

タイ王国

# ナムヤム水力発電開発計画

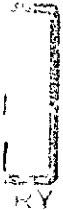
## 事前調査報告書

1982年2月

国際協力事業団

鉦計資

82 - 58





JICA LIBRARY

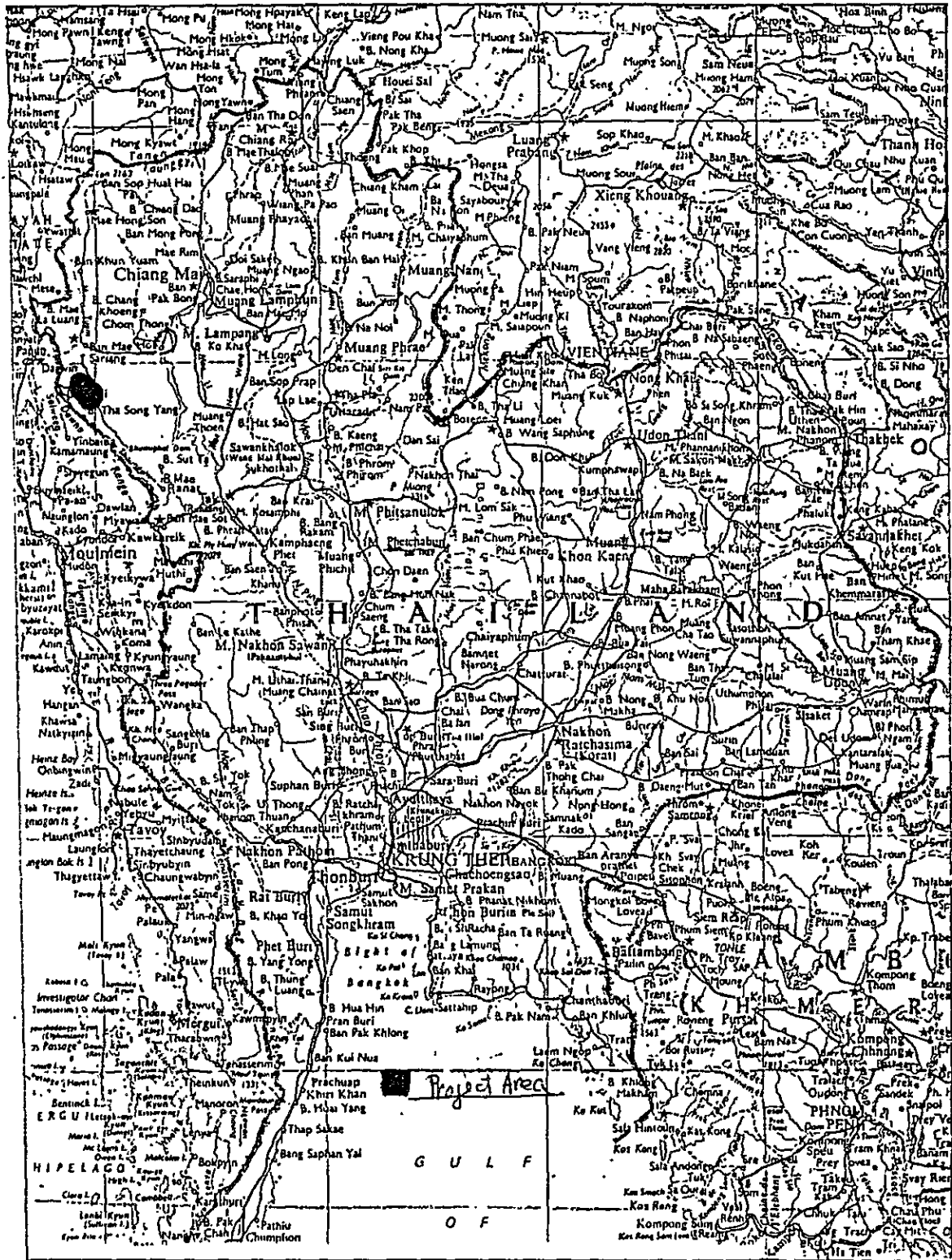


1049984[6]

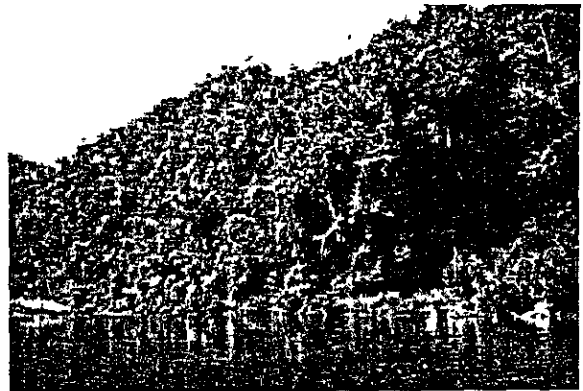
国際協力事業団

受入 月日 '85: 3.12	122
登録No. 11135	64.3
	MPN

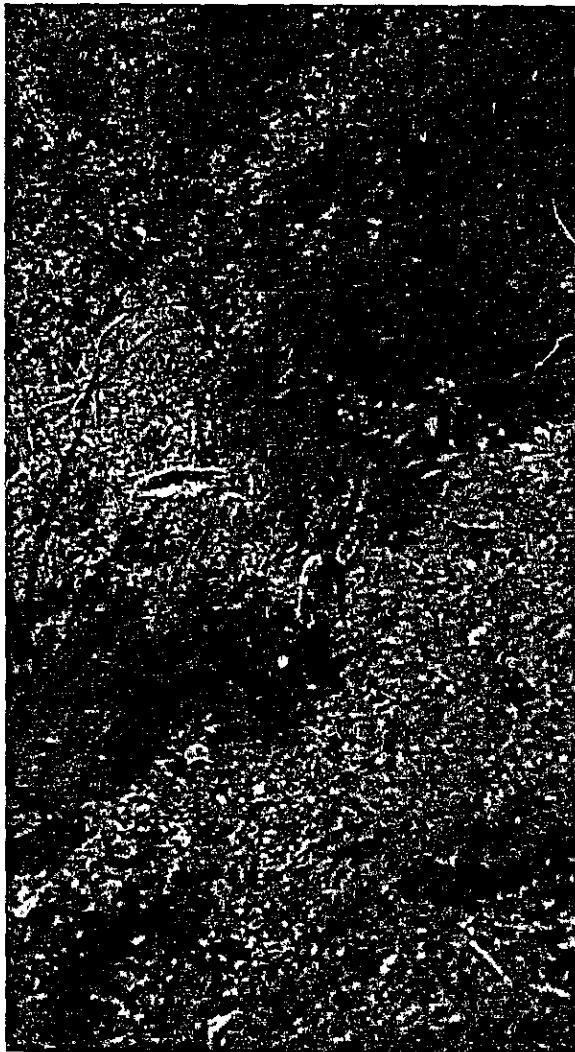
調査位置図



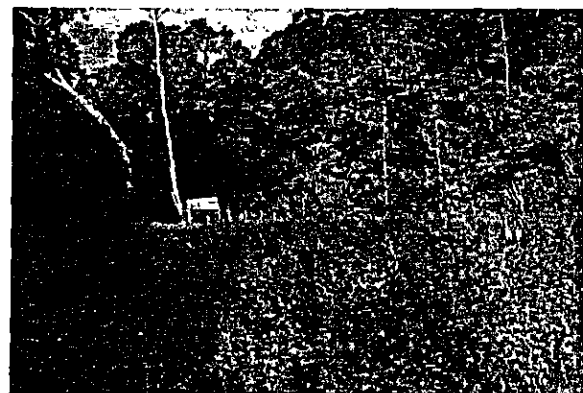




ダムサイトA



ユアム河バックウォーター附近



象が歩いた直後の山道

ダムサイト上流第2宿泊地





添付資料

別添 Ⅱ-1	S/W 成文 ( 英文 )
別添 Ⅱ-2 A, Ⅱ-2 B	議事録及び踏査報告書 ( 英文 )
別添 Ⅱ-3	面会者リスト表
別添 Ⅱ-4	資料リスト表
別添 Ⅱ-5	タイ国電力事情概要 ( 附 N E A 組織表 )
添付図 Ⅱ-1	調査位置図
添付図 Ⅱ-2	ダムサイト A, 外, 写真 3 葉
添付図 Ⅱ-3	代替ダムサイト位置図 ( 1 : 50,000 )
添付図 Ⅱ-4	ダムサイト A, 地質踏査図 ( 1 : 2,000 )
添付図 Ⅱ-5	代替ダムサイト, 提案ボーリング位置図 ( 1 : 10,000 )



## は し が き

本件事前調査は、タイ王国ヤム川における水力発電開発計画調査実施についてのタイ王国政府よりの要請に基づき、国際協力事業団が日本政府の委託を受けて実施したものである。

調査団は高橋三千夫氏（JICA特別囑託）を団長とする4名の構成により、昭和57年1月27日より2月13日にわたり、本件開発計画の内容、目的、関連情報等具体的な計画内容の把握を行うとともに、対象地域の現地踏査を実施し、今後実施される本格調査に関する Scope of Work についてタイ王国政府関係機関と協議を行った。

本調査報告書は、現地調査結果および収集資料の検討、解析に基づき本格調査計画案を策定したものであり、今後実施する調査の指針となるものである。

終りに調査の任にあられた団員の労を多とするとともに、調査に際して多大の協力をいただいたNEA、DTEC等のタイ王国政府関係者、在タイ日本大使館、外務省、および通商産業省の関係各位に対し心から謝意を表すものである。

1982年2月



# 目 次

## 位 置 図

## は し が き

1. 概 要 .....	1
1-1 調査の目的 .....	1
1-2 調査結果の概要 .....	1
1-3 今回の調査に至るまでの経緯 .....	2
2. タイ国における電力エネルギー問題の背景とナムヤム水力発電開発計画の意義 .....	3
2-1 電力エネルギー問題の意義 .....	3
2-2 ナムヤム水力発電開発の意義 .....	3
3. ナムヤム水力開発計画の概要 .....	5
3-1 NEA 提案計画概要 .....	5
3-2 提案計画に対する若干の考察 .....	5
4. 現地調査結果並びに問題点 .....	7
4-1 日 程 .....	7
4-2 行 程 .....	7
4-3 NEA からの協力チーム .....	8
4-4 調査器具 .....	8
4-5 地形及び地質の概況 .....	8
4-6 代替ダムサイト .....	19
4-7 築堤材料 .....	20
4-8 問 題 点 .....	20
5. S/W 協議及び合意内容 .....	23
6. 関連資料 .....	24
7. 結 論 .....	25



# 1. 概 要

## 1-1 調査の目的

本調査は本格的フィービリティスタディ実施に先立つ事前調査を行うことを目的としたものである。

即ち、タイ王国の北西部に位置する Amphoe Mae Sariang, Changwat Mae Hongson の約 43 km 南方、タイ、ビルマ国境に近い、Nam Moei と Nam Yuam の合流点より 7 km の上流にサイトがある。

— タイ王国ならびにプロジェクト所在地域の電力事情

— 現地の地形、地質、水文、社会環境

— 現地への立入り難易

— タイ政府、NEA、DTEC、ならびに地元の本プロジェクトに対する姿勢

などが調査項目の主要なもので、タイ側と日本側の調査内容、分担、スケジュール、現地における便宜供与等について意見を交換し、Scope of Work の協議を行ない、合意調印することを目的とした。

## 1-2 調査結果の概要

### 1) 調査期間

昭和 57 年 1 月 27 日～2 月 13 日、18 日間にわたり現地調査を実施した。

### 2) 調査団の編成

高橋 三千夫	団 長	総 括	国際協力事業団
加藤 圭 一	団 員	業務調整	＃
安田 武 二	＃	土 木	中央開発株式会社
尾関 規	＃	地 質	＃

### 3) 調査結果

調査団は、1 月 27 日東京出発、同日バンコック着、28 日大使館、JICA 事務所、DTEC 訪問、29 日 NEA を訪問、協議を開始した（面会者リストは別添）。

30 日現地踏査のためバンコックを後にしチェンマイに到着した。今回の事前調査は、東京出発まで現地事情が明らかでなく、道路の状況、宿泊設備、その他色々心配されたが、乾季のため、天候にめぐまれ、タイ側の支援もよく、順調とは言い難いが現地踏査（A 地点のみ）を実施することができたのは幸いであった。

2 月 6 日夜バンコック帰着、ただちに地形図、航空写真、水文、気候、地質、その他

の資料収集及び説明聴取を進めた。同時に9日より計画ならびに現地踏査結果の報告書の作成、検討とS/W原案について協議を進めた。

S/Wの協議は9日より12日まで正4日行われ、最終的にミニッツおよびS/Wのサインにこぎつけた。

JICAおよび大使館へ連絡の上12日午後4.00サインを了した。

本調印文書はDTEC側署名が遅れるとのことで、後日大使館を通じて送付されることとなった。

### 1-3 今回の調査に至るまでの経緯

タイ国との技術協力案件は数多くNEAとのナムバイ・チャム水力開発のマスタープランにつづき、このナム・ヤム水力開発プロジェクトのF/S要請が提出されていたが、主としてタイ側の事情により延期されていた。昭和56年9月と12月の2回にわたり延期の連絡がタイ側よりあったが、理由は天候の不適およびNEA幹部不在等のためと思料される。

しかしながらNEAの説明にある如く、本地点は次期(第6次)経済社会開発5ヶ年計画(1987~1991)の期間中には完成すべきものとされ、石油の輸入(現在タイのエネルギー国産比率は25%)を減少するという絶対的命題を達成するためにも早期開発が望まれている地点である。



## 2. タイ国に於ける電力エネルギー問題の背景と ヤム河水力発電開発計画の意義

### 2-1 電力エネルギー問題の背景（別添：タイ国電力事情概要参照）

- ① タイ国の経済成長率の水準は1970～79年代平均7.4%を示し、これは香港、韓国、台湾、シンガポール等の新興工業国に次ぐもので、アジア発展途上國中傑出している。
- ② 1960年G. D. P. の40%を占めていた農林水産業部門の比重が次第に低下し、79年約25%となり、工業部門が約10%から20%に倍増した事実からも裏付けられる。
- ③ 工業部門の成長率は従来農業部門の好、不況に応じ変動していたものが、70年代に入って農業部門の変動に左右されず、常時約10%台の成長を維持している。この事は工業部門の自律的な発展が開始されたと解釈出来る。
- ④ 即ちエネルギー需要の面から、工業部門の動力源、熱源として近代的な商業エネルギーの供給が不可欠となることである。
- ⑤ 電力需要予測としてはNESDB(National Economic and Social Development Board)、NEA、EGAT(Electricity Generating Authority)、MEA(Metropolitan Electricity Authority)及びPEA(Provincial Electricity Authority)で構成された委員会の作成した改訂電力長期開発計画(1978～1993)に依れば年率10%となっている。
- ⑥ エネルギー形態別では石油製品が全体の78%を占め、石油輸入減を計ることはタイ国経済安定の為の最重要事である。
- ⑦ タイ国に於て年率10%を超える電力需要を賄う石油代替電源として天然ガス、褐炭、水力、原子力が考えられるが、夫々種々の問題を抱え、結果として石油、石炭の輸入は避け得ないであろう。
- ⑧ 2000年に於て石油製品は総エネルギーの57%を見込んでいる。
- ⑨ 中期1988年迄に水力、褐炭、天然ガス発電を大幅に開発し電力用エネルギー97%を供給するべく予測しているが、豊満水年等の変動要因を内蔵している。

参考資料

NEA : Thailand Energy Situation 1978

EGAT : Annual Report 1980

### 2-2 ナムヤム水力発電開発の意義

- ① 提案された設備出力120MW、年間発生電力量580GWHのヤム川水力発電計画は北部タイの大きな水力資源の一つで、この地点の開発は第5次NESDP(National Econo-

mic and Social Development Plan 1982-1986) に於て1986年迄に現在設備出力1,269MWの水力を2,015MWに迄大幅に開発し輸入石油の節減せんとする目標に大きく寄与する一環となるであろう。

- ② タイ国の地理的条件から国内での大規模水力開発地点は既に限界があり、今後の残された水力資源はメコン川、サルウィン川等の国際河川に限定されるであろう。しかしながらメコン川は関係諸国が多く複雑な要因をもち近い時期の開発可能性は薄いであろう。この点からもサルウィン川のビルマ、タイ両国による早期開発が期待される。
- ③ ヤム川水力地点は既に基礎調査の終わったパイ川水力開発計画と共に、サルウィン川の支流に於て初めて開発される大規模水力として今後のサルウィン川共同開発の引金となり得る大きな意義をもつものと言えよう。

### 3. ナムヤム水力開発計画の概要

#### 3-1 NEA提案計画概要

① ナムヤム水力地点はビルマ，タイ国境より約12 km国際河川Salawin川の支流Moei川とYuam川の合流点より7 km上流でMae Hongson県Mae Sariang郡都の南方約43 km下流にそのダムサイトが位置している。

② 本計画は1976年に作成されたものでその概要は以下の通りである。

流域面積	5,060 km <sup>2</sup>
平均年間総流入量	3,643 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (年平均流入量 115 m <sup>3</sup> /sec)
ダム高(河床上)	95 m
ダム頂長	290 m
ダム型式	ロックフィルダム
満水位標高	EL 170 m
総貯水容量	450 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
利用水深	30 m
有効貯水容量	375 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
発電方式	ダム式発電所
設備出力	120 MW
最大使用水量	160 m <sup>3</sup> /sec (推定)
水車基準落差	88 m
年間発生電力量	578 GWH

発電所は地形上，左岸側に設けられ貯水池取水口より約800 mの導水路水圧管路を経て堅軸フランス水車に導水され発電の上放流される。

送電線は電圧230 kVで約145 km離れたChomthong 或は195 km離れたLamphum迄送電され，EGATの送電系統網に連繋される計画である。

#### 3-2 提案計画に対する若干の考察

① タイ国の河川勾配は一般に緩く，発電計画上導水路で落差を稼ぐダム水路式発電方式は得策でない。ナムヤム川も計画区間内の平均河川勾配は約1/600～1/900でダム式発電方式は妥当であろう。

② 提案設備出力120 MWに対し年間発生電力量は約580 GWH即ち年間発電所運転時間が約4800時間となり，電力系統の基底負荷を担当する一般流れ込み式水力或は石油火

力、石炭火力（約6000時間）の運転時間に近い。当然の事ながら貯水式発電所であるから電力経済面からもある程度の尖頭負荷を担当させるべきで、且つ尖頭負荷用にしてもダム式の為、これによる設備投資額は少なく済む。

将来のタイ国系統電力需要より本発電所は尖頭負荷用発電所として検討されるべきである。貯水池容量等より判断して少なくとも200MW程度にはなるであろう。

- ③ ダムサイトに於ける年間平均総流入量36億トンに対し、計画有効貯水容量3.8億トンは約10%に相当し、今後貯水池運用計画及び水没物件等の面から詳細検討されるべきであるが一応妥当と言える。
- ④ ダムタイプとしてロックフィルダムが提案されているが、後述の如く地形、地質工費用仮設備等の観点から妥当である。
- ⑤ ダムサイトの代替地点としてB-サイト、C-サイトを検討することを提案する（後述）。
- ⑥ 工専用道路として今後河川流路長で約20kmの区間の新設を要するも、今後の基地と考えられるMae Sariang 郡都より総延長60kmの物資輸送路は特に大きな支障ではないであろう。
- ⑦ Mae Sariang 郡都は人口約4万人の本地方最大の都市でタイ国第2の都市 Chiang Mai より190kmの舗装国道（自動車で約3時間）で到着し、諸物資調達には何等支障はない。
- ⑧ 工専用電力はロックフィルダムのダム式発電所である為、それ程大容量規模は必要なく将来工専用送電線建設の必要あるも（本送電線経路と一部併用となるであろう）、当面ディーゼルプラント（500kW×2）設置で充分であろう。
- ⑨ 国際河川としての問題は全流域面積に比し極く僅か2%弱を占める支流の計画であり、且つ完全にタイ国領内である事、又本流合流迄12kmの流路長である為、仮りにピーク運転を実施したとしても河川自体の逆調整能力と人跡まれな区間の為、何等問題はないと考えられる。

## 4. 現地調査結果並に問題点

### 4-1 日 程

自 昭和57年1月27日

至 昭和57年2月13日

調査日程は表-1に示した通りである。

### 4-2 行 程

調査行程は下記に要約して報告するが、現地はタイ北部の中においても屈指の僻地と云われていたところで、しかもNEA側も現地事情を十分把握していなかったため、当初から現地調査は難渋することが予想されていた。従って事前に能率的な方法としてのヘリコプター、ボートによるヤム川下り等を検討したが、いずれも安全面と地形条件から見て不可能なことが判明した。特にボートによる方法は当初測水所から2隻のボートが利用できる見込であったが、2隻とも老朽破損甚だしいため、結果的にはランドローバによる通行終点のBan Re Khoからカレン族が利用している約12kmの山道を徒歩で現地調査を遂行した。

Bang Kok  $\xrightarrow[\text{タイ航空1時間}]{700\text{km}}$  Chiang Mai

Chiang Mai  $\xrightarrow[\text{車(ランドローバ)3時間}]{190\text{km}}$  Amphoe Mae Sariang (EL. 210m)

道路状況；国道108号，アスファルト簡易舗装  
全幅10～12m，有効幅8m  
維持状況良好

Mae Sariang  $\xrightarrow[\text{車(ランドローバ)3時間}]{80\text{km}}$  Ban Re Kho (カレン族集落, EL. 720m)

道路状況；Mae SariangからNam Yuam渡河点まではラテライト舗装され，良く維持されている。道幅約6～8m。  
以後終点のBan Re Khoまでは路面不良，カーブも多く，日本で見られる林道に類する。道幅約5～6m。

Ban Re Kho  $\xrightarrow[徒歩 1.5 \text{ 時間}]{6 \text{ km}}$  Ban Kalo Kho (カレン族集落, EL. 650m)

山路状況；乾期であったので比較的歩き易く，普通の山道と云ってよい。道幅は約 50 cm。  
あまり急坂はない。

Ban Kalo Kho  $\xrightarrow[徒歩 2 \sim 3 \text{ 時間}]{5 \text{ km}}$  Camping Site (竹造仮小屋, EL. 98m)

山路状況；狭く陰阻な山道で，象と人が踏み固めて自然にできた程のもので，部分的には危険ヶ所を混える。

Camping Site  $\xrightarrow[徒歩約 30 \text{ 分}]{1 \text{ km}}$  Dam Site (EL. 80m)

( 徒歩区間の累計 約 12 km )

#### 4-3 NEAからの協力チーム

現地調査協力のためNEAから表-2に示した8名がJICAチームに同行した。それぞれの専門と所属は同表に示す。

#### 4-4 調査器具

現地調査に使用した器具は次の通りである。

流量計，高度計，クリノコンパス，ハンドレベル，巻尺類，ポール，双眼鏡，その他キャンプ用具

#### 4-5 地形及び地質の概況

##### (1) メエサリアング以南の地形・地質の概況

〔地形〕 当地域の地形は，ヤム川とその支流に刻まれた南北系の断層に支配された縦谷と東西系の横谷によって多くの山塊に分断されている。

ヤム川は，メエサリアングから更に約150km北方のメエホンソン南方に発して，ほぼ直線的に南に向い縦谷と，幅1～3kmの河岸段丘を形成して，流路は谷中低地内を蛇行し，一部には三日月状の旧河川跡もみられる。河川幅は計画区間内においては，濁水時（現地調査時は乾期中期に相当）には30～100mであり，水深は場所によって不定

表-1

調査日程

日順	月日	曜日	行程	交通手段	宿泊地	調査内容
1	1月27日	水	東京 → バンコック		バンコック	移動
2	28	木			"	大使館, JICA事務所表敬, NEA, DTEC表敬
3	29	金			"	NEAと協議
4	30	土	バンコック → チュンマイ	航空機	チュンマイ	" 移動
5	31	日	チュンマイ → バンマエカリアング	車	バンマエカリアング	" 移動, 資料収集
6	2月1日	月		車・徒歩	"	サイト踏査, 資料収集
7	2	火		徒歩	"	"
8	3	水		徒歩・車	"	"
9	4	木	バンマエカリアング → チュンマイ	車	チュンマイ	移動
10	5	金			"	NEAと協議, 資料収集
11	6	土	チュンマイ → バンコック	航空機	バンコック	移動
12	7	日			"	資料整理, 図面作成
13	8	月			"	タイ国祭日のため資料整理, 図面作成並びに現地踏査報告書作成
14	9	火			"	NEAとS/WCにつき協議
15	10	水			"	"
16	11	木			"	" EGAT表敬打合
17	12	金			"	NEAとS/WCにつき協議・署名。大使館・JICA事務所報告
18	13	土	バンコック → 東京			帰国

表 - 1'

FIELD INVESTIGATION NAM YUAM PROJECT

29 January 1982

0830-2400 NEA staff leave for Chiang Mai by Rand Rovers  
stay in Chiang Mai

30 January 1982

0800-2400 NEA Group-I with 1 Land Rover go to Mae Sariang  
to prepare field investigation.

1330-2400 JICA leaves from BKK to Chiang Mai by airplane  
stay in Chiang Mai

NEA, Group-II prepare for field investigation

JICA prepare for field investigation

Discussion between NEA and JICA

31 January 1982

0700-2400 NEA, Group-II and JICA with 2 Land Rover go to  
Mae Sariang and stay at Mae Sariang

1 February 1982

0700-1200 Leave for NEA hydrologic measuring station  
at Ban Tha Rua Pha Lae by Land Rovers, lunch  
right there

1400-1800 Leave for damsite by boats, stay 1 night at  
damsite (or stay at Mae Sariang if it is convenient).

2 February 1982

0700-1800 Site investigation  
Stay at site (or at Mae Sariang if it is convenient).



3 February 1982

0700-1200 Site investigation

1300-1800 Leave from damsite to NEA hydrologic measuring station at Ban Tha Rua Pha Lae, stay over there for 1 night (or stay at Mae Sariang if it is convenient).

4 February 1982

0800-2400 Leave from NEA hydrologic measuring station (or Mae Sariang) to Chiang Mai  
Stay in Chiang Mai

5 February 1982

0700-2400. Cose-I: One day is opened for the extra day for site investigation. if the time is not permitted as planned.

<sup>Lec1</sup>  
Cose-II: Leisure time in Chiang Mai

6 February 1982

0700-2400 One day is opened for DISCUSSION between NEA and JICA.  
Stay in Chiang Mai

JICA leaves from Chiang Mai to Bangkok by airplane.  
NEA staff leave for Bangkok by Land Rovers.

-----

- NOTE : 1. The schedule is tentative planned, it can be changed according to local condition and time permission.
2. Should prepare winter jacket, blanket, and etc., the temperature at northern part of Thailand is low and weather is cool.
- 

JICA

1. Mr. Michio TAKAHASHI (JICA Team Leader)
2. Mr. Takeji YASUDA (Civil Engineer)
3. Mr. Tadashi OZEKI (Geologist)

NEA

1. Mr. Thanee Montrivade
2. Mr. Precha Seniwong
3. Mr. Somphit Luatthong
4. Mr. Phadet Saengsawang
5. Mr. Wittaya Punsawat
6. Mr. Rangsarn Sarochawigasith
7. Mr. Kriangsak Joncharus

List of NEA Supporting Team

1. Mr. Thanee Montrivade	( チームリーダー	Civil Eng.	NEA 計画部水資源課長)
2. Mr. Precha Seniwong	(	Economist.	" " 熱資源課)
3. Mr. Sompit Luadthong	(	Geologist	" 調査部地質課)
4. Mr. Phadet Saengsawang	(	Civil Eng.	" 計画部水資源課)
5. Mr. Wittaya Punsawat	(	Deud Eng.	" 調査部測量課)
6. Mr. Rangsan Sarochawigasith	(	Elec Eng.	" 計画部熱資源課)
7. Mr. Kriangsak Joncharus	(	Civil Eng.	" " 水資源課)
8. Mr. Prasit Trawong	(	"	" " " " )

であるが、ランドローバー渡河可能な場所がある反面、下流の横谷では水深数m以上の所も少なくないと考えられる。南流していたヤム川は、メエサリアングから約33km南方に於けるヌガオ川との合流点から西に転じて、狭少な谷底と、両岸に比較的急斜面を有する峡谷地帯の様相を呈しながら、ビルマ国境においてサルウィン河の支流であるモエイ河に合流する。今回現地調査を行ったダムサイトA地点（提案地点）は、サルウィン本流国境から約12km上流に位置し、メエサリアングから、河沿いの距離は約60kmに相当し、その間の通算河川勾配は約1/600～1/900となる。

次に山地の状況は、メエサリアン以南の南北系の区間では、ヤム川兩岸の山地は標高400m以下の丘陵性地形が特徴的である。後述する如く地質的には新生代の第三紀層および第四紀層が分布する地域である。これらは比較的若い地質時代の堆積岩であって、盆地状の低地を埋めてほぼ水平に堆積していることと、岩質の面でも軟岩が多く侵食され易いこととも相まって、結果としてなだらかな斜面を有し、低い峯々を連ねる丘陵地形を現出している。

これに反し、ヤム川が西に屈曲して、南北系の山系を削って流れる横谷地域の山系は急峻そのもので、兩岸の斜面勾配は30°～50°程度で、河岸には希にしか低地を見ることはできない。周辺の山容は標高800～900mを頂点とする南北に延々と連なる古生層からなる山系であって、特徴的な主峯は見当らず、時として石灰岩からなる峯が凸出して変化を持たせている。この様な山地の中であって、現地を踏査してみて、いくつかの平坦面が共通した標高に観察されることが判明した。大別すれば標高約300m付近、600mおよび800mの三平坦面の存在が指摘できる。

以上述べた当地域の山地形の特徴を要約すると、南北の縦谷部では、低い丘陵地形が見られ、東西の横谷部では標高800～900mの峯々を有する連山が重なり、ヤム川岸では急斜面となっているが、標高300m、600m、および頂上付近の800mの各段に侵食平坦面を残し、カレン族の耕地、住宅地、通路などに利用されている。この様な山地形の生成は、一旦準平原化した地塊が再び隆起したため、ヤム川とその支流による侵食が活発となり、急峻な谷を刻んで現地形を形成した。800m付近の平坦面は往時の準平原の頂部に相当し、600m又は300m付近の平坦面は侵食の中断或は緩慢な時期を示すものと考えられる。

植生は大部分は自然林として放置されているが、カレン族の住居地付近では焼畑が点在する。バックウォーター付近上下流には定住農家による農地が兩岸に分布する。

〔地質〕 ヤム川が南流する流域の地質は丘陵部には新生代第三紀層が主として分布し、東側には基盤となっている古生層の頁岩・砂岩が露出している。ヤム川西部の山岳地の地質は、上記の第三紀層の西部に中生代トリアス紀層（主として砂岩）が幅1～2kmもって南北方向に帯状分布する。更に西部のダムサイト付近からビルマ国境に至る

間は古生層の分布区域である。古生層はカンブリア紀から石炭紀に及ぶものとされているが、明確な分帯はなされていない。岩相は頁岩・千枚岩・砂岩を主とし、これに石灰岩を挟在している。石灰岩層は古生層のオルドビス紀（タンソン石灰岩）に厚層を堆積した。ダムサイトに至る道程において観察される石灰岩は主として700m～800mの峯の頂部に分布する。これら優勢な石灰岩を賦存する地域は一括してオルドビス紀とされており、その範囲はヤム川が西流する横谷部の北側と、ヤム側沿いの花崗岩進入地点の上流側に限定されて分布しているものと考えられる。

## (2) ダムサイトA（NEA提案地点）付近の地形・地質の概況

〔地形〕 ダム地点はヤム川が西流から北西に転じ谷幅が狭隘な処に位置する。ダム地点付近のヤム川岸の標高は約80mで、調査時（乾期3ヶ月経過）の河幅は約60mで一見緩やかな流況を呈するが、渦を生ずるところもあり、水深は一様ではなく、数10cmから数m以上まで変化している。尚、最近の洪水時の水位は、現水位から約4m程度上昇したことが痕跡から推定できる。

ダムサイト付近は広義のV字形の谷で、左岸に数mの平地があるのみで、斜面勾配は平均40°で河床付近から岩盤の露出した斜面が各所に見られる。右岸の斜面勾配は約30°で表土に被覆され、河床部と周辺の水では露頭が確認できるが、アバット部では転石を見るのみである。

想定ダム軸下流側の地形は、右岸側については河川の攻撃面にあるため河床部の急崖に頁岩の連続露頭が見られ、小沢も希で、崖すいも薄い様で比較的安定した地形条件と云える。一方、左岸の下流側では想定ダム軸から約150m付近から下流に向って河床の低地が開けてくる様になり、そこには河床礫が広く分布している。別に約8m上位にも高位の河床礫が基盤を被覆して、2～3mの厚さで点在している。想定ダム軸の下流400m地点からヤム川は南西に流路を転ずるが、この付近の左岸側には小沢による侵蝕が進み、単調な上流に較べ一変して変化の多い地形を呈する。この様な地形は地質構造的な原因に支配されて形成されたものと考えられるが、その解明は今後の調査をまたなければならぬ。

想定ダム上流側の地形は右岸側は下流とほぼ同様で特筆する様な問題点は認められない。左岸ではダム軸から約300m付近から上流に延長約500m、幅約200mの規模の低地が広がっている。河岸との比高は6～7mで、成因はヤム川の侵食によってできた河岸段丘と想定されるが、これについても今後において調査を要する地点である。

〔地質〕 ダムサイトA地点の河床部及びアバットの地質は古生層（シルル紀～デボン紀）の堅硬な頁岩が主として分布する。石灰岩はダム軸の300m上流左岸において約30mに亘って頁岩中に挟在して分布する。石灰岩は河岸では表面が溶食されているが、顕著な空洞は認められない。上記の石灰岩と、左岸側約600m付近に僅かに砂岩が分布す

る外はすべて頁岩からなる。

頁岩は黒色堅硬で層理が発達し、所により千枚質であったり、砂質の薄層を挟むため縞状を呈する。左岸では河岸、アバット共に、頁岩の露頭が多く観察される。頁岩は一般に堅硬であるが、層理面と節理面の発達した部分、又は風化が進んで劣化した表層部ではブロック状に剝離し易い場合も見られるが、総合して良好な地質と評価され、支持力的にはダム基礎岩盤として問題はなさそうである。右岸側では河岸約10m間には堅硬な岩が露出しながらも、アバット部の斜面には頁岩の転石は見られるものの表土に被覆されて露頭状態は不明である。しかし付近の沢には良好な岩が露頭していることから推して、アバットでも表土はさほど深くないと見ることができる。

基盤岩の層理面の走向は $N20^{\circ}W \sim N5^{\circ}E$ で、 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 西に傾斜する。これらは見掛上の走向・傾斜であって、地層は西傾斜の褶曲構造(同斜褶曲)を繰返しながら複雑な地質構造を形成している。微褶曲を示す線構造は $N10^{\circ}W$ 方向に $30^{\circ}$ で傾く傾向を示している。

節理面の系統は比較的単純で、主たるものの走向は、 $N40^{\circ}W \sim N45^{\circ}W$ で $70^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 北に傾斜する。これに副として伴う節理の走向は $N70^{\circ}E \sim N80^{\circ}W$ で $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 北に傾斜する。これら節理の間隔は、一定するものではないが、左岸アバットの例では最少20~30cmで、表層では一部開口したり、酸化鉄で充填されているケースも屢々見られる。今回の調査では断層は認められなかった。

小沢の流水状況は、右岸では乾期にも拘らず数10ℓ/㎓が流れていたが、左岸の下流側沢一本については流水は認められなかった。

ダムサイト付近の地質的時代を決めることは短時日の踏査だけでは果せるものではないので、今回は取りあえずドイツ地質調査団の調査報告書(1965~1970)を参考として考察した結果、表-3の地質層序表および図-1メエサリアング南東の層序柱状図のシルリアン~デボニアンに相当する地層と推定した。

### (3) 湛水域の地質の概況

ダムサイトAの湛水域は4.8km上流に及ぶ広範囲となるので、現段階では地質状態は明らかではないが、僅かにドイツ地質調査団の1/100万地質図と、航空写真および1/5万地形図を総合して考察した諸点を以下列記する。

- i) 湛水域の横谷部に主として分布する地層は古生層の頁岩、砂岩と一部石灰岩を混える。又、ダムサイトA地点の上流約6km地点から始まり、その上流約7kmに亘り花崗岩(表-3のKgr)が古生層中に進入している。
- ii) 花崗岩上流側約6km間には古生層が分布し、その東側には古生層の上部に中生代トライアス紀層(表-3のJTRK)が丘陵性山地に南北方向に分布し、河床部の低地には局部的に古生層が窓状に分布しているものと考えられる。

SEDIMENTARY AND METAMORPHIC ROCKS

			Vicinity Reservoir of dam area site	
QUATERNARY	Qal	Alluvium and terrace deposit	0	0
TERTIARY	Tms	Mae Sot Series	-	0
TRIASSIC AND JURASSIC	JRKK JRK	Korat Series	-	? 0
CARBONIFEROUS ? AND PERMIAN	PCrb	Rat Buri limestone	?	?
SILURIAN, DEVONIAN ? AND CARBONIFEROUS	CDSK	Kanchanaburi Series	0	0
ORDOVICIAN ?	Ots	Thung Song limestone	?	0
CAMBRIAN ?	Ep	Phuket Series	?	0
<u>IGNEOUS ROCKS</u>				
TERTIARY	TP	Andesite and rhyolite porphyry	-	-
	Tbs	Basalt	-	0
	Td	Diorite and quartz diorite	-	-
CRETACEOUS	Kgr	Younger granite	-	0
TRIASSIC ?	Rgr	Older granite	-	-
	Rm	Mafic and ultramafic rocks	-	-
PRE PERMIAN	pPgn	Gneiss and schist	-	-

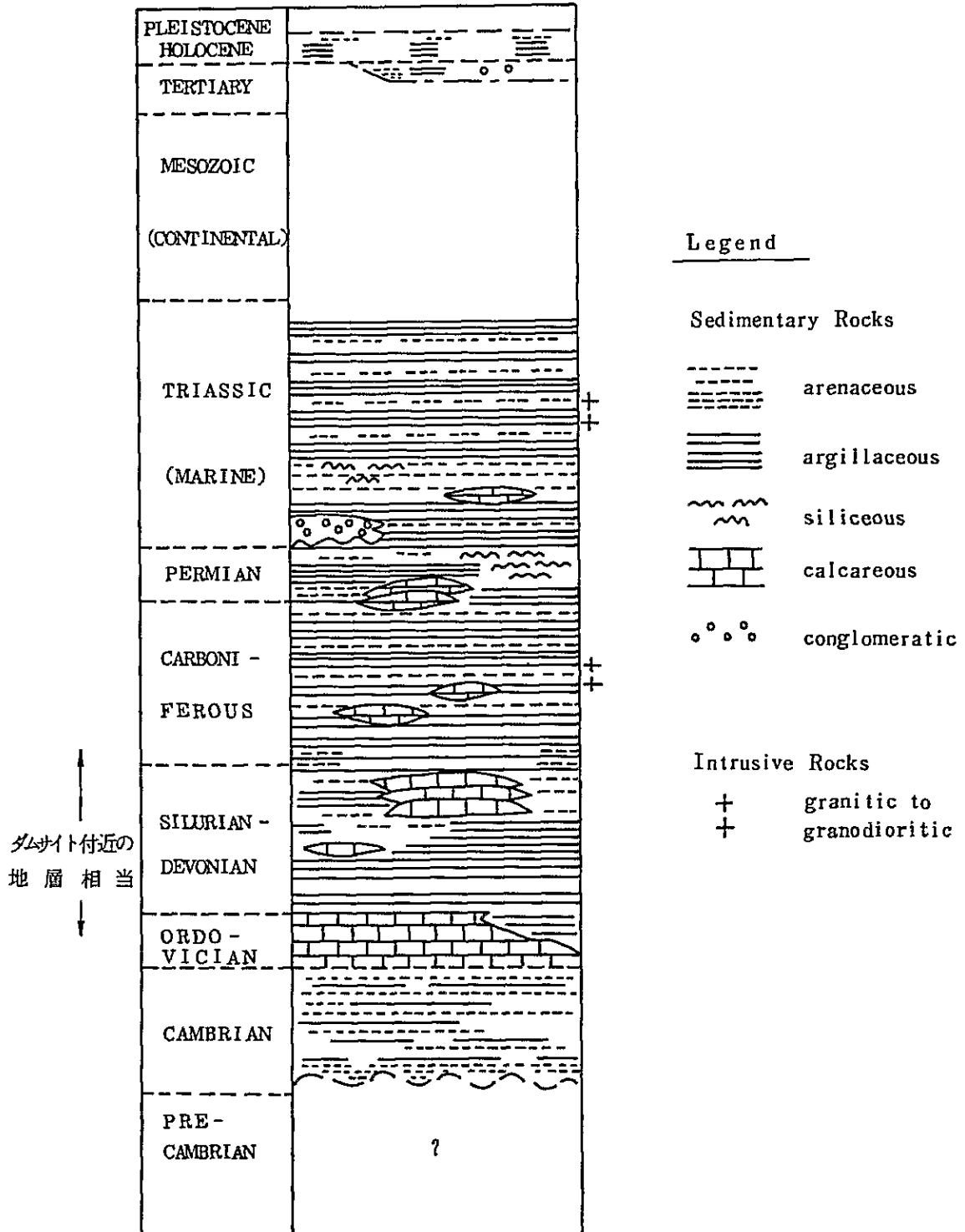
(Source : Geologic Investigation in Asia, Geological Survey Bulletin 984)

図-1

Generalized Stratigraphic Column

SE of Mae Sariang

(メエサリアング南東部層序柱状図)



German Geological Mission, July 1972



- iii) ヤム川とヌガオ川の合流点から約2kmヌガオ川の上流側には第三紀に貫入したとされている玄武岩が5～6km<sup>2</sup>に亘って分布している。骨材・ロック材を遠隔地でも求める必要がある場合は候補地となろう。
- iv) 石灰岩の分布については、今後の踏査と航空写真の判読の結果を必要とするが、既存の資料を検討すれば、古生層の中でもオルドビス紀の地層に石灰岩は優勢とされている点に従えば、湛水域では花崗岩の上流端から約6kmにオルドビス紀の地層が分布するものと想定されるので石灰岩が賦存する可能性が大きい。古生層の走向はほぼ南北系統であるので、1/5万地形図上の上述地域か約5km北方のバン・ウム・ロング付近の石灰岩中の陥没地形(ドリーネ)から明らかな如く、南北に亘って石灰岩層の発達が想定される。湛水域中の石灰岩洞穴の有無は透水性に重大な影響を及ぼすので今後の調査上の課題である。
- v) ダム軸直上流にはレンズ状或は薄層の石灰岩が頁岩中に挟在するが、小規模な溶食が点在する程度で現状では問題となる様な現象は認められないが、今後とも精査を要する点である。
- vi) 湛水域内の崩壊地は、航空写真上ではほとんど認められないが、花崗岩が風化してマサ化した地域並びに花崗岩中或はその縁辺部で稼行しているタングステン鉱山の廃滞の流入、採掘に伴う斜面崩壊については今後の調査で留意すべき点と考える。尚、800m～900mの山頂部周辺では希に石灰岩の急崖に小規模の斜面崩壊が生じた所が遠望される。

#### 4-6 代替ダムサイト

NEA提案の最下流ダムサイト(Site-A)の外に代替ダムサイトとして、現地踏査が困難な為、既存の地形図、地質図、地質構造図及び航空写真のみより判断して2ヶ地点Site-B、Site-Cを提案した。(添付図№5参照)

これら提案サイトに対する地形測量図(1/2,000)の作成及びボーリングによる地質調査を実施する様強く要請した。しかしながらNEA側は地形測量図の作成は可能であるが、地質調査については種々討議の結果、機材費用、機器搬入の困難性等の理由から、3ヶ地点のボーリング結果を同時にF.S.実施前に準備して調査資料を提供する事は困難と判断し、止むなく当面代替地としてプライオリティーの高いSite-Cのみに絞り、Site-Aと共に必要最小限の地質調査をF.S.作成作業前に完了することとした。

提案したボーリング孔位置、深度及び測量範囲は、添付図№4及び№5に示した通りである。

代替地点としてSite-Cに絞った理由は以下の通りである。

- ① Site-Cは河川勾配及び貯水容量等の地形上の理由から他サイトに比し貯水効率（貯水容量とダムボリュームとの比率）が著しく高く、Site-BとSite-Aとはそれ程大きな差はないこと。
  - ② Site-Bは約2km下流の南北に走る大きな構造断層谷に近接しており、且つ岩質はSite-B付近を境として上流約7kmに亘り花崗岩層が存在している。その為Site-B付近は地質構造的に相当擾乱しているものと判断されること。
  - ③ Site-Cは同じ花崗岩質であるが、より安定堅硬で付近に顕著な断層が認められないこと。
- 以上の観点からSite-Cを選定した。

#### 4-7 築堤材料

##### (1) 骨材及びロック材

材料はできるだけダムサイト近傍の湛水域内に求めることが望ましいことではあるが、Site-Aでは既に述べた様に古生層の頁岩が優勢な地域である。頁岩は岩片としては堅硬であっても、掘削時に層理面或は節理面から割れ易く、細片化する傾向があるため一般に骨材・ロック材には不適と考えられる。当地域で適性を有する岩としては、Site-Aでは石灰岩、砂岩であり、Site-Cでは上記の外、花崗岩、玄武岩が想定される。中でも量的に安定し、質的にも問題の少ない岩は石灰岩と考えるので参考までに石灰岩の調査候補地を1/5万地形図上に示した。（添付図紙3参照）

##### (2) 不透水材料

ダムサイト付近は侵食が著しいため、ヤム川岸での粘土質二次堆積物は希である。又、崖すい堆積物或は扇状地堆積物も期待し難い状況にある。従って頁岩或は砂岩の風化帯を対象とした調査が最も有効と目される。ただし、この場合は標高は若干高くなっても風化帯の厚い鞍部、或は300m～500mに分布する平坦部を対象として今後適地を絞る必要がある。更にSite-Aの直上流左岸の低地は地形的には材料の候補地とも考えられるので、これについても今後精査して説明する必要がある。

##### (3) フィルター材料

本材料としては河床礫或はロック材の細粒分の利用も可能ではあるが、F.S.時に併せて調査すべき点である。

#### 4-8 問題点

現地調査の結果に依り判明した2、3の問題に就いて以下に述べる。

① 調査道路の整備

既に4-2に於て記述した通り、現状に於てランドローバー通行可能のBan Re Kho (標高720m)からSite-A(標高約80m)高低差約700m間を延長約1.2kmの山道で踏破することは如何に困難であるかは明白である。特に大部分その道幅は約50cm程の象道で、勾配も45°を越す上り下りの激しい道は今後の調査に大きな支障となる。

Ban Re KhoからBan Kalo Kho間約6kmの半分は、ブルドーザー投入に依って容易に自動車の通行が可能となるであろうが、Ban Kalo KhoからSite-A間の道路建設にはかなりの経費を見込む必要がある。即ち全区間を自動車に依る通行可能にすることは工事費(概算40,000千円を推定)施工期間等の点から非常に困難であるが、少なくともできる限り自動車通行可能区間を延長し、且つ急峻、狹隘な部分は拡幅し、勾配も緩くし、途中に宿泊設備を設ける等の改良整備をF.S.調査実施前に行うことを強く要請した。

② ダムサイトより1km上流側の平坦地は約1.5haの畑地跡で、河床より約7~8m高く、洪水痕跡から判断して今後とも洪水浸水の懸念は少なく、且つ極く近くに清い溪流があり基地として望ましい場所と云えよう。現在5~6人宿泊可能の古い竹造の小屋があるが、更に一棟増設する必要がある。付近には竹藪が存在し、材料供給に支障はない。

③ 4年前Site-Aの1:2,000縮尺の地形図が作成されているが、基準測点として独立測点を設置し測量した図面で近隣基準測点と連結し、地形図の修正が必要である。(この件NEA了解)。尚、同一縮尺の地形図は、Site-B、Site-Cに対しても実施されなければならない。(その測量範囲は添付図表3参照)

④ 今後ダムサイト下流適地に測水所を設置し、ある期間の水位観測、流量測定を実施し、既設測水所データとの相関を付けておく必要がある。このダムサイト付近の水位、流量記録は、発電所放水位の決定、仮排水路、発電所の設計に是非必要である。

⑤ 代替ダムサイトを含め、地質踏査結果と、ボーリングに依る調査結果とを整備することの必要性及びその位置、掘削深度は4-6で述べた通りである。

⑥ ボーリング調査に必要とする材料の主なものは以下の通りである。

⑦ 石灰岩中には地下水に溶食されて空洞を生じて、これが貯水池及びダム基盤の透水性を大きくする原因となるので、今後の地質踏査で石灰岩の分布と性状を把握すると共に、専門家による航空写真の判読を行うことにより、石灰岩中の空洞の発見を計ることも提案要請した。尚、航空写真の国外持出は禁止されているので、読図作業はタイ国内に技術者が滞在して行う必要があり、その期間は1~1.5ヶ月が必要と考える。

⑧ ダム水没によって発生する問題としては、湛水域に現存する耕作地と住居の補償と移住等が想定されるが、特に大きな問題が生ずる懸念はないであろう。何れにしろ慎重に取組む必要がある。尚、鉱業権に就いても資料収集をしておく必要がある。

ボーリング調査に必要な機材（掘進長延7孔延500m，機械2台分）

品名	規格	数量	単価	備考
ダイヤモンドビット	66m/m	33ヶ	143,000円	ビットライフ 15m/ヶ
リマ	#	11	59,000	45m/ヶ
ダブルコアチューブ	# 1.5m	3	60,000	150m/本
シングルコアチューブ	# 1.5m	2	7,300	.
コアリフター	#	5	4,200	
リフターケース	#	5	4,200	
メタルクラウン(ダブル)	#	5	5,400	
# (シングル)	#	5	2,800	
ケーシングメタル	83m/m	49	3,400	7ヶ/1孔
#	112m/m	21	4,550	3ヶ/1孔
コアシールドコンブリート (シングル)	66m/m	1	10,300	
※ ロッド	40.5m/m×3m	70本	11,100	2台分35本×2
※ ロッド	40.5m/m×1.5m	4	7,700	
※ ケーシング	83m/m×1.5m	44	6,550	$\frac{100}{1.5} \times \frac{1}{3} \times 2$
※ #	112m/m×1.5m	20	10,000	
※ ウォータースイベル	40.5m/m	2	23,200	
※ ホイステイングスイベル	#	2	30,600	
※ ロッドホルダー	#	2	44,000	
※ # 替ゴマ		2	14,800	
※ ケーシングスイベル	40.5m/m×83m/m	3	5,700	
※ #	40.5m/m×112m/m	2	9,500	

註) ※印は現有機材の摩耗程度に応じて補給する。

## 5. S. W. 協議及び合意内容

S. W. に関する協議については、主として技術的なものは4項で記述した内容に基づき、原案S. W. が修正或は追加され、最終的に合意調印された内容は別添の通りである。

技術的なものの中、弾性波探査に依る地質調査は、火薬類の貯蔵・取扱い等の点で現地の特殊事情からNEA側は難色を示して居た事を付記する。

安全保障条項、国際河川の内蔵する問題及び水没補償問題等は個々の事前調査団が議論すべき問題でなく、今後統一的表現が検討されるべきものと考えられる。

## 6. 関連資料，情報

調査した結果は別添の通りで，今回持帰ったものは僅かであるが，今後整備され次第，NEAより送付される筈である。

F.S.を実施するために必要な関連資料，情報は充分整っているものと判断される。別添資料リスト表参照。

## 7. 結 論

ヤム川水力発電計画は、事前調査に依り、F.S.を実施するために必要な各種情報、資料は一応整備されており、又、現地踏査の結果、水文、地形、地質等の諸点からも高100mクラスの高ダムを築造し、200MW級の大規模水力発電開発計画の策定を我国の技術協力に依り実施して支障ないと判断され、既述の経緯通りに今回S.W.が合意調印された。

本計画がF.S.に基づき実施された場合、電力エネルギーの大部分を輸入石油に依存せざるを得ない非産油国タイ国の財政、経済に大きく寄与するものと思料される。

尚、NEA当局は本ヤム川水力開発計画と同時に、同じくサルウィン川支流のバイ川水力開発計画も平行して検討中であり、当然の事ながらNESDBを中心にEGAT、NEA間で開発計画のプライオリティーが検討されるべきであるが、ヤム川のF.S.に際しては電力需給上、電力経済上、国家財政上、並びに両地点の特色等の諸点を総合勘案した考察を進める事が望ましい。





SCOPE OF WORK  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY  
ON  
NAM YUAM HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT

THE KINGDOM OF THAILAND

February, 1982

*Michio Takahashi*

MICHIO TAKAHASHI  
Team Leader  
Preliminary Survey Team  
of JICA

*Pavit Ruyabhorn*

PRAVIT RUYABHORN  
Secretary General  
National Energy Administration

---

KASEM UNAHASUVAN  
Deputy Director-General  
The Department of Technical  
and Economic Cooperation

## 1. Introduction

The Government of Japan, in response to the request of the government of the Kingdom of Thailand (hereinafter called Thailand) has decided to undertake the study of the Nam Yuam Hydroelectric Power Development Project (hereinafter called the Project) through the Japan International Cooperation Agency (hereinafter called JICA).

In February 1982, JICA dispatched a preliminary survey team headed by Mr. Michio Takahashi to work out the Scope of Work of the Project with National Energy Administration (hereinafter called NEA) and other agencies concerned.

## 2. Background

Electricity demand in Thailand has been increasing in recent years at a comparatively high rate of about 15% per annum. In order to meet this increasing electricity demand, a series of power development programmes have been promoted by the Government of Thailand. The Project is one of these power development plans; it is situated on the Nam Yuam near Amphoe Mae Sariang in the north-western part of the country.

The project site is located in the upper confluence of the Nam Moei and the Nam Yuam. Blessed with abundant streamflow and high head, the project area is considered to have very efficient, economical hydro-power potentials.

Reconnaissance survey was already made by NEA on the hydroelectric power development. They proposed a hydroelectric power plant of about 120 MW capacity.

### 3. Objective of the Study

The feasibility study aims at formulating the optimum project plan and assessing technical, financial and economical feasibility of the Project.

### 4. Scope of Work

The Survey will be carried out by the JICA team as follows:

#### a. Geological and Construction Material Survey

Civil engineer (s) will be dispatched to Thailand for the technical guidance of geological survey such as drilling, test aditting and others, and also of the survey and test (quality and quantity) of construction materials such as concrete aggregate, fill materials, cement and others.

For the detailed guidance on the field, material test engineer (s) and geological engineer (s) or expert (s) will be dispatched to Thailand, at the time of commencement and termination of the survey. They will be engaged in the job-site guidance, study of drilling core samples and other obtained materials and preparation of the report.

#### b. Topographical Survey

Topographical survey (aerophotographic and/or ground surface) and preparation of topomaps shall be carried out by NEA.

It must be noted that aerophotographic map at a scale of 1/10,000 of the project area and those at a scale of 1/2,000 of the principal structure sites by surface surveying shall be prepared in time.

c. **Meteo-Hydrological Survey**

The location of observatories and the existing records will be checked on river and neighboring reaches as well. The river flow measurement will be carried out by the JICA survey team if necessary and possible at the dam site (s).

d. **Geological Survey**

This is to investigate the geological condition of the whole project area and the principal site (s) of structures such as, dam, reservoir, powerhouse, quarry and their appurtenant structures.

Review of the results so far obtained.

e. **Topographic Maps**

Topographic maps prepared during the survey will be presented by NEA to the JICA team for examination.

f. **Basic Data for Estimating Construction Cost**

Data on local construction materials and labour wages will be gathered, and unit construction cost for all aspects of construction work will be studied.

g. **Basic Data for Design of Project Structures**

Data necessary for structure design such as national building code, design criteria, standards, earthquake records and anti-quake building regulations and others.

The results of tested construction materials will be presented and examined.

h. **Survey of Transmission and Communication Line Routes**

Data necessary for selecting transmission and communication line routes will be collected.

The study will be made first on the map. Surface reconnaissance and/or aerial survey using a helicopter will be executed.

i. Programme of Equipment Installation

Forecast of electricity demand will be discussed with NEA. Data of existing power generating facilities and electric power development programme in future shall be prepared.

j. Construction Materials

Procurement method of construction materials will be studied on the survey results so far obtained. Obtaining and transportation of concrete aggregates and others will be minutely examined. Supply of cement, reinforcing steel bars, construction machinery will also be studied.

k. Construction (access) Road

Route of construction (access) road will be studied on the map and by the reconnaissance survey. Comparative study of the several routes will be made to decide the appropriate route.

l. Economical and Financial Analysis

Data necessary for economical and financial analysis as well as funds programme will be collected. Data shall include the price of alternative fuels and the unit construction cost of alternative power sources, as well as the prevailing interest rate and the discount rate of investment to be used in the analysis.

■ Others

Other necessary data will be collected in order to facilitate the project study.

## 5. Schedule and Reports

### (1) Work Schedule

Total period required for the feasibility study is around 18 months. (see chart)

The second and third fiscal year (in Japan) study shown in the chart attached can only be performed subject to the official approval of the each party's fiscal year budget to be settled.

### (2) Reports

During the study, the survey team will prepare and submit to NEA the following documents in English:

- a. Inception report
- b. Draft final report within 16 months after commencement of the work
- c. Final report within 3 months after receiving comments of the draft final Report from Thailand.

## 6. Undertaking of JICA

### (1) JICA dispatches the following experts:

- Project manager
- Civil engineer (Hydrologist, Planning incl. environmental eng.)
- Civil engineer (Designing)
- Civil engineer (Construction eng. incl. cost estimates)
- Geologist
- Electrical engineer
- Electro-mechanical engineer
- Economist

- (2) JICA will accept an appropriate number of counterparts who will participate in the study of the project in Japan.
- (3) JICA will provide articles of consumption for drilling equipment to meet with the requirement of total 1,000 M-depth drilling.

7. Undertaking of Thailand

- (1) To assign counterpart personnel to the JICA study team during the study period.
- (2) To provide the JICA study team with available data informations and materials necessary for the study and such survey connected with it.
- (3) To execute the survey for topography, geology and materials in cooperation with the JICA study team.
- (4) To assist the JICA study team to be provided promptly with any necessary entry and exit visas, residence permits, work permits and travel permits if required for their stay in Thailand.
- (5) To provide the permission to the JICA study team to enter into the project area.
- (6) To provide and store instantaneous electric detonator fuse and dynamite if necessary.
- (7) To exempt in accordance to the regulation of the Kingdom of Thailand, the members of JICA study team from any taxes (income tax, local tax, sales tax, etc.) and charges of any kind imposed on and from any import and export duties imposed on the member's personal effects, instruments, equipment and materials brought into Thailand necessary for the survey which will be re-exported after completion of the works.
- (8) To facilitate prompt clearance through customs and inland transportation of equipment, materials and supplies required for the investigation and study and of the personal effects of the JICA experts.



- (9) To arrange necessary vehicles with drivers, fuel, and spare parts for carrying out the field survey.
- (10) To arrange any other transportation facilities, such as airplane and helicopter for aerial reconnaissance of the Project areas and boats, if necessary.
- (11) To provide the temporary suitable office with appurtenant furniture and lodging facilities for the JICA study team at suitable place during the period of the field survey.
- (12) To arrange for the use of transceivers, if necessary.
- (13) To provide the suitable warehouses for machinery equipment, materials, core sample, etc.
- (14) To provide within its authority, the access to and in the study area, and will guarantee to obtain and grant the study team, the right of access to the site as may be required for proper operation in the field.
- (15) To undertake to hear claims, if anything arises, against the JICA study team members engaged in the survey resulting from occurring in the course of, or connected with discharge of their official functions carrying out the work in Thailand except those claims arising from the willful misconducts or gross negligence of the team members.
- (16) If any items or difficulties arise except in the above, those shall be discussed and solved between both parties based on the spirit of cooperation and mutual trust.

APPENDIX Division of Undertakings by Japan and Thailand

Working Item	Contribution by JICA	Contribution by the Government of Thailand
<p>1. Site reconnaissance</p> <p>2. Topographic survey</p> <p>3. Geological survey</p>	<p>Site reconnaissance</p> <p>- to assign geologist (s), material engineer (s) for supervision and guidance</p> <p>- to provide articles of consumption for drilling equipment:</p>	<p>Provision of counterpart-engineers and labourers for guidance, clearing of paths and logistic support</p> <p>- to execute mapping by aerial photograph survey of 1:10,000</p> <p>- to execute mapping by ground surface survey of 1:2,000</p> <p>- to execute:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Basic control survey (Triangulation and bench mark setting)</li> <li>2) Ground control survey (Traversing and levelling)</li> <li>3) Detailed survey</li> </ol> <p>- to execute works of</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Clearing for seismic investigation</li> <li>2) Execution of seismic investigation</li> <li>3) Test aditting, if necessary</li> <li>4) Grout test, if necessary</li> <li>5) In-situ rock foundation test, if necessary</li> <li>6) Preparation for available aerial photograph for geological interpretation</li> <li>7) Core-drilling</li> </ol>

Working Item	Contribution by JICA	Contribution by the Government of Thailand
<p>4. Material survey</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to assign geologist (s), material engineer(s) for supervision and guidance</li> <li>- to provide articles of consumption for drilling equipment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to execute works of               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Seismic investigation</li> <li>2) drilling in quarry site</li> <li>3) Quarry site survey (clearing for seismic investigation and sampling for laboratory test)</li> <li>4) Excavated rock test ( sampling for laboratory test)</li> <li>5) Earth borrow site survey (test pits, auger holes and sampling for laboratory test)</li> <li>6) Sand and gravel borrow site survey (test pits and sampling for laboratory test)</li> </ol> </li> <li>- to execute laboratory test for quarry rock, excavated rock, earth and sand and gravel to determine the properties of materials</li> </ul>

- Cont'd -

Working Item	Contribution by JICA	Contribution by the Government of Thailand
5. Hydrological investigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to execute analysis of data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to execute works of;               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Installation of gauging stations at dam site</li> <li>2) Observation and recording</li> <li>3) Sediment load measurement</li> <li>4) Chemical analysis of river water</li> </ol> </li> </ul>
6. Environmental Study etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- data collection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to provide the existing data and information</li> </ul>
7. Planning Design and Preparation of reports	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to execute all aspects of those works</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to participate in and discuss the study</li> </ul>

CHART TENTATIVE SCHEDULE OF FEASIBILITY STUDY FOR NAM YUAM

Serial month	1982												1983				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Calendar month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
Advanced Study																	
Site reconnaissance																	
Supervision & Technical guidance of local surveys																	
Preparation of feasibility report																	
Explanation & submission of feasibility report																	

Legend: - Stay & work in Thailand  
 - Home-office work in Japan

CHART TENTATIVE SCHEDULE OF FEASIBILITY STUDY FOR NAM YUAM HYDROELECTRIC PROJECT

Serial month	1982												1983												1984			Remarks
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
year	1982												1983												1984			
Calendar month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar				
Advanced Study																									Including Hydrologist			
Site reconnaissance																									All Member of F.S. Team			
Supervion & Technical guidance of local surveys																									<sup>1/</sup> Topographical Survey and Boring by NEA (working period subject to change by weather condition)			
Preparation of feasibility report																												
Explanation & submission of feasibility report																									Draft Report ▽ Final Report ▽			

Legend: - Stay & work in Thailand  
 - Home-office work in Japan



MINUTES OF MEETING ON THE SCOPE OF WORK

OF

THE FEASIBILITY STUDY OF NAM YUAM PROJECT



Minutes of Meeting on the Scope of Work of the Feasibility Study  
of the NAM YUAM Hydroelectric Power Development Project

Date : 9 th and 10 th Febuary, 1982  
Place : Meeting Room, NATIONAL ENERGY  
ADMINISTRATION, BANGKOK  
Time : 10.00 - 16.40 hrs.

Thai Counterpart

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. Mr. Suvat Saguanwongse      | Director of Investigation and<br>Planning Division         |
| 2. Mr. Surayuth Kungsadan      | Colombo Plan Sub-division, DTEC                            |
| 3. Mr. Mohar Singh Monga       | Head of Planning Branch                                    |
| 4. Mr. Aram Supakarn           | Cheif of Surveying Section                                 |
| 5. Mr. Itthi Bijayendrayodhin  | Cheif of Systems Analysis Section                          |
| 6. Mr. Thanee Montrivade       | Cheif of Water Resources Planning<br>Section               |
| 7. Mr. Sompit Luadthong        | Geologist, Geologic Section                                |
| 8. Mr. Phadet Saengsawang      | Civil Engineer, Water Resources<br>Planning Section        |
| 9. Mr. Rangsan Sarochawigasith | Electrical Engineer, Thermal Resources<br>Planning Section |

Japanese Mission

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 1. Mr. Michio Takahashi | Team Leader      |
| 2. Mr. Keiichi Kato     | Team Coordinator |
| 3. Mr. Takeji Yasuda    | Civil Engineer   |
| 4. Mr. Tadashi Ozeki    | Geologist        |

## I. Purpose of Meeting

The Japanese Preliminary Survey Team on NAM YUAM Hydroelectric Power Development Project (hereinafter referred to as "the Team") organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") visited Bangkok between January 27 and February 12, 1982 to conduct the site reconnaissance survey and to work out the details of the Scope of Work for the above mentioned study.

The meeting was called for on 'this date' to work out details with the National Energy Administration (NEA) officials and the official from the Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC).

## II. The Meeting

1. The Team expressed their deepest thanks to NEA for the kind arrangement and support of the site reconnaissance survey which was carried out from January 30 to February 5, 1982. (Brief Report is attached with this Minutes of meeting).

✓ 2. The Team stressed that JICA has no responsibility whatsoever on any situation that may arise out of the result of the study on this river being a tributary of the international river.

? 3. The Team also emphasized the matters of compensations which may occur as the result of Feasibility Study such as the resettlement cost of the people who had been lived around the reservoir area, will be settled by NEA.

4. In regard to the drilling works, NEA emphasized that the Team recommends the optimum drilling site for the feasibility study stage as the result of the para II.1 site reconnaissance. The Team explained that it considered that drillings are required at least for both the proposed dam site and alternative dam site. Finally, both sides reached the conclusion that the drilling work is necessary for both Site-A (proposed site) and Site C (alternative site).

✓ 5. NEA agreed to improve the access to the dam sites and to construct two temporary lodging facilities including at the dam site for the feasibility team member.

✓ 6. Both sides agreed upon the tentative schedule for the feasibility study which is expected to start in the middle of August, 1982 and finalize the end of March 1984.

✓ 7. With regard to the drilling work, both sides agreed NEA will carry out the drilling for total 1,000 M. depth and JICA will provide articles of consumption for drilling equipment (core barrels, core lifters and core lifter cases, diamond bits, reamers, rods and casings) up until 1,000 M-depth boring.

Both sides also agreed if the total depth of boring exceeds 1,000 M., NEA will provide necessary articles of consumption for drilling equipment by her own expenses.

( ) 8. Regarding article (14) page 8 of the Scope of Work both sides agree that this will not necessarily be the pattern for future projects of this nature.

/III.

### III. Amendments to the Scope of Work

The meeting discussed the draft scope of work and made the following amendments ;

1. Page 5, add para M Others after para L

Other necessary data will be collected in order to facilitate the project study.

2. Page 7, add para 2 after para (1)

JICA will accept an appropriate number of counterparts who will participate in the study of the project in Japan.

3. Page 7, add para (3) after para (2)

JICA will provide articles of consumption for drilling equipment to meet with the requirement of total 1,000 M. depth drilling.

4. Page 8, para (6)

To provide and store instantaneous electric detonator fuse and dynamite, if necessary.

5. Page 8, para (9) and para (10)

Replace arrange by provide

6. Page 9, para (12)

To arrange for the use of transceivers, if necessary.

7. Page 9, para (14)

To provide, within its authority, the access to and in the study area, and will guarantee to obtain, and grant the study team, the right of access to the site as may be required for proper operation in the field.

/ 8.

8. Page 10, para 3 Contribution by the Government of Thailand

Add if necessary after the sentence of 3), 5) and 6) and put 7) as "preparation for available aerophotograph for geological interpretation."

9. Page 10, para 3. Contribution by JICA

add " to provide articles of consumption for drilling equipment."

10. Page 11, para 4. Contribution by JICA

add " to provide article . of consumption for drilling equipment.

11. Page 11, & 12, para 4. Contribution by the Government of Thailand.

delete, whole sentence from (to provide and store instantaneous \_\_\_\_\_ ) to (\_\_\_\_\_ dangerous articles)

12. Page 12. para 6

change to para 7.

13. Page 12.

add para 6, working item (environmental study, etc), Contribution by JICA (data collection) and Contribution by the Government of Thailand. (to provide the existing data and information).

/ IV.

IV. Conclusion

The final version of the Scope of Work would be made ready by NEA together with the minutes of the round up meeting held on 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> February 1982.

It will be placed before the Secretary General of NEA and the Deputy Director General of DTEC for endorsement and signature on February 12, 1982. Mr. MICHIO TAKAHASHI will sign on the Scope of Work on behalf of the Team. The signed documents will be transmitted to the JICA Office, in Bangkok for further action.

*Michio Takahashi*

MICHIO TAKAHASHI

Leader, JICA Preliminary Survey Team

*S. Saganwongse*

SUVAT SAGUANWONGSE

Feb 12, 1982

Director of Investigation and  
Planning Division, NEA



Brief Report on Site Investigation  
of  
Nam Yuan Hydro-electric Power Development Project  
in  
The Kingdom of Thailand

February, 1982

Preliminary Survey Team of JICA



A. General

1. Preliminary survey team from JICA composing of Messrs. H. Takahashi (team leader), T. Yasuda (Civil engineer) and T. Ozeki (geologist) have conducted successfully and efficiently the site investigation for the dam site, proposed as the first priority in Nam Yuan hydro-electric power development Project, by assistance of NEA's supporting survey team during 7 days from 30 Jan. until 5 Feb, 1982.

2. The NEA supporting team headed by Mr. Thane Montrivade were composed of 7 NEA engineers (ref. Attached Sheet-No.1).

3. Survey instrument and facilities brought in the site were as follows ;

Currentmeter, barometer, measuring tape, poles, hand level, crinocompass, binocular, and camping facilities etc.

4. Whole surveyed route was as follows ;

1) Bangkok air plane Chiang Mai

2) Chiang Mai 190 Km Amphoe Mae Sariang (3 hours by Land Hover)  
(EL. 210 m.)

Road condition ; all weathered, well maintained road.

Total width 10-12 m

Effective width 8 m

Simple asphalt macadam pavement

3) Mae Sariang 80 Km Ban Re Kho (3 hours by Land Hover)  
(EL. 210 m.) (Karen tribe village)

Road condition ; From Mae Sariang to crossing point of  
Nam Yuan mostly well maintained, total

/width approx.

width approx. 6-8 m. laterite pavement.

Crossing point to Ban Re Kho, not in  
good condition, width approx. 5-6 m.

- 4) Ban Re Kho 6 Km Ban Kalo Kho ( ~~4~~<sup>2</sup> hours on foot)  
(EL. 720 m.) (Karen tribe village)

Trail condition ; narrow but ordinary mountain  
trail, width approx. 50 cm.

- 5) Ban Kalo Kho 5 Km Camping Site (2. to ~~3~~<sup>4</sup> hours on foot) ?

Trail condition ; narrow and rugged trail,  
elephant accessible

Campsite situation ; 1.5 ha. flat paddy terrace,  
water stream existing  
nearby.

- 6) Camping site 1 Km Dam Site ( 30 minutes on foot)  
(EL. 98 m.) (EL. 80 m.)

Sub Total from Ban Re Kho to Dam Site 12 Km.

33

B. Results on the site investigation and some comments

1. In this time, the most down stream dam site (hereinafter called Site-A) was only investigated because of accessibility.
2. The river discharge at the Site-A were estimated about  $45 \text{ m}^3/\text{sec}$  on 2<sup>nd</sup> Feb. 1982. This amount is resonable and desirable considering of the middle dry season and the catchment area.
3. Site-A has no problem to construct a high rockfill dam of about 100 m. in height from the point of view topography, geology and design engineering as far as the reconnaissance concerned.
4. Geological aspect of Site-A is as the Attached Sheet-No. 2.)
5. Site-B and Site-C are recommendable for tentative alternative dam sites. (refer Attached Sheet-No. 3.)
6. The topographical maps of 1:2,000 scale by ground survey will be prepared for above mentioned two alternative dam sites. (refer Attached Sheet-No.3.)
7. The reconnaissance geological maps of 1:2,000 scale as like as the attached sheet No.2 will be also prepared for the alternative dam sites.
8. Concerning of permeability of the planned reservoir area should be analized by means of geological interpretation based on areo-photograph. This interpretation work is indispensable on the first stage of the study. However, as the regulation of Royal Thai Army, it is impossible to bring out any aerophotograph to the outside from the country. Therefore, an appropriate study period of about one or one and half month are neccessary in Thailand during feasibility study.

/9.

9. The future geological investigation should be minimized so long as reasonable for feasibility study. (refer Attached Sheet No.4 and No. 5)
10. The topographical map of 1:2,000 scale for Site-A was surveyed based on the tentative bench marks, such as NEA-1 and NEA-2. So, the elevation of this map should be revised by means of connecting to the reliable bench mark in the vicinity.
11. A creek on the left bank of the topographic map of Site-A should be checked because of the dam abutment position.
12. The map of 1:50,000 scale is somewhat not reliable. On the other hand, the 1:10,000 scale map covering the reservoir area is more reliable because of both of horizontal and vertical survey have been done by way of full ground method.
13. So far access trail to the Site-A is untrafficable and very difficult even by walk. Especially, the last 5 Km. from Ban Kalo Kho to the existing camp site, the trail is very steep and narrow capable by elephant only for the heavy transportation.
14. Construction cost of a tentative access road to the Site-A capable by Land Rover is roughly estimated about 4 million Bahts and this road will be prepared before the beginning of future feasibility study. Any way, the existing trail should be improved to reach more easily by Land Rover and walk to the Site-A.
15. Bamboo houses in the camping area will be newly constructed as the base camp.

/16.

16. Concerning of the land acquisition, it seems that there is no problems excepting the compensation problems for the households and paddy, etc, to be submerged by the reservoirs.

#### C. Conclusion

It is considered that the Nam Yuan Hydroelectric Power Development Project is worthwhile to be executed the feasibility study in very near future.

List of NEA Supporting Team

1. Mr. Thanee Montrivade
2. Mr. Precha Seniwong
3. Mr. Sompit Luadtong
4. Mr. Phadet Saengsawang
5. Mr. Wittaya Punsawat
6. Mr. Rangsan Sarochawigasith
7. Mr. Kriangsak Joncharus
8. Mr. Prasit Trawong

Geological aspect

A. General

1. As geological reconnaissance was possible two days only, prospected area was concentrated to the Site-A abutments and several hundreds meters down along the river bank.
2. On the way from Ban Re Kho to the Site-A, partial geological data is available.
3. Field mapping was done on the Scale 1 : 2,000 covering Site-A and vicinity.
4. Collected data on the way to the site will be plotted on the Scale 1 : 50,000.

B. Geology on the Site-A

1. Bed rock of the Site-A consists of black colored shale. The rock has generally banded structure caused by bedding plane. Folding structure and joint are observed on the outcrops both river banks and abutment slopes.
2. As to right abutment, the slope is almost covered by top soil. But the thickness of soil supposed to be less than several meters referring existing outcrops on the vicinity creeks.
3. Any visible fault is not observed on the continuous outcrop along both sides of bank.

/4.

4. Geological structure of the bed rock ; Since aforementioned folding structure is so-called isoclinal folding type, then dip of the rock is apparently monoclinical, striking N 20° W - N 5° E with dip of 40° - 60° to the West.
5. Joint system is not complicated, main joint strike to N 40° W - N 45° W, dip 70° - 75° to the North.
6. The rock formation of the site is considered as Palaeozoic formation including Cambrian, Silurian-Devonian and Carboniferous. According to the final report of the German geological mission (1965 - 1970), Ordovician sequence consists of thin-bedded limestone at the bottom grading upwards into nodular and massive limestones. The Siluro-Devonian is a series of shale, sandstone, graywacke and chert with occasional intercalation of limestone, Carboniferous and Permian formation consist of clastic sedimentation with occasional limestone.
7. Based on aforementioned information, the formation on Site-A is considered as Silurian-Devonian and/or partly Cambrian, but a general distinction of formation for mapping purpose is not possible because their petrography being too much similar.



SEDIMENTARY AND METAMORPHIC ROCKS

			Vicinity	Reservoir
			of dam	area
			site	
QUATERNARY	Qal	Alluvium and terrace deposit	0	0
TERTIARY	Tms	Mae Sot Series	-	0
TRIASSIC AND	JRKK	Korat Series	-	?
JURASSIC	JRK		-	?
CARBONIFEROUS ? AND PERMIAN	PCrb	Rat Buri limestone	?	?
SILURIAN, DEVONIAN ? AND CARBONIFEROUS	CDSK	Kanchanaburi Series	6	6
ORDOVICIAN ?	Ots	Thung Song limestone	?	0
CAMBRIAN ?	Ep	Phuket Series	?	0
IGNEOUS ROCKS				
TERTIARY	TP	Andesite and rhyolite porphyry	-	-
	Tbs	Basalt	-	0
	Td	Diorite and quartz diorite	-	-
CRETACEOUS	Kgr	Younger granite	-	0
	Rgr	Older granite	-	-
TRIASSIC ?	Rm	Mafic and ultramafic rocks	-	-
PRE PERMIAN	pPgn	Gneiss and schist	-	-

(Source : Geologic Investigation in Asia, Geological Survey Bulletin 984)

面 会 者 リ ス ト

## 日本大使館

久保田 穰 参事官

近 藤 秀 明 二等書記官

## 国際協力事業団

河 西 明 バンコック事務所長

坂 牧 嘉 昭

## NEA 関 係

Mr. Pravit Ruyabhorn Secretary General National Energy Adm.

Mr. Prapath Premmani Deputy Secretary General

Mr. Phol Songpong " " "

Mr. Prathet Sutabut Director of Technical Div

Mr. Suvat Saguanwongse " Investigation &amp; Planning Div

Mr. Mohar Singh Monga Head of Planning Branch

Mr. Thanee Montrivade Chief of Water Resources Planning Branch

高 島 康 雄 日本政府派遣コロンボ専門家

## DTEC 関 係

Mr. Kasem Unahasuvan Deputy Director-General Dep. of Tech. &amp; Econ. Coop.

Mr. Surayuth Kungsadan Colombo Plan Sub-Division

Mr. Sutin Susila " "

## EGAT 関 係

Mr. Srid Aphaiphuminart Assistant General Manager (Project 4 Planning)

Mr. Sommart Boonpiraks Director, Planning Dep.

Mr. Payak Ratnarathorn Chief of Water Resources Planning &amp; Development Div.

Mr. Prasit Srisaichan Assistant Chief of the Div.

平 塚 昭 隆 日本政府専門家



資料リスト表

I Organizations 関係 : 整備されて居るが今回持帰らず

1. Responsibility of organizations and the list of Board of Directors: including financial and economic data (Annual Report)

- (a) NEA
- (b) EGAT
- (c) MEA
- (d) PEA
- (e) NESDB
- (f) DTEC
- (g) Others

2. Responsible agencies for the following items:

- (a) Planning
- (b) Survey
- (c) Study
- (d) Installation
- (e) Supervision
- (f) Operation
- (g) Maintenance
- (h) Finance

II Available Data and Information Related to Nam Yuam  
Hydroelectric Power Development Project

以下の各項目の資料の入手可能のもの、或は整備されて居るものは○印で表示する。

## 1. Electricity

ITEM	The whole country	Nam Yuam river basin	Project site	Remarks
1-1 Existing electric power supply in (Table and Figure)	○			今 回 持帰る
1-2 Existing transmission system and voltage grade ( " )	○			持帰る
1-3 Power station development plans ( " ) (a) Year (Comissioning or schedule) (b) Output and type of turbine and generators	○			持帰る
1-4 Transmission line, Sub-station, distribution line development plans ( " )	○			
1-5 Available Capacity (kW) and peak demand (kW) and energy generation, consumption (kWh) and reserve capacity (kW) in last 10 years in Thailand.	○			
1-6 Average power consumption (kWh) per consumers, and yearly and monthly power consumption (kWh) (by category and region) (a) Household (b) Industries (c) Agriculture	○			持帰る

1. Electricity (cont'd)

ITEM	The whole country	Nam Yuam river basin	Project site	Remarks
(d) Commercial (e) Others				
1-7 Degree of electrification in Thailand (by region and village or town)	○			持帰る
1-8 Loss (%) and drop of voltage  (a) Generation (b) Transmission line (c) Distribution line				未確認
1-9 Supply and demand forecast for electricity up to the year of 2000 in Thailand.	○			持帰る
1-10 List of existing power stations and details.  (a) Hydro (b) Thermal (oil, coal, lignite, natural gas, geothermal) (c) Others	○			未確認
1-11 List of existing substations and details.  (a) Output and voltage grade	○			未入手

1. Electricity (cont'd)

ITEM	The whole country	Nam Yuan river basin	Project site	Remarks
1-12 List of existing transmission line length by grade and Map (details).	○			
1-13 The latest tariff schedule of electricity and actual data.	○			
1-14 Annual electric power reports (whole country and by type of companies) and energy report.	○			
1-15 Population growth rate and population in last five years and in future in Thailand.	○			持帰る
1-16 Economic growth rate and per capita GDP (or GNP) (including GDP per sectors) in last five years and in future	○			持帰る
1-17 Example cost of electric works (a) Total (b) Labour (c) Materials (d) Others	○			
1-18 Unit cost and operation cost per kW and kWh (standard thermal power plant)	○			



1. Electricity (cont'd)

ITEM	The whole country	Nam Yuam river basin	Project site	Remarks
1-19 Unit cost, of fuel				
(a) Heavy oil				
(b) Coal(Domestic	○			
(c) Gas imported )				
(d) Others				
1-20 Operation and maintenance yearly cost				
(a) Hydro power station				
(b) Thermal power station	○			
(c) Transmission line				
(d) Distribution line				

2. Meteorologic

ITEM	The whole country	Nam Yuam river basin	Project site	Remarks
2-1 Temperature (a) Monthly and/or daily maximum, average and minimum temperature of respective years	○	○		
2-2 Humidity (a) Monthly and/or daily maximum, average and minimum humidity of respective years	○	○		
2-3 Evaporation	○			
2-4 Rainfall (a) Monthly and/or daily maximum, average and minimum rainfall of respective years (b) Rainy season: From       to (c) Dry season: From       to	○	○		
2-5 Duration of sunshine	○			未確認
2-6 Earthquake (a) Maximum acceleration and magnitude of earthquake in the past (b) Designed acceleration and magnitude	○			未確認

3. Topographic and Geologic

ITEM	The whole country	Nam Yuan river basin	Project site	Remarks
3-1 Aerial photograph and films				
(a) Aerial photograph films of project area along the Nam Yuan River.		○		国外持出禁止
(b) Aerial photograph		○		
(i) Project site		○		
(ii) Project area				
3-2 Detailed topographical maps				
(a) Dam site: 1:2000 and/or others			○	Sitic-Aのみ
(b) Project area: 1:5000 and/or others			○	
(c) Areal map 1:50000			○	
(D) High way map 1:100,000		○		
3-3 Geological maps				
<del>(a) Project site</del>		○		
(b) Project area				
(c) whole Country 1:100,000		○		コピー持帰る
3-4 Soil test reports and drilling data for the project site.				
3-5 List and data of triangulation net for project area		○		未確認
3-6 List and data of level net for project area		○		

geological report

Geological & Structural Map

\* Final Report of  
The German Geological  
Mission (1965-1971)

3. Topographic and Geologic (cont'd)

ITEM	The whole country	Nam Yuan river basin	Project site	Remarks
3-7 List and data of bench-mark near the proposed project site		○		未確認

4. Hydrologic and Construction Cost

ITEM	The whole country	Nam Yuam river basin	Project site	Remarks
<p>4-1 Hydrological data for Nam Yuam Basin</p> <p>(a) Water flow (average, maximum, minimum and maximum flood)</p> <p>(b) Hydro graph</p> <p>(c) Duration curve</p> <p>(d) Location of gauging stations</p>		<p><i>SOPHAN</i> (2,500 km<sup>2</sup>) 1966-1978</p> <p><i>BANTHARUA</i> (9,890 km<sup>2</sup>) 1968-1978</p>		<p>今回持帰る</p>
<p>4-2 Construction cost for civil work</p> <p>(a) Labour</p> <p>(b) Materials (cement, steel, aggregate, etc.)</p> <p>(c) Others</p> <p>(d) Unit cost of hydroelectric power plant constructed in recent years (\$/kW, \$/kWh) (or ¥/kW, ¥/kWh)</p>	<p align="center">○</p>			<p>未確認</p>

現地収集資料リスト

国名	タイ
----	----

プロジェクト№		収集年月	57年1～2月
プロジェクト名	ナム・ヤム水力発電開発計画	予算年度	56年

№	資料の名称	形態	収集先名称	寄贈購入別	保管者名
1	Topographic Map 1/10,000	青ヤキ	NEA	寄贈	高橋
2	Map 1/50,000 (Project Area)	コピー	"	"	"
3	Map 1/2,000 (Dam Site A)	"	"	"	"
4	Geological Map	"		"	"
5	Final Report of the German Geological Mission to Thailand 1965～1971		NEA	"	"
6	Nam Yuam Project	コピー	"	"	"
7	Existing System Generating at the close of 1979～1980	ゼロックス コピー	"	"	"
8	Basic Electricity Whole Sale Tariff, EGAT, Aug, 1981		"	"	"
9	Powers and duties of government agencies and state enterprises concerning energy	ゼロックス コピー	"	"	"
10	NEA Organization Chart		"	"	"
11	Electric Power in Thailand	ガリ版 プリント	"	"	"
12	Nam Yuam at SOPHAN	コピー	"	"	"
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

別添 5 概要 (附 N E A 組織表)

1. 電気事業体制

天然ガスの試掘が行われている。水力発電は次に掲げたように、国際河川水力プロジェクトを含み 22,000 MW に達し、開発率はわずか 5.75% である。

現在、タイの電気事業は、ごく少数を除いて、すべて国営であり、次の 3 者によって運営されている。

(1) タイ電力庁 (EGAT)

発送電事業を担当する。

(2) 首都電気庁 (MEA)

バンコック首都圏の配電を担当する。

(3) 地方電気庁 (PEA)

バンコック首都圏以外の地方における配電を担当する。

ほかに、科学・技術・エネルギー省に属する国家エネルギー庁 (NEA) があり、総合的な電力開発計画の策定、ならびに調査、調整を行っている。

・エネルギー資源包蔵量

原油	1.1 × 10 <sup>6</sup> バレル
オイル シェール	27 億トン (約 7 億 バレル相当)
(石炭)	リグナイト 380 × 10 <sup>6</sup> t
天然ガス	シャム湾 3 兆立方 メートル 兆立方フイ ート
水力	22,054 MW

2. エネルギー

(1) エネルギー資源

タイの石油資源としては、現在チエンマイ県に推定埋蔵量 150 万バレルの小規模油田があるのみである。オイル・シェールも発見されている (約 20 億トン)。また、タイ湾では

(2) 総合エネルギー需給

1980 年におけるタイの総合エネルギー需給については第 1 表に示すように熱量換算で、総エネルギー供給量は 152,045 [ 10<sup>9</sup> kcal ] である。このうち、国産エネルギーは

第 1 表 タイのエネルギー消費

		1980年: 10 <sup>9</sup> kcal				
	総供給	比率 [%]	(左のうちに) (国産分)	国産比率 [%]	輸 出	総消費
水	5,313	3.5	3,316	62.5	-	5,313
石	4,319	2.9	3,670	85.0	8	4,311
ま	5,624	3.7	5,624	100.0	-	5,624
炭	14,977	9.8	14,967	99.9	107	14,870
種もみから	458	0.3	458	100.0	-	458
パ	10,239	6.7	10,239	100.0	-	10,239
ス	111,115	73.1	125	0.1	-	111,115
石油製品	152,045	100.0	38,399	25.3	115	151,930
合 計						

1,730万kWh(0.13%)となっている。

また、1970年より1980年までのタイ電気事業の販売電力量は第4表のようであり、1974年における増加率は別として(石油ショックによる経済沈滞のために増加率は低い)、10か年間の年平均増加率は13.2%であった。

次に、人口1人あたりの消費電力量は1980年において280.2kWhで

第11表 送配電設備(1980年末、高圧配電線を含む)  
[単位:km]

電圧 [kV]	架空	地中	合計
13.2以下	6,465	299	6,765
20-24	2,118.7	10	2,119.7
30-35	4,483	-	4,483
66-69	1,451	12	1,463
110-115	6,340	0.4	6,340.6
132-154	-	-	-
220-230	2,819	15	2,834
合計	42,745	337	43,082

第13表 タイの包蔵水力

	推定包蔵水力 [MW]	既設設備 [MW]	開発率 [%]
北部	2,224.43	796.1	35.8
東北部	322.20	95.0	29.5
中央部	4,727.05	379.0	3.0
南部	735.45	-	-
計	8,009.13	1,270.1	15.85
国際河川	-	-	-
プロジェクト	14,045.00	-	-
総計	22,054.13	1,270.1	5.75

第12表 主要発電所(1980年末)  
[単位:MW]

第1地域(中央部)		第3地域(南部)	
水力	カンククラチャン	火力	クラビ
	190		60.0
シナナカリ	360.0	スラトタニ	300
火力	北バンコック	ガスタービン	450
	237.5	ハットヤイ	75.0
	南バンコック	スラトタニ	75.0
	1,300.0	ディーゼル	106
ガスタービン	15.0	ブケット	20
	120.0	ナコーンシタマラット	50
第2地域(北東部)		バンラン	
水力	ウボールラタナ	第4地域(北部)	
	252	水力	プミボール
	6.0		4,200
	ナムブン	ノリキッド	3,750
	240	火力	マエモーター2
	シリンドーン	ディーゼル	1,500
	40.0	チェンマイ2	3.0
ガスタービン	150	マエモーター1	9.0
ナコーンラチャシマ	150		
ウドントニ	150		

ある。1962年よりのタイ国の電化すう勢は第6表(b)に示すようにきわめて顕著で、経済の成長を上回っている。

しかしながら、バンコク首都圏においては人口1人あたり1,230kWhの電力消費を示すものの、地方では130kWh/人、そのうちタイ東北地域ではわずか51kWh/人である。

(Mae Hongson 県は28kWh/人)

また、人口総数のうち電化されているのは約36.6%である(第7表参照)。

・発電用燃料消費の推移および予想(10<sup>6</sup>バレル原油換算)

	(1979年)	(2000年)
石油製品	14,264	39,034
リグナイト	2,175	4,286.5
水力	7,221	20,918

第14表 タイの電力需要想定(1990年)  
[単位:GWh]

	1981	1985	1985-1990 毎増加率[%]	1990	1985-1990 毎増加率[%]
住宅用	3,393.73	5,879.87	14.7	9,031.21	9.0
商業用	2,465.09	3,830.51	11.7	7,429.11	14.2
工業用	8,513.52	11,215.03	7.1	15,318.91	6.4
街路灯	585.9	735.2	5.8	991.7	6.2
その他	548.8	890.5	12.8	1,663.7	13.3
合計	14,485.81	21,087.98	9.8	32,044.77	8.7

第15表 工事中の電源開発プロジェクト(EGAT)

プロジェクト	発電設備		送配電設備		建設費(10 <sup>6</sup> US\$)		予定完成年月
	増設設備量 [MW]	ユニット数	合計容量 [MW]	電圧 [kV]	送電系統	合計	
マエモーター火力(リグナイト)	75	1	225	-	61,900	61,900	1981年7月
マエモーター火力(リグナイト)	150	1	375	230	202,985	252,985	1984年1月
マエモーター火力(リグナイト)	150	1	525	195	154,575	154,575	1984年7月
南バンコックガスタービン	4×25	4	100	69	19,902	19,902	1981年3月
バンパコン	2×60	3	360	230	134,342	140,049	1981年11月
コンバインサイクル	4×60	5	720	230	132,000	132,975	1984年8月
コンバインドライヴ	1×120	1	550	230	305,860	345,660	1983年7月
バンパコン火力	550	3	300	110	355,219	376,146	1984年4月
カオ・ラエム水力	100	1	553	183	20,000	20,000	1982年7月
プミボール水力	133	1	75	-	78,537	97,561	1981年1月
カノム・バーンジ火力	75	1	72	194	130,673	133,517	1981年6月
パタニ水力	24	3	73	40	51,293	51,707	1981年8月
ロワークエイク水力	19	2	25	2.5	414	414	1981年8月



第2表 エネルギー総供給量 (1980年)

水力	[10 <sup>6</sup> kWh]	2040
石炭	[t]	1,527,467
まき	[m <sup>3</sup> ]	1,386,2294
炭	[m <sup>3</sup> ]	1,098,6014
稲もみがら	[t]	329,028
バガス	[t]	5,360,487
石油製品計	[10 <sup>6</sup> ℓ]	11,963

38,399〔10<sup>6</sup>kcal〕であるから、国産率は25.3%である。すなわち、石油製品はそのわずか0.1%が国産にすぎないが、炭、水力、石炭、まきなどの国産率が大きいので、国全体としては25.3%の国産率になるといわれてである。

また、エネルギー需給状況を実数ベースで見れば、第2表のとおりである。

第2表(B)

タイの燃料価格

- ・ 1981年4月1日より
- 燃料油 4.46 Baht/ℓ EGAT
- ディーゼル油 7.26 EGAT, PEA

### 3. 電力需給

第3表 総発電電力量 [1980年; 10<sup>6</sup>kWh]

公営電気事業	水力	1,442.6
	火力	1,273.0
	水力	1,276.20
	ディーゼル	131.2
	ガスタービン	259.4
私営電気事業	ディーゼル	0.01
自家発電	火力	546.9
	ディーゼル	139.5
全国合計		15,112.41
	水力	1,273.0
	火力	13,309.3
	ディーゼル	270.71
	ガスタービン	259.4

第4表 消費電力量の推移

年	販売電力量 (電気事業) [10 <sup>6</sup> kWh]	増加率 [%]
1970	3,804.9	23.54
71	4,422.0	16.22
72	5,316.3	20.22
73	6,189.8	16.43
74	6,525.4	5.42
75	7,468.0	14.44
76	8,597.3	15.12
77	9,945.6	15.68
78	11,348.5	14.11
79	12,419.2	8.43
80	13,136.2	5.77

1970~1980年 3.45倍  
平均10カ年増加率 1.32%

1980年におけるタイの総発電電力量は、151億1,241万kWhである。この内訳は、水力が12億7,300万kWh、火力が133億930万kWh、ディーゼル発電2億7,071万kWh、

第5表 送配電損失率 (電気事業; 1980年)

発電電力量 (発電機)	[10 <sup>6</sup> kWh]	14,426.0
所内用 (10 <sup>6</sup> kWh)		617.7
輸入電力量 (10 <sup>6</sup> kWh)		766.4
送配電損失 (10 <sup>6</sup> kWh)		1,417.7
料金化されない電力量	[10 <sup>6</sup> kWh]	208
販売電力量 (10 <sup>6</sup> kWh)		13,136.2

所内損失率 4.28%  
送配電損失率 9.83%

第6表

(a) 人口1人あたり消費電力量 (1980年)

区分	kWh/人
タイ全国平均	280
バンコック首都圏 (MEA供給区域)	1,230
地方平均	130
東北部地域	51
南部地域	146
Mae Hongson 県	28

(b) 人口1人あたりGDP (1972年価格) と消費電力量の推移 (1962~1980年)

	kWh/人	GDP/人 (バツ)
1962	19.3	291.0
63	22.7	305.7
64	27.1	312.2
65	36.0	325.5
66	47.5	351.7
67	60.5	370.8
68	75.1	389.2
69	89.7	406.8
70	107.4	422.2
71	121.8	427.6
72	138.9	429.1
73	155.3	451.0
74	159.1	459.5
75	176.2	480.1
76	199.0	511.9
77	225.2	535.7
78	251.5	577.4
79	269.8	600.5
80	280.2	626.9
80	(337.2)	

( ) は発電端

第10表 総発電設備 (1980年末) 単位: (MW)

	水力	火力	ディーゼル	ガスタービン	合計
公営電気事業	1,270.1	1,777.5	115.6	285.0	3,448.2
私営電気事業	-	-	0.02	-	0.02
自家発電	-	339.5	222.4	-	561.9
合計	1,270.1	2,117.0	338.02	285.0	4,010.12

ガスタービン2億5,940万kWhとなっている (第3表参照)。

1970年における総発電電力量45億4,540万kWhに対し、10か年間で約3.2倍、年増加率12.8%の割合で増加したことになる。

また、電気事業の販売電力量は、1980年において合計131億3,620万kWhであり、内訳は住宅用30億2,520万kWh (23.0%)、商業用16億6,550万kWh (12.70%)、工業用83億5,000kWh (63.6%)、農業用2,260万kWh (0.16%)、街路灯5,560万kWh (0.41%)、その他

第7表 タイの電化率

・市町村電化率	100%
MEA地域	90.44%
地方	91.03%
全国	91.03%
(全国702町村のうち電化町村639)	
・人口電化率	76.09%
MEA地域	30.37%
地方	36.61%
全国	36.61%
(総人口46,946,022人のうち電化人口17,186,024人)	

第8表(A) 発電用燃料の消費 (電気事業; 1980年)

	石炭換算 [10 <sup>6</sup> トン]	比率 [%]
燃料油	4,394.6	81.4
ディーゼル油	267.0	4.9
リグナイト	741.7	13.7
合計	5,403.3	100.0

第9表 火力発電所の熱効率

	総合熱効率 [%]	発電電力量 [10 <sup>6</sup> kWh]
リグナイト火力	23.76	1,364,764
ディーゼル火力	28.01	171,118
重油火力	33.35	9,517,301
ショングリ原油	33.98	1,863,214
火力	33.04	12,762,397
合計	33.04	12,762,397
ディーゼル火力		
ガスタービン		
ディーゼル油	19.47	390,557



## 5. 電源開発計画

タイ国における電力需要は高い成長率を示し、1970年から1980年までの10か年間平均年13.2%である。年により20~15%以上の増加を示した(第18表参照)。

長期の電力需要想定は、1985年において210億8,798万kWh、1990年において、320億4,477万kWhとされているが、これは1981~1985年の間に年増加率が9.8%、1985~

1990年の間に増加率が8.7%となる(第14表参照)。

この大きい需要増に対処するため鋭意タイ国政府はEGATを中心として電源の開発を進めており、現在工事中のプロジェクトおよび、その完成の予定については第15表に示すとおりである。

### 6. 電気料金

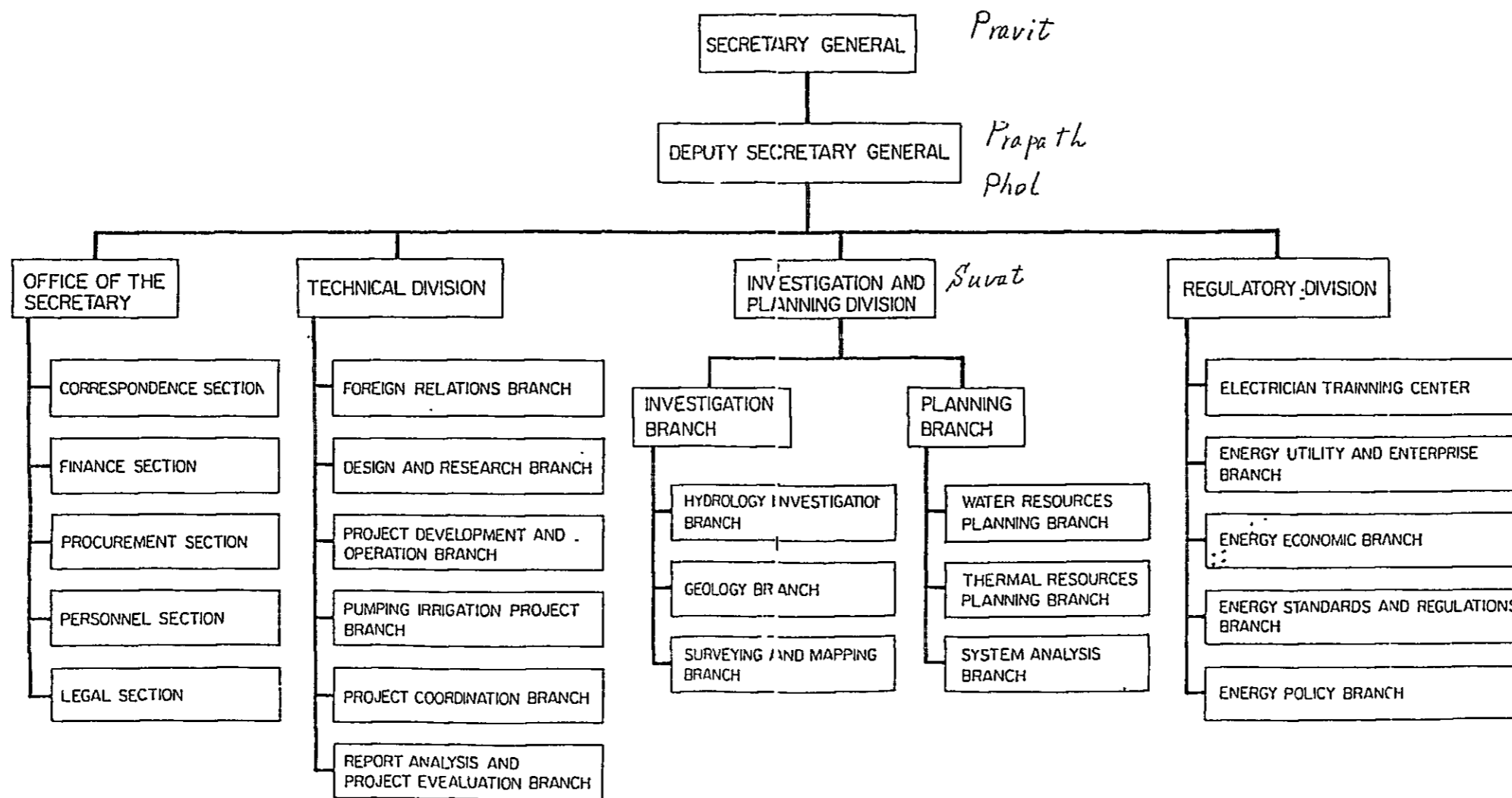
現在、タイの電気料金は、住宅用については、MEAとPEAの料金は

同一であり、したがって全国均一である。その他については格差があり、PEAの供給する地方の方が若干高い。

1981年4月に実施された料金は第16表に示すようである。

1980年の実績による平均販売単価は5.65USセント/kWhであり、用途別にみると第17表のとおりである。また第18表に逐年の平均販売単価の実績を示した。1980年には約1.43倍に上昇している。

# ORGANIZATION CHART OF NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION (NEA)



JICA