

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2巻

要約報告書

平成12年2月

JICA LIBRARY



J 1155576 (0)

日本工営株式会社

JICA
112
643
MPN
IBRARY

鉦調資
J R
00-008

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2巻

要約報告書



平成12年2月

日本工営株式会社



1155576 (0)

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-1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步踏み出し、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。

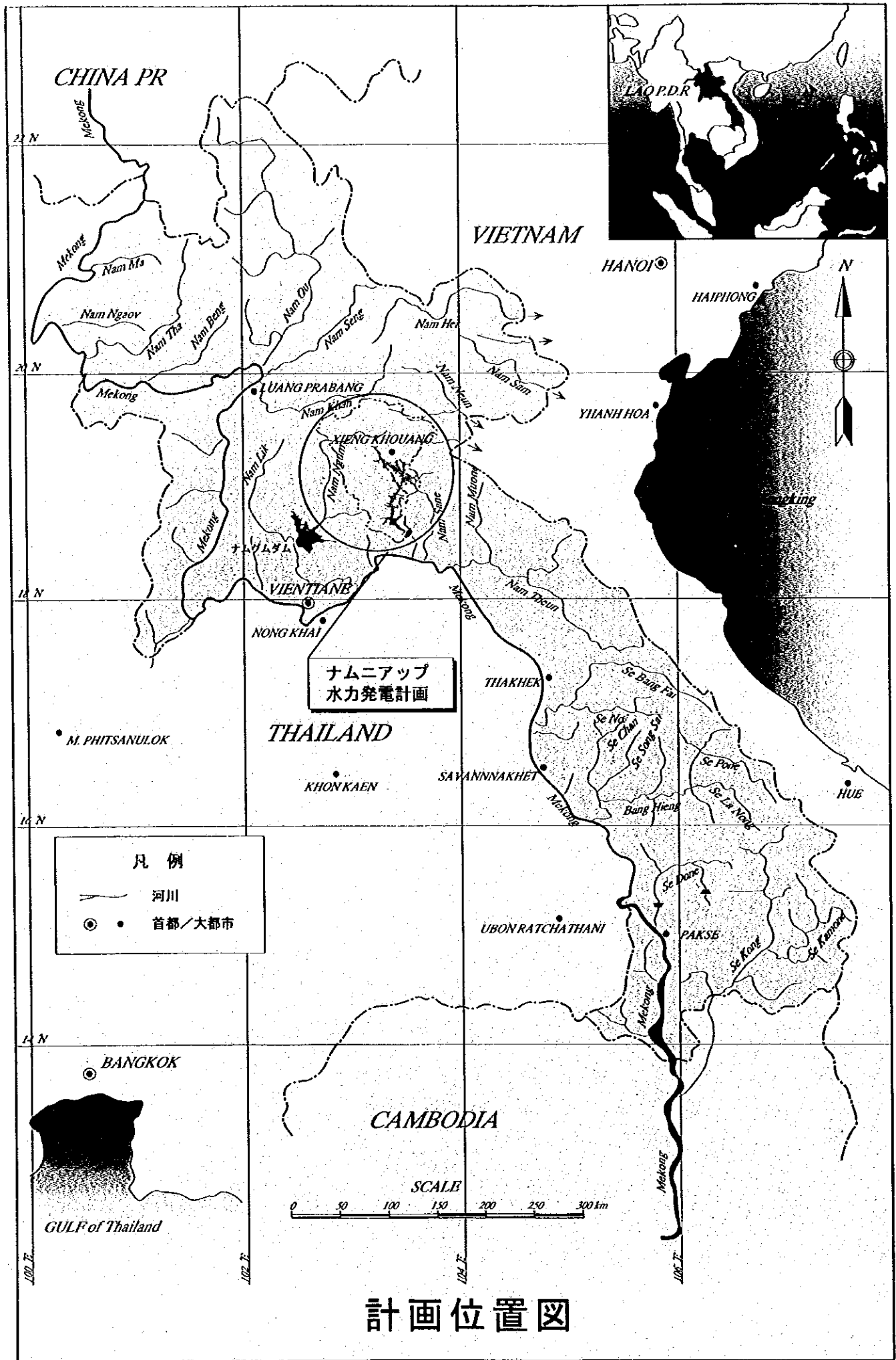
なお、同調査期間中、貴事業団及び環境評価委員会には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。また、ラオス国政府、在ビエンチャン日本国大使館、貴事業団ラオス事務所の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

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



計画位置図

ナムニアップ-I水力発電開発計画調査 概要

結論と提案

1. 千年紀ダムの建設

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た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値的評価ができる。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(FSL320m)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 (FSL320m)	大規模ダム開発案 (FSL360m)
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ボリカムサイ県・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体的に評価した。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硫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	既存ナムダ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	ホエイパモン村	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	シェンガム県とボリカマ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.	工事に係わる雇用の創出	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ガム県の経済発展に顕著な外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ダ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、ク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。

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 万ドル、FSL.320m 案では 9 万~13 万ドルと推定される。

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. 工事中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 の工事中道路と 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、影響は兩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2巻：要約報告書

目次

序文	
伝達状	
巻頭図 プロジェクト位置図	
略語表	
調査概要	S-1
第1章 結論と提言	
1.1 千年紀ダムの建設	I-1
1.2 プロジェクト総合評価	I-3
第2章 水力発電計画	
2.1 基本諸元の設定	II-1
2.2 代替案計画と開発規模の検討	II-2
2.3 費用と便益の算定	II-4
2.4 回避費用による経済分析	II-6
2.5 財務評価	II-6
2.6 結論	II-10
第3章 環境影響評価	
3.1 EIA調査の概要	III-1
3.2 計画地域の基本情報	III-1
3.3 環境インパクトのスクリーニング	III-3
3.4 建設期間中の環境インパクト	III-3
3.5 湛水時の環境インパクト	III-4
3.6 貯水池運用時の環境インパクト	III-6

3.7	環境管理計画.....	III - 7
-----	-------------	---------

第4章 初期住民移転計画(PRP)

4.1	計画貯水池の状況.....	IV - 1
4.2	貯水池湛水による住民移転への影響.....	IV - 1
4.3	住民移転計画暫定案と最終案の策定.....	IV - 3
4.4	住民移転計画概要(RAP).....	IV - 4

付 表

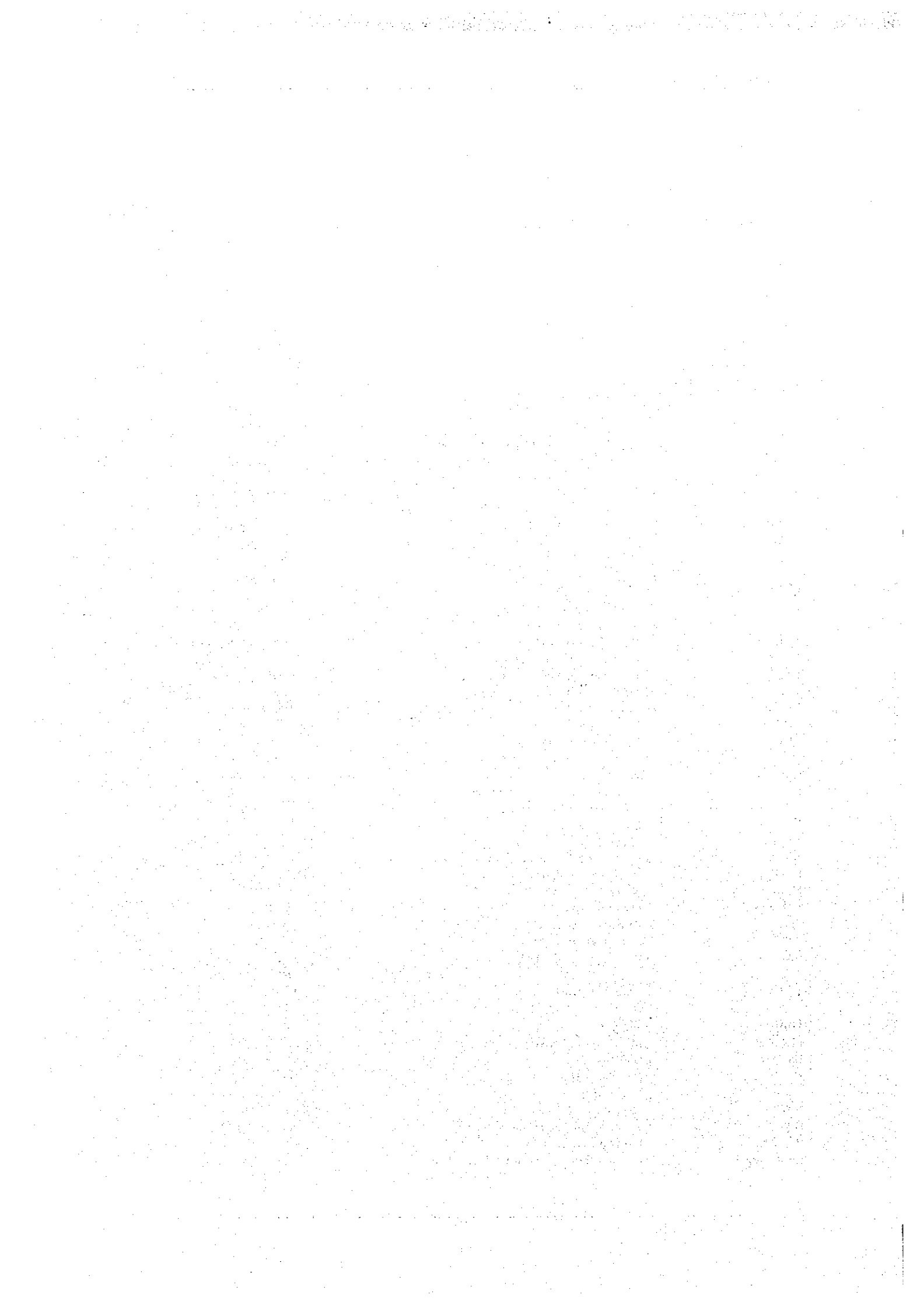
表3.1	計画対象全域の環境インパクト一覧表(ダム下流域及び建設現場).....	III - 8
表3.2	計画対象全域の環境インパクト一覧表(貯水池及び全流域).....	III - 9
表3.3	代替案別環境影響比較 (1/2).....	III - 10
表3.4	代替案別環境影響比較 (2/2).....	III - 11
表3.5	環境保全対策の検討 (1/2).....	III - 12
表3.6	環境保全対策の検討 (2/2).....	III - 13

付 図

図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.....	III - 14
図4.1	調査対象地域内行政区分図.....	IV - 7
図4.2	計画貯水池内村落の分布状況.....	IV - 8
図4.3	ダム下流域村落の分布状況.....	IV - 9
図4.4	計画貯水池周辺の住民移転候補地.....	IV - 10

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, MHI)	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
MHI	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
OECD (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 Khuai Protected Area	PKK保護区
PPA	Power Purchase Agreement	売電契約
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)	百万ワット時(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



第1章 結論と提言

1.1 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。

今回の調査目的は、環境保全か開発推進かというものではないが、プロジェクトが具体化するに連れてこの問題に興味を抱く人々が増えるであろう。また、永久構造物を建設する大プロジェクトも、その時代に置かれた価値観で規模が決定される。特に、水力発電 IPP のように、自然界の制約条件が多い事業では、事業リスクの回避が計画規模決定上、最大の要因となる。

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。

基本計画諸元は、下表に示す通りである。

構造物	項目	単位	計画諸元
貯水池	Catchment area at dam site	km ²	3,700
	Annual basin rainfall	mm	2,470
	Annual mean runoff	m ³ /s	162.3
	Annual mean runoff	mill. m ³	5,118
	Average run-off coefficient	-	0.56
	Probable max. flood, PMF	m ³ /s	15,900
	Mean annual sediment flow	t/km ² /yr	413.4
	Reservoir area at FSL	km ²	73.9
	Gross storage volume	10 ⁶ m ³	2,279
	Effective storage volume	10 ⁶ m ³	1,779
	Full supply level (FSL)	EL.m	320
	Minimum operation level (MOL)	EL.m	284
	Draw-down	m	36
本ダム	Dam type	-	CFRD
	Dam height length	m	157
	Dam crest length	m	524
	Dam volume	10 ⁶ m ³	6.9
	Dam crest level	EL.m	325
洪水吐	Spillway crest level	EL.m	306.5
	Design flood capacity	m ³ /s	8,730 (Q=10,000yr)
導水路トンネル	Design discharge	m ³ /s	221
	Headrace tunnel diameter & length	m	9.0, 420
発電所	Powerhouse type	-	Surface type
	Powerhouse size	m	L58mxW31mxH58m
	Design flood discharge	m ³ /s	4,519 (Q=100yr)
	Rated head	m	131.8
	Type of turbine	-	Vertical Francis
	Plant capacity & nos. of unit	MW	240=2nos@120
	Annual energy	GWh	1,349
逆調整池施設	Max. pond level	EL.m	173
	Required storage capacity	mill. m ³	4.7
	Design flood discharge	m ³ /s	4,519 (Q=100yr)

1.2 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た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	O	Δ
2.	社会環境評価	O	Δ
3.	経済評価	Δ	O
4.	財務評価	Δ	O
5.	ダム建設技術評価	O	O
6.	環境評価委員会/公聴会での評価	O	Δ
7.	日本国のメコン河流域開発構想から見た評価	O	O
8.	総合評価	O	Δ

注: O: 開発が望ましい代替案。

Δ: 開発不可ではないが、相対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。

第2章 水力発電計画

2.1 基本計画諸元の設定

ダム地点

フランス政府によって1991年にラオス政府に提出され1995年に見直されたPre-F/S報告書において、ナムニアップ川の最下端、支川ナムカタ川直下流の急流部がダムサイトに選定された。

1998年から実施している本調査業務において、20km及び40km上流にある他の2候補地点とそれぞれ比較した結果、上記地点が高ダムの建設に最も適した地点として再確認された。

貯水池容量

既存の地形図と本調査業務で得られたGPS測量による測定標高との間には、規則的な関連が無く、また顕著な相違が在ることが判った。

また、本調査において修正された地形図を1:50,000既存地形図と比較した結果、貯水池上流域の湛水面積が既存の地形図より5%ほど狭いことが判明した。そのため、上流貯水池面積と容量を減じて湛水面積-貯水量曲線を修正した。

貯水池内最終堆砂レベル

運転最低水位設定の基礎条件を与えるナムニアップ貯水池の最終堆砂レベルは、流下してくる流砂の大半が、貯水池上流部に広大に拓けた平坦部で沈降してしまうと予想されるため、標高200mと設定した。

採用した単位堆砂量は、ナムテン2の代替案検討でナムニアップ流域の数値として算定した $413.4\text{t}/\text{km}^2/\text{year}$ が、ナムグム-1の実測データや他の報告書において推定されている近傍での堆砂量と比べても、充分安全側の数値を示している。従って、このナムテン2の検討で用いられた値をそのまま採用した。

発電使用水量

発生電力量の算定には、ナムテン2の代替案検討において、ナムニアップ川流域に対して算定された長期河川流出量を採用した。この流出データは、30年間の月別流量で、その平均流量は $162.3\text{m}^3/\text{s}$ とされ、Pre-F/S報告書で採用されていた平均流量($210.8\text{m}^3/\text{s}$)の約70%に相当する。

尖頭負荷時間

ラオス国内で計画中の IPP プロジェクトによる電力に対して、EGAT は当面、準尖頭負荷出力でしか購入しない姿勢を示している。このため、本プロジェクトの場合も、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 時間或いは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。

2.2 代替案計画と開発規模の検討

第1段階代替案検討

ダム式水力開発案の代替案は、計画貯水池(Pre-F/S で提案された開発規模)の上流域、下流域及びダム計画地点下流部で、それぞれ異なる影響が予想されるとした初期環境影響評価(IEE)の結果を踏まえ、計画貯水池の満水位の設定を変えることにより検討した。

検討は 2 段階に分けて行うこととし、第 1 段階では満水位標高を基準に、大・中・小 3 つのダム規模開発案を選定した。大規模ダム開発案では、多数の村落を水没させる代償として、最大の経済効果をもたらす満水位に定める一方、小規模案では計画貯水池内のタビアン地区(上流域)とホン地区(下流域)の両地区全村落を水没させない満水位を設定することとし、さらに、この中間の満水位を中規模案として分類したものである。第 1 段階で選定した代替規模案の分類を示せば下表の通りである。

No.	開発計画代替案	開発代替案の概要
①	大規模ダム式案	全村落を水没させて発電出力を大きくするダム式開発計画で、大規模な移転が必要となる。満水位検討範囲は EL.360m~EL.400m である。
②	中規模ダム式案	貯水池下流部とタビアン地区の一部を水没させるダム式開発計画で、満水位検討範囲 EL.240m~EL.360m の内、大規模な村落を形成するタビアン地区の水没を避ける EL.300m~EL.325m の検討が大きな比重を占める。
③	小規模ダム式案	貯水池下流部を含む全村が水没しない案。満水位は EL.240m である。

さらに第 2 段階では、第 1 段階で棄却された小規模ダム式開発案を除外した満水位標高範囲 EL.300m~EL.390m を検討対象として、標高 10m 毎に経済評価を行う一方、社会・自然環境の評価も併せて行うこととした。

上記の結果から、以下のことが判明した。

- ① 小規模ダム開発案は経済的に成り立たない。
- ② 中規模ダム開発案でも、満水位が標高 300m 以下の場合には、 $B/C < 1$ 、 $EIRR < 0.1$ となり経済的に成り立たなくなる。
- ③ 大規模ダム開発案の方が中規模案より開発の経済効果が大きい。

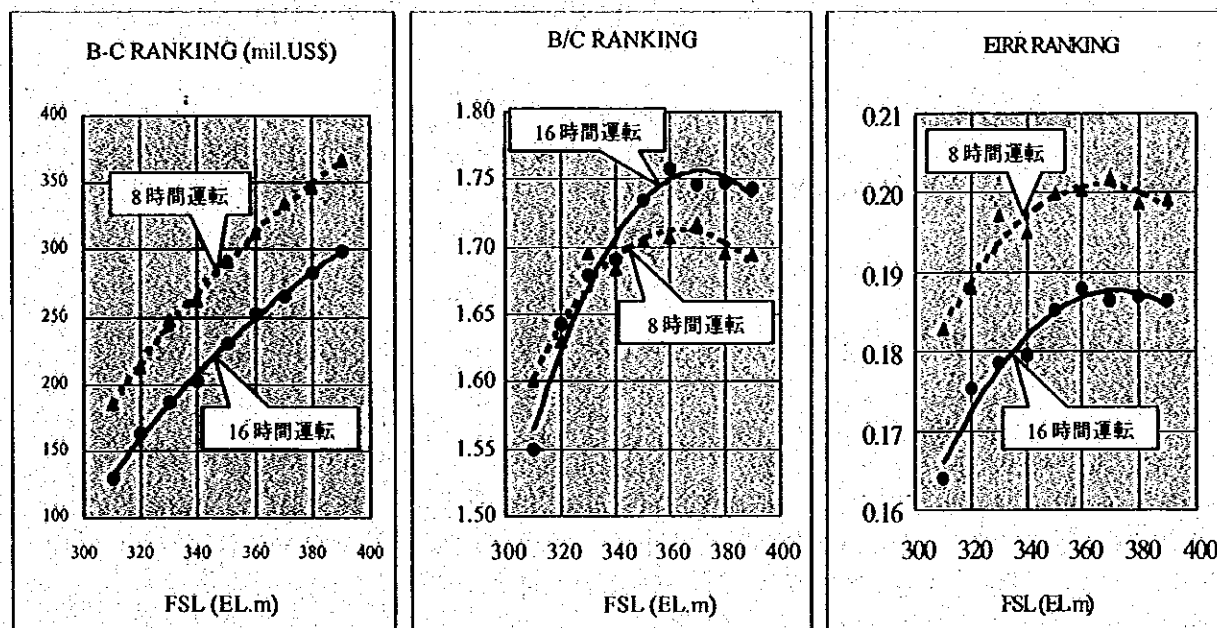
このことから、第 1 次段階比較検討の結果として更に以下の 2 つの結論が見いだされた。

- ① 大規模開発案は、経済的に最も有利である。
- ② 経済的に成り立ち且つ社会・自然環境にも優しい開発規模(自然・社会環境的最適規模)は中規模開発案であり、その最適満水位は標高 320m 付近にある。

経済効果を重視した開発の第2段階比較検討結果

第2段階では、満水位標高の範囲 EL.310m~EL.390m を対象として、標高 10m 毎に経済評価を行った。解析に用いた計算手法、地形・水文資料は第1段階評価時と同じだが、移転対象人口・水田面積、建設工事費については、最新の資料を基に見直しを行った。第2段階での比較検討結果の要約は、以下の表と図に示す通りである。

番号	摘要 満水位	定格出力 (MW)	年発生電力 (GWh)	建設費 (Mil.USS)	B/C	B-C (Mil.USS)	EIRR (%)
1.	EL.310m	214	1,192	316.3	1.55	129.83	16.39%
2.	EL.320m	240	1,349	339.6	1.64	163.21	17.52%
3.	EL.330m	263	1,508	367.5	1.68	186.44	17.85%
4.	EL.340m	280	1,626	392.1	1.69	202.60	17.97%
5.	EL.350m	314	1,777	420.4	1.73	230.85	18.52%
6.	EL.360m	334	1,905	445.6	1.76	252.46	18.81%
7.	EL.370m	356	2,030	476.1	1.75	265.83	18.65%
8.	EL.380m	377	2,148	505.0	1.75	282.37	18.69%
9.	EL.390m	401	2,282	538.4	1.74	299.29	18.65%



上記の結果から、経済的な最適満水位は EL.360m にあり、また自然・社会環境的最適規模は EL.320m 付近にあることが、共に判明した。したがって、今後は自然・社会環境的最適規模と経済的最適規模の2つに絞って、それらの開発規模に最も適した資金調達方式を検討する。

最終的な最適開発規模は3つの異なる評価視点すなわち、①自然・社会環境の視点、②経済的視点、③財務的視点(資金調達方式に焦点)における総合評価の結果として決定される。