

国際協力事業団(JICA)
ラオス国工業手工芸省(MIH)

ラオス国
ナムニアップ-I 水力発電開発計画調査

最終報告書：第1巻
主報告書

平成12年2月

JICA LIBRARY



J1155575(2)

日本工営株式会社

鉦 調 資

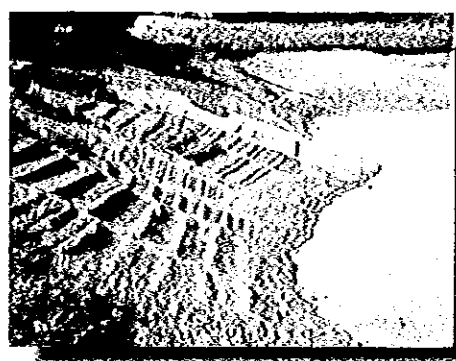
J R

00-006

国際協力事業団(JICA)
ラオス国工業手工芸省(MIH)

ラオス国

ナムニアップ-I 水力発電開発計画調査



最終報告書：第1巻

主報告書



平成12年2月

日本工営株式会社



1155575 (2)

序 文

日本国政府は、ラオス人民民主共和国の要請に基づき、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10年7月から同12年2月までの間、6回にわたり日本工営株式会社の荒木一郎氏を団長とし、同社の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はラオス人民民主共和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、本開発計画の推進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。

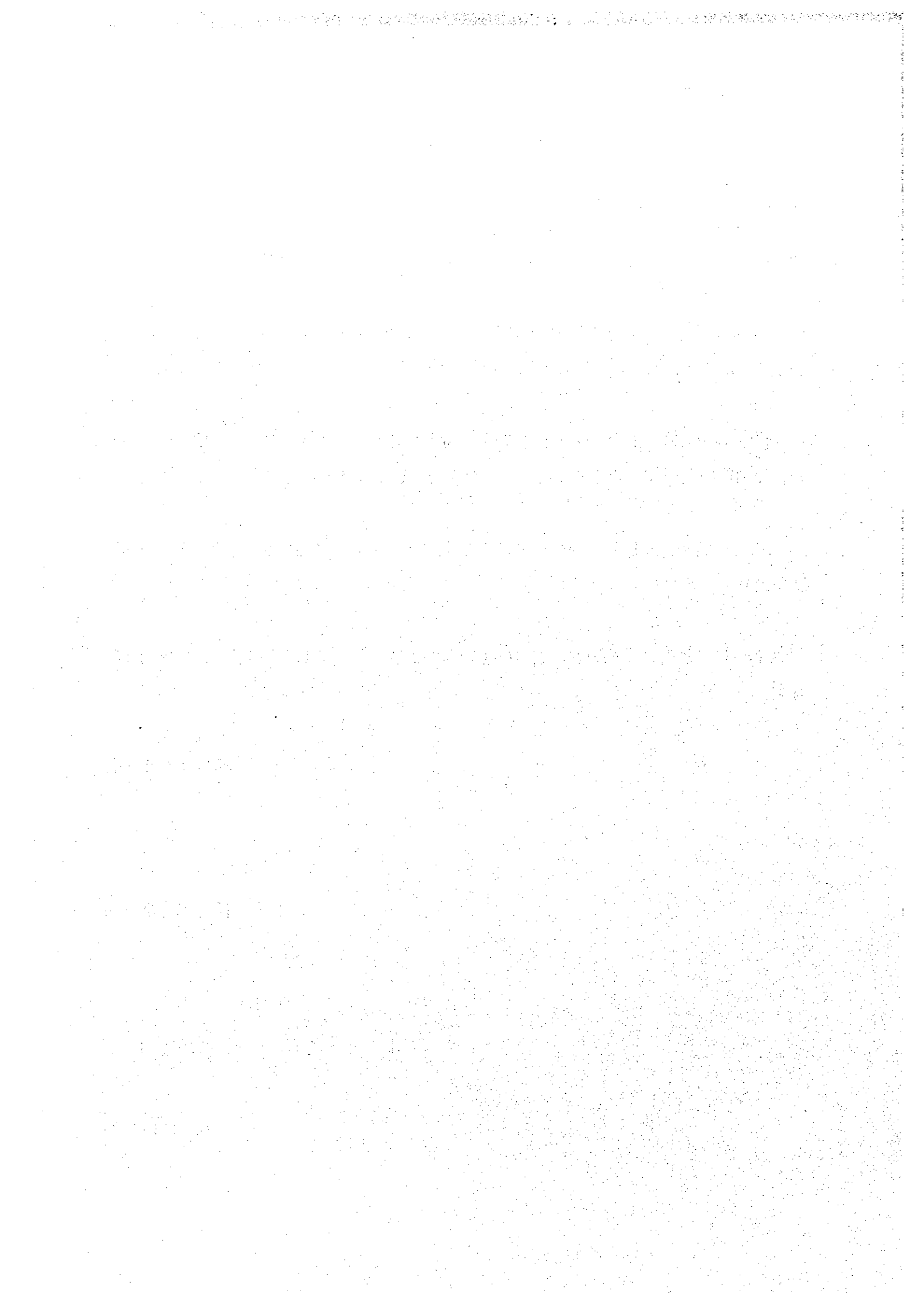
終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成12年2月

国際協力事業団

藤田 公 郎

総裁 藤田公郎





伝達状

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

今般、ラオス人民民主共和国におけるナムニアップ-I 水力発電開発計画調査を終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

弊社は、貴事業団との契約により、平成 10 年 7 月から同 12 年 2 月まで約 19 ヶ月にわたり本調査を実施してまいりました。

本最終報告書は、フィージビリティ・スタディーの第 1 段階として実施したナムニアップ-I 水力発電開発計画の開発規模提案に至る過程を、詳細に示したものであります。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、近隣国に売電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、これまでとは視点を変えた環境影響評価を行ってまいりました。すなわち、ダム開発を取り巻く昨今の批判を鑑み、従来の経済性一辺倒の考え方から一歩踏み出し、環境問題、特に住民移転が問題となる社会環境に焦点を当てると共に、公聴会を通じて広く情報を公開することにより、摩擦の少ないダム開発の在り方を探ろうとしたものです。

本最終報告書が、今後の円滑なナムニアップ-I 水力発電開発計画の次段階調査移行に寄与できるだけでなく、類似プロジェクトの参考となれば幸いです。

本最終報告書は、主報告書と要約報告書の他、5 冊の附属報告書で構成されています。主報告書は発電計画の過程だけでなく、自然・社会環境調査の要約を収録し、要約報告書はそれらの焦点のみを記述しております。また、附属報告書は、主報告書の基幹をなす詳細な調査記録や分析結果を記しております。すなわち、環境影響評価報告書、環境管理計画書、住民移転計画書、現地再委託業者環境調査報告書、現地調査業務の記録、以上 5 部に分冊しております。

なお、同調査期間中、貴事業団及び環境評価委員会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、ラオス国政府、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。

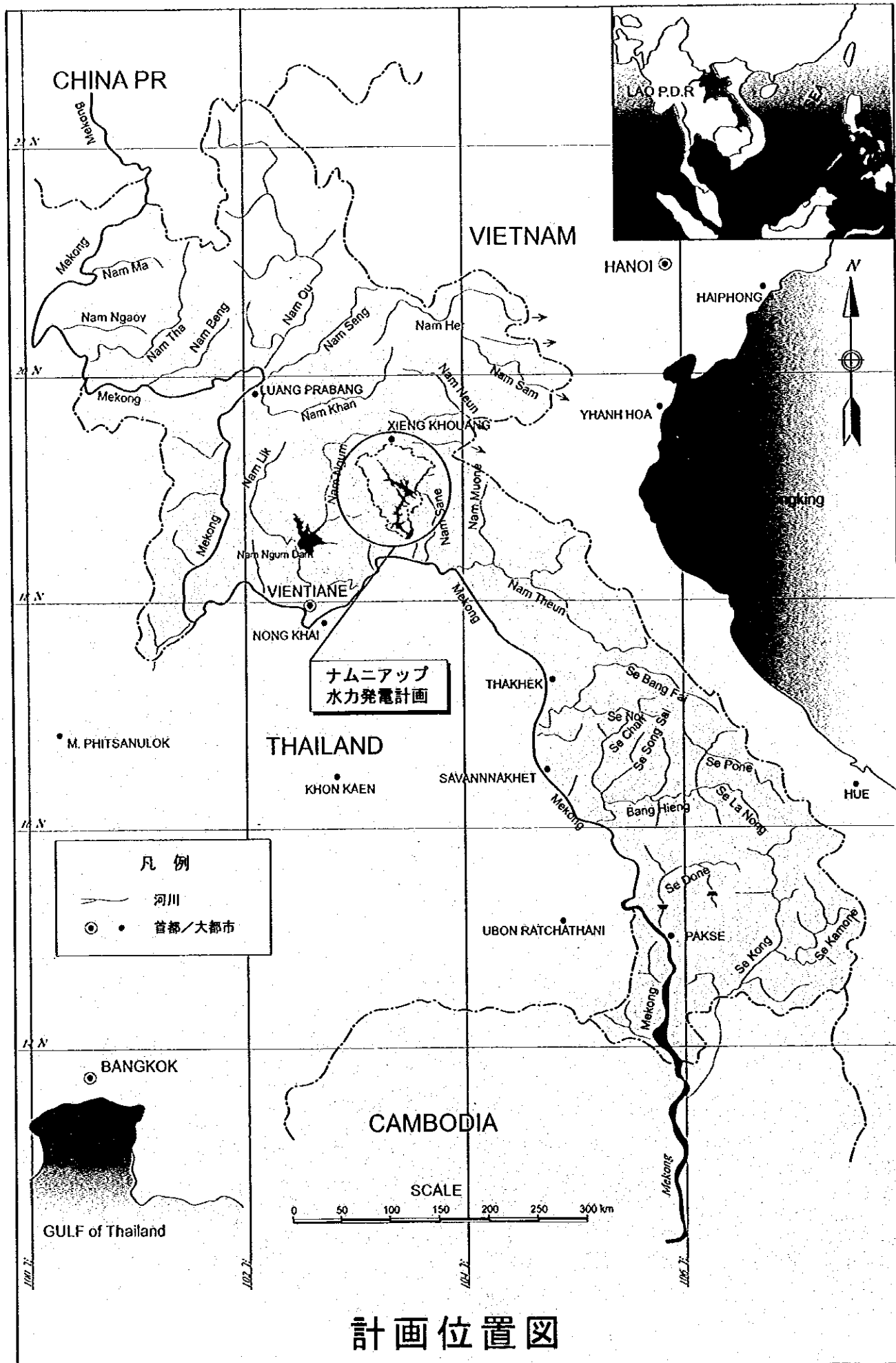
平成 12 年 2 月

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
団長 荒木一郎





CHINA PR

VIETNAM

LAO P.D.R

THAILAND

CAMBODIA

凡例

- 河川
- 首都/大都市

ナムニアップ
水力発電計画

SCALE

0 50 100 150 200 250 300 km

計画位置図

要約

結論と提案

1. 千年紀ダム建設

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、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、ここに「千年紀ダム(The Millennium Dam)」の建設を提案する。千年紀ダムは、二十世紀末の節目に提言する記念としてでなく、今世紀が「川を殺した」世紀であったとの指摘を反省し、来世紀が「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。

環境への影響を最小限に留め、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。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 320m 代替案の選択を提案する。

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もある。

従って、次段階調査では、詳細調査対象範囲を中規模ダム開発案に限定することなく継続することが望まれる。

2. プロジェクト総合評価

自然科学を応用した自然を制御する技術により、近代文明が発達した。この文明により支配された技術至上主義の社会では、人間と自然が対立する自然観しか生れない。そして現代社会における環境破壊は、この自然観が導いたものである。この自然観への疑問と反省は、人間と自然の共生を目指す努力として現れ、多様な価値判断を求める結果となった。

以上の視点に立てば、環境調査に重点を置いて本調査業務で提案したダム開発規模の総合評価は、

様々な立場にある人々が、多様な価値判断の下で行うことが不可欠である。従って、以下に述べる7項目の視点を提案することにより、多様な議論を期待すると共に、総合評価結果としての調査団の提言を述べた。

番号	評価カテゴリー	評価基準	評価結果の一般的傾向
1.	自然環境評価	現状の自然環境・半自然環境・人工環境を維持・保護或いは改善することを前提とした評価基準。	大ダム化に伴い、影響は加速度的に増大し、環境保護は破綻する。
2.	社会環境評価	人間とそれを取巻く社会システムを維持或いは向上させることを前提とした評価基準。	大ダム化に伴い、影響は加速度的に増大するが、社会環境を変えることで対処できる。
3.	経済評価	火力発電に代替させることで経済的に事業化ができることとした価値判断。	B/C、B-C、EIRRに代表される経済指標で数学的評価ができる。但し、水力開発の妥当性のみの判断。
4.	財務評価	IPP事業として、健全な体質の下で投資に見合った売電利益が還元されるとした評価基準。	同上。但し、BOOTの構成、資金調達、売電価格、運転開始時期など多くの仮定に基づく評価となる。
5.	ダム建設技術評価	ダム建設を前提とした技術的評価基準。	大ダム化に伴い、技術的限界がある。施工例は180m高まで、計画例は220m高までの実績がある。
6.	環境評価委員会/公聴会での評価	環境評価委員会/公聴会での意見、提言、アンケート結果で判定される評価結果。	参加者の関心度・理解度、参加者の立場・所属に基づく評価となる。
7.	日本国のメコン河流域開発構想から見た評価	日本国の国際開発援助姿勢から判断される評価基準。	平和・開発・環境保護を前提とした援助姿勢が、判断の必須条件となる。

上述の項目別評価基準を踏まえ、以下に述べる各項目の評価結果から、総合評価結果として調査団は、下表に示す通り中規模ダム開発案(FSL.320m)を提言する。

番号	評価カテゴリー	ダム開発代替案総合評価結果	
		中規模ダム開発案 (FSL.320m)	大規模ダム開発案 (FSL.360m)
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/公聴会での評価	○	△
7.	日本国のメコン河流域開発構想から見た評価	○	○
8.	総合評価	○	△

注: ○: 開発が望ましい代替案。

△: 開発不可ではないが、相対的評価として開発回避が望ましい代替案。

調査団が、総合評価結果を中規模ダム開発案とした最大の理由は、以下の4点に集約される。

- ① 社会環境調査結果の加重評価: 地理的条件だけでなく、近年の国道整備計画・地域電化計画から、将来の発展が期待されるタビアン地区を水没させない代替案である。
- ② 住民移転計画の評価: タビアン地区を水没させないとした結果、住民移転人口を最小限に押さえることのできる代替案である。
- ③ 経済・財務分析の評価: 自然・社会環境評価結果を重視しつつ、経済・財務評価上の指標も、IPP事業として必要とされる値を上回る代替案である。

- ④ 現地・中央公聴会の評価：調査期間を通じて実施してきた中央及び現地公聴会において、ダム開発の自然・社会環境調査結果に対する地域住民や地方政府の評価を可能な限り考慮した代替案である。

この結果、本プロジェクトは下記の2点で、ラオス国民だけでなく、ラオス国内外 NGO 等の環境保護団体や、その開発意図を理解し積極的に投資を図ろうとする国際金融機関においても、評価を得られるものと期待される。

- ① 水力発電プロジェクトの開発計画初期段階において、環境調査結果を重視して開発規模を絞り込んだ先駆的モデルと成り得る開発計画であること。
- ② 環境影響評価結果を重視したため、発電出力で 94MW、年間総電力量で 556GWh、B-C(現在価値)で US\$80mil.の損失があるものの、貯水池面積で 74km²、ダム高で 40m、建設費で US\$118mil.、住民移転人口で 3,000 人それぞれ縮小することができる開発計画であること。

水力発電計画

3. 開発計画の目的

国内の豊富な水力ポテンシャルを開発して得られる電力を外国に売って財政を賄おうとするラオス国の政策に沿って、ナムニアップ-I 水力発電開発計画はタイ国を対象を絞り、同国の電力需要に合わせてクリーンで安定した電力を供給するという目的で開発する計画である。

本プロジェクトは単に発電による直接的な便益をもたらすだけでなく、① 貯水池周辺における灌漑面積の拡大、② 地方電化、③ 下流舟運環境の改善、④ ポリカムサイ県・シエンクアン県・サイソンボン特別地区間で貯水池を利用した水上交通によって連結するという間接的な便益にも貢献する。

4. 開発計画代替案

プロジェクトの最適開発規模は、経済的や財務的な興味のみならず、計画地域内および周辺の影響への影響にも充分配慮して決定された。定量化の困難な環境への影響や間接的な便益については独自の判断基準を設けて総合的に評価した。負の影響に対する代替処置や相殺効果、また、間接便益に対する定量的な評価などについては、それぞれ以下にその要約を示した。

番号	自然・社会環境へのインパクト	定量化
1.	居住地区の水没	等規模移転地の提供。
2.	移転による住民の精神的負担(注1参照)	移転準備費用の支給、移転後数年間における最低生活保障等、金銭面からの手当。
3.	尖頭負荷発電によるダム下流水位変動	水位の平準化を目的とした逆調整池設備の建設。
4.	ダム下流域での漁獲量の減少	貯水池や逆調整池における養殖漁業の奨励と関連施設の建設。
5.	ダム下流河川沿岸の浸食被害	下流護床工対策。
6.	水没森林資源から発生する酸化水素を含む放流水による飲料水への一時的な影響	ダム下流村落内共同井戸の設置。

番号	自然・社会環境へのインパクト	定量化
7.	ダム工事による生産物の破壊・損傷	被害補償、移設
8.	貯水池上流域での堆砂被害 (注2参照)	必要となった時点での河道嵩上げ工事
注1	社会環境調査の結果、インフラ整備は計画貯水池地域の村民が満足できる現状ではない。不活発経済活動の現状から判断して、移転地で送電・医療施設・学校・共同井戸など公共施設の完備、現状耕作面積の確保、農耕・畜産に関わる営農指導、地域産業育成センター設置などのきめの細かい住民福祉を施せば、住民移転に対する総意は肯定的と考えられる。	
注2	既存ナムグム貯水池での堆砂傾向から推測すれば、貯水池上流端における河道の堆砂被害は僅少と考えられる。	

番号	定量化を行わない自然・社会環境影響項目
1.	平野部への住民移転という高地に住む住民に強いる生活環境の変化による負の影響は、焼畑農業の減少という国家への貢献と、移転地における住民への充実した公共設備の提供によって相殺される。
2.	貯水池出現による森林減少で現流域のCO ₂ の吸収力が減退する問題は、代替火力発電から水力発電への転換によるCO ₂ の抑制効果で相殺される。
3.	建設中の騒音・煤塵や河川汚濁等による影響は、管理者・施工業者に対しラオス国内の環境基準だけでなく国際入札に耐える施工管理基準を設定・遵守させることで対応する。
4.	熱帯に属する本計画調査地域では、放流水が灌漑用水の適性水温に及ぼす影響は無視できるほど少ない。

検討の結果、経済的・財務的に成り立つ範囲で、環境への影響を最少限に抑える開発が、今後の水力開発における国際的な共通理念になる、という結論に至り、満水位 320m 代替開発案が、最もこの理念に沿う開発規模として最終的に提案された。

その計画の主な諸元は下表に示す通りである。

構造物	項目	単位	FSL.320m
貯水池	ダム地点の流域面積	km ²	3,700
	流域内年降雨量	mm	2,470
	年平均流量	m ³ /s	162.3
	年平均流量	mill. m ³	5,118
	平均流出率	-	0.56
	異常洪水量, PMF	m ³ /s	15,900
	年平均堆砂量	t/km ² /yr	413.4
	満水位に於ける湛水面積	km ²	73.9
	総・有効貯水量	10 ⁶ m ³	2,279, 1,779
	最低運転水位 (MOL)	EL.m	284
	運転水位差	m	36
本ダム	ダム形式	-	CFRD
	ダム高・堤頂	m	157, 524
	堤体積	10 ⁶ m ³	6.9
	天端標高	EL.m	325
洪水吐	越流標高	EL.m	306.5
	設計洪水量	m ³ /s	8,730 (Q=10,000yr)
導水路トンネル	設計流量	m ³ /s	221
	内径およびトンネル長	m	9.0, 420
発電所	発電所形式・サイズ	地上式	L58mxW31mxH58m
	設計洪水量	m ³ /s	4,519 (Q=100yr)
	定格落差	m	131.8
	水車形式	-	Vertical Francis
	定格出力・発電機台数	MW	240=2nos@120
	年間発生電力量	GWh	1,349

構造物	項目	単位	FSL.320m
逆調整設備	満水位	EL.m	173
	貯水池容量	mill. m ³	4.7
	設計洪水量	m ³ /s	4,519 (Q=100yr)

5. 計画湛水域内の耕作地と村落

満水位 320m の場合、左下表に示す耕作地と村落が水没する。但し、上流タピアン地区のポー村を除く全ての村落と大部分の耕作地は水没を免れる。湛水の影響を受ける村落名は右下表に示すとおりである。なおポー村は、本計画とは別個の国家計画において将来国道 4 号線沿いの高地に移設される。

水没耕作面積および村落数

No.	影響項目	範囲
1	水田	216 ha
2	乾田	96 ha
3	村落	5 nos.

水没村落

No.	村落名	地域	標高 (m)
1	ポー村	貯水池上流域	319
2	ホエイバモン村	貯水池下流域	275
3	ナムヨーク村	貯水池下流域	271
4	ソッポー村	貯水池下流域	261
5	ソブヨーク村	貯水池下流域	245

6. 尖頭負荷継続時間

ラオス国で計画されるほとんどの IPP プロジェクトの電力に対して EGAT は当面、準尖頭負荷でしか購入しない姿勢を示しているため、ナムニアップの場合も同様に現時点では 16 時間出力で発電するよう計画している。しかし、タイ国の尖頭負荷需要が年々高出力化していることから、EGAT が近い将来ラオス国から尖頭負荷電力を買う必要性が生まれることも期待される。EGAT が 8 時間乃至それより短い尖頭負荷電力を受容するようになれば、本プロジェクトの魅力は飛躍的に増大する。

7. 下流河川流量の調整

発電所からの最大放流量は約 220m³/s である。EGAT の提唱する運転計画に沿うとタイ国の休日と日曜日は発電を止めることになる。そのため下流河川には河岸の住民に危険が及ぶほど大きな水位変動が起こる。こうした著しい水位変動を抑えるために主ダムの 5km 下流部には流量調整を行う逆調整池設備が設けられる。

8. プロジェクト資金

ナムニアップ-I 水力発電開発計画の所要資金は、1999 年レベルで 345.9 百万ドルである。これは定格出力 240MW として KW 当たり 1,440 ドルになる。考慮した環境対策費用は 21.1 百万ドルで、プロジェクト資金の約 6% に相当する。プロジェクトの予備的なコスト内訳を示すと次表の通りである。

No.	摘要		単位	満水位EL.320m
1.	直接工事費(土木)	-	mill.US\$	161.8
2.	直接工事費(電気・機械)	-	mill.US\$	120.4
3.	直接工事費(準備工事費)	-	mill.US\$	11.2
4.	総建設費	(1+2+3)	mill.US\$	293.4
5.	環境対策費	-	mill.US\$	21.1
6.	技術支援費用	-	5%	15.7
7.	管理費	-	5%	15.7
8.	経済評価の建設資金総額	(4+5+6+7)	mill.US\$	345.9
9.	物価変動費	(4)x7.5%	0%	22.0
10.	予備費	(1+3)x10%		17.3
11.	税金	-		0.0
12.	土地補償費	-		0.0
13.	経済評価のプロジェクト資金総額	-	mill.US\$	385.2

9. プロジェクト便益

ラオス政府が設定した料金計画による、売電から得られる収入以外の効果から生まれる収益は、下表に示す通り考えられる。

番号	新規機会の導入	経済効果
1.	貯水池の出現	貯留効果によるダム下流域への洪水調節効果と貯水池周辺域における乾期灌漑可能面積の拡大。
2.	貯水池における舟運の開設	シェンアン県とボリカサイ県の経済圏の連結(注1参照) 観光産業発展への可能性(注2参照)
3.	貯水池型漁業の導入(注3参照)	漁業の安定化と国内市場や輸出による地域経済の発展
4.	工事に係る雇用の創出	地域労働所得額の増加
5.	高地に住む住民の移転	焼畑農業の減少
6.	移転地での営農・畜産指導(注3参照)	地域農業・畜産業の近代化
7.	発電所からの分電によるダム周辺地域への地方電化	生活環境の顕著な改善と地域産業発展への可能性
8.	プロジェクト自体が周辺地域にもたらすマクロ経済効果	貧困層の減少、地域経済の活性化
注1	両県の経済圏が繋がることは、既存国道4号線、7号線の整備の遅れにより活気に欠けるシェンアン県の経済発展に顕著な効果が期待できると共に、治安問題が軽減できる。	
注2	ラオス国経済圏の南部への発展傾向や既存ナムグム貯水池周辺への観光事業進出から類推して、近い将来、ナムニアップ貯水池周辺でも観光開発が進むことが期待される。特に、タビアン地区周辺は貯水池沿いに開けた有利な地形的特性から、避暑地として発展する可能性は高い。	
注3	地域産業育成促進センターを移転地に建設し、各分野の国内外専門家を長期派遣して指導を行う。	

10. 財務的実現可能性

実施母体はラオス国政府と民間のジョイント事業を想定している。事業方式はBOTで、実施主体はIPPとなる。債務出資比率は65:35で、ラオス国政府は出資の25%を請け負うと仮定する。政府出資は、国際金融ソフトローンを調達原資とする。運転開始年(2011年)における加重平均電力料金は6.6セント/kWhとし、2011年以降は、年率2.5%でエスカレートするものと想定した。また、ファイナンスの借入れ条件は下表の通りとしている。財務評価の結果、FSL.320m案のFIRRは12.8%、また年純便益は79.8百万ドル(NPV)と推定された。

番号	機関名	金利 (%)	据置期間(年)	返済期間(年)	コミットメントフィー (%)	フロントエンドフィー (%)
1.	OECF	3.3	5	20	0.0	0.0
2.	JCB	8.5	3	8	0.5	1.0
3.	ADB	8.5	3	15	1.0	1.0
4.	IFC	-	-	-	-	-
5.	PNB	10.0	3	8	1.0	1.0

(注1) OECF : 海外経済協力基金 ADB : アジア開発銀行
 JCB : 本邦市中銀行 IFC : 国際金融公社
 TCB : タイ市中銀行

(注2) フロントエンドフィーは、ローン締結時にローン金額に対し課される手数料。コミットメントフィーは未使用残額に対して使い切るまで毎年課される。その他の管理フィーはないものと仮定。

下表のプロジェクトの財務的感度に示すように、開発に付随して想起されるリスクに対する財務的な安定性は、発電量の減少に対してやや敏感なことを除けば概ね良好と云える。

No.	リスク	FSL.320m	FSL.360m
1.	ベースケース	12.8%	13.7%
2.	開発費の10%増加	11.6%	12.5%
3.	発電量の10%減少	11.4%	12.3%

環境影響評価

11. ダム下流域への影響

大規模、中規模ダム開発案とも、ダム建設計画地点は同じである。従って、ダム下流域に対する環境影響は極めて類似しており、自然環境面から見た両者に大きな相違はない。

12. 貯水池面積と森林

大規模ダム開発案(FSL.360m)の貯水池面積(14,820ha)は、中規模案(FSL.320m)の2倍であり、耕作地面積(950ha)では3倍となる。木材量で290,000m³と推定される10,000haの森林がFSL.360m案で水没するのに対し、FSL.320m案ではその半分のみである。

13. 貯水池の水質

森林の水没による貯水池の水質悪化を軽減するには湛水地内に於ける事前伐採が効果的だが、ナムニアッププロジェクトの広大な貯水池面積(74km²)を対象とした伐採には計り知れない長い時間を要するため効果的でなく、また膨大な経費が掛かり現実的でない。発電の放流による下流の水質悪化に対しては下流河川での何らかの酸素還元対策が必要であろう。

14. 炭素固定量の損失

森林の水没に伴い、ラオス国は炭素隔離機能を喪失することとなり、ひいては地球温暖化の一因となる。それは同時に固定炭素の工業先進国への売却の可能性を失うことをも意味している。年間 2-3 m³/ha とされる森林成長率に基づけば、水没による FSL.360m 案の損害額は年間 18 万から 27 万 トン、FSL.320m 案では 9 万~13 万 トンと推定される。

15. 水位変動区域内農業

運転期間中、貯水池水位は変動するので、変動区域は農作地か牧草地として利用可能である。稲作のためには、少なくとも 5 ヶ月間は水面上に露出していなければならない。FSL.320m 案(2,000ha)は、FSL.360m 案(1,000ha)の 2 倍近くの耕作地を提供できる。しかし、土壌条件や地形を考慮すれば、耕作に適するのはこの一部分と考えられる。

16. 長・中期的水質変化

貯水池の滞留期間は FSL.360m 案で 13 ヶ月、FSL.320m 案ではわずか 3.6 ヶ月である。流域からのリン流入問題と合わせて、この滞留期間中には中長期的に見て貯水池水質悪化の問題は生じないとの結論に至った。湛水後、有機物の顕著な腐敗が溶存酸素量を消費するが、貯水池の酸素量は FSL.360m 案で 5-6 年後、FSL.320m 案で 2 年後には問題ないレベルにまで回復するものと思われる。

17. 短期的水質変化

水深の関係で貯水池は恐らく層状化し、深層にある酸素不足の冷水が水深 15~20m 付近の酸素を多く含んだ水と入替わると思われる。層の入替わりはナムグム貯水池で見られるように、おそらく低気温季に起こると思われるが、その程度については検討する必要がある。発電用取水口が 1 年のほぼ全期間に亘って水面下 20m 以深に位置することになるため、水生動植物や人間に有害な水が下流へ放流されるであろう。こうした弊害を軽減するために、下流河川での空気混入設備や選択取水設備の可能性等についても更に検討が加えられるであろう。

18. 下流河川流量の調整

発電放流水の日変動による下流住民への被害や河岸の浸食を避けるため、逆調整池設備が放水庭の下流に設けられる。下流の月平均流量は乾季では現在の 3 倍に増え、雨季では 50% に減じられる。

19. 工事用道路と送電線の影響

ダム下流域での土地利用に関する影響は 10km の工事用道路と 110km の送電線建設範囲に限られて

いる。土地補償は所有者に対して施され、影響は両代替案に相違はない。

20. 環境管理計画

工事中の環境への影響を少なくするため、湛水時や運転段階での環境管理計画が立てられている。環境管理機関の組織化も提唱される。

住民移転計画

21. 住民移転の可能性

1998年12月～1999年3月に実施した社会・経済調査によって、開発の実施は計画ダム地点の上・下流域を含む全域で約2,000世帯12,000人が大小さまざまな影響を被ることが判っている。貯水池上流域の14村で生活する約660世帯5,000人と同下流域に在る4村200世帯1,200人がそれぞれ強制移転させられる。また、ダム下流域の15村1,300世帯、約6,800人もナムニアップ川の流況変化によって何らかの被害を受けることになる。

22. 満水位360m代替案

満水位360mで全部の村落が水没するわけではないが、彼らの耕作地がナムニアップ川沿いに位置し、水没する地域を生活の場としている関係から、全村落を移転の対象として捉えた。対策は最小限の移転、国際的な基準、公平な補償を念頭において実施される。

23. 満水位320m代替案

上記の基本に沿って、本計画では中規模開発案を提案した。その第一の目的は満水位を標高320mに下げることによって水没村落を5村に減らすことにあった。現時点ではまだ貯水池の背水が何処まで達するか正確な数値は示せないが、安全側に見ても恐らく2mは上がらないと判断でき、満水位を標高318mに限定すれば貯水池上流域に開ける約300haの耕作地全てを保護できると考えた。水位を318mに下げると、水没世帯数及び人口をそれぞれ260世帯1,600人に低減できる。

24. 詳細住民移転計画の作成

予備移転計画はプロジェクトの最終設計を待たずに作成した。計画案が確立されると国際的に認知されたガイドラインに従って詳細な環境・社会影響評価の実施や移転実施計画、社会開発計画など社

会的なインパクト軽減対策案の作成が必要になる。住民移転実施計画の草案作成に当たっては下記のような調査研究がなされる。

- ① 移転支援組織による社会・文化評価
- ② 情報公開計画の策定
- ③ 移転地受け入れスペースの査定
- ④ 背水・堆砂測定方式の策定
- ⑤ 考古学的検定と現地調査
- ⑥ 潜在技術の探求と詳細な生計促進計画の策定

ラオス国
ナムニアップ-I水力発電開発計画調査

最終報告書

報告書の構成

第1巻	主報告書	
第2巻	要約報告書	
第3巻	附属報告書Ⅰ	: 環境影響評価報告書
第4巻	附属報告書Ⅱ	: 環境管理計画書
第5巻	附属報告書Ⅲ	: 住民移転計画書
第6巻	附属報告書Ⅳ	: 現地再委託業者環境調査報告書
第7巻	附属報告書Ⅴ	: 現地調査業務の記録

表紙写真

ナムニアップ川 下流域の風景	日本・ラオス両国旗 下の現地公聴会	ナムニアップ川 河岸耕作の風景
現地公聴会での モン族民族衣装	中央公聴会での セレモニー風景	タビアン地区での 現地公聴会

第1巻：主報告書

目次

序文	
伝達状	
巻頭図 プロジェクト位置図	
略語表	
要約	S-1
第1章 序章	
1.1 結論と提言	1-1
1.2 開発計画調査の背景	1-2
1.3 開発計画調査の目的	1-3
1.4 開発計画調査の進捗	1-4
1.5 調査報告書の構成	1-6
第2章 地形測量	
2.1 概要	2-1
2.2 計画貯水池内GPS測量	2-1
2.2.1 概要	2-1
2.2.2 GPS測量	2-3
2.2.3 直接水準測量	2-5
2.2.4 GPS測量標高と地形図読取標高の標高差	2-5
2.3 タビアン地区地形測量	2-6
2.3.1 概要	2-6
2.3.2 準備作業	2-6
2.3.3 現地測量	2-7
2.3.4 測量結果	2-8

第3章 地質調査

3.1	概要	3-1
3.1.1	地質資料収集	3-1
3.1.2	インドシナ半島の地質構造	3-1
3.1.3	ナムニアップ川流域の地質構造	3-4
3.2	計画貯水池内の地質構造	3-4
3.2.1	貯水池上流域	3-4
3.2.2	貯水池下流域	3-5
3.3	ダムサイト周辺の地質	3-5
3.3.1	概要	3-5
3.3.2	地質分布	3-5
3.3.3	地質構造	3-12
3.3.4	岩相	3-12
3.3.5	基礎岩盤の強度と止水性	3-14
3.3.6	逆調整池ダムサイト周辺の地質	3-14
3.4	地震資料調査	3-15
3.5	材料調査結果	3-15
3.5.1	材料の強度	3-15
3.5.2	原石山	3-16
3.5.3	盛土材料	3-16

第4章 気象・水文調査

4.1	概要	4-1
4.2	気象・水文観測	4-1
4.2.1	水文観測機材の設置	4-1
4.2.2	雨量観測施設	4-3
4.2.3	水位観測施設	4-4
4.3	気象・水文資料の収集	4-7
4.3.1	概要	4-7
4.3.2	降雨資料	4-7
4.3.3	水文資料収集	4-10
4.4	気象・水文資料解析	4-13
4.4.1	雨量観測資料	4-13
4.4.2	水文観測資料	4-15
4.5	ダム地点月平均流量資料解析	4-17
4.5.1	水文資料の検討	4-17
4.5.2	月平均流量の検討	4-19
4.5.3	月平均流量の評価	4-21
4.6	洪水資料検討	4-22
4.6.1	Pre-F/Sでの検討	4-22
4.6.2	検討資料の評価	4-23

第5章 電力事情調査

5.1	概要	5-1
5.2	メコン河流域の電力事情	5-1
5.3	ラオス国の電力事情	5-2
5.3.1	概要	5-2
5.3.2	IPP実施機関	5-3
5.3.3	ラオス国の電力需要予測	5-3

5.3.4	電力輸出優先プロジェクト	5-6
5.3.5	送電線建設計画	5-8
5.3.6	アジア経済危機の影響	5-9
5.4	タイ国の電力事情	5-12
5.4.1	水力発電と代替発電のポテンシャル	5-12
5.4.2	電力需要の予測	5-13
5.4.3	電力輸入計画	5-18
5.4.4	通貨危機後の経済回復見通し	5-19
5.5	ベトナム国の電力事情	5-20
5.5.1	ベトナム国の概要	5-20
5.5.2	ベトナム国電力セクターの構造	5-21
5.5.3	ベトナム国の電源ポテンシャル	5-22
5.5.4	ベトナム国の電源開発	5-24
5.5.5	ベトナム国の電力輸入計画	5-28
5.6	IPPビジネス戦略	5-29
5.6.1	タイ国火力発電IPPの現状	5-29
5.6.2	ベトナム国IPPの現状と課題	5-31
5.6.3	経済危機後の新しいIPPビジネス戦略	5-32
第6章 水力発電計画		
6.1	概要	6-1
6.2	貯水池運用計画	6-1
6.2.1	貯水池運用計画の目的	6-1
6.2.2	貯水池運用モデルの設定条件	6-2
6.2.3	貯水池運用解析	6-3
6.2.4	発電量の計算	6-3
6.3	基本開発計画の検討	6-4
6.3.1	水力発電計画の基本方針	6-4
6.3.2	基本開発計画の設定	6-4
6.3.3	ダム式水力開発案の比較検討	6-15
6.3.4	流込み式開発案の比較検討	6-18
6.4	工事費の算定と自然・社会環境影響項目の経済評価	6-19
6.4.1	算定条件	6-19
6.4.2	構造物工事数量の設定	6-19
6.4.3	建設工事単価の設定	6-20
6.4.4	建設費以外の費用算定	6-21
6.4.5	自然・社会環境影響項目の経済評価	6-22
6.5	経済・財務評価基準	6-31
6.5.1	経済・財務評価へのアプローチ	6-31
6.5.2	評価パラメーター	6-31
6.5.3	費用分析	6-32
6.5.4	便益算定	6-32
6.6	経済評価	6-33
6.6.1	概要	6-33
6.6.2	経済評価のパラメーター	6-33
6.6.3	回避費用による経済分析	6-33
6.6.4	感度分析	6-34
6.7	財務評価	6-35
6.7.1	概要	6-35
6.7.2	財務評価の条件設定	6-35

6.7.3	財務評価の便益	6-37
6.7.4	FSL.320m案の財務評価	6-38
6.7.5	FSL.360m案の財務評価	6-40
6.7.6	プロジェクトの感度分析	6-40
6.7.7	結論	6-40
第7章 環境影響評価報告書要約		
7.1	概要	7-1
7.2	環境法制度と体制	7-1
7.2.1	政府の環境組織制度	7-1
7.2.2	政策および法制度	7-2
7.3	本調査地域の現況	7-2
7.3.1	事業対象地域の類型区分	7-2
7.3.2	景観、地質、鉱物および土壌	7-2
7.3.3	気候および水文	7-4
7.3.4	水質	7-4
7.3.5	水生生態系及び漁業	7-7
7.3.6	植生および野生生物	7-9
7.4	環境影響評価と環境保全対策	7-17
7.4.1	環境インパクトのスクリーニング	7-17
7.4.2	建設期間中のインパクト	7-17
7.4.3	湛水時のインパクト	7-20
7.4.4	貯水池運用により水没地域に与えるインパクト	7-26
7.4.5	貯水池運用により下流域に与えるインパクト	7-33
7.4.6	両開発規模の環境影響比較	7-33
7.4.7	結論	7-42
7.5	環境マネジメント/モニタリング計画概要	7-43
7.5.1	計画の目的	7-43
7.5.2	実施機関の組織と役割	7-43
7.5.3	環境対策と推定経費	7-44
7.5.4	環境対策の実施スケジュール	7-44
7.6	住民移転計画概要	7-49
7.6.1	計画貯水池の状況	7-49
7.6.2	貯水池湛水による住民移転への影響	7-49
7.6.3	住民移転計画暫定案・最終案の策定	7-55
7.6.4	住民移転計画概要	7-59
7.6.5	結論	7-63
第8章 予備設計		
8.1	概要	8-1
8.2	全体計画	8-2
8.2.1	全体配置計画	8-2
8.2.2	工事前仮設構造物	8-2
8.2.3	工事前道路	8-2
8.3	構造物の予備設計	8-7
8.3.1	設計洪水量	8-7
8.3.2	貯水池運用水位	8-7
8.3.3	本ダム	8-8
8.3.4	洪水吐	8-12
8.3.5	非常用放流設備	8-15

8.3.6	取水口及び圧力導水路トンネル	8-15
8.3.7	発電所	8-16
8.3.8	逆調整池ダム	8-20
第9章 プロジェクト総合評価		
9.1	概要	9-1
9.2	評価基準別総合評価	9-1
9.2.1	評価基準の設定	9-1
9.2.2	調査団の総合評価結果	9-2
9.2.3	自然環境評価	9-3
9.2.4	社会環境評価	9-4
9.2.5	経済評価	9-4
9.2.6	財務評価	9-5
9.2.7	ダム建設技術評価	9-6
9.2.8	環境評価委員会/中央・現地公聴会の評価	9-7
9.2.9	日本国のメコン河流域開発構想から見た評価	9-8
第10章 プロジェクト実施計画		
10.1	詳細調査段階調査業務計画	10-1
10.1.1	概要	10-1
10.1.2	現地調査計画	10-1
10.1.3	設計実施計画	10-2
10.2	事業実施計画	10-3
10.2.1	事業の実施手順	10-3
10.2.2	調達計画	10-5
10.2.3	工事の契約区分	10-7
第11章 調査過程の記録		
11.1	環境評価委員会	11-1
11.1.1	環境評価委員会設立の経緯と要旨	11-1
11.1.2	第1回環境評価委員会	11-2
11.1.3	第2回環境評価委員会	11-5
11.1.4	第3回環境評価委員会	11-9
11.2	中央公聴会	11-12
11.2.1	開催の経緯と趣旨	11-12
11.2.2	第1回中央公聴会	11-12
11.2.3	第2回中央公聴会	11-16
11.2.4	第3回中央公聴会	11-21
11.3	現地公聴会	11-25
11.3.1	開催の経緯と趣旨	11-25
11.3.2	第1回現地公聴会	11-25
11.3.3	第2回現地公聴会	11-27
11.3.4	第3回現地公聴会	11-28
11.4	環境影響調査現地再委託業務	11-32
11.4.1	現地再委託業務の内容	11-32
11.4.2	再委託業者の選定	11-32
11.4.3	調査業務の監督	11-33
11.5	カウンターパートへの技術移転	11-36
11.5.1	概要	11-36
11.5.2	環境調査	11-36

11.5.3	地形測量	11-36
11.5.4	地質調査	11-37
11.5.5	水文観測	11-37
11.5.6	JICAカウンターパート研修	11-38
11.6	記録写真集	11-39
11.7	JICA調査団員	11-44
11.8	附属報告書全目次	11-47

付 表

表1.1	Pre-F/S報告書の開発計画概要	1-3
表1.2	既提出報告書一覧表	1-5
表1.3	最終報告書構成表	1-6
表2.2.1	地形測量の概要	2-3
表2.2.2	実施計画と測量実施内容の比較	2-3
表2.2.3	GPS測量に用いた与点	2-3
表2.2.4	GPS測量基準	2-4
表2.2.5	ナムニアップ川の水面標高	2-4
表2.2.6	GPS観測日程	2-4
表2.2.7	直接水準測量で標高を求めた村落	2-5
表2.2.8	直接水準測量の調査日程	2-5
表2.2.9	GPS測量標高と地形図読取標高の標高差	2-6
表2.3.1	現地測量作業日程	2-7
表3.1.1	地質図及び地質文献	3-1
表3.5.1	Pre-F/Sでのフランクリン試験結果	3-15
表4.2.1	新規水文観測施設の概要	4-1
表4.2.2	雨量及び気象観測データ(タビアン地区)	4-4
表4.2.3	水位標尺設置長	4-5
表4.2.4	流量観測結果	4-5
表4.3.1	収集した気象・水文資料	4-6
表4.3.2	雨量観測所	4-9
表4.3.3	主要地点における集水面積	4-10
表4.3.4	モンマイ測水所地点における集水面積公表値の相違	4-10
表4.4.1	モンマイ測水所流域年平均雨量	4-15
表4.4.2	バクサンーモンマイ間最低水位差(1988-1993)	4-15
表4.4.3	各年の流量観測回数	4-16
表4.4.4	モンマイ村での年平均流出量推定値と年平均雨量推定値の関係	4-17
表4.5.1	ナムニアップダム地点水文指標	4-17
表4.5.2	モンマイ測水所年平均雨量・流量推定値(1962-1991)	4-19
表4.5.3	ナムニアップ1ダム地点年平均流量推定値(1966-1995)	4-19
表4.5.4	ナムニアップ1ダム地点及びモンマイ測水所の流域面積推定値比較	4-20
表4.5.5	ナムニアップ1ダム地点の年平均雨量及び流量推定値比較	4-20
表4.5.6	モンマイ測水所の年平均雨量及び流量推定値比較	4-20
表4.5.7	モンマイ測水所年平均流量推定値比較	4-21
表4.5.8	モンマイ村及びナムニアップ1ダム地点流域面積採用値	4-21
表4.6.1	主要地点の確率洪水流量	4-22
表5.3.1	ラオス国の発生電力量と電力輸出入収支	5-3
表5.3.2	ラオス国の2010年迄の電力需要予測	5-6
表5.3.3	ラオス国におけるIPP計画の現状	5-7

表5.3.4	タイ国の発電コストとラオス国IPPの売電単価.....	5 - 8
表5.3.5	ラオス国内既設・工事中発電所を接続するラオス国側とタイ国側の接続変電所....	5 - 9
表5.4.1	タイ国の既存発電施設.....	5 - 13
表5.4.2	タイ国におけるピーク電力需要.....	5 - 14
表5.4.3	EGAT電力需要実績と想定.....	5 - 16
表5.4.4	EGAT電力需要平均実績と平均想定.....	5 - 17
表5.4.5	タイ国における発電容量の増加(1999年~2011年).....	5 - 19
表5.4.6	タイ国の主要経済指標.....	5 - 20
表5.5.1	電源の地域別構成(1996年実施).....	5 - 23
表5.5.2	ベトナム国の既設発電設備(1999年末).....	5 - 24
表5.5.3	電力需要(1995~1999).....	5 - 24
表5.5.4	送配電設備容量.....	5 - 26
表5.5.5	電力需要想定(2000~2020年).....	5 - 26
表5.5.6	GDP成長率予測.....	5 - 27
表5.5.7	2020年迄の新規開発電源構成.....	5 - 27
表5.6.1	ベトナム国IPPの現状(1999年末現在).....	5 - 31
表6.2.1	貯水池運用解析用入出力データ.....	6 - 3
表6.3.1	河川平均勾配区分.....	6 - 5
表6.3.2	ダム地点別河床標高及び堤頂長.....	6 - 5
表6.3.3	タピアン地区地形測量結果に基づく修正貯水容量.....	6 - 5
表6.3.4	堆砂量の推定.....	6 - 8
表6.3.5	計画貯水池の状況.....	6 - 11
表6.3.6	ナムグム発電所の売電価格体系.....	6 - 13
表6.3.7	ダムサイト地点の30年間月平均流量(NT-2 Generated Series).....	6 - 14
表6.3.8	ダム式開発第1段階比較代替案(第1段階).....	6 - 15
表6.3.9	ダム式開発案の第1段階比較検討結果.....	6 - 15
表6.3.10	ダム式開発案の第2段階経済比較検討結果.....	6 - 17
表6.3.11	ダム式開発案の第3段階経済比較検討結果.....	6 - 18
表6.3.12	流込み式開発比較代替案.....	6 - 18
表6.3.13	流込み式開発案の比較.....	6 - 19
表6.4.1	構造物の工事数量算定仮定条件.....	6 - 20
表6.4.2	各国のICB/IPPプロジェクト契約単価から求めた工事単価.....	6 - 20
表6.4.3	水力発電設備の発電ロス仮定値.....	6 - 21
表6.4.4	保全・補償・対策等の項目別定量化条件.....	6 - 22
表6.4.5	売電収入以外の間接的正負の便益.....	6 - 23
表6.4.6	プロジェクト概要(計画満水位 EL.360m及び EL.320m).....	6 - 24
表6.4.7	水理・構造諸元(計画満水位 EL.360m及び EL.320m).....	6 - 25
表6.4.8	工事数量(計画満水位 EL.360m及び EL.320m).....	6 - 25
表6.4.9	建設費の概略算定結果(計画満水位 EL.360m及び EL.320m) (1/2).....	6 - 27
表6.4.10	建設費の概略算定結果(計画満水位 EL.360m及び EL.320m) (2/2).....	6 - 28
表6.4.11	代替火力発電所の建設費と年経費.....	6 - 29
表6.4.12	計画満水位別発電量.....	6 - 30
表6.6.1	経済解析用パラメーター.....	6 - 33
表6.6.2	火力発電設備の発電ロス仮定値.....	6 - 34
表6.6.3	感度分析結果.....	6 - 34
表6.7.1	事業費支出年度展開.....	6 - 35
表6.7.2	年間運転資金所要額.....	6 - 35
表6.7.3	年間発電量と販売量(GW/h/年).....	6 - 35
表6.7.4	ファイナンスの条件.....	6 - 36
表6.7.5	財務分析の前提条件.....	6 - 37

表6.7.6	財務分析に用いる売電単価	6-37
表6.7.7	売電単価比較表	6-38
表6.7.8	プロジェクトコストの償還	6-38
表6.7.9	感度分析結果	6-40
表7.3.1	事業対象地域の平均月雨量	7-4
表7.3.2	ダム計画地点河川流量	7-4
表7.3.3	水質モニタリング結果	7-7
表7.3.4	魚類多様性の分布	7-8
表7.3.5	地系の侵食	7-11
表7.3.6	保護の必要性が認識されている哺乳類および爬虫類	7-16
表7.4.1	計画全域の環境インパクト一覧表(ダム下流域及び建設現場)	7-18
表7.4.2	計画全域の環境インパクト一覧表(貯水池及び全流域)	7-19
表7.4.3	湛水時 20m ³ /s 放流による下流の流況変化(平均年)	7-20
表7.4.4	湛水地域内の土地利用現況	7-23
表7.4.5	貯水池内の推定バイオマス	7-23
表7.4.6	貯水池でのバイオマス減少効果	7-24
表7.4.7	貯水池内土地利用面積の分布	7-26
表7.4.8	貯水池内の利用可能面積	7-26
表7.4.9	代替案別環境影響比較	7-40
表7.5.1	環境保全対策の検討(含:経費見積)	7-46
表7.5.2	環境保全対策の検討(含:経費見積)	7-47
表7.5.3	環境マネジメント/モニタリング計画実施計画	7-48
表7.6.1	計画貯水池内及びダム下流域内の世帯人口	7-54
表7.6.2	住民移転計画スケジュール	7-58
表7.6.3	RAP検討の費用概算	7-57
表7.6.4	住民移転費用予算案の概算	7-62
表8.1.1	代替案別プロジェクト諸元	8-1
表8.2.1	パクサンと本ダム計画地点間の既存道路の現況	8-2
表8.3.1	本ダムサイトの洪水特性(確率洪水量)	8-7
表8.3.2	開発規模案別運転水位	8-7
表8.3.3	1980年以降完成・建設中のCFRDの法面勾配(ダム高100m以上)	8-10
表8.3.4	本ダムの埋設計器	8-12
表8.3.5	仮排水設備概要	8-12
表8.3.6	取水口及び導水路トンネルの主要諸元	8-16
表8.3.7	発電所の諸元	8-16
表8.3.8	ナムニアップ発電所内部の予備設計寸法表	8-17
表9.2.1	項目別評価基準の設定	9-2
表9.2.2	調査団の総合評価結果	9-2
表9.2.3	経済評価結果	9-4
表9.2.4	財務評価結果	9-5
表9.2.5	代表的な年代別CFRD	9-6
表9.2.6	各代替案のダム諸元	9-6
表9.2.7	各代替案別の技術的検討項目	9-7
表9.2.8	各環境評価委員会・公聴会で出された主要意見	9-7
表10.1	実施段階別作業計画	10-3
表10.2	工事着工前の準備作業計画	10-4
表10.3	主要好手の施工行程	10-5
表10.4	詳細設計開始前の現地作業	10-5
表11.1.1	環境評価委員及び技術アドバイザー	11-2
表11.1.2	第1回環境評価委員会出席者リスト	11-3

表11.1.3	第1回環境評価委員会実施プログラム	11-3
表11.1.4	第2回環境評価委員会出席者リスト	11-5
表11.1.5	第2回環境評価委員会実施プログラム	11-6
表11.1.6	第3回環境評価委員会出席者リスト	11-9
表11.1.7	第3回環境評価委員会実施プログラム	11-9
表11.2.1	第1回中央公聴会開催要領	11-13
表11.2.2	第2回中央公聴会開催要領	11-17
表11.2.3	第3回中央公聴会開催要領	11-22
表11.3.1	第1回現地公聴会開催地	11-26
表11.3.2	第1回現地公聴会日程表	11-26
表11.3.3	第2回現地公聴会日程表	11-27
表11.3.4	第3回現地公聴会開催地	11-30
表11.3.5	第3回現地公聴会日程表	11-30
表11.7.1	業務従事者ごとの分担業務内容	11-44
表11.7.2	実施要員計画	11-46

付 図

図1.1	計画全域図	1-7
図1.2	全体作業の流れ	1-8
図2.2.1	GPS測量及び直接水準測量位置図	2-2
図2.3.1	タビアン地区の耕作地水没状況(標高320m以上)	2-9
図2.3.2	タビアン地区の耕作地水没状況(標高360m以上)	2-10
図3.1.1	インドシナ半島の地質構造図	3-2
図3.1.2	ナムニアップ川流域の地質構造図	3-3
図3.3.1	ダムサイト周辺の地質構造概要図	3-6
図3.3.2	ダムサイト周辺の地質構造平面図	3-7
図3.3.3	ダム軸上の地質構造横断面図	3-8
図3.3.4	仮排水トンネルに沿った各地質縦断面図	3-9
図3.3.5	洪水吐に沿った各地質縦断面図	3-10
図3.3.6	導水路トンネルに沿った各地質縦断面図	3-11
図3.3.7	礫岩露崖のスケッチ	3-13
図3.5.1	原石山調査位置図	3-17
図4.2.1	水文観測施設位置図	4-2
図4.2.2	雨量及び気象観測データ(タビアン地区)	4-3
図4.2.3	水位流量曲線	4-6
図4.2.4	JICA調査団観測の降雨及び水位データ	4-7
図4.3.1	月別平均降水量の分布(モンマイ観測所)	4-9
図4.3.2	ナムニアップ川流域周辺の地形概念図	4-11
図4.3.3	流域分割図	4-12
図4.3.4	モンマイ地点の日流量変動図(1988-1993)	4-14
図5.3.1	IPPの実施に係る主要なラオス政府機関の組織図	5-4
図5.3.2	IPPプロジェクトの実施過程	5-5
図5.3.3	ラオス国の輸出用電力500kV幹線網図	5-10
図5.3.4	パクサン-ナボン間の500kV幹線図	5-11
図5.4.1	月別ピーク電力の推移	5-14
図5.4.2	タイ国における各10年間の日負荷曲線	5-15
図5.4.3	月別電力需要の3つのシナリオと実績の比較	5-17
図5.5.1	ヴェトナム国電力システムの特徴	5-23

図5.5.2	既設主用電力設備位置図	5-25
図5.5.3	月別電力需要の3つのシナリオと実績の比較	5-17
図5.5.3	月別電力需要の3つのシナリオと実績の比較	5-17
図5.5.3	月別電力需要の3つのシナリオと実績の比較	5-17
図6.3.1	比較ダムサイト位置図	6-6
図6.3.2	ナムニアップ計画貯水池面積・容量曲線	6-7
図6.3.3	貯水池満水位の地形的制約	6-9
図6.3.4	計画満水位別貯水池断面形状	6-10
図6.3.5	地方送電網整備計画ルート図	6-12
図6.3.6	電力量計算に使用した30年間月平均流量の流況曲線	6-13
図6.3.7	第1段階経済評価結果	6-16
図6.3.8	第2段階経済評価結果	6-17
図6.7.1	財務分析結果(中規模案 FSL.320m)	6-39
図7.3.1	調査対象地域の分類	7-3
図7.3.2	ナムニアップ川全流域図	7-5
図7.3.3	水質調査地点分布図	7-6
図7.3.4	ナムニアップ川流域内の地系分布図	7-10
図7.3.5	ナムニアップ川流域内の土地利用現況図	7-12
図7.3.6	ナムニアップ川流域内の開発可能区分図	7-13
図7.3.7	野生動物の生態系影響範囲図	7-15
図7.4.1	貯水池内の土地利用現況図(大規模ダム開発案/満水位 EL.360m)	7-21
図7.4.2	貯水池内の土地利用現況図(中規模ダム開発案/満水位 EL.320m)	7-22
図7.4.3	貯水池内滞留時間の水質影響度	7-25
図7.4.4	運転水位変動域図(大規模ダム開発案/満水位 EL.360m)	7-27
図7.4.5	運転水位変動域図(中規模ダム開発案/満水位 EL.320m)	7-28
図7.4.6	ポーレンバイダーモデル図	7-30
図7.4.7	水位別温度分布の月変動図(大規模ダム開発案/満水位 EL.360m)	7-31
図7.4.8	水位別温度分布の月変動図(中規模ダム開発案/満水位 EL.320m)	7-32
図7.4.9	流量変動図(ダム計画地点: m ³ /s)	7-34
図7.4.10	流量変動図(ダム計画地点: %)	7-35
図7.4.11	流量変動図(モンマイ観測地点: m ³ /s)	7-36
図7.4.12	流量変動図(モンマイ観測地点: %)	7-37
図7.4.13	流量変動図(メコン河合流地点: m ³ /s)	7-38
図7.4.14	流量変動図(メコン河合流地点: %)	7-39
図7.4.15	単位発電量に対する水没面積と移転住民数との相関図	7-41
図7.5.1	環境管理組織図(案)	7-45
図7.6.1	調査対象地域内行政区分図	7-50
図7.6.2	サイソンボン県交通網図	7-51
図7.6.3	計画貯水池内村内の分布状況	7-52
図7.6.4	下流村落の分布状況	7-53
図7.6.5	タピアン地区の土地利用現況図	7-56
図7.6.6	計画貯水池周辺の住民移転候補地	7-60
図8.2.1	本ダム配置図(中規模ダム開発案満水位 EL.320m)	8-3
図8.2.2	本ダム配置図(大規模ダム開発案満水位 EL.360m)	8-4
図8.2.3	本ダム地点周辺の仮設備及び新設道路路線図	8-5
図8.2.4	パクサンからダム地点までの取付道路路線図	8-6
図8.3.1	本ダム縦横断面図(中規模ダム開発案満水位 EL.320m)	8-9
図8.3.2	仮排水路縦断面図(中規模ダム開発案満水位 EL.320m)	8-13
図8.3.3	洪水吐縦断面図(中規模ダム開発案満水位 EL.320m)	8-14
図8.3.4	取水口及び導水路トンネル縦断面図(中規模ダム開発案満水位 EL.320m)	8-18

図8.3.5	発電所縦横断図(中規模ダム開発案 満水位EL.320m).....	8 - 19
図8.3.6	逆調整池の暫定運転方式.....	8 - 21
図8.3.7	逆調整池の構造概念図.....	8 - 22
図8.3.8	逆調整池の貯水容量と湛水面積.....	8 - 23
図9.2.1	経済評価結果.....	9 - 5
図9.2.2	財務評価結果(中規模開発案FSL.320m).....	9 - 5
図10.1	第2段階調査計画工程表(案).....	10 - 1
図10.2	着工前の作業工程.....	10 - 4
図10.3	ナムニアップ-1水力開発計画暫定工事工程(満水位 320m案).....	10 - 8

用語表

略語	英語表記	日本語表記
Lao PDR agencies	ラオス国機関名	
EDL	Electricite du Laos	国家電力公社
GOL	Government of Lao PDR	ラオス国政府
HPO	Hydropower Office (Department of Electricity, MIH)	電力局水力発電部
LWU	Lao Women's Union	ラオス女性連合
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry	農業・林業省
MIH	Ministry of Industry and Handicrafts	工業・手工芸省
MOH	Ministry of Health	保健省
STENO	Science, Technology and Environment Organization	科学技術環境委員会
Foreign organizations	国際機関名	
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
GOJ	Government of Japan	日本国政府
IUCN	World Conservation Union (Switzerland)	国際自然保護連合
JICA	Japan International Cooperation Agency (Japan)	国際協力事業団
NTEC	Nam Theun 2 Electricity Company	ナムテン2電力会社
OEFC (JBIC)	Overseas Economic and Cooperation Fund (Japan) JBIC (Japan Bank for International Cooperation)	海外経済協力基金 (平成11年10月1日より国際協力銀行に改編)
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
WCS	The Wildlife Conservation Society (New-York)	野生生物保存協会
WHO	World Health Organization	国際保健機構
Others	その他	
B.	"Ban" Village in Laotian language	村落名
BOT	Built-Operate-Transfer	建設・操業・移譲
BOOT	Built-Own-Operate-Transfer	建設・所有・操業・移譲
CFRD	Concrete Faced Rockfill Dam	コンクリート表面遮水壁ロックフィルダム
EAC	Environmental Assessment Committee	環境評価委員会
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMMP	Environmental Management & Monitoring Plan	環境管理計画
F/S	Feasibility Study	実施可能性調査
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
IPP	Independent Power Producer	独立電力生産者
LCB	Local Competitive Bidding	国内競争入札
MOU	Minutes of Understanding	協議覚書
NBCA	National Biodiversity Conservation Area	国立生物保護区
NGOs	Non Governmental Organizations	非政府団体
NK-NBCA	Nam Khading Protected Area	NK保護区
PKK-NBCA	Phou Khao Khouai Protected Area	PKK保護区
PPA	Power Purchase Agreement	発電契約
SPP	Small Power Producer	小電力生産者
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
S/W	Scope of Works	実施調査細則
TOR	Terms of Reference	実施項目
Unit	単位	
EL.() m	Meters above Sea level	標高 (m)
US\$	US Dollar	米国内通貨 (ドル)
K.	Kip in Lao PDR	ラオス国通貨 (キップ)
Bht.	Baht in Thailand	タイ国通貨 (バーツ)
MW	Mega Watt (one million watt)	千ワット、百万ワット
GWh	Giga Watt Hour (one billion watt hour)	百万ワット(10億ワット)時
B-C, B/C	B: Benefit and C: Cost	B: 便益 C: 費用
EIRR, FIRR	Economic/Financial Internal Rate of Return	経済的/内部収益率