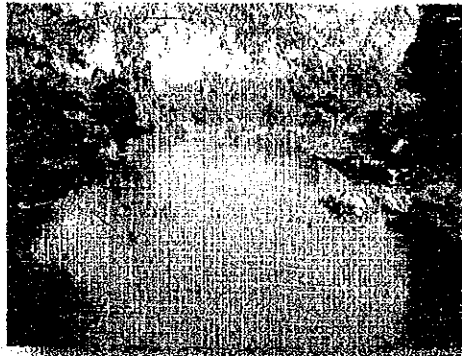


国際協力事業団
ラオス国工業・手工芸省

No. 5

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1巻

メインレポート

*Hydro Sages Lao
&
Redman Porcelphy*

JICA LIBRARY



J1170470(7)

平成14年11月

日本工営株式会社

112
64.3
MPN
LIBRARY

鉦 調 資
J R
02-176

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1巻

メインレポート

*Hydro Saves Lao
&
Reduces Poverty*

平成14年11月



日本工営株式会社



1170470【7】

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・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

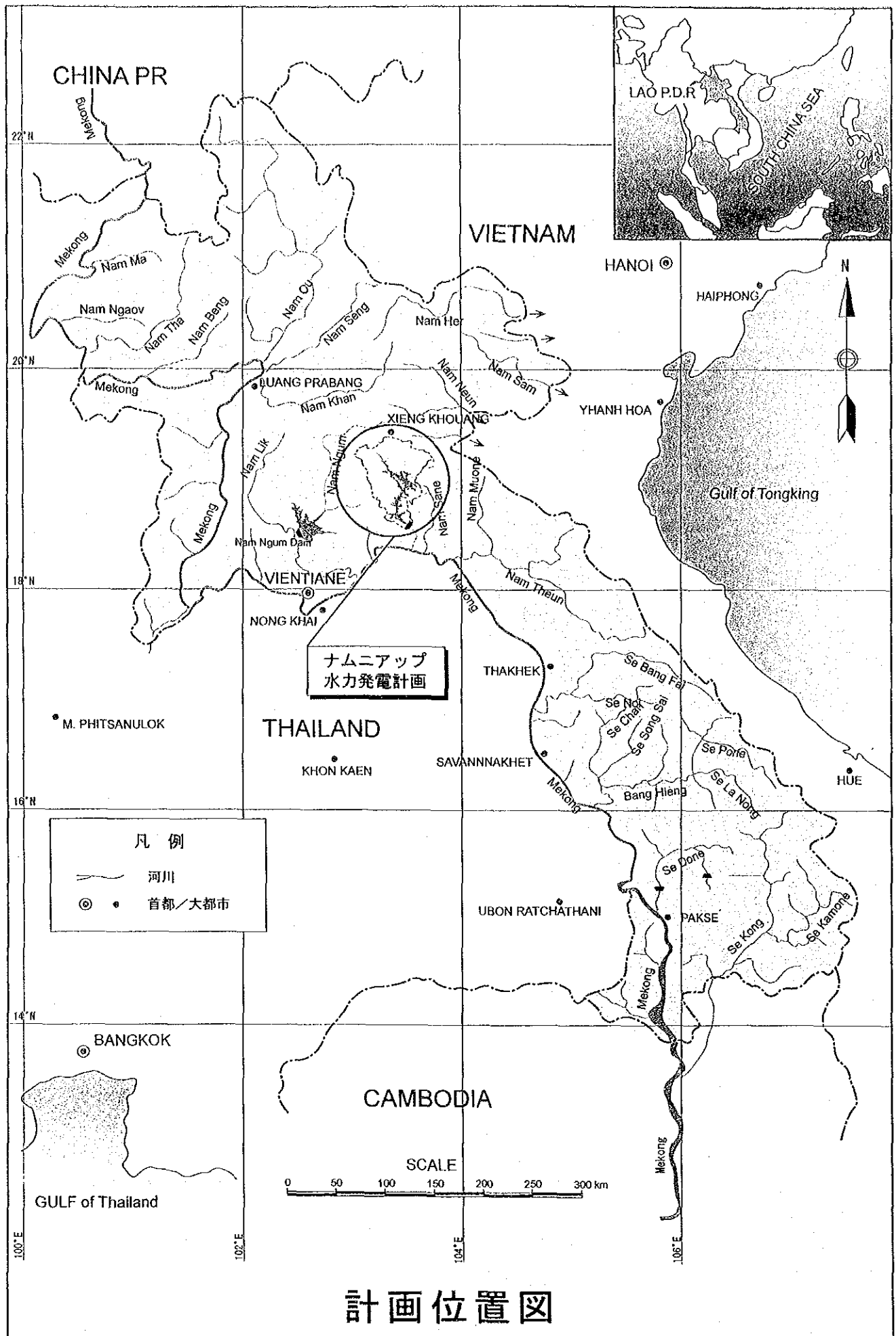
荒木 一郎

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



Nippon Koei Co., Ltd. Consulting Administration International Division
Registered in England and Japan No. 958024
Registered Office: 2-5 Kojimachi, Chiyoda-ku, Tokyo



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(フェーズ 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	ソブヨーク村でのナム ニアップ川支川の眺め
-----------------------	--------------------------

プロジェクト推進 スローガン

第1巻：メインレポート

目次

序文	
伝達状	
計画位置図	
略語表	
要約	S - 1
第1章 序章	
1.1 結論と提言	1 - 1
1.2 調査の目的と対象地域	1 - 3
1.3 調査の背景と進捗	1 - 4
1.4 ダム開発と水力発電を取り巻く環境	1 - 8
1.4.1 WCD報告書の解釈	1 - 8
1.4.2 京都メカニズムのクリーン開発メカニズム(CDM)	1 - 9
1.4.3 タイ国の電力プール制度導入計画	1 - 11
1.4.4 ナムテン2水力発電計画の進捗状況	1 - 12
第2章 プロジェクト実施計画	
2.1 概要	2 - 1
2.2 プロジェクト実施体制	2 - 1
2.3 プロジェクトのリスクヘッジ	2 - 3
第3章 地形測量調査	
3.1 概要	3 - 1
3.2 航空写真撮影と地形図作成	3 - 1

3.2.1	航空写真撮影	3-1
3.2.2	空中三角測量	3-4
3.2.3	数値図化	3-5
3.2.4	数値編集	3-6
3.3	河川縦横断測量	3-6
3.3.1	横断杭の設置	3-6
3.3.2	河川横断測量	3-6
3.3.3	河川縦断測量	3-6
 第4章 地質調査		
4.1	概要	4-1
4.1.1	地質資料収集	4-1
4.1.2	インドシナ半島の地質構造	4-1
4.1.3	ナムニアップ川流域の地質構造	4-4
4.2	計画貯水池内の地質	4-4
4.2.1	貯水池上流域	4-4
4.2.2	貯水池下流域	4-5
4.3	ダムサイト周辺の地質	4-5
4.3.1	概要	4-5
4.3.2	ボーリング等地質調査概要	4-7
4.3.3	地質分布と地質構造	4-7
4.3.4	基礎岩盤の強度と止水性	4-16
4.3.5	逆調整池ダムサイト周辺の地質	4-21
4.4	地震資料調査	4-21
4.5	材料調査結果	4-21
4.5.1	材料の強度	4-21
4.5.2	原石山	4-22
4.6	結論と提案	4-24
4.6.1	結論	4-24
4.6.2	提案	4-24
 第5章 水文解析		
5.1	概要	5-1
5.1.1	目的	5-1
5.1.2	調査対象地域	5-1
5.2	既存水文調査のレビュー	5-2
5.2.1	既存水文調査のレビュー	5-2
5.2.2	流域面積のレビュー	5-5
5.3	入手可能な気象・水文資料	5-6
5.4	現地調査	5-7
5.4.1	雨量観測所の新規設置	5-7

5.4.2	水位・流量観測	5 - 8
5.5	低水解析	5 - 10
5.5.1	概要	5 - 10
5.5.2	流域平均雨量	5 - 11
5.5.3	流出モデル	5 - 11
5.5.4	長期連続流量	5 - 13
5.6	洪水解析	5 - 15
5.6.1	概要	5 - 15
5.6.2	降雨解析	5 - 16
5.6.3	ハイドログラフ解析	5 - 19
5.7	貯水池純蒸発量	5 - 26
5.8	貯水池純堆砂量	5 - 26
5.9	追加調査の提言	5 - 28
第6章 環境調査		
6.1	概要	6 - 1
6.2	公聴会の開催	6 - 1
6.3	環境影響評価	6 - 2
6.3.1	EIA調査の概要	6 - 2
6.3.2	計画地域の基本情報	6 - 2
6.3.3	環境インパクトのスクリーニング	6 - 4
6.3.4	建設期間中の環境インパクト	6 - 4
6.3.5	湛水時のインパクト	6 - 7
6.3.6	貯水池運用時のインパクト	6 - 9
6.3.7	環境管理計画	6 - 10
6.4	初期住民移転計画	6 - 17
6.4.1	計画貯水池の状況	6 - 17
6.4.2	貯水池湛水による住民移転への影響	6 - 17
6.4.3	住民移転計画暫定案と最終案の策定	6 - 19
6.4.4	住民移転計画概要(RAP)	6 - 20
第7章 電力市場調査・分析		
7.1	概要	7 - 1
7.2	ラオスの経済状況及び電力セクターの役割	7 - 1
7.3	メコン河流域の電力事情	7 - 2
7.3.1	ラオスの電力輸出市場	7 - 2
7.3.2	GMS諸国における電力購入協定	7 - 3
7.4	ラオス電力セクター開発状況	7 - 6
7.4.1	概要	7 - 6
7.4.2	電力行政組織	7 - 7
7.4.3	電力開発への民間セクター参入状況	7 - 9

7.4.4	既設電力設備.....	7-11
7.4.5	電力需要と供給量の実績.....	7-14
7.4.6	EDLの輸出入電力単価.....	7-16
7.4.7	IPPによるEGATとEDLへの売電単価.....	7-17
7.4.8	EDLの電力需要予測.....	7-19
7.4.9	将来電力開発計画.....	7-19
7.5	タイへの電力輸出の可能性.....	7-23
7.5.1	電力需給状況.....	7-23
7.5.2	長期電力開発計画.....	7-23
7.5.3	新規想定電源と本業の市場性.....	7-24
7.5.4	ナムニアップの系統上の位置付け.....	7-24
7.5.5	電力価格想定.....	7-30
7.5.6	タイ電力市場構造改革のインパクト.....	7-32
7.5.7	結論.....	7-35
7.6	ベトナムへの電力輸出の可能性.....	7-36
7.6.1	電力セクター概要.....	7-36
7.6.2	電力開発計画.....	7-39
7.6.3	ベトナムへの電力輸出計画.....	7-41
7.6.4	電力開発への民間参入状況.....	7-42
 第8章 発電計画		
8.1	概要.....	8-1
8.2	貯水池運用.....	8-1
8.2.1	貯水池運用検討の条件.....	8-1
8.2.2	貯水池運用ルール.....	8-5
8.2.3	発電出力及び発電力量の計算.....	8-8
8.3	貯水池内の水没.....	8-10
8.3.1	標高別土地利用状況.....	8-10
8.3.2	背水の影響.....	8-18
8.4	開発規模の最適化.....	8-21
8.4.1	開発規模最適化のアプローチ法.....	8-21
8.4.2	最適開発規模.....	8-21
8.5	国内供給用電源としての発電設備.....	8-23
8.5.1	概要.....	8-23
8.5.2	本ダムに設置する場合の国内供給用発電設備.....	8-23
8.5.3	逆調整池ダムに設置する場合の国内供給用発電設備.....	8-24
8.5.4	最適開発規模.....	8-26
 第9章 予備設計		
9.1	概要.....	9-1
9.2	アクセス道路.....	9-3

9.2.1	輸送ルートの選定	9-3
9.2.2	既設アクセス道路の改善	9-4
9.2.3	新設の工事用及びアクセス道路	9-5
9.3	本ダム	9-5
9.3.1	一般配置	9-5
9.3.2	ダム軸の選定	9-6
9.3.3	ダム形式	9-9
9.3.4	本ダムの詳細検討	9-9
9.4	仮排水設備	9-12
9.4.1	一般配置	9-12
9.4.2	設計確率洪水	9-14
9.4.3	仮排水設備の最適化	9-14
9.4.4	仮排水設備の詳細検討	9-15
9.5	洪水吐	9-16
9.5.1	一般配置	9-16
9.5.2	設計確率洪水	9-16
9.5.3	代替洪水吐案	9-16
9.5.4	洪水吐の詳細検討	9-17
9.6	非常用放流設備	9-17
9.6.1	一般配置	9-17
9.6.2	放流設備の詳細	9-17
9.7	発電用取水口及び導水路	9-18
9.7.1	一般配置	9-18
9.7.2	水路の最適化	9-19
9.7.3	取水口及び導水路の詳細検討	9-20
9.8	本ダム発電所	9-20
9.8.1	一般配置	9-20
9.8.2	発電水理諸元	9-21
9.8.3	発電機器	9-22
9.9	逆調整池ダム	9-26
9.9.1	一般配置	9-26
9.9.2	逆調整池必要容量	9-26
9.9.3	逆調整池ダムの詳細検討	9-26
9.10	逆調整池ダム発電所	9-29
9.10.1	一般配置	9-29
9.10.2	発電水理諸元	9-29
9.10.3	発電機器	9-30
9.11	送電線及び変電所	9-33
9.11.1	主幹送電線及び変電所	9-33
9.11.2	国内消費用送電線及び変電所	9-34

第10章 施工計画・積算

10.1	概要	10 - 1
10.2	施工計画及び工程	10 - 1
	10.2.1 基本条件	10 - 1
	10.2.2 施工方法	10 - 4
	10.2.3 工程計画	10 - 13
10.3	積算	10 - 13
	10.3.1 基本条件及び仮定	10 - 13
	10.3.2 積算方法	10 - 14
	10.3.3 ベースコスト	10 - 17
	10.3.4 年間支出計画	10 - 18

第11章 経済財務分析

11.1	概要	11 - 1
11.2	基本前提条件	11 - 2
11.3	基本ケース分析結果	11 - 6
11.4	感度分析	11 - 14
11.5	プロジェクトリスク	11 - 14
11.6	経済的インパクト及び社会的便益	11 - 16

第12章 調査過程の記録

12.1	中央公聴会	12 - 1
	12.1.1 第1回中央公聴会(平成13年6月開催)	12 - 1
	12.1.2 第2回中央公聴会(平成14年3月開催)	12 - 8
	12.1.3 第3回中央公聴会(平成14年9月開催)	12 - 14
12.2	現地公聴会	12 - 24
	12.2.1 第1回現地公聴会(平成13年6月開催)	12 - 24
	12.2.2 第2回現地公聴会(平成14年3月開催)	12 - 24
	12.2.3 第3回現地公聴会(平成14年9月開催)	12 - 24
12.3	現地再委託調査	12 - 26
	12.3.1 航空写真測量 (平成13年7月契約)	12 - 26
	12.3.2 地形図作成 (平成13年9月契約)	12 - 27
	12.3.3 タイ国電力事情調査 (平成13年7月契約)	12 - 28
	12.3.4 地質調査 (平成14年3月契約)	12 - 29
	12.3.5 住民移転候補地調査 (平成14年7月契約)	12 - 30
12.4	技術移転	12 - 31
	12.4.1 現場研修	12 - 31
	12.4.2 カウンターパート研修	12 - 31
12.5	第2フェーズ調査記録写真集	12 - 34
12.6	JICA調査団員及びMIHカウンターパートと実施要員計画	12 - 38
12.7	サポーティングレポート全目次	12 - 42

12.8 第1フェーズ調査最終報告書(主報告書)全目次 12-43

付 表

表 1.1.1	プロジェクト実施スケジュール.....	1-2
表 1.3.1	各フェーズ調査でのプロジェクト諸元.....	1-4
表 1.3.2	第2フェーズ調査の全体工程.....	1-5
表 1.3.3	ナムニアップ水力発電計画の経緯.....	1-5
表 1.4.1	26項目のWCDガイドライン.....	1-8
表 2.2.1	総事業費.....	2-3
表 2.3.1	ナムニアップ-I水力発電計画のリスク.....	2-3
表 2.3.2	工程上のクリティカルパス.....	2-5
表 2.3.3	感度分析対象のシナリオ(表 11.4.1 と同様).....	2-7
表 2.3.4	感度分析結果(表 11.4.2 と同様).....	2-7
表 3.1.1	地形測量の概要.....	3-1
表 3.2.1	座標系の詳細.....	3-2
表 3.2.2	航空写真の仕様.....	3-4
表 3.2.3	コース毎のモデル数.....	3-5
表 3.2.4	数値図化の数量.....	3-5
表 3.2.5	植生のクラス分け.....	3-6
表 3.3.1	河川横断測量基準点座標.....	3-8
表 4.1.1	地質図及び地質文献.....	4-1
表 4.3.1	ボーリング調査一覧.....	4-7
表 4.3.2	ダムサイトボーリングに出現する地層.....	4-8
表 4.3.3	ダムサイトボーリングに出現する岩相が混じる部分.....	4-8
表 4.3.4	ダムサイト岩盤分類.....	4-16
表 4.3.5	各ボーリング孔のダムサイト岩盤分類とその深度.....	4-16
表 4.3.6	褶曲部岩盤の特徴.....	4-17
表 4.3.7	Erodibility と岩盤分類.....	4-17
表 4.3.8	ボーリング孔内最終水位.....	4-18
表 4.3.9	ボーリング孔に見られる風化と地盤深部の風化節理.....	4-18
表 4.3.10	ボーリング孔に見られる空隙の大きい層.....	4-18
表 4.3.11	ルジオン試験実施区間.....	4-19
表 4.3.12	ルジオン試験実施区間とルジオン値.....	4-19
表 4.3.13	ボーリングコアによる岩石試験結果.....	4-20
表 4.3.14	Pre-F/Sでのフランクリン試験結果.....	4-20

表 4.5.1	アルカリ骨材試験結果.....	4 -22
表 5.2.1	ナムニアップ-I水力発電計画に係わる既往調査結果の概要.....	5 -3
表 5.2.2	モンマイ測水所年平均雨量・流量推定値(1962-1991).....	5 -4
表 5.2.3	ナムニアップ-Iダム地点水文指標.....	5 -5
表 5.2.4	ナムニアップ-Iダム地点年平均流量推定値(1966-1995).....	5 -5
表 5.2.5	ナムニアップ-Iダム地点及びモンマイ測水所の流域面積推定値比較.....	5 -6
表 5.2.6	採用したナムニアップ川流域の主要地点における集水面積.....	5 -6
表 5.3.1	収集した気象・水文データ.....	5 -7
表 5.4.1	2001年4月に設置した新規雨量観測所 (JICA 調査団).....	5 -8
表 5.5.1	推定した流域平均雨量 (1971 - 2000年の平均).....	5 -11
表 5.5.2	ナムニアップ-I計画ダム地点月平均流量算定結果.....	5 -13
表 5.5.3	ナムニアップ-I計画ダム地点流出係数算定結果 (1971~2000年平均).....	5 -14
表 5.5.4	主要水力発電計画での年平均雨量、年平均流量及び流出率の比較.....	5 -14
表 5.6.1	Hershfield(WMO,332)手法による可能最大降水量(PMP)算定結果.....	5 -19
表 5.6.2	米国気象局の手法による可能最大降水量(PMP)算定結果.....	5 -19
表 5.6.3	ラオス国における主要水力プロジェクトにおける PMF の比較.....	5 -22
表 5.6.4	計画ダム地点における確率洪水のピーク流量算定結果.....	5 -23
表 5.6.5	計画ダム地点における乾季(11月~3月)確率洪水ピーク流量.....	5 -25
表 5.7.1	ナムニアップ-I水力計画の貯水池水面からの純蒸発量算定結果.....	5 -26
表 5.8.1	ラオス国の主な水力開発計画における堆砂量推定値.....	5 -27
表 6.3.1	ダム計画地点の河川流量.....	6 -2
表 6.3.2	計画対象全域の環境インパクトのスクリーニング(1/2).....	6 -5
表 6.3.2	計画対象全域の環境インパクトのスクリーニング(2/2).....	6 -6
表 6.3.3	湛水時 20m ³ /s 放流による下流の流況変化(平年次).....	6 -7
表 6.3.4	湛水地域内の土地利用現況.....	6 -8
表 6.3.5	代替案別環境影響比較.....	6 -11
表 6.3.6	環境保全対策費の検討.....	6 -13
表 6.4.1	計画貯水池内及びダム下流域内の世帯人口.....	6 -18
表 6.4.2	現地調査対象地域.....	6 -22
表 6.4.3	ポリカン地区の住民移転候補地の比較結果.....	6 -23
表 6.4.4	住民移転費用概算.....	6 -25
表 7.3.1	GMS 諸国の電力需要想定.....	7 -3
表 7.4.1	主要電力行政官庁の役割と機能.....	7 -8
表 7.4.2	ラオス IPP の現状 (2001 年末現在).....	7 -11
表 7.4.3	既設発電設備.....	7 -12
表 7.4.4	既設 115/22 kV 変電設備 (2001 年現在).....	7 -13
表 7.4.5	国際連系送電線.....	7 -14

表 7.4.6	電力消費量およびピーク電力の推移.....	7-15
表 7.4.7	ラオス国の発生電力量と電力輸出入バランスの推移.....	7-16
表 7.4.8	タイとの輸出入電力単価.....	7-17
表 7.4.9	その他の輸入電力単価.....	7-17
表 7.4.10	Theun Hinboun IPP 水力の売電単価.....	7-18
表 7.4.11	Houay Ho IPP 水力の売電単価.....	7-18
表 7.4.12	EDL 作成の電力需要予測(概要).....	7-19
表 7.4.13	国内向け発電計画.....	7-19
表 7.4.14	輸出向け IPP 発電計画.....	7-20
表 7.5.1	タイ国のピーク電力及び発電電力量の推移.....	7-23
表 7.5.2	タイ国の既設発電設備 (2001年9月現在).....	7-25
表 7.5.3	EGAT 需要想定及び発電計画 (出力ベース).....	7-27
表 7.5.4	タイ国電力開発計画 (2001~2016).....	7-28
表 7.5.5	EGAT 発電及び販売電力需要予測.....	7-29
表 7.6.1	ベトナム国の発電設備 (2000年末現在).....	7-36
表 7.6.2	ベトナム国の需要 (1996~2000年).....	7-38
表 7.6.3	ベトナム国電力需要予測 (ベース・ケース).....	7-39
表 7.6.4	ベトナム国電力開発計画 (ベース・ケース).....	7-40
表 7.6.5	ラオス国のベトナム国への輸出用電力プロジェクト.....	7-41
表 7.6.6	ベトナム国 IPP 及びプロジェクトの現状 (2001年末現在).....	7-42
表 8.2.1	貯水池容量曲線の比較.....	8-3
表 8.2.2	ダム地点での流入量.....	8-4
表 8.2.3	シミュレーションモデルの固定条件と変数.....	8-6
表 8.2.4	代替規模別年発生電力量.....	8-8
表 8.3.1	土地利用区分.....	8-10
表 8.3.2	タピアン地区村落の標高.....	8-10
表 8.4.1	輸出用発電計画推奨規模.....	8-21
表 8.5.1	代替国内供給規模毎の B/C.....	8-24
表 8.5.2	流量・水位の変動.....	8-25
表 8.5.3	代替国内供給規模毎の B/C.....	8-26
表 8.5.4	国内消費用発電計画推奨規模.....	8-26
表 9.1.1	プロジェクト主要諸元.....	9-1
表 9.2.1	友好橋とハトカム村間の既設道路状況.....	9-4
表 9.3.1	ダム軸代替案の比較.....	9-6
表 9.3.2	CFRD 案と RCC 案の比較.....	9-9
表 9.3.3	トースラブ幅.....	9-10
表 9.4.1	ラオス国 CFRD の設計確率洪水年.....	9-14

表 9.4.2	最適仮排水設備寸法.....	9-15
表 9.7.1	最適導水トンネル径.....	9-19
表 9.7.2	最適ペンストック径及び閉鎖時間.....	9-19
表 9.9.1	逆調整池周りの補助堤防.....	9-27
表 10.2.1	Muong Kao 雨量観測所における降雨データ一覧.....	10-1
表 10.2.2	月平均降雨日数.....	10-2
表 10.2.3	施工不可能日数の基準.....	10-2
表 10.2.4	工種別月別施工可能日数.....	10-2
表 10.2.5	年合計及び月平均施工可能日数.....	10-3
表 10.2.6	河流処理工における運搬距離.....	10-5
表 10.2.7	基礎掘削工における運搬距離.....	10-5
表 10.2.8	盛立て用ロック材の運搬距離.....	10-5
表 10.2.9	盛立材料の割合.....	10-6
表 10.2.10	プリンス並びにスラブコンクリート工における運搬距離.....	10-6
表 10.2.11	コンクリート製造設備の仕様.....	10-7
表 10.2.12	コンクリート骨材の運搬距離.....	10-7
表 10.2.13	再利用ロック材の数量.....	10-9
表 10.2.14	洪水吐掘削工における運搬距離.....	10-9
表 10.2.15	洪水吐コンクリート工における運搬距離.....	10-10
表 10.2.16	導水路工における運搬距離.....	10-11
表 10.2.17	工程上のクリティカルパス.....	10-13
表 10.3.1	労務賃金.....	10-14
表 10.3.2	材料費.....	10-16
表 10.3.3	主要土木工事の単価.....	10-16
表 10.3.4	メタル工事の単価.....	10-17
表 10.3.5	ベースコスト.....	10-18
表 10.3.6	年間支出計画.....	10-18
表 10.3.7	事業費一覧.....	10-19
表 10.3.8	事業費の内訳.....	10-20
表 10.3.9	年間支出計画.....	10-23
表 11.1.1	財務評価と経済評価の比較.....	11-1
表 11.2.1	プロジェクト・ベースコストの年度支出展開.....	11-2
表 11.2.2	借入条件.....	11-3
表 11.2.3	年間発電量及び販売電力量.....	11-4
表 11.2.4	売電料金表.....	11-4
表 11.2.5	年間運営保守費用 (2002年価格レベル).....	11-5
表 11.2.6	減価償却費.....	11-5

表 11.3.1	建中利子及び融資手数料計算表	11-8
表 11.3.2	見積キャッシュフロー計算表	11-9
表 11.3.3	EIRR 計算キャッシュフロー	11-10
表 11.3.4	FIRR 計算キャッシュフロー	11-11
表 11.3.5	ROE 計算キャッシュフロー	11-12
表 11.3.6	資本調達コスト算定キャッシュフロー	11-13
表 11.4.1	感度分析対象のシナリオ	11-14
表 11.4.2	感度分析結果	11-14
表 11.5.1	リスク分担マトリックス	11-16

付 図

図 1.1.1	事業スキーム	1-1
図 1.2.1	ダムサイト周辺の行政区分図	1-3
図 1.2.2	計画全域図	1-6
図 1.3.1	全体作業の流れ図	1-7
図 1.4.1	CDM 認定の流れ	1-10
図 1.4.2	電源別 CO2 排出量の比較	1-10
図 1.4.3	タイ国プール制下の電力市場構造	1-11
図 1.4.4	タイ国の将来卸売電力市場構造	1-12
図 1.4.5	ナムテン2 水力開発計画の契約枠組み	1-13
図 2.2.1	プロジェクト契約構図	2-2
図 3.2.1	撮影標定図	3-3
図 3.3.1	河川縦横断測量位置図	3-7
図 4.1.1	インドシナ半島の地質構造図	4-2
図 4.1.2	ナムニアップ川流域の地質構造図	4-3
図 4.3.1	ダムサイト周辺の地質構造概要図	4-6
図 4.3.2	ダムサイト周辺の地質構造概要平面図	4-10
図 4.3.3	ダム軸上の地質構造横断図	4-11
図 4.3.4	仮排水トンネルに沿った各地質縦断図	4-12
図 4.3.5	洪水吐に沿った各地質縦断図	4-13
図 4.3.6	導水路トンネルに沿った各地質縦断図	4-14
図 4.3.7	礫岩露崖のスケッチ	4-15
図 4.5.1	原石山調査位置図	4-25
図 5.1.1	ダム計画地点集水域位置図	5-1
図 5.1.2	ダム計画地点における流域平均月雨量 (1971-2000 年,30 年間平均)	5-2
図 5.4.1	ナムニアップ川流域における既存および新規雨量観測所位置図	5-7

図 5.4.2	ハトカム水位観測所における観測流量および水位－流量曲線	5-9
図 5.4.3	タプア水位観測所(サオ川)における観測流量および水位－流量曲線	5-9
図 5.5.1	低水解析の作業手順	5-10
図 5.5.2	同定したモンマイ/ハトカム測水所におけるタンクモデルのパラメータ	5-12
図 5.5.3	モンマイ観測所のタンクモデル計算結果と観測流量の比較	5-12
図 5.5.4	ハトカム観測所のタンクモデル計算結果と観測流量の比較	5-13
図 5.6.1	洪水解析の作業フロー	5-15
図 5.6.2	計画ダム地点における地点雨量-流域平均雨量算定の面積補正係数	5-17
図 5.6.3	タピアン雨量観測所における時間雨量累計曲線	5-18
図 5.6.4	米国土壌保全局(SCS)による標準無次元ハイドログラフ	5-19
図 5.6.5	ナムニアップ-I計画ダム地点における PMF ハイドログラフ	5-20
図 5.6.6	ナムニアップ-I計画ダム地点における PMF ハイドログラフ	5-21
図 5.6.7	モンマイ水位観測所における年最大洪水流量および確率洪水流量曲線	5-23
図 5.6.8	計画ダム地点における確率洪水のハイドログラフ	5-24
図 5.6.9	ラオス国における水力発電計画の確率洪水流量および PMF	5-25
図 6.3.1	単位発電量に対する水没面積と移転住民数との相関図	6-16
図 6.4.1	調査対象地域内行政区区分図	6-27
図 6.4.2	計画貯水池内村落の分布状況	6-28
図 6.4.3	ダム下流域村落の分布状況	6-29
図 6.4.4	計画貯水池周辺の住民移転候補地(第1フェーズ調査)	6-30
図 6.4.5	計画貯水池周辺の住民移転候補地(第2フェーズ調査)	6-31
図 7.4.1	ラオス電力セクター組織図	7-7
図 7.4.2	ラオス国における IPP 実施プロセス	7-10
図 7.4.3	2000年の需要－供給バランス	7-16
図 7.4.4	ラオス国の電力開発計画図	7-21
図 7.4.5	パクサン－ナボン間の 500 kV 幹線図	7-22
図 7.5.1	タイ国の月別ピーク電力の推移	7-25
図 7.5.2	タイ国の日負荷曲線の推移	7-26
図 7.5.3	スクリーニング曲線分析図	7-29
図 7.5.4	ナムニアップ-Iのタイ国電力系統上の位置	7-30
図 7.5.5	2001年のシンガポール電力における代表的プール価格の動き	7-32
図 7.5.6	電力プール導入後の EGAT 組織改革	7-33
図 7.5.7	タイ国プール制下の電力市場構造	7-34
図 7.5.8	タイ国の将来卸売電力市場構造	7-35
図 7.6.1	ベトナム国既設主要電力設備位置図 (1999年末現在)	7-37
図 7.6.2	ベトナム国電力セクター組織図	7-38
図 8.2.1	貯水池容量曲線	8-2

図 8.2.2	放水庭下流のエネルギー線分布	8-3
図 8.2.3	シミュレーションモデルのフロー	8-7
図 8.2.4	貯水池運用シミュレーション結果	8-9
図 8.3.1	貯水池内土地利用状況 (1/2 : EL.320m)	8-11
図 8.3.1	貯水池内土地利用状況 (2/2 : EL.360m)	8-12
図 8.3.2	タピアン地区土地利用状況 (1/4 : EL.316m)	8-13
図 8.3.2	タピアン地区土地利用状況 (2/4 : EL.320m)	8-14
図 8.3.2	タピアン地区土地利用状況 (3/4 : EL.324m)	8-15
図 8.3.2	タピアン地区土地利用状況 (4/4 : EL.328m)	8-16
図 8.3.3	各標高毎の土地利用面積	8-17
図 8.3.4	洪水時の貯水池内水位縦断 (1/2)	8-19
図 8.3.4	洪水時の貯水池内水位縦断 (2/2)	8-20
図 8.4.1	代替規模毎の B/C	8-22
図 8.5.1	逆調整池の容量曲線	8-25
図 9.3.1	本ダム、一般配置図	9-7
図 9.3.2	本ダム、一般配置図(代替案:将来拡張時)	9-8
図 9.3.3	本ダム、縦断及び立面図	9-13
図 9.4.1	仮排水設備、貯水位－流量曲線	9-15
図 9.6.1	非常用放流設備、貯水位－流量曲線	9-18
図 9.8.1	本ダム発電所の放水庭水位曲線	9-21
図 9.8.2	本ダム発電所のヘッドロス曲線	9-22
図 9.8.3	本ダム発電所の単線結線図	9-25
図 9.9.1	逆調整池ダム、平面及び立面図	9-28
図 9.10.1	逆調整池ダム発電所の放水庭水位曲線	9-29
図 9.10.2	逆調整池ダム発電所の単線結線図	9-32
図 10.2.1	工程計画表	10-15
図 11.2.1	本計画の事業スキーム	11-3
図 11.3.1	売電収益内訳の推移	11-7
図 11.3.2	資金使途内訳の推移	11-7

第4巻 図面集

目次

図面 01	本ダム、貯水池平面図.....	D- 1
図面 02	仮設構造物、一般配置図.....	D- 2
図面 03	アクセス及び仮設道路、縦断及び代表断面図.....	D- 3
図面 04	仮設道路（骨材採石場）、一般配置図.....	D- 4
図面 05	本ダム、一般配置図.....	D- 5
図面 06	本ダム、縦断及び立面図.....	D- 6
図面 07	本ダム、代表断面及び詳細図.....	D- 7
図面 08	本ダム、横断図（1）.....	D- 8
図面 09	本ダム、横断図（2）.....	D- 9
図面 10	本ダム、横断図（3）.....	D-10
図面 11	仮排水設備、1号仮排水トンネル縦断図.....	D-11
図面 12	仮排水設備、1号仮排水トンネル流入部及びトンネル断面図.....	D-12
図面 13	仮排水設備、2号仮排水トンネル縦断図.....	D-13
図面 14	仮排水設備、2号仮排水トンネル流入部及びトンネル断面図.....	D-14
図面 15	洪水吐、縦断及び越流部詳細図.....	D-15
図面 16	洪水吐、断面図（1）.....	D-16
図面 17	洪水吐、断面図（2）.....	D-17
図面 18	発電水路、縦横断図.....	D-18
図面 19	発電水路、取水口.....	D-19
図面 20	本ダム発電所、平面及び断面図.....	D-20
図面 21	逆調整池ダム、貯水池平面図.....	D-21
図面 22	逆調整池ダム、仮排水設備.....	D-22
図面 23	逆調整池ダム、平面及び立面図.....	D-23
図面 24	逆調整池ダム、断面図.....	D-24
図面 25	送電線及び輸送ルート（1）.....	D-25
図面 26	送電線及び輸送ルート（2）.....	D-26
図面 27	本ダム、一般配置図（代替案：将来拡張時）.....	D-27
図面 28	地質縦断図、ダムサイト.....	D-28
図面 29	ボーリングコア柱状図（1/2）.....	D-29
図面 30	ボーリングコア柱状図（2/2）.....	D-30

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
CFC	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	川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	米国内貨(ドル)

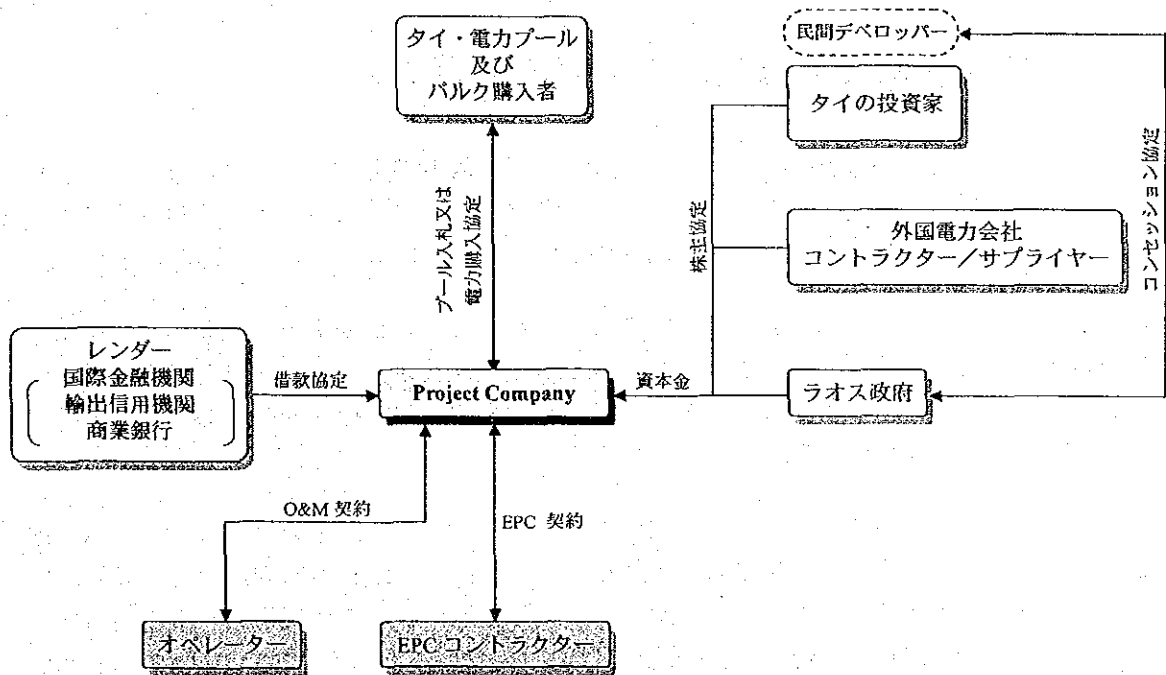
要 約

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 フェーズ 提案	中規模案諸元 (第 1 フェーズ 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、 堤体積	151m, 513m 7.3mill.m ³	157m, 524m 6.9mill.m ³	197m, 662m 12.7mill.m ³
	発電設備	230.0m ³ /s 147.2m ³ /s 136.2m 260MW 1,327GWh	221.0m ³ /s 162.3m ³ /s 131.8m 240MW 1,349GWh	224.0m ³ /s 162.3m ³ /s 176.8m 334MW 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	首都ピエンチャン市	着手報告書	110
2.	第2回中央公聴会	1999年6月	県都バクサン	中間報告書	120
3.	第3回中央公聴会	1999年12月	首都ピエンチャン市	最終報告書(案)	120
4.	第1回現地公聴会	1999年3月	ドン村/ラップヨーク村	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	ドン村/ラップヨーク村/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	首都ピエンチャン市	着手報告書	110
2.	第2回中央公聴会	2002年3月	県都バクサン	中間報告書	100
3.	第3回中央公聴会	2002年9月	首都ピエンチャン市	最終報告書(案)	130
4.	第1回現地公聴会	2001年6月	ドン村/ラップヨーク村/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	ドン村/ラップヨーク村/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	ラップヨーク村	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ピエンチャン県ホム郡では 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ピアン地区(13 箇村 664 世帯 4,020 人)にあり、湛水域はピエンチャン県ホム郡(4 箇村 239 世帯 1,609 人)である。ダム下流部はポリカムサイ県ポリカン郡とバクサン郡(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、タピアン地区(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、ポリカムサイ県ポリカン郡である。

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 カ年計画(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、タピ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。ポウ村を除くタピ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電力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電力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 発電所の送電線はピエンチャン市より 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ンニング	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	<u>便益</u> : 電力販売収益 <u>コスト</u> : 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	<u>便益</u> : 配当金、水利使用料、税金 <u>コスト</u> : 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)と借入金利率の加重平均金利

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			資金調達案		
ベースコスト	343.7 百万ドル	(90.5%)	資本金	113.7 百万ドル	(30%)
融資手数料	5.5 百万ドル	(1.4%)	借入金	265.9 百万ドル	(70%)
建中利子	28.7 百万ドル	(7.6%)	総資金	379.6 百万ドル	(100%)
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%)			

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っており、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の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 序章

1.1 結論と提言

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。

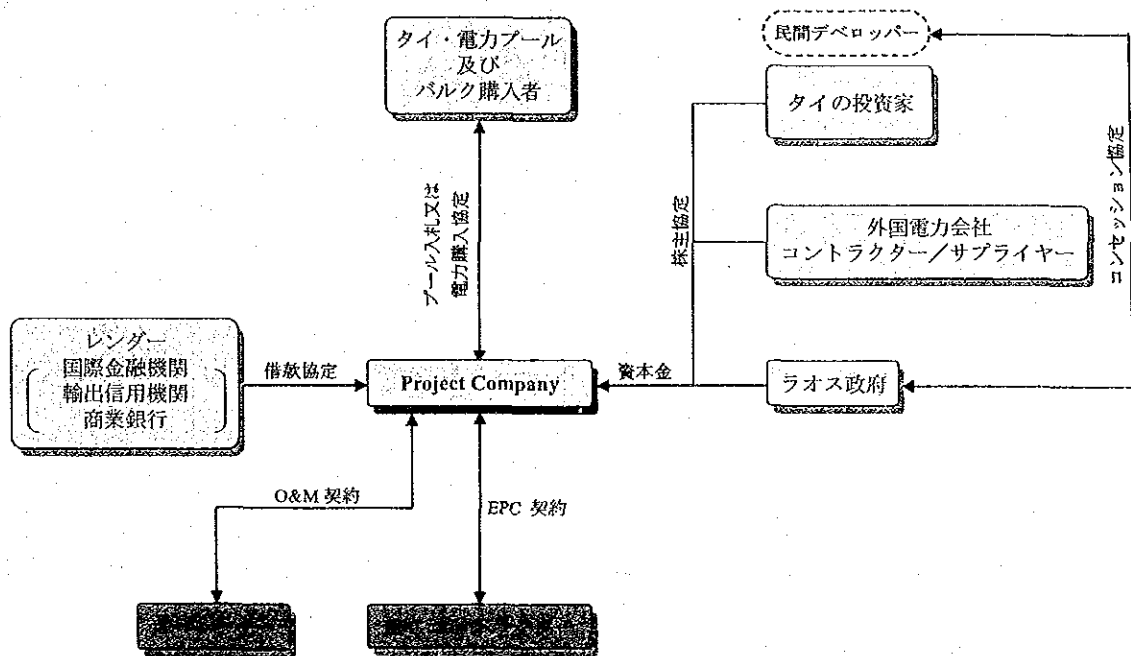


図 1.1.1 事業スキーム

表 1.1.1 プロジェクト実施スケジュール

番号	年月	主要行事
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

過去数十年間、先進諸国における大規模ダム開発の意義が失われている一方で、国家発展の道具としてこれを必要としている開発途上国が存在しているのもまた、事実である。従って我々はラオス国において、地政学上に恵まれた条件の下で豊かな水資源を開発することにより、第三国から利益を得ようとするのは国策上当然の帰結であるとの前提に立ち、資金援助のみならず、地球環境保全の立場から、開発の是非に関する判断を公平に下せる知的支援を行ってきた。

その結論として、21世紀最初の10年間で水力発電の専用ダム「ミレニアムダム」の建設を提案した。これは、20世紀が「川を殺した」世紀であったとの指摘を反省し、21世紀が「川を回復する」世紀となることを祈念して命名した。したがって、後世の人々に恥じることがない様、この提案に至る過程を、以下に詳細に記した。

環境負荷を最小限に留め、且つ経済・財務分析でも魅力ある開発を実現に導くことは、水力発電計画における普遍的真実の探求である。この理由から、ナムニアップ-I水力発電開発計画の最も推奨できる開発規模として、常時満水位 FSL.320m 代替案の選択を提案した。

これは、現在の世界的なダム開発を取り巻く環境を考慮し、開発途上国一国の開発といえども、国際的なルールの下で開発を進めなければならない現状を訴えたものである。しかし一方には、当該国の国益を最優先して開発しようとする姿勢は、発展途上にある国では少なからず許容され得るとする考え方があることも考慮した。

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。

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)」が開催された。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。

1.2 調査の目的と対象地域

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。図 1.2.1 に、ダムサイト周辺の行政区分図を示す。

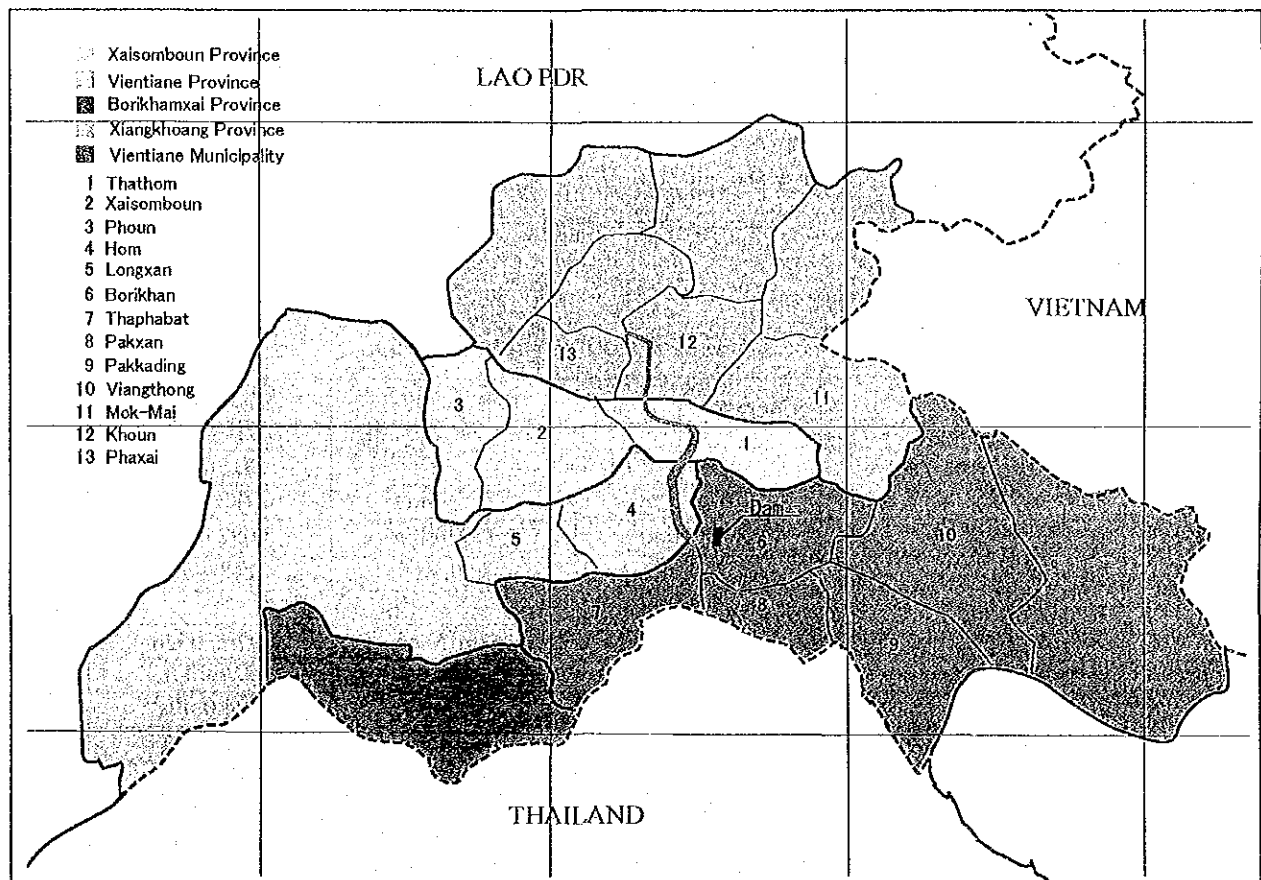


図 1.2.1 ダムサイト周辺の行政区分図

調査対象域は、図 1.2.2 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 3,700km²の地域全域である。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。

1.3 調査の背景と進捗

ラオス国政府は 1996 年 10 月、ナムニアップ-I 水力発電計画が、経済性が高くタイ国に近い
ため水力開発の有力候補地であるとする報告書(Pre-F/S)のレビューを含むフィージビリティ
調査(F/S)の実施を日本政府に正式に要請した。本計画には 1991 年 1 月に米国 Shlapac 社との
間に締結していた MOU を 1996 年 7 月に破棄した経緯がある。

これを受けて日本政府は 1997 年 11 月に調査団を派遣した。環境影響評価を主体とした基礎
調査を通常の開発調査に先行して実施すること、及び地域住民及び NGO の参加を促し情報
公開を基本とする住民参加型開発としてラオス国側が責任を持って主体的に取り組むことの
2 条件をラオス国側が同意したことから、S/W (実施細目)協議・締結を目的とした事前調査団
が派遣され、1998 年 3 月 27 日にはラオス国側と日本国側との間で S/W の締結が行われた。

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。

表 1.3.1 各フェーズ調査でのプロジェクト諸元

構造物 /指標	項目	第 2 フェーズ 提案	中規模案諸元 (第 1 フェーズ 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
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

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、図1.3.1及び表1.3.2に示す通り、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。その間、国内準備作業に続く7回の現地調査と6回の国内作業が実施された。

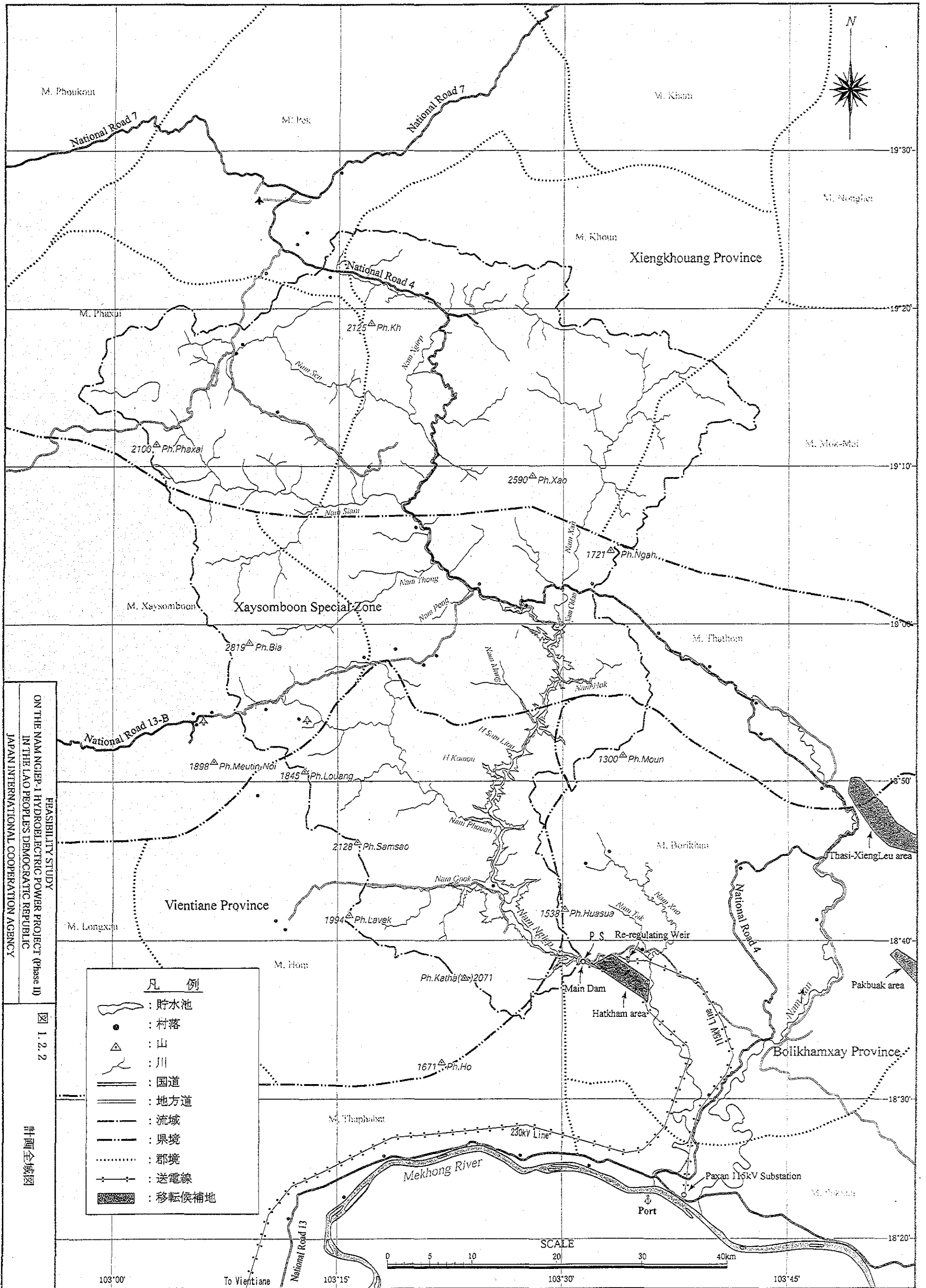
表 1.3.2 第2フェーズ調査の全体工程

第1年次 (2001年3月) 詳細調査段階	第2年次 (2001年6月～2002年3月) 詳細調査段階～設計段階	第3年次 (2002年5月～2002年10月) 設計段階
<ul style="list-style-type: none"> 第1フェーズ調査結果のレビュー 基礎データ及び情報の収集/分析 ラオス国、タイ国、ベトナム国の経済動向調査 気象/水文調査 インベリションポ-トの作成 	<ul style="list-style-type: none"> ラオス国、タイ国、ベトナム国の経済動向調査(第三国調査) 航空写真測量及び地形図作成 気象/水文調査 市場価格調査(建設資機材等) 陸路/水路の輸送系統調査 レイアウトデザイン/開発規模最適化 地質調査 第1回公聴会開催(2001年6月) 第2回公聴会開催(2002年3月) インベリメントの作成 	<ul style="list-style-type: none"> 予備設計 建設手法とスケジュール検討 事業化フェーズ検討 プロジェクト経費積算 経済/財務分析 今後の作業に係る提言検討 第3回公聴会開催(2002年9月) フィッルポ-トの作成

1961年、最初の現地踏査が実施されて以来の歴史をたどれば下表の通りである。

表 1.3.3 ナムニアップ水力発電計画の経緯

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

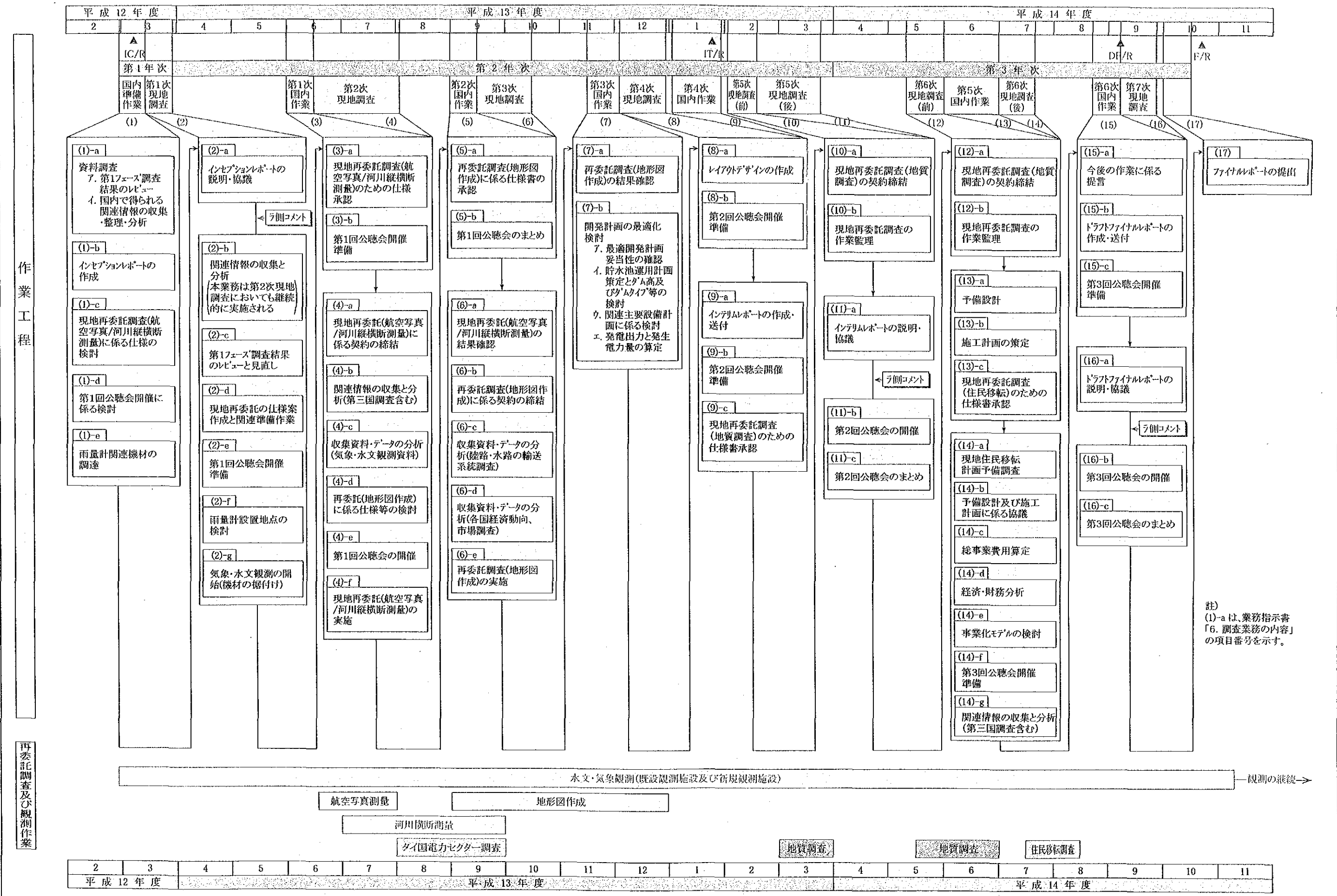


FEASIBILITY STUDY
ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT (Phase II)
IN THE LAO PEOPLES DEMOCRATIC REPUBLIC
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 1.2.2

計画全域図

図 1.3.1 JICA ナムニアップ-I水力発電開発計画調査(フェーズ II) 全体作業の流れ図



1.4 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が揺れている。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。

1.4.1 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。

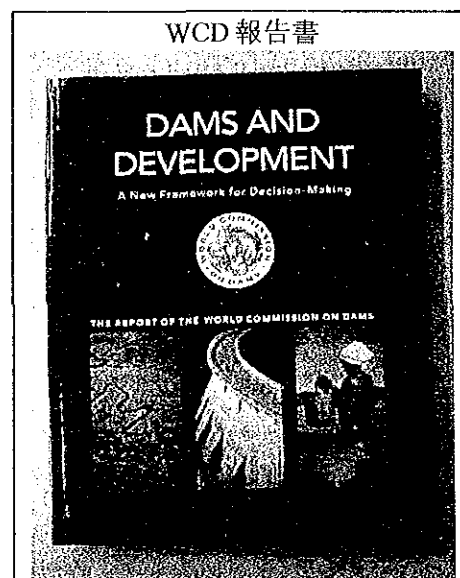


表 1.4.1 26項目のWCDガイドライン

No.	戦略的優先事項	No.	Guidelines
指針1	住民合意の獲得	9.	事業の分配分析
1.	利害関係者の分析	10.	社会および環境の影響評価
2.	交渉による意思決定過程	11.	経済的リスク評価の改善
3.	自由意志による事前の情報に基づく合意	指針3	既設ダムへの取り組み
指針2	代替案の包括的評価	12.	運用規則に社会的及び環境的な関心を反映させる
4.	環境・社会・健康及び文化遺産問題の戦略的影響評価	13.	貯水池運用の改善
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	指針4	河川および生活の維持
6.	複数基準分析	14.	生態系の基本調査
7.	ライフサイクル評価	15.	環境流量の評価
8.	温室ガスの排出	16.	漁業の生産性の維持

No.	戦略的優先事項	No.	Guidelines
指針 5	権利の承認と便益の分配	22.	社会的及び環境的事項に関する独立検討委員会
17.	基本的な社会条件	23.	履行保証
18.	貧困化リスク分析	24.	信託基金
19.	緩和・住民移転・開発に関する活動計画の実施	25.	賄賂防止契約
20.	事業便益の分配メカニズム	指針 7	平和、開発、および安全保障のための河川の共有
指針 6	規制遵守の保証	26.	共有河川に関する手順
21.	規制遵守計画		

第 1 フェーズ調査の基本思想がそうであったように今回の第 2 フェーズ調査において、WCD 勧告の主旨を十分踏まえた検討を行ったが、今後とも、詳細設計・施工段階でも WCD 勧告を尊重しつつ検討を進める必要がある。

1.4.2 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。この仕組みを図 1.4.1 に示す。

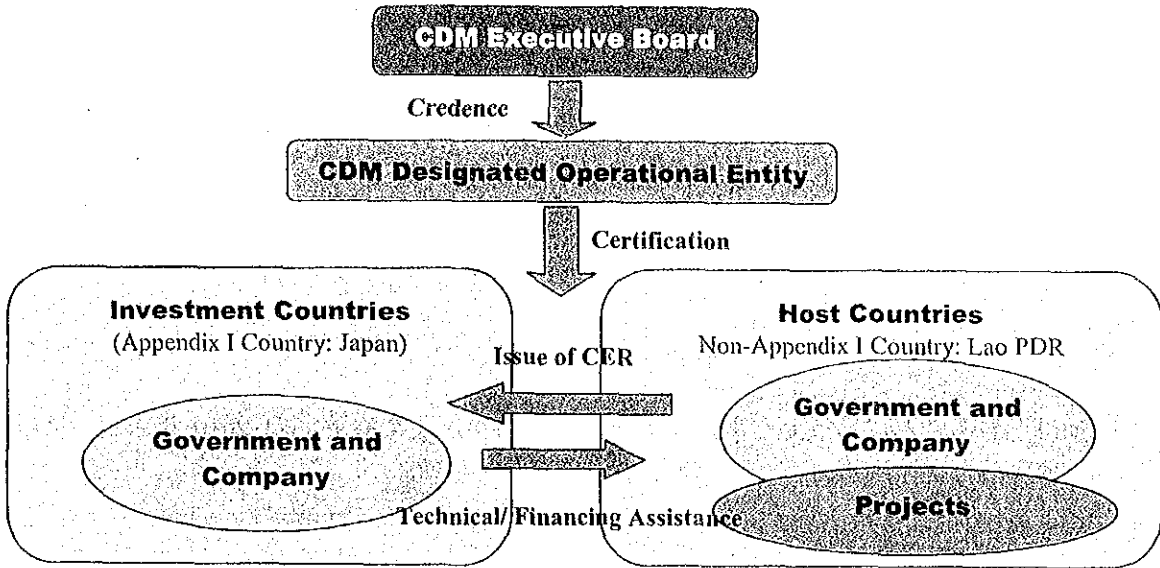


図 1.4.1 CDM 認定の流れ

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、図 1.4.2 に示す様に最も単位排出量が多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。

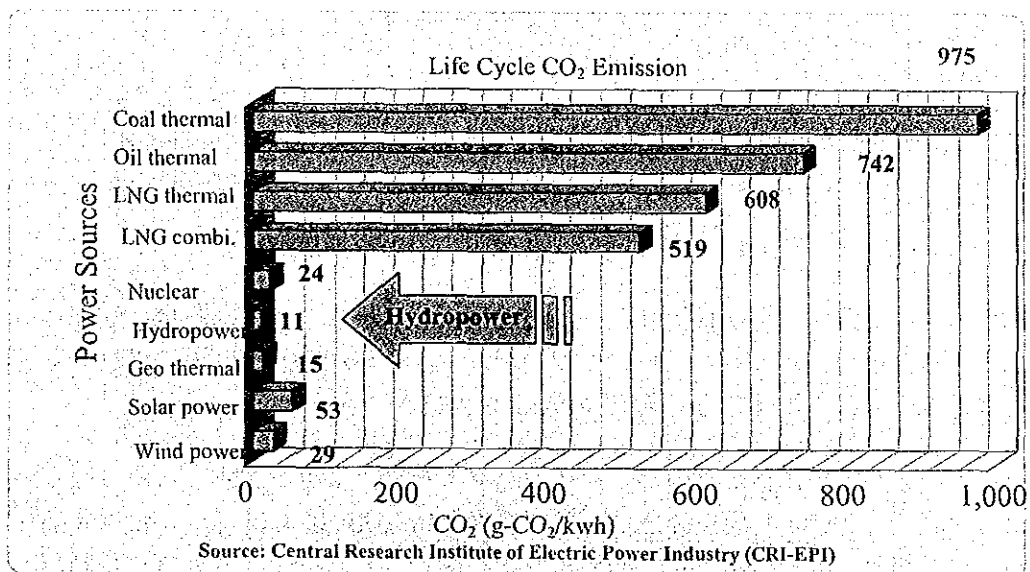


図 1.4.2 電源別 CO₂ 排出量の比較

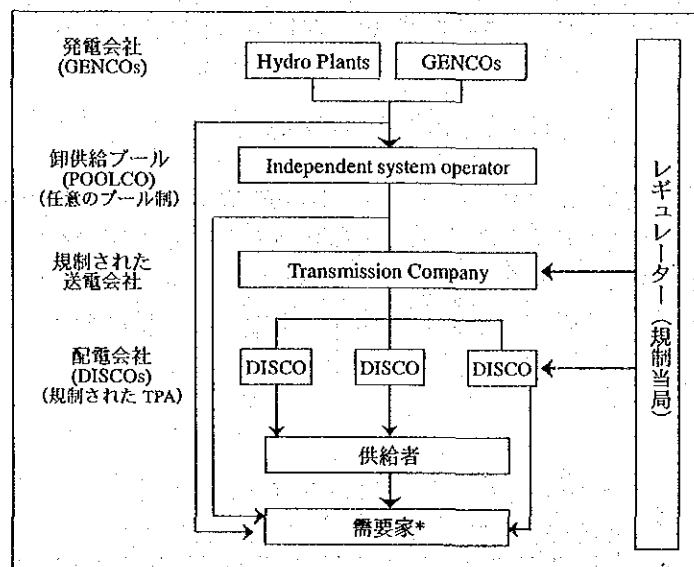
このように近い将来、水力発電に最も利益をもたらすのは、京都メカニズムの下で、開発国

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る。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。

1.4.3 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。



注: * 大口需要家は発電会社又は電力プールから直接購入可能。規制当局は適格需要家の詳細要件について決定する。

(出所) NEPO

図 1.4.3 タイ国プール制下の電力市場構造

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(プライマリー)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。

EDF と Montgomery-Watson-Harza 共同体(MWH)がヘッドコントラ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図 1.4.5 のようである。

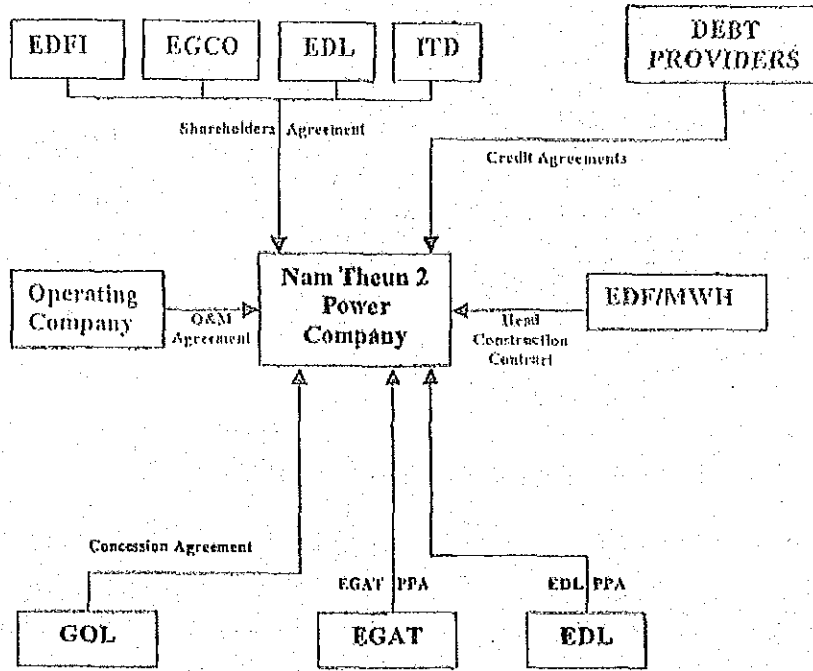


図 1.4.5 ナムテン2水力開発計画の契約枠組み

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。