3$/s |
| | 定格有効落差(2 台運転) | 136.2m | 131.8m | 176.8m |
| | 設備容量 | 260MW | 240MW | 334MW |
| | 年間発生電力量 | 1,327GWh | 1,349GWh | 1,905GWh |

| 構造物/指標 | 項目 | 第 2 ﾌｪｰｽﾞ提案 | 中規模案諸元（第 1 ﾌｪｰｽﾞ提案） | 大規模案諸元（代替案） |
|---|---|---|---|---|
| 経済・財務評価 | 総工事費 | USmil.$344 | USmil.$346 | USmil.$464 |
| | 建設単価 | US$1,323/kW | US$1,442/kW | US$1,389/kW |
| | 経済的内部収益率(EIRR) | 19.7% | 17.2% | 18.0% |
| | 財務的内部収益率(FIRR) | 13.1% | 12.8% | 13.7% |
| 住民移転 | 村落数 | 4 村落 | 4 村落 | 17 村落 |
| | 移転世帯数 | 239 世帯 | 194 世帯 | 854 世帯 |
| | 移転人口 | 1,609 人 | 1,207 人 | 5,204 人 |

## 調査の進捗

本第 2 フェーズ調査は、2000 年 11 月 15 日に署名がなされた M/M に基づき、2001 年 3 月に開始された。本調査業務は技術的な側面からフィージビリティ調査を実施するものであり、詳細調査段階と設計段階の 2 段階に分けて、2001 年 3 月上旬から 2002 年 10 月上旬までの約 20 ヶ月の工程で実施された。1961 年、最初の現地踏査が実施されて以来、本調査が開始される前までの歴史をたどれば下表の通りである。

| 番号 | 年月 | 主要行事 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 1. | 1961 年 | 主要支流調査実施 | 日本政府 |
| 2. | 1989-1991 年 | Pre-F/S 実施 | フランス政府/ソグレア社 |
| 3. | 1991 年 01 月 | MOU 締結 | 米国/シュラパック社 |
| 4. | 1996 年 07 月 | MOU 破棄 | - |
| 5. | 1996 年 10 月 | F/S 実施要請 | ラオス国工業手工芸省 |
| 6. | 1997 年 11 月 | プロジェクト形成基礎調査団派遣 | JICA 実施 |
| 7. | 1998 年 02 月 | 事前調査団派遣 | JICA 実施(現地視察) |
| 8. | 1998 年 03 月 | S/W 調査団派遣 | JICA 実施(S/W 締結) |
| 9. | 1998 年 07 月 | 第 1 フェーズ調査開始(日本工営) | 着手報告書提出 |
| 10. | 1998 年 11 月 | 第 1 回中央公聴会開催 | 進捗報告書提出 |
| 11. | 1999 年 06 月 | 第 2 回中央公聴会開催 | 中間報告書提出 |
| 12. | 1999 年 12 月 | 第 3 回中央公聴会開催 | 最終報告書(案)提出 |
| 13. | 2000 年 02 月 | 第 1 フェーズ調査完了 | 最終報告書提出 |
| 14. | 2000 年 03 月 | JBIC/ADB 調査団派遣 | JICA 実施 |
| 15. | 2000 年 11 月 | 事前調査団派遣 | JICA 実施(M/M 締結) |
| 16. | 2001 年 03 月 | 第 2 フェーズ調査開始(日本工営) | 着手報告書提出 |
| 17. | 2001 年 06 月 | 第 1 回中央公聴会開催 | - |
| 18. | 2002 年 03 月 | 第 2 回中央公聴会開催 | 中間報告書提出 |
| 19. | 2002 年 09 月 | 第 3 回中央公聴会開催 | 最終報告書(案)提出 |
| 20. | 2002 年 11 月 | 第 2 フェーズ調査完了 | 最終報告書提出 |




FEASIBILITY STUDY
ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT (Phase II)
IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 1.1 計画全域図