

タイ王国

シンブン流動床燃焼
石炭火力発電開発計画調査

最終報告書

平成4年11月

国際協力事業団
電源開発株式会社

鉱調資

C R (3)

92 - 187

タイ王国

シンブン流動床燃焼
石炭火力発電開発計画調査

最終報告書

JICA LIBRARY



1103609121

28718

平成4年11月

国際協力事業団
電源開発株式会社

国際協力事業団

24758

序文

日本国政府は、タイ国政府の要請に基づき、同国のシンブン地区及びクラビ地区に埋蔵されるリグナイト（褐炭）を利用した石炭火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3年3月から平成4年9月までの間、5回にわたり電源開発株式会社伊坂 弘氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はタイ国政府関係者と協議を行うとともに、対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好と親善の発展に役立つことを願うものです。

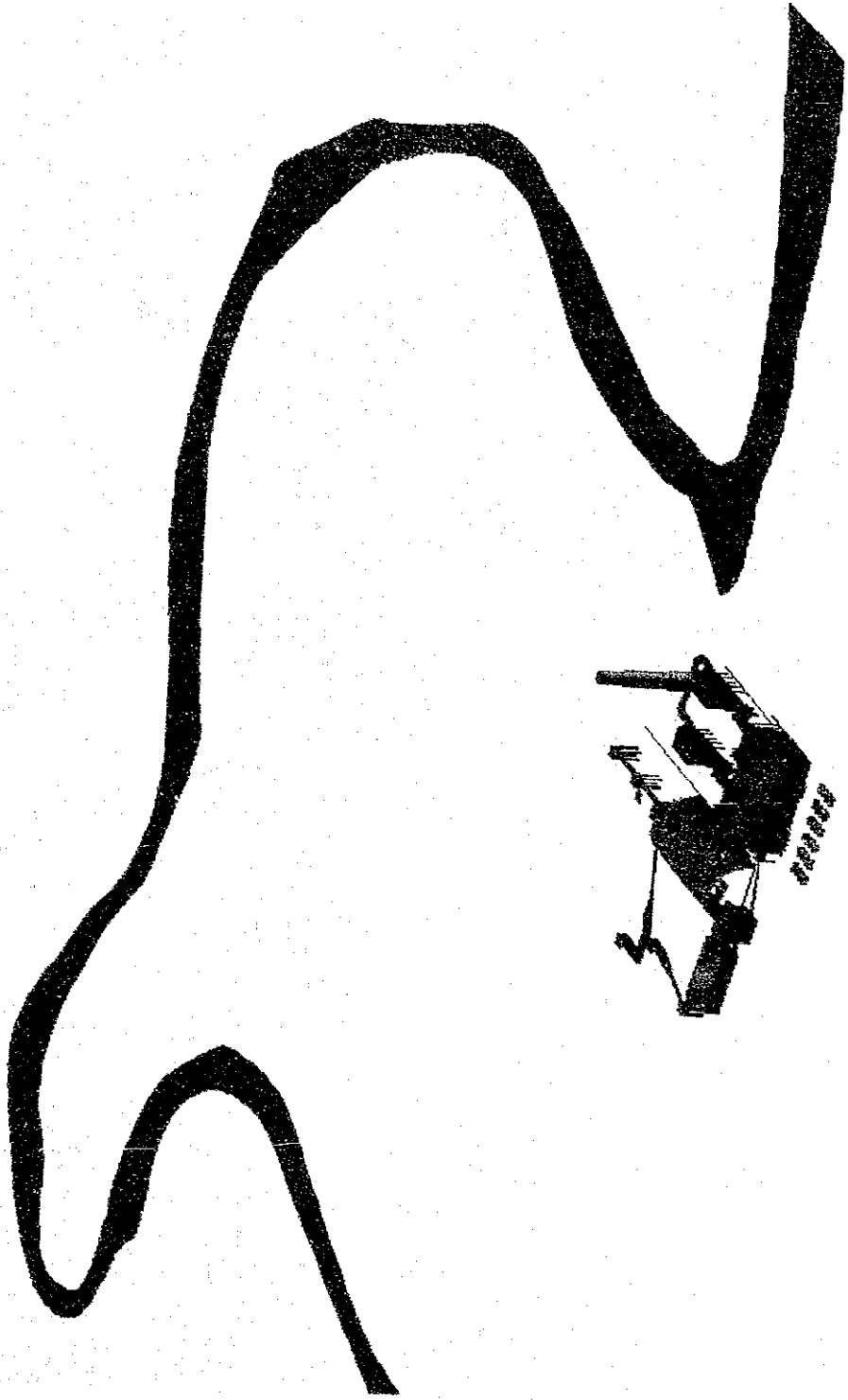
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

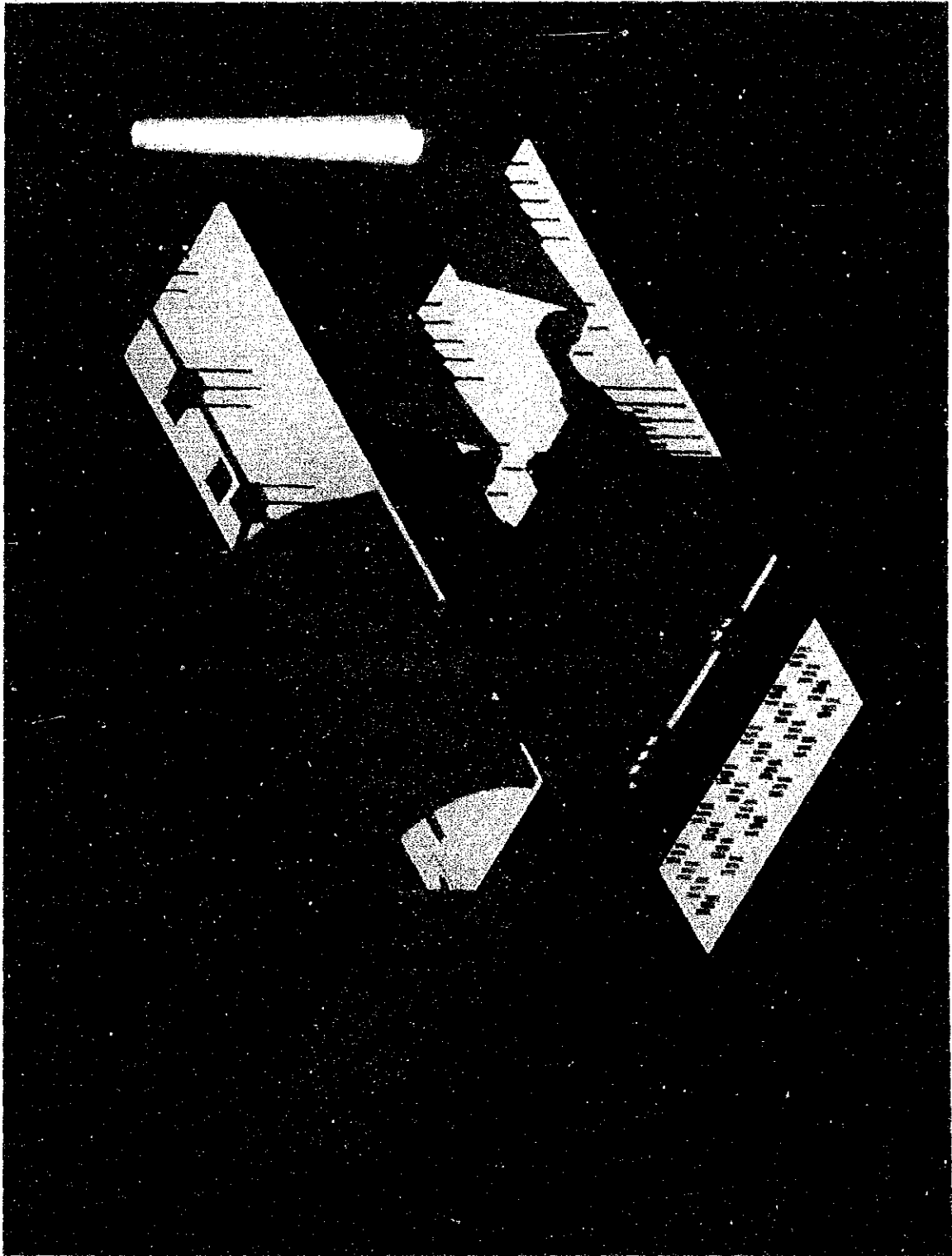
平成 4年11月

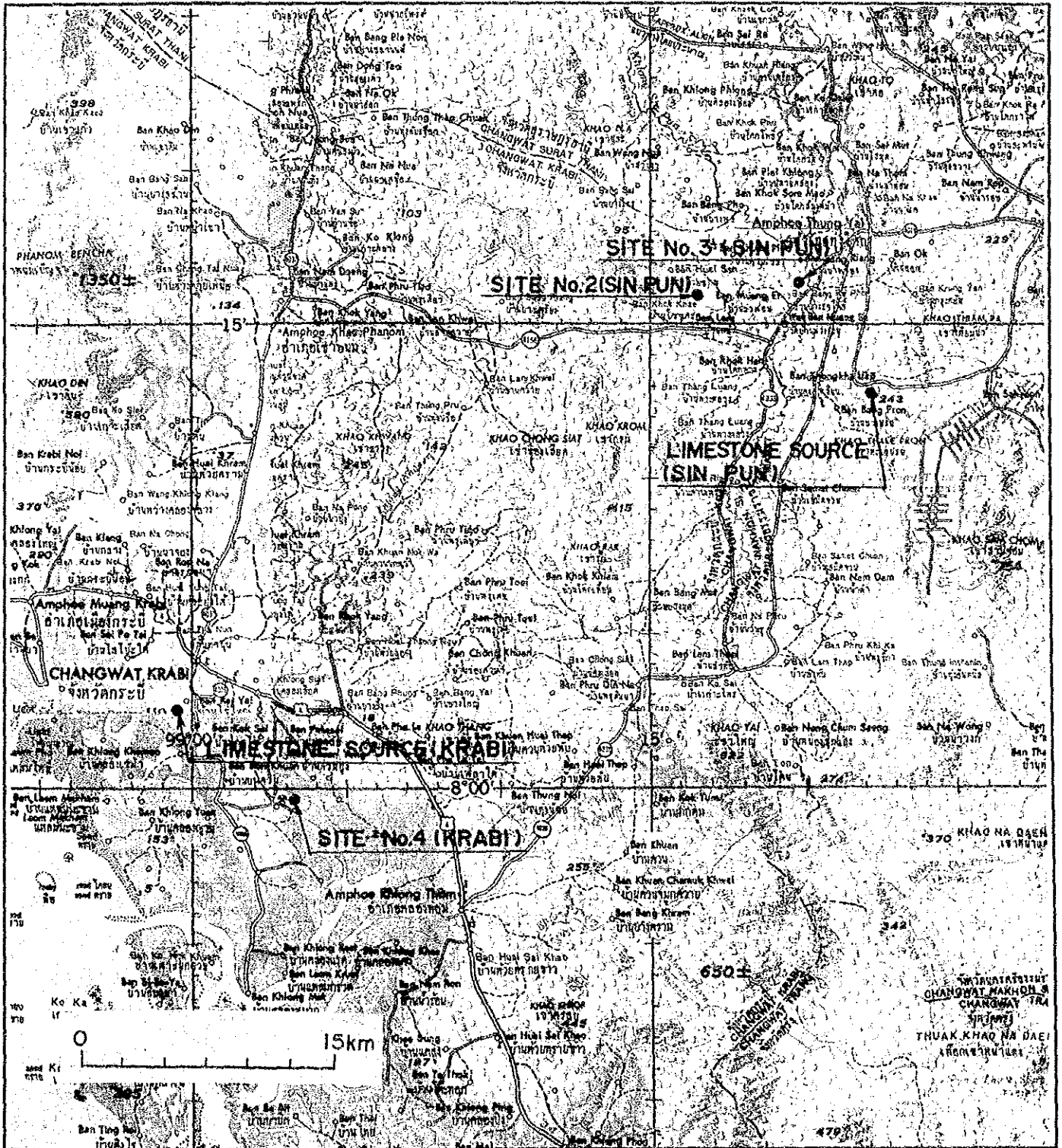
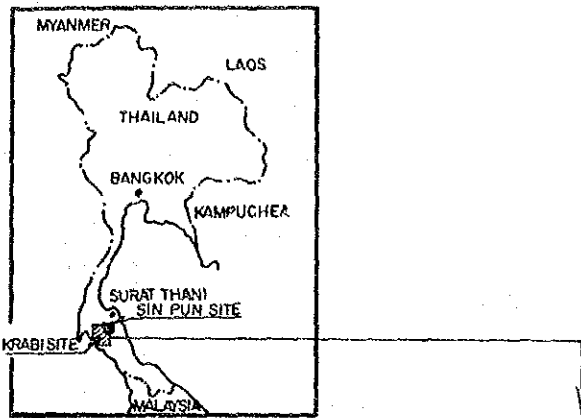
国際協力事業団

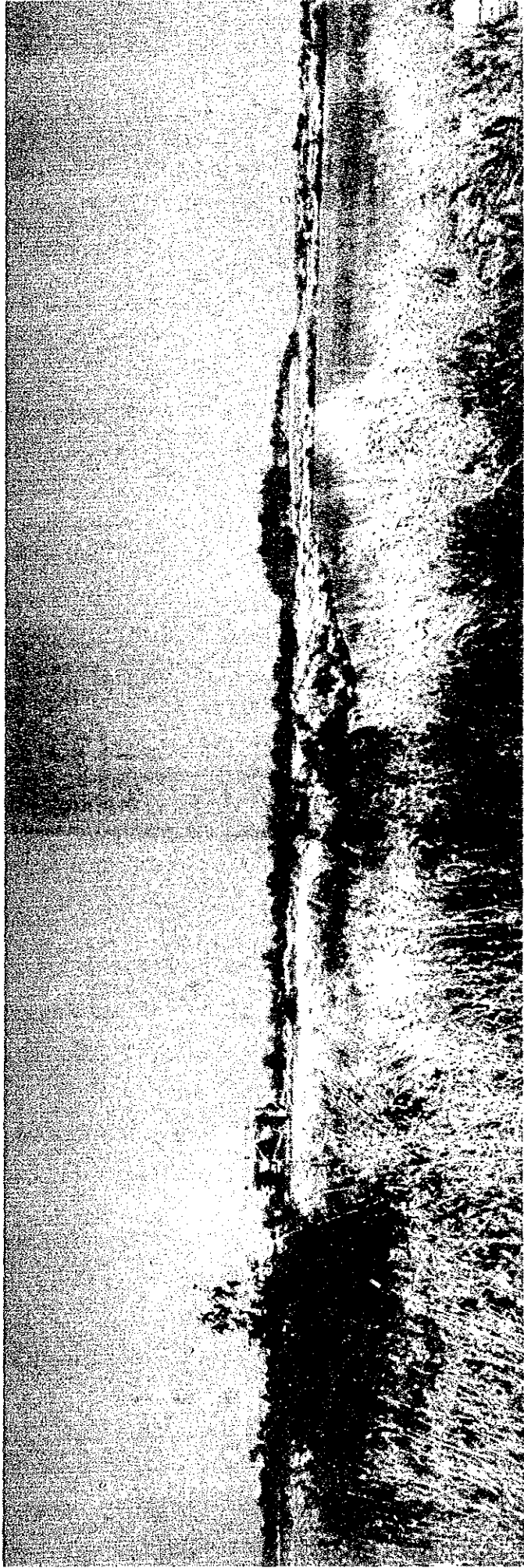
総 裁

柳谷謙介









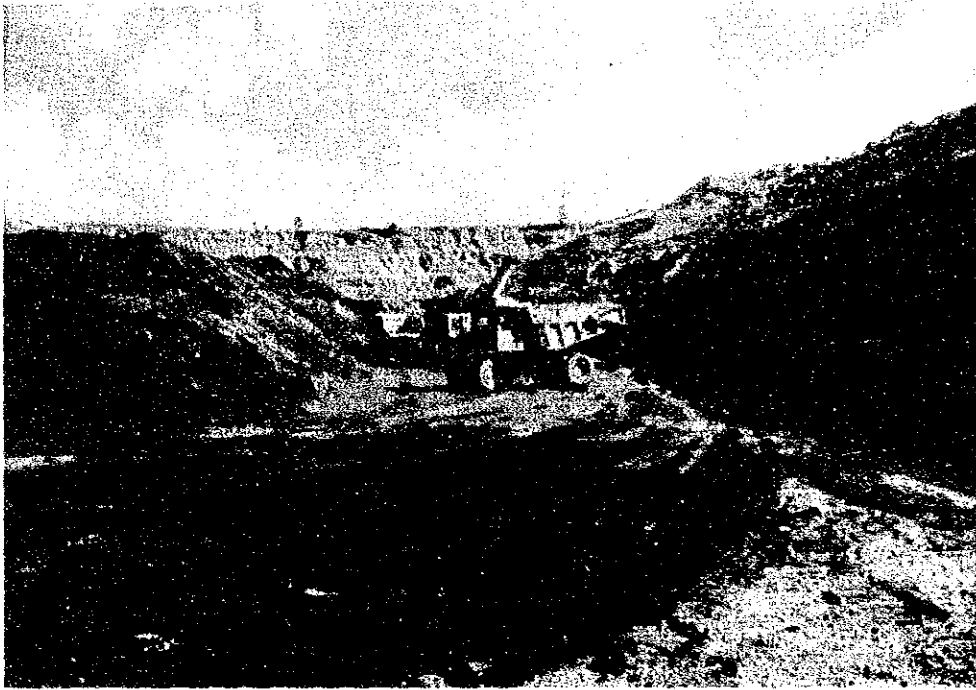
Krabi Site : View From Existing Ash Pond



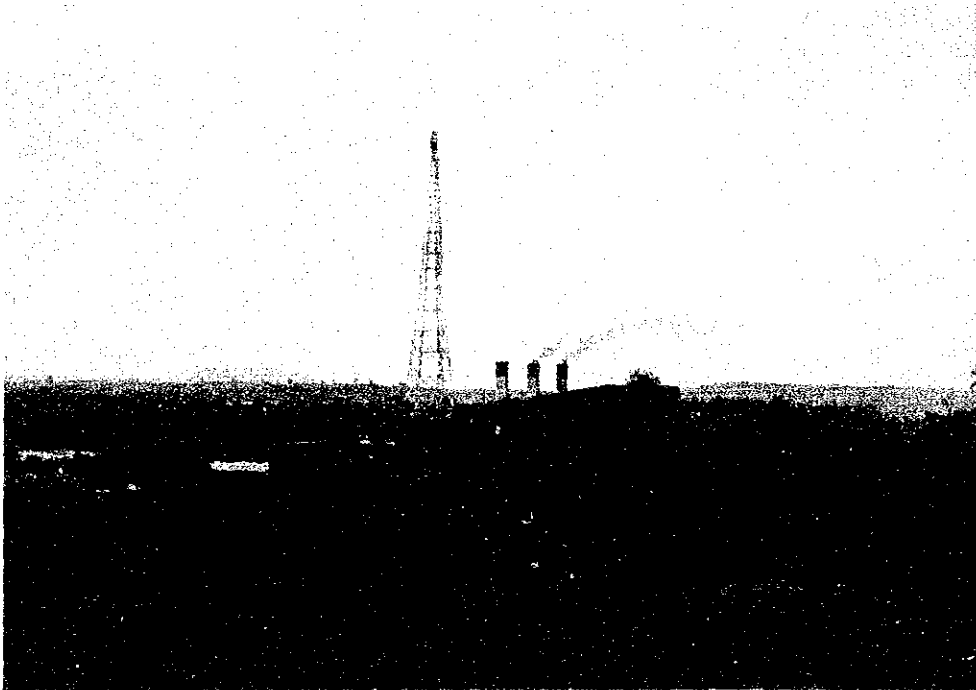
Limestone Quarry in Sin Pun area



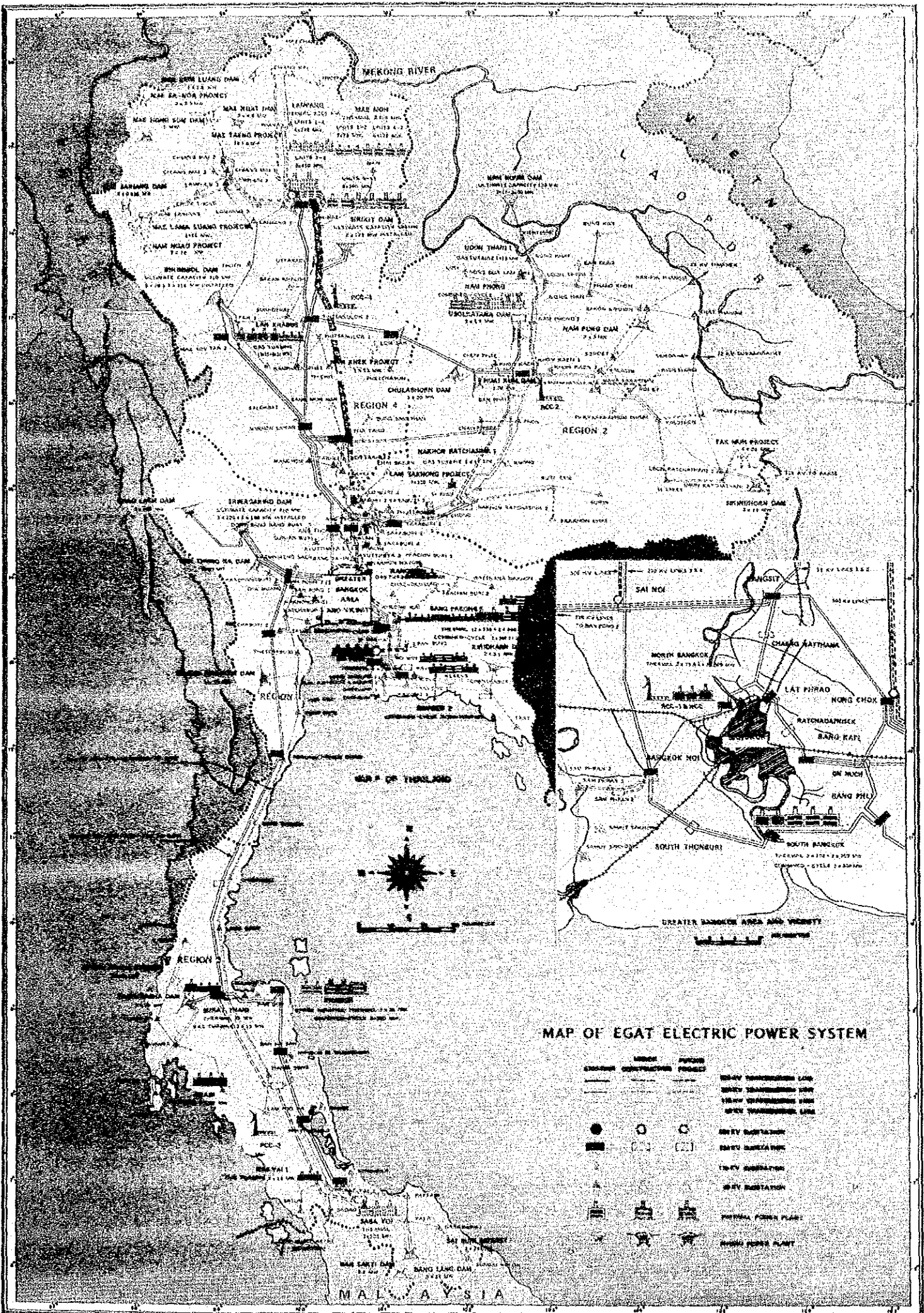
Cement Factory in Thung Song
(50 km from Sin Pun)



Krabi Lignite Mine

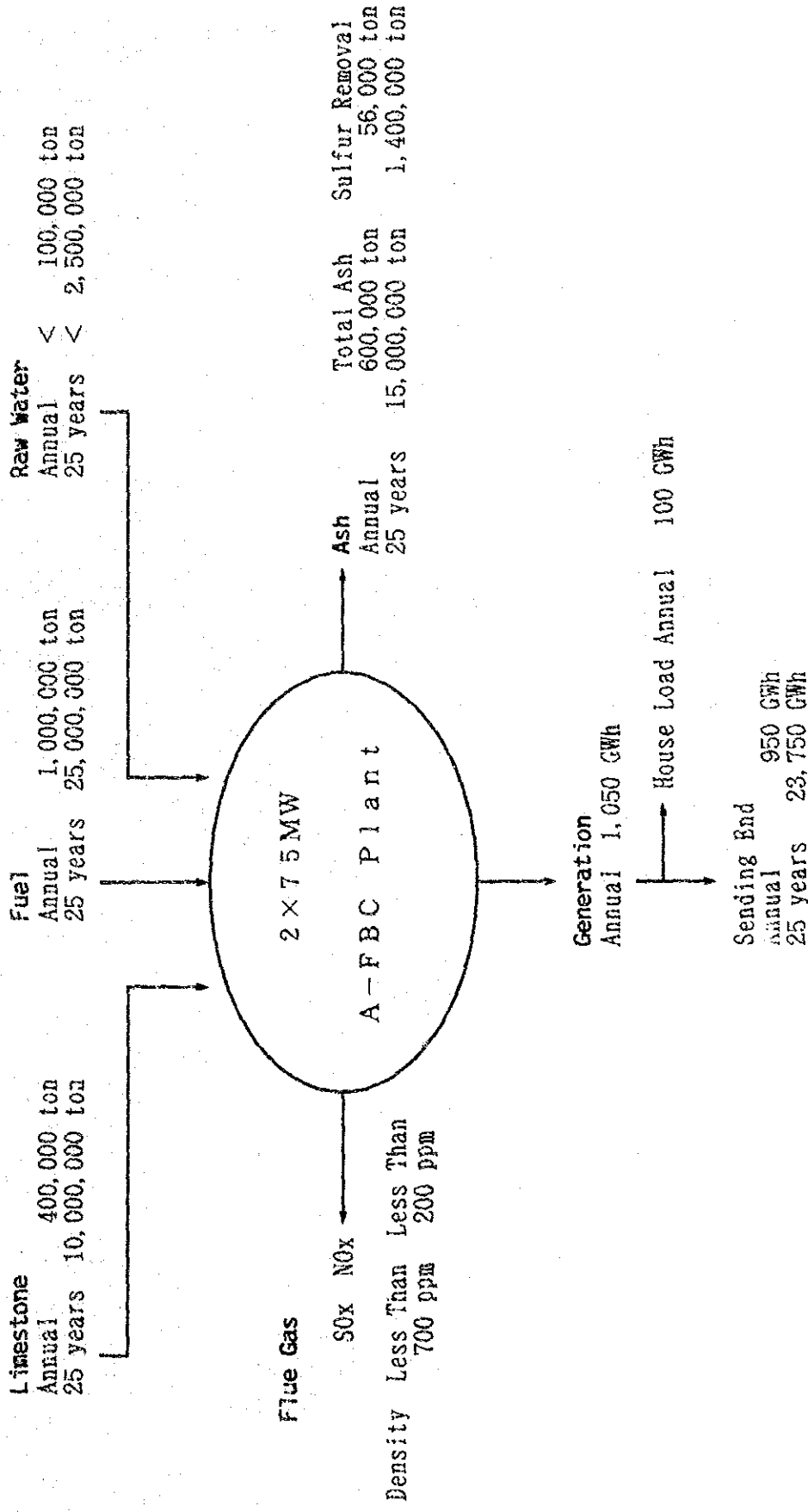


Krabi Power Station



MAP OF EGAT ELECTRIC POWER SYSTEM

SYMBOL	DESCRIPTION
[Solid line]	220 KV TRANSMISSION LINE
[Dashed line]	132 KV TRANSMISSION LINE
[Dotted line]	66 KV TRANSMISSION LINE
[Circle with dot]	500 KV SUBSTATION
[Circle with horizontal line]	220 KV SUBSTATION
[Circle with vertical line]	132 KV SUBSTATION
[Circle with diagonal line]	66 KV SUBSTATION
[House-shaped symbol]	HYDROELECTRIC PLANT
[Turbine symbol]	THERMAL POWER PLANT
[Windmill symbol]	WIND POWER PLANT



Material Balance of Sin Pun A-FBC Generating Scheme (Sin Pun + Krabi Lignite Case)

PLAN

E 507, 000

N 883, 500

N 883, 000

N 882, 500



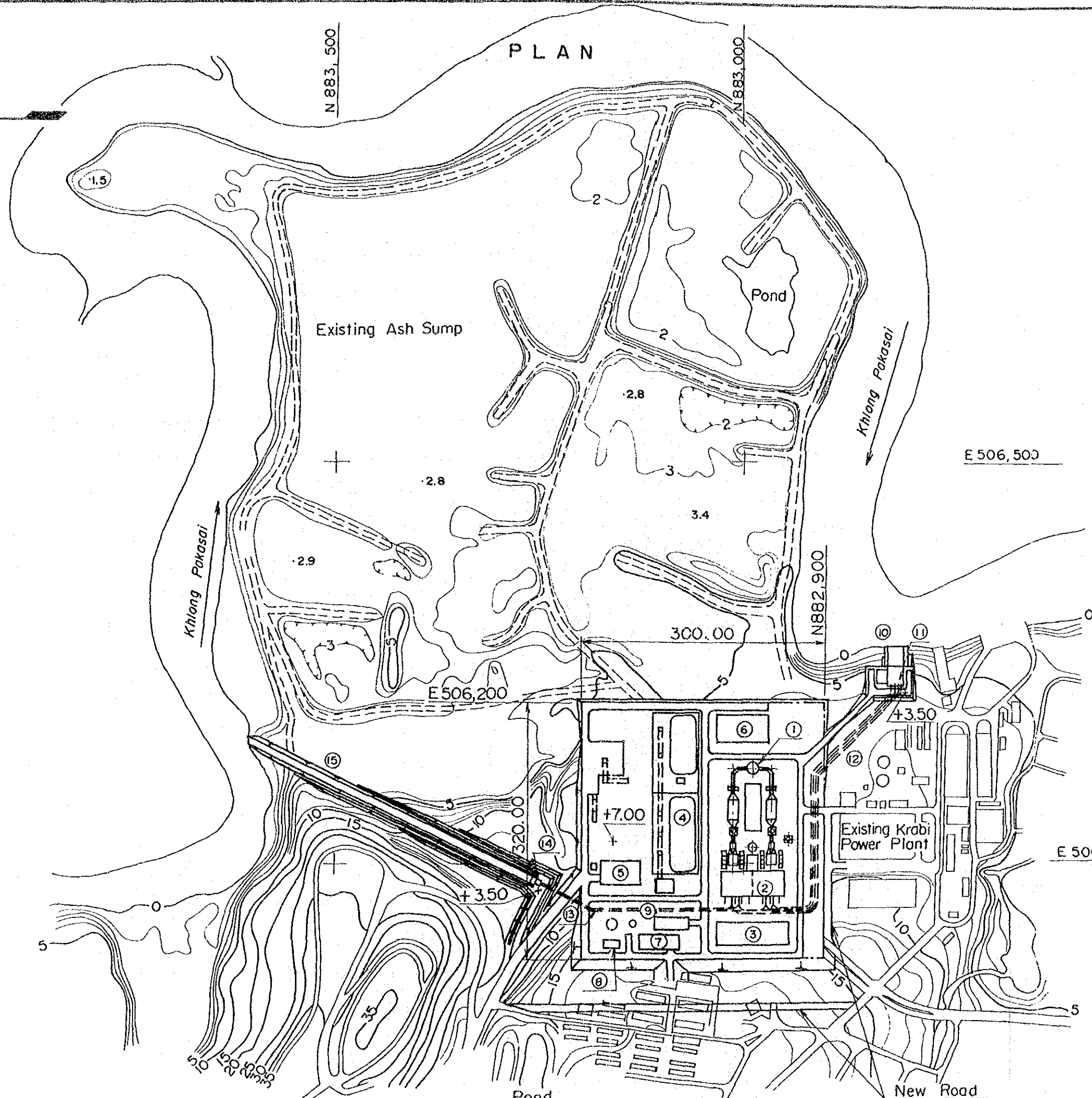
E 506, 500

E 506, 500

E 506, 000

E 506, 000

N 884, 000



LEGEND

No.	Facility
①	Stack
②	Turbine House
③	Switch Yard
④	Lignite Storage Yard
⑤	Limestone Storage Yard
⑥	Storehouse
⑦	Office
⑧	PR Building
⑨	Waste Water Treatment
⑩	C.W Intake
⑪	C.W Pump Pit
⑫	Inlet Pipe
⑬	Outlet Pipe
⑭	Outlet Pit
⑮	Discharge Channel

SIN PUN A-FBC COAL-FIRED
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT

GENERAL PLAN

目 次

	頁
要 約	
結論と勧告	
第1章 序 章	
1.1 概要	1 - 1
1.2 調査目的及び範囲	1 - 2
1.3 タイ王国の現状	1 - 3
1.4 関係組織	1 - 7
第2章 計画の背景	
2.1 タイ経済の現状及び経済社会開発計画	2 - 1
2.2 タイ南部地域における開発計画	2 - 13
2.3 エネルギー政策	2 - 17
2.4 環境規制	2 - 21
第3章 電力需要想定	
3.1 タイ国全国レベルに於ける需要想定	3 - 1
3.2 RegionⅢに於ける需要予測	3 - 8
3.3 RegionⅢに於ける最適電源開発の策定	3 - 20
第4章 地点選定	
4.1 概要	4 - 1
4.2 発電所規模の選定	4 - 1
4.3 発電所候補地点の評価	4 - 5
第5章 石炭火力開発概要と開発の効果	
5.1 計画概要	5 - 1
5.2 開発の効果	5 - 2
第6章 炭鉱開発	
6.1 概 要	6 - 1
6.2 シンプン炭田	6 - 3
6.3 クラビ炭鉱	6 - 37

6.4	採炭計画	6-58
6.5	経済性評価	6-65
6.6	結論	6-72
第7章 石灰石の調達		
7.1	タイ国内の石灰石の産出状況	7-1
7.2	タイ国内のセメント産業の状況	7-4
7.3	発電所用石灰石の調達	7-6
第8章 ベンチスケール燃焼試験		
8.1	要旨	8-1
8.2	燃焼試験の内容と工程	8-2
8.3	石炭及び石灰石性状分析	8-4
8.4	燃焼試験装置	8-19
8.5	試験結果	8-24
8.6	結果の評価	8-58
8.7	まとめ	8-76
第9章 パイロットスケール燃焼試験		
9.1	概要	9-1
9.2	試験装置	9-6
9.3	リグナイト及び石灰石の化学分析	9-17
9.4	試験リグナイト及び石灰石粒径分析	9-24
9.5	試験結果	9-28
9.6	結果の評価	9-63
第10章 環境への影響		
10.1	概要	10-1
10.2	環境影響評価(大気質)	10-1
10.3	環境大気質モニタリング	10-11
10.4	その他環境への影響	10-13
第11章 フィージビリティ段階設計		
11.1	概要	11-1
11.2	設計条件	11-7

11.3	発電設備要覧	11-25
11.4	発電所レイアウト	11-47
11.5	リグナイト・石灰石前処理系統	11-53
11.6	油貯蔵タンク	11-73
11.7	工水供給	11-74
11.8	FBCボイラシステム	11-76
11.9	蒸気タービン	11-91
11.10	冷却揚水設備	11-95
11.11	電気設備	11-104
11.12	灰処理設備	11-124
11.13	発電所本館	11-139
11.14	煙突	11-143
11.15	付属建物	11-144
11.16	環境対策設備	11-145
11.17	送電計画	11-156
第12章 建設工程と費用		
12.1	建設工程	12-1
12.2	建設費	12-5
第13章 経済・財務評価		
13.1	経済評価	13-1
13.2	財務評価	13-15
13.3	総合評価	13-22

UNITS AND GLOSSARIES

(1) Units

mm	:	Millimeter
cm	:	Centimeter
m	:	Meter
km	:	Kilometer
cm ²	:	Square centimeter
m ²	:	Square meter
km ²	:	Square kilometer
m ³	:	Cubic meter
MCM	:	Million cubic meter (for development planning)
kg	:	Kilogram
t	:	Metric ton
m ³ /s	:	Cubic meter per second
kW	:	Kilowatt
kWh	:	Kilowatt hour
MW	:	Megawatt
GWh	:	Gigawatt hour
kV	:	Kilovolt
kVA	:	Kilovolt-Ampere
MVA	:	Megavolt-Ampere
MCM	:	Thousands of circular mils (for transmission line)
rpm	:	Revolutions per minutes
Hz	:	Hertz (cycles per second)
El.	:	Elevation
°C	:	Degree in centigrade
mb	:	Millibar
%	:	Percentage
Lu	:	Lugeon value (rate of water loss from a drillhole)
ℓ	:	Liter
1 MW	:	1,000 kW
1 GWh	:	1,000,000 kWh
1 barrel	:	159 ℓ
1 rai	:	1,600 m ²

gal : cm/sec² (acceleration of earthquake motion)
kine : cm/sec

(2) Glossaries

(i) Terms

NHWL : Normal High Water Level
LWL : Low Water Level
TWL : Tail Water Level
US\$: U.S. dollar
฿ : Baht
M฿ : Million Baht
hrs : Hours
yr : Year
ea. : Each
Max. : Maximum
Min. : Minimum
cct : Circuit
a.c. : Alternative current
ACSR : Aluminum Conductor Steel Reinforced
ASTM : American Standard for Testing and Materials
CA : Catchment Area
FY : Fiscal Year
GDP : Gross Domestic Product
M_B : Body Wave Magnitude
M_S : Surface Wave Magnitude
IRR : Internal Rate of Return
EDR : Equalizing Discount Rate
PMF : Probable Maximum Flood
PMP : Probable Maximum Precipitation
B-C : Net Present Value of Surplus Benefit
B/C : Benefit Cost Ratio

(ii) Agencies

AIT : Asian Institute of Technology
EGAT : Electricity Generating Authority of Thailand
EPDC : Electric Power Development Co., Ltd.
JICA : Japan International Cooperation Agency
MEA : Metropolitan Electricity Authority
NEA : National Energy Administration
NEPO : National Energy Policy Office
NESDB : National Economic and Social Development Board
NIDA : National Institute of Development Administration
OPEC : Organization of Petroleum Exporting Countries
PEA : Provincial Electricity Authority
RID : Royal Irrigation Department
TDRI : Thailand Development Research Institute
IBRD : International Bank for Reconstruction and Development

要 約

要 約

本報告書は1991年から1992年に亘り、日本政府の技術協力により国際協力事業団（JICA）が実施したタイ王国のシンブン流動床燃焼石炭火力発電開発計画のフィージビリティ調査の結果をとりまとめたものである。

この報告書はJICAより日本国外務省を通してタイ政府、タイ電力庁（EGAT）に提出されるものである。

フィージビリティ調査の検討結果を要約すると以下に述べる通りである。

(1) 本計画の特性

シンブン流動床燃焼石炭火力発電開発計画とは、南部タイ・シンブン地区に埋蔵する高硫黄低発熱量リグナイトを、常圧流動床ボイラで燃焼させる環境対策型発電開発計画である。

シンブンリグナイトは、硫黄分が7%と高く、かつ低発熱量であるため排ガス中SOx濃度は10,000ppmに達する粗悪炭である。また、炭鉱埋蔵量も経済的可採埋蔵量が20百万トン程度で近傍のクラビ炭鉱の5百万トン程度を加えても2基×75MW規模の発電に供給する程度しかなく、設備におけるスケールメリットが期待できない計画である。

しかしながら前述の通り、リグナイトは南部タイにおける数少ない国産エネルギーであること、及びこの近傍のクラビ発電所（3基×20MW）が1995年に廃棄されることから、シンブンリグナイト及びクラビリグナイトを使った代替発電設備が望まれている。この地域は、タイ南部開発促進地区であるクラビターミナル近傍にあり、またプーケット島及びクラビなどの観光資源が豊富な中にあるため、環境資源を保存しつつ早急に発電計画を進める必要がある。またタイ国において工業の発展とともに生じた環境破壊に歯止めをかけるため、大気汚染の大きな要因であるSOx及びNOxに排出規制（南タイにおいてはSOx 700ppm、NOx 1,000mg/Nm³）を設けつつあり、環境対策型発電設備が不可欠になってきている。

タイ国は経済発展とともに人件費も高騰しており、人件費が多くを占める炭鉱開発を経済的に推し進めるためには、早期に開発に着手する必要がある。

これら炭鉱開発及び発電開発は当該地域の経済開発促進にも大きく寄与することが

期待されている。

(2) 最適電源開発の策定

① タイ国における電力需要

タイ国の急激な経済発展と工業化を支える電力の需要は、急激な伸びを示しており、さらに一部の重要な要因として外国企業の経済投資が更にこの傾向を押し上げている。タイ国の電力需要の1991年迄の実績は、1981年から1991年の平均のピーク電力の伸びは12.01%、電力量では、11.92%の伸びを記録している。

一方、南部タイ (Region III) に於ける電源設備は1991年時点で、610MWでありその内訳は、312MWが水力で、214MWが汽力、残りの84MWがガスタービンの設備である。需要面から見ると、1991年のピーク負荷は、608MWであり電力量需要は、3,922GWhとなっている。この時点の需給バランスの内、ピーク負荷については、予備率はない。更に電力量のバランスの試算では、1,000GWh以上の不足となった。この地域の電力系統は、タイの全電力系統に接続されているが、基幹送電線は、500 km以上も離れており、損失の低減、運用面から基本的には、当該地域で需給バランスをとることが望ましい。

② Region III に於ける最適電源開発の策定

EGATは、長期電源開発計画用に、最小費用電源拡張プログラムを導入しており、これを使って策定している。このプログラムパッケージは、適用される系統にふさわしいと判断される、供給信頼度の目標を設定し、その範囲に於いて設備費、燃料費及び運転維持費の合計が最小となる電源構成を策定するものである。

JICA調査団は、タイの実際の系統構成を考慮した場合、本プロジェクトの対象地域であるRegion IIIと、バンコクエリアを含む北側の主系統の二つが接続されていると仮定し解析を行った結果、シンブンFBC火力は1998年に運用を開始する事が、最も経済的であるという結果が出た。しかしRegion IIIへの融通電力が常に流れていることを考慮すると、可能な限り早い方が望ましい。このことから本プロジェクトの最短可能年である1997年頃の運開が最適と判断される。

(3) 地点選定

A-FBC 石炭火力発電所の候補地点の適性を評価するに当り、炭鉱開発と発電計画の経済性から 2×75 MW を出力規模として下記項目を考慮する事とした。

- i) 地形的、地質的に良い条件の場所である事
- ii) 石炭及び石灰石が妥当な価格で入手出来る事
- iii) 冷却水とプラント用水が近傍で入手出来る事
- iv) 十分な面積の土地が妥当な価格で問題なく入手出来る事
- v) 近傍に多量の灰捨場が確保出来る事
- vi) 送電線ルートが最少のコストで選べる事
- vii) 労働者や資機材の確保に便利であること
- viii) 環境問題の無いこと
- ix) 大型機器の運搬が容易である事

これらの項目について各候補地点毎に割引率10%での現在価値計算を用いて評価した。結論は以下のとおりである。

○地質・地形はシンブンサイト及びクラビサイトとの間に大きな差はなく地盤改良費用で大きなコスト差は生じない。

また、一級道路もサイトに近接しているため、アクセス道路の建設費にも大きなコスト差は生じない。

○リグナイト輸送費用は、クラビサイトにおいてシンブンリグナイトを大量に長距離輸送するため、そのコスト差はきわだって大きい。

クラビNo. 4 候補地点のコスト試算に当たっては20百万トンのリグナイトをシンブン鉱区からクラビ候補地点に運び、5百万トンのリグナイトをクラビ鉱区から運ぶこととした。

クラビNo. 4 候補地点にとって、このコスト差だけがシンブンサイトNo. 2 及びNo. 3 に対しマイナスの要因である。

○石灰石の取得費用差は、輸送費及びクラビリグナイトがシンブンリグナイトより低黄硫であるため、必要石灰石量の違うことに起因している。石灰石輸送費の差は大きくない。

- タービン復水器冷却水供給系の設備費及び運転費用は、シンブン地区とクラビ地区とでは異なったシステムであり、そのコスト差は大きい。

シンブン地区は放流タイプを採用するには、取水量が充分でなく、冷却塔方式を採用しており、一方、クラビ地区はPhakasai川から冷却水を採取し、放流タイプを採用している。

コスト差の主な要因は、冷却塔の設備建設費と電気使用量の違いによる。

- 灰捨てのコスト差は、地下水汚染防止のためシンブン地区に灰捨て場周囲に矢板を施設するのに対し、クラビ地区では地下水を飲料水として利用する地域住民がいないため、矢板を必要としない。このコスト差は比較的大きい。
- 送電線と開閉所のコスト差は既存の系統とシンブンサイトを結ぶ送電線建設費が主な要因である。シンブンサイト近傍には送電線が施設されておらず、150MW(2×75MW)の電力を送電するために送電線を施設しなければならない。一方、クラビサイトの場合は、既存の送電線を活用できるため、新しく送電線を施設する必要がない。このコスト差は比較的大きい。
- 装置輸送のコスト差はシンブンサイトまでの内陸輸送によるものである。このコスト差は大きくない。
- 環境保全に関するコスト差は、同じ排出規制値を採用しているためその差は生じない。
- リグナイトの生産費用差は、クラビ炭の発熱量が低いため、単位発熱量当りの単価が高いことによる。
- 土地取得は、クラビ地区が既設発電所構内に立地することから容易に立地できるのに対し、シンブン地区は近傍にゴム農園が営まれており、土地取得の用途は立っていない。
- 発電所々員の住居等の施設は、クラビ地区において既設発電所の既存施設を使用できるが、シンブン地区においては新規に設備を追加しなければならない。

以上、経済評価した結果、各地点の評価値差は、下表の通りクラビ地点に利点があるものの、その差はわずかで初期投資費用の3%内に収まりサイト選定の決定要因にならない。しかしながら、シンブン地区における土地取得の予想が立たない点及び、シンブン地区の灰捨て場排水の生活環境に与える影響が長時間においては未知である

ことから考え、クラビ地点にサイトを選定した。

MJ

Site No.	No.2 (Sin Pun)	No.3 (Sin Pun)	No.4 (Krabi)
Cost Difference at 1992 Discount Rate 10%	+149	+191	Base

(4) 炭鉱開発

JICAチームは、EGATから提示された報告書を基にして、鉱山開発計画の計画と見直しを実施した。今回の計画は、クラビ発電所構内に立地するA-FBC リグナイト燃焼火力発電所（150MW）に、シンブン炭田から年間 80万トン、クラビ炭鉱から20万トンを供給することを基本とした。結論は以下の通り。

- ① シンブン及びクラビ炭田には、150MW 発電所に25年間供給するリグナイトの量は十分に存在する。
- ② このリグナイトの品質については、多少バラツキがあるものの、当該FBCボイラーで使用するものとしては問題はないと思われる。しかしながら、2地域の計3採掘区域から供給するため、供給炭の品位のバラツキを極力小さくするためには、混炭システムの導入が望まれる。
- ③ EGATはコンピューターを使用し、地質データを詳細に分析し、技術的、経済的な項目を検討した。その結果、シンブン炭田の5地区から、Bang Sai, North Kuan Klang, South Kuan Klangの3地区を経済的として選んだ。JICAチームのスタディーにおいても、その正当性が確認された。
- ④ JICAチームは、150MW発電所にリグナイトを供給するために最も合理的で、経済的な採掘順序を提案し、EGATサイドもこれに同意した。

- ⑤ 採掘方法については特殊な方法や、大規模設備を使用することなく、通常のショベル&トラック方式で可能なフィールドである。水理地質学的考慮から、採掘に先立つ排水計画は効果があると思われる。
- ⑥ 採掘設計の基準は、EGATの経験に基くもので、現実的なものである。
- ⑦ Contingency 15%, Discount Rate 10% を基礎にした経済評価では、Levelized Costは約US\$20/ton、Average Costは、約US\$18/tonと見込まれる。採掘コストは、25年間という長い期間を考慮した場合、Levelized Costは一定の値に収れんする。Economic Ratioは、US\$10/Gcal 以下といえる。これらの試算は、100MW のケースをベースにして150MWのケースに対するパラメータを想定して求めた。

(5) 石灰石市場

常圧バブリン型流動床ボイラは、多量の石灰石を脱硫剤として使用するため、その生産及び輸送価格は、本調査の経済性に大きく影響を与える。

タイ国は、ほぼ全土にわたり豊富に石灰石が分布しており、特に、サイト候補地点近傍には石灰石の岩体がある所に見られる。現在、石灰石は19,000千t生産されており、その99%がセメント産業で消費されている。その大部分はタイ中部地域に集中しており、南部タイでは全体の8%強の1,600千t程度生産されているにすぎない。

2×75MW規模の常圧バブリン型流動ボイラは年間400千tの石灰石を消費すると考えられるため、南部タイの石灰石市場に大きな需給不均衡を生じさせると考えられる。そのため、石灰石はEGAT独自で、近傍の石灰石山より採取することが適切と考えられる。石灰石の切り出し価格はクラビ地区の市場調査により輸送費を含めても145B/tと考えられ、常圧バンプリング型流動床ボイラで使用する石灰石は粗粒経(3mm以下)であることから破碎費用も経済的で従来の湿脱硫装置に使用する石灰石(325 Mesh: 40 μ m)の約半値であることが試算によって解った。

(6) 燃焼試験結果

タイ国シンブン及びクラビリグナイトの性状は下表に示す通り、日本における輸入炭石炭火力発電所で使用される石炭に比べると、単位発熱量当りの硫黄分は15倍もある高硫黄リグナイトである。

	シンブンリグナイト	クラビリグナイト	日本の電力における輸入炭
発熱量 (低位) (kcal/kg)	2,787	1,600	6,000 前後
水分 (%)	32.7	26.1	10 前後
灰分 (%)	21.1	36.4	10 前後
硫黄分 (%)	7.0	1.8	1 前後
燃料比	0.34	0.43	2 前後

シンブン地区近傍の石灰石は純度が90%前後と良好である。またバブリング型流動床燃焼で重要な流動媒体中での石灰石粒度保持の指標となる粉化率は、日本で得られた知見の適用可能範囲内にあり、バブリング型流動床燃焼の脱硫媒体として適切であると判断される。さらに、タイ石灰石は、石灰石が加熱により脱炭酸反応を起こし脱硫媒体である生石灰となるに必要な焼成温度は750℃前後で比較的低いため、流動床燃焼では脱硫活性の高い石灰石であることが試料分析によって解った。

燃焼試験は上記の2種類のリグナイトおよびシンブン近傍の石灰石を使用し、下記の2段階に分けて実施した。

試 験	目 的
ベンチスケール燃焼試験	直径100mm高さ2mの試験炉で、燃焼物性を多様な条件で確認し、設計の指針とするとともにパイロットスケール燃焼試験の運転条件を少量のリグナイトと石灰石で発見する。
パイロットスケール燃焼試験	ベンチスケール燃焼試験で得た結果を基本にし、多量のリグナイト・石灰石を使用して、実規模ボイラを模擬した500mm四方高さ、7mの燃焼炉で流動床燃焼特性を確認し、P/Sレベルの設計に反映させるとともに、経済分析に必要な諸元を得る。

これら2段階の試験結果から以下のことが確認された。

① 環境特性

(a) 脱硫性能

- (i) シンプンリグナイト及びクラビリグナイト流動床燃焼時、脱硫反応に最も適した運転条件は、日本で実証運転された常圧バブリング型流動床ボイラの運転範囲にある。(流動層温 830~850°C、空塔速度 1.5~2.0m/s、空気比 1.2以上)
- (ii) 脱硫効率は、燃焼灰を再循環させることにより向上し、石灰石・硫黄分のモル比(Ca/Sモル比) 2で94%脱硫が可能であるため、タイ国提案排出規制値700ppm以下の600ppmを達成できる。
- (iii) 常圧バブリング型流動床ボイラから排出される灰の中には30%近くの未反応脱硫剤が残っており、将来の規制値強化に対し、この灰の有効利用が考えられる。灰混じりの脱硫剤を使用した脱硫装置で現在日本で実証されつつあるものに、バグフィルターを使った簡易脱硫方式、石炭灰混入のスプレードライヤー方式などがある。今後のこれらの実証試験結果から、将来の規制強化に経済的予測を加えて対応できると考えられる。

(b) 二酸化窒素排出特性

- (i) シンプンリグナイト及びクラビリグナイトを常圧バブリング型流動床ボイラで燃焼させた場合、二酸化窒素の排出は200ppm以下に抑えることができ、タイ国提案排出規制値1,000mg/Nm³(NO₂換算で500ppm程度)以下で運転できる。
- (ii) 将来の規制値強化に対し、規制値と排出値に大きな差があることから当面は特別な対策は不要と考えられるため、経済的設備設計が可能である。

② 燃焼特性

(a) 流動特性

試験期間中、塊状灰による流動不良や、灰の塊状成長は確認されなかった。塊状灰による問題は、1,000時間単位の燃焼で確認されなければならないものの、試験期間中、顕著な塊状成長が確認されなかったことから、流動灰の連続抜き出し運転により塊状灰の問題は解決されることが確認できた。

(b) 燃焼効率

- (i) 簡易燃料供給方式であるスプレッダーによる上込め給炭方式でも、98%以上の燃焼効率が確認できた。
- (ii) 機械式サイクロン灰補集装置で回収された灰を、流動床内に再循環させることで燃焼効率を99~99.5%まで上げられることが確認できた。
- (iii) 単段流動床で99%以上の燃焼効率を得ることが確認できたため、未然灰再燃焼炉等の付帯設備が不要となり、経済的ボイラ設計が可能であることが確認できた。

③ 物質収支

- (a) 脱硫剤として使用される石灰石を3mm以下の粒径、Ca/Sモル比2の量で投入すると流動床オーバーフロー灰は、全灰量の45%になることが確認できた。
- (b) 脱硫剤の粒径をさらに細かくし、灰の再循環運転を行うと脱硫効率が上がり、流動床オーバーフロー灰の量も下がることを確認できた。

④ その他特記事項

試験装置の後段集じん装置としてバグフィルターを採用したが、バグフィルターの前後で100ppm程度のSO_x低下傾向が確認された。これは、バグフィルターの布袋に集積した未反応脱硫剤が低流速排ガス中のSO_xを吸収したためである。

今後、日本で行われているバグフィルターを使用した簡易脱硫装置の実証試験結果の状況を見ながら、詳細設計の検討を行うべきと考える。

(7) 環境予測

発電計画で問題となるSOx及びNOxの大気環境予測を下表の条件で行った。計算結果から24時間値の最大着地濃度は、SOxの場合、煙源から830mの場所で $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NOxの場合1時間値でやはりSOxと同じ煙源から830mの場所で最大 $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であることが予測される。

項目	2×75MW A-FBC排出条件	タイ国提案排出規制値
1. SOx排出値	285g/sec (667ppm)	700ppm以下
2. NOx排出値	113.8g/sec (350ppm NO ₂ 換算最大値)	(バンコク400ppm以下)
3. 煙突高さ	80 m	1000mg/Nm ³ 以下
4. 排ガス温度	130 °C	(NO 換算750ppm NO ₂ 換算500ppm)
5. 排ガス速度	27.3m/sec	
6. 煙突径	2.5 m	
7. 集合煙突径	3.54m	

下表の通り、シンブン発電開発計画の環境予測値は、タイ国環境基準案を大きく下まわっており、環境は保全されるものと考えられる。

		2×75MW環境予測	タイ国環境基準値案
SOx	24時間規制	$128 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NOx	1時間規制	$83 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$320 \mu\text{g}/\text{m}^3$

また、その他の環境問題も、以下の通り考えられるため環境的にフィージブルであるとの結論を得た。

- 発電所排水……………排水処理設備を設置し、基準値以内に抑えて排出する。
- 灰捨場余水浸透……クラビ鉱山跡地を灰捨場に使用するが、灰捨は発電所構内にあり、地下水を飲料水として使用する住民はなく、灰捨場余水の地下水浸透による住民への問題は将来とも発生しない。
- 石炭粉塵……………シンブンから、クラビ間66kmを25トトラック30台4往復で毎日輸送することとなり、平均8分に1台荷積みトラックが通ることとなる。そのため、道路近傍の粉塵が問題になると考えられる。このため、トラックは荷台に開閉扉を付けた仕様とし、粉塵防止のため散水した後輸送するものとする。

(8) 最適開発計画の概要

① 計画諸元

調査及び燃焼試験結果をふまえ、下記値を計画諸元とする。

発電出力 : 2 × 75MW

ボイラ型式 : 常圧型バブリング型流動床燃焼ボイラ

年間負荷率 : 80 %

寿命 : 25 年

年平均熱負荷 (L. H. V.) :

2,365kcal/kWh (36.4%)

(Bo. Eff. 91.7% × Tb Eff. 41.5% × Ge Eff. 98.5%) × 0.97

主蒸気圧力 : 127 kg/cm² g

蒸気温度 : 538 °C/538 °C

排ガス : SO_x 700ppm, NO_x 1,000mg/Nm³

Dust 500mg/Nm³ 以下

石灰石消費量 (Ca/S モル比) : 2.0

リグナイト

	<u>Sin Pun 褐炭</u>	<u>Krabi 褐炭</u>
熱量 (LHV) (kcal/Kg)	2,795	1,600
全水分 (%)	32.7	26.1
灰分 (%)	21.1	36.4
硫黄分 (%)	7.0	1.8

リグナイト消費量 : 1,000,000 ton/year

(Sin Pun 4, Krabi 1)

石灰石消費量 : 400,000 t/year

灰発生量 : 600,000 t/year

工 程 : 1996 12 Unit 1 運開

1997 6 Unit 2 運開

海水温度 : 32°C

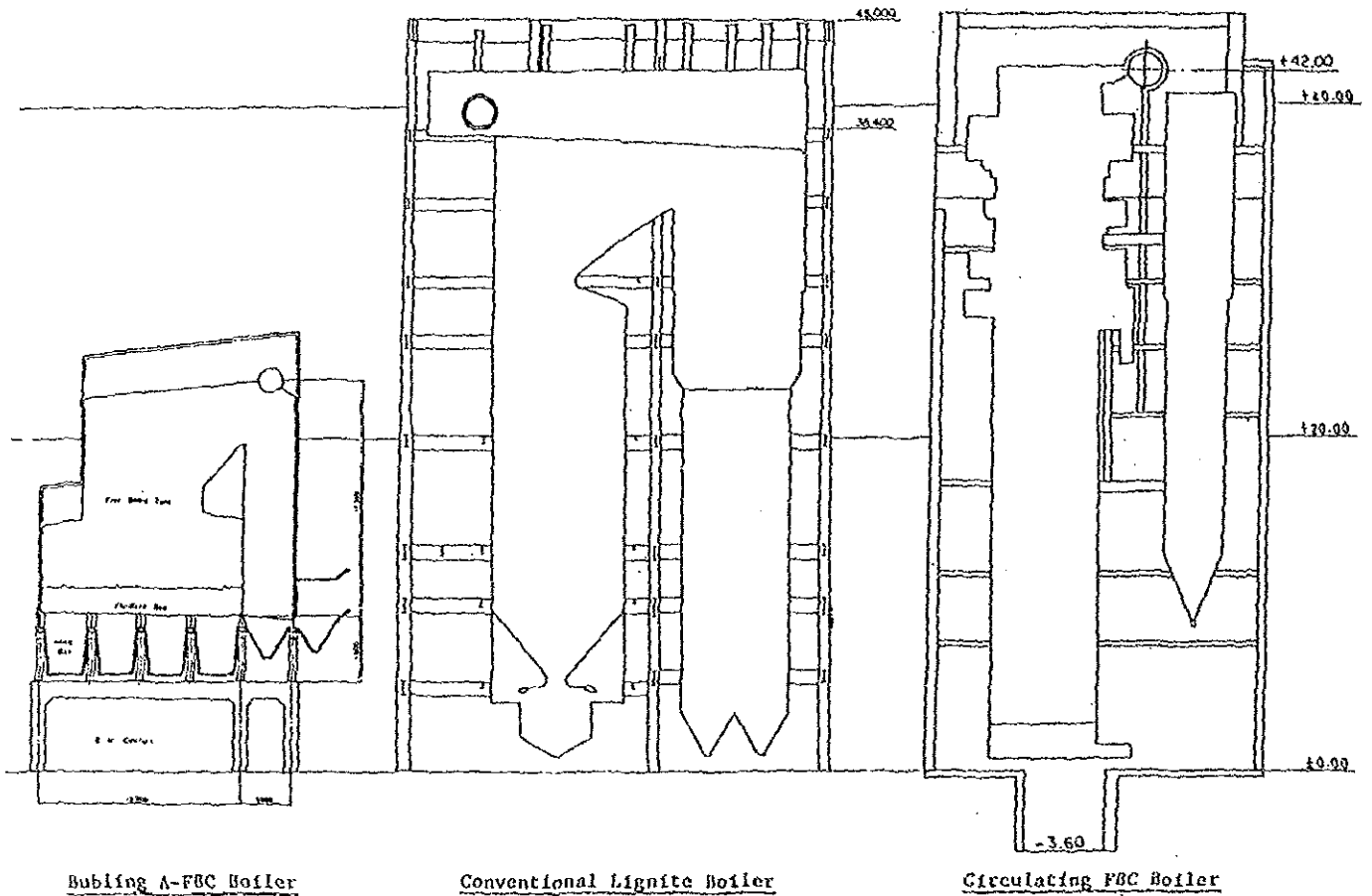
大気温度 : 34 °C (最大) 27 °C (平均)

最大風速 : 30 m/s

水平力 : V = 0.07 W

② 計画概要

燃焼試験結果より、タイ国シンプリングナイトは、常圧バブリング型流動床ボイラにおいて燃焼効率が高く、下図に示すようにコンパクトで経済的ボイラが可能であること、及びSOx、NOx等の環境特性は非常に良好であることが確認でき、他の発電設備と比較し、経済的機器設計が実現できることが確認できた。



Outline of 75 MW Boiler

土地造成

(a) 敷地面積

発電所構内	:	10 ha
ポンプピットと放水路	:	3 ha
灰捨場 No.1 エリア	:	49 ha
No.2 エリア	:	37 ha
計		99 ha
(b) 発電所敷地高さ	:	DL. + 7.00 m

(c) 土地造成 : 掘削 approx. 300,000 m³

: 盛土 approx. 20,000 m³

リグナイト・石灰石前処理システム

(a) リグナイト受入れ設備

1) リグナイト受入れホッパ

2) リグナイト受入れコンベヤ

No.1 コンベヤ (BC1) : 300 T/H

No.2 コンベヤ (BC2) : 300 T/H

No.3 コンベヤ (BC3) : 300 T/H

No.4 コンベヤ (BC4) : 300 T/H

(b) リグナイト払い出し装置

1) リグナイト払い出しホッパ

2) リグナイト払い出し給炭機: 300 T/H

3) リグナイト払い出しコンベヤ

No.5 コンベヤ (BC5) : 300 T/H

No.6 コンベヤ (BC6) : 300 T/H

(c) 石灰石受入れ装置

1) 石灰石受入れホッパ : 300 m³

2) 石灰石受入れコンベヤ

No.1 コンベヤ (LBC1) : 150 T/H

No.2 コンベヤ (LBC2) : 150 T/H

No.3 コンベヤ (LBC3) : 150 T/H

(d) 石灰石払い出し装置

1) 石灰石払い出しホッパ

2) 石灰石払い出しフィーダ : 150 T/H

3) 石灰石払い出しコンベヤ

No.4 コンベヤ (LBC4) : 150 T/H

- (e) リグナイト・石灰石・破碎装置
- 1) リグナイトバケットエレベータ: 350 T/H
 - 2) リグナイト払い出しホッパ
 - 3) 給炭機: 150 T/H × 2
 - 4) リグナイト破碎機: ダブルローラー型
150 T/H × 2
 - 5) リグナイトコンベヤ(LLBC1): 300 T/H
 - 6) 石灰石バケットコンベヤ: 150 T/H
 - 7) 石灰石破碎機: ハンマー型破碎機
75 T/H × 2
 - 8) 石灰石コンベヤ(LLBC2): 150 T/H
 - 9) リグナイト-石灰石コンベヤ(LLBC3): 150 T/H
 - 10) リグナイト-石灰石バケットコンベヤ: 500 T/h

油貯蔵タンク: 鋼板円筒型 80 m³

工業用水供給システム

- (a) 数量: 最大 300 m³/日
- (b) 水源: R1 and R2 貯水池
- (c) 取水路 長さ: 約 500 m (R1)
: 約 1,500 m (R2)
- (d) 工水タンク: 1,000 m³
- (e) 純水タンク: 500 m³
- (f) 純水装置: 24 m³/hr

蒸気発生装置 (75MW 1unit 当り)

- (a) ボイラ 1) 火 炉: メンブレン構造
幅 15 m, 奥行き 12 m, 高さ 15 m
- リグナイト 給炭方式: 上込め給炭方式
- 通風方式: 平衡通風方式

脱硫剤 : 石灰石
流動床層圧 : 1.2 m
炉床負荷 : 1.2×10^6 kcal/m²h
熱交換器 : 節炭器, 蒸発器, 過熱器, 再熱器

2) ボイラ補機

ドラム

過熱器減温器

再熱器減温器

ボイラ循環ポンプ : 400 t/h

安全弁、サイレンサ

ドラムレベル計

3) 空気予熱器

型式 : 再生再熱式

空気側 : 270,000 Nm³/h

47°C 入口, 277°C 出口

ガス側 : 310,000 Nm³/h

330°C 入口, 130°C 出口

4) スーツプロワ : 遠隔制御蒸気噴霧型

5) 連続ブロー装置

6) 鉄屑、ケーシング、足場、階段

7) 保温・耐火断熱材

(b) リグナイト 燃焼装置 1) リグナイトバンカ : 150 ton/Hopper (12 hours) × 8

2) リグナイト計量機: 20 t/h (Ca/S モル比 4, 20% 余裕) × 8

3) リグナイトスプレッター : 20 t/h × 8

4) 補機

リグナイトシュート

ロータリーバルブ

スクリーコンベヤ

ゲート

- (c) 油燃焼装置
- 1) 熱風炉 : 軽油 2,000 kg/h, 550°C
 - 2) 軽油ポンプ : 4,000 kg/h, 8 kW
 - 3) 軽油中継タンク : 20 m³
 - 4) ストレーナ、配管及び弁

- (d) 通風排ガス系統
- 1) 押込み通風機 : 5,520 m³/min at 27°C, 2,560 mmH₂O
 - 2) 誘引通風機 : 8,510 m³/min at 130°C, 600 mmH₂O
 - 3) 通風ダクト
 - 4) 煙路

(e) 機械式サイクロン灰回収系統

- 1) 機械式サイクロン : 312,600 Nm³/h, 340°C
- 2) 灰リサイクルブロワ : 300 m³/min, 2,650 mmH₂O × 2
- 3) M/C 灰貯蔵ホップ : 50 m³ (3 hours)
- 4) 補機
 - スクリュウコンベヤ
 - ロータリーバルブ
 - 配管、弁

- (f) ヘッドマテリアル処理系統
- 1) B.M. 抽出バルブ
 - 2) B.M. クーラ
 - 3) 補機
 - B.M. シュート

- (g) バグハウス : 300,000 Nm³/H Dry 130°C, -300 mmH₂O,
 入口ダクト 20 g/Nm³, 出口ダクト 0.5 g/Nm³,
 差圧 100 mmH₂O

- (h) 配管・弁 : 主蒸気管, 高温再熱管, 低温再熱管, 高圧タービンバイパス弁,
 低圧タービンバイパス弁, 主給水管, 減温器管, 補助蒸気管,
 ブローダウン管, ドレン管, 冷却水管, 薬注管, サンプリング管,

空気配管, フラッシュタンク, ブローダウンタンク,
その他必要な配管及び弁

- (i) その他装置
- 1) 所内空気圧縮機 : $7 \text{ kg/cm}^2 \times 12 \text{ m}^3/\text{min}$
 - 2) 薬注装置
 - 3) サンプリング装置

- (j) 計測制御
- 1) APC
 - 2) ローカル制御
 - 3) ボイラ補機制御
 - 4) ボイラ監視装置
炉内T.V., ドラムレベル監視, 排ガス O_2 監視装置,
その他必要な変換機、指示計及び記録計
 - 5) 制御用圧縮機 : $7 \text{ kg/cm}^2 \times 10 \text{ m}^3/\text{min}$

(k) 電気設備 : モーター, ケーブル及びケーブル工事, 接地

タービン (75MW 1ユニット当り)

(a) タービン 1) 蒸気タービン

型式 : 串型再熱再生復水式

定格 : 75 MW

回転数 : 3,000 rpm

蒸気条件

主蒸気 : 128 kg/cm^2

(MSV 入口) $538 \text{ }^\circ\text{C}$

再熱蒸気 : 30 kg/cm^2

(RSV 入口) $538 \text{ }^\circ\text{C}$

抽気段数 : 5

タービン効率 : 41.5%

真空 : -693 mmAg

冷却水 : 32°C, 海水

- 2) 主蒸気止め弁
- 3) 再熱蒸気止め弁
- 4) タービン速度調節器
- 5) 油滑油装置
- 6) ターニング装置
- 7) グランド蒸気圧力調節装置
- 8) 保安装置
- 9) タービン監視計器

(b) 復水装置

1) 復水器

設計圧力 : -693 mmAg

清浄度 : 75%

管内速度 : 2.0 m/s

海水温度差 : 7 °C

電気防蝕

スポンジボール洗浄装置

2) 循環水ポンプ : 6,900 m³/h × 2

3) 復水ポンプ : 220 m³/h × 2 (予備1台), 6.7kg/cm²

4) 復水プースタポンプ : 220 m³/h × 2 (予備1台)

(c) 給水加熱器

1) 低圧No.1 給水加熱器 : 53 kg/s, 入口 90.5°C, 出口 128°C

2) 低圧No.2 給水加熱器 : 53 kg/s, 入口 44.5°C, 出口 90.5°C

3) 高圧No.1 給水加熱器 : 64.5 kg/s, 入口 198°C, 出口 238°C

4) 高圧No.2 給水加熱器 : 64.5 kg/s, 入口 163.5°C, 出口 198°C

5) 脱気器 : 容存酸素 0.005 cc/ℓ 以下,

貯水量 60 m³, 64.5 kg/s,

入口 128°C, 出口 161°C

6) 補給水ポンプ : 80 m³/h

(d) ボイラ給水ポンプ

1) モーター駆動BFP : 250 m³/h × 2 (1台予備), 165 kg/cm²,
3,000 rpm

2) BFP モータ : 1,500 kW × 2 (1台予備), 3,000 rpm

3) BFP プースターポンプ : 250 m³/h × 2 (1台予備),
3 kg/cm², 1,500 rpm, 30 kW

(e) その他装置 1) 軸受け冷却水ポンプ : 800 m³/h × 2 (1台予備),
50m, 1,500 rpm

2) 軸冷水クーラー

3) 軸冷水スタンドパイプ及び温度制御バルブ

4) 天井クレーン : 最大容量 40 ton

循環水設備

(a) 取水口ピット

(b) 送水管路 平均長 4路 × 410 m / 2 ユニット

(c) 放水管路 平均長 2路 × 150 m / 2 ユニット

(d) 放水槽

(e) 放水路

電気設備 (75MW 1ユニット当り)

(a) 発電機 1) 発電機 : 2 sets

容量 : 88.3 MVA

11 kV

4,635 kA

50 Hz, 3,000 rpm

p. f. 0.85

冷却方法

回転機: 空気直接冷却

固定子: 空気間接冷却

短絡比 : 0.45

励磁機 : ブラシレス励磁機

2) 励磁装置

3) 自動電圧調節器

4) 中性点接地抵抗器

5) 電気保安装置

6) 相分離母線 (I. P. B.)

(b) 変圧器

1) 主変圧器 : ONAF 85.0 MVA 115 kV/11 kV

2) 所内変圧器 : ONAF 10 MVA 11 kV/6.6 kV

3) 起動変圧器 : ONAF 10 MVA 115 kV/6.6 kV

(c) 開閉所装置 (ユニット当り)

1) 115 kV スイッチ : 空気しゃ断器

800A, 2,000 MVA, 120 kV × 6

2) 115 kV 断路器 : 空気式断路器

800A, 115 kV × 18

3) C. T. : 800/5A × 3 × 100 VA × 18

4) P. T. 及び P. D. : 110 kV/ $\sqrt{3}$, 500 VA × 18

5) 接地スイッチ

6) 避雷器

7) 母線

(d) 所内回路設備

1) M/C しゃ断器 : 6.6 kV A/C

2) P/C しゃ断器 : 380 V A/C

3) C/C しゃ断器 : 380 V A/C

4) 分電盤

- 5) 直流 C/C
- 6) 変圧器
- ユニット P/C 変圧器
- 7) 直流電源装置
- 8) ケーブル・ケーブル工事・接地工事

(e) 計測制御装置

- 1) 中央制御・監視装置盤
- 2) ボイラ・タービン・発電機制御盤
- 3) B.T.G. 補助盤
- 4) リレー盤
- 5) 入出力盤
- 6) 蒸気タービン・発電機制御盤
- 7) 検出器
- 8) 現場盤
- 9) 制御用CVCF
- 10) 制御ケーブル・ケーブル工事・配管工事
- 11) 情報処理計算機

(f) 非常用電源

ディーゼル発電機 300 kVA

灰処理系統

- (a) FBC, B.M. 移送設備 50 T/H × 2 (切り換え制御)
- (b) FBC, B.M. 灰サイロ
- 型式 600 T
- (c) FBC, B.M. 移送プロワ
- (d) M.C. 移送設備
- (e) M.C. 灰サイロ 600 T
- (f) バグハウス灰移送設備
- (g) バグ灰サイロ 120 T

(h) M.C.灰バグ灰移送ブロワ

発電所本館 建築面積: 2,900 m² 建屋容積: 79,000 m³ 高さ: 28 m

煙 突

(a) 基礎 : 鉄筋コンクリートマツト

(b) 外筒 : 鉄筋コンクリート造

高さ : 80 m

径 上部 : 8.0 m

下部 : 13.0 m

(c) 内筒 : 鋼製

高さ : 80 m

径 上部 : 2.5 m

下部 : 3.5 m

付 属 建 物

(a) 管理建屋 : 鉄筋コンクリート造 4階 4,000 m²

(b) 倉庫 : 鉄筋コンクリート造 1階 2,300 m²

(c) 石灰石倉庫 : 鉄筋コンクリート造 1階 1,500 m²

環境対策設備

(a) 排ガス処理設備

1) 脱硫装置 : 炉内脱硫のため、設置せず

2) 脱硝装置 : 規制値以外のため、設置せず

(b) 排水処理設備

: 凝集・沈澱処理方式 10 m³/h

: 排水貯槽 700 m³

(9) 建設工程・建設工事費

① 建設工程

建設工程は、リグナイト産出価格が人件費に大きく依存していること、及び人件費の高騰がタイ国において顕著であることから燃焼原価上昇により発電原価が上昇することとなり、最も早期に実現することが望まれる。また南部タイにおいて、1997年に需要が供給を上まわるため発電設備運開予定を下記の通りとした。

1号機 1996年12月末

2号機 1997年6月末

クラビ地点は、発電所構内に立地し土地取得に時間を要さず、また、環境対策型発電設備であることから、早期実現性の高い発電計画である。

② 建設工事費

日本製品の価格を基本とし、軽負荷鉄骨構造物は、工事費最適化のため、現地調達品目とし工事費を積算した。総工事費を下表に示す。

(Million Baht)

	Foreign	Local	Total
Civil & Structure	145.8	910.2	1,056
Boiler	1,363	466.7	1,829.7
Turbine	1,305	318.7	1,623.7
Miscellaneous	547	312.9	859.9
Administration	0	380.0	380.0
Sub Total	3,360.8	2,388.5	5,749.3 (5,317.3)
Import Duty	0	183	183
Sub Total	3,360.8	2,758.5	6,119.3
IDC	515.3	454.7	970
TOTAL	3,876.1	3,026.2	6,902.3

Note: () portion shows the subtotal without the contingency.

1 B = 5 円

約 194億円

約 151億円

約 345億円

(10) 経済評価・財務評価

① 経済評価

(a) 本計画の経済評価は、代替設備アプローチ法を採用することとし、本計画の経済的費用（建設費、燃料費、石灰石費用、運転維持管理費）と、本計画と環境面も含め同等のサービスを提供しうる代替火力発電所の経済的費用との比較により行った。

(b) 具体的には、本計画に必要な費用と、便益としての代替火力発電所（本計画と同一出力・発生電力量で、同一の燃料を通常の微粉炭ボイラーで燃焼させ脱硫装置により排出レベルを本計画と同一としたもの、及び重油を燃料とし同一の出力・発生電力量と排出レベルを持つもの）に必要な費用とを比較し、

① 便益、費用比率 (B/C)

② 純現在価値 (NPV) [又は便益・費用差 (B-C)]

を算定した。

(c) この結果、

① B/C は 微粉炭火力とでは 1.10、重油火力とでは 0.96

② NPV は 微粉炭火力とでは 885 百万パーツ

重油火力とでは -380 百万パーツ

となり、本プロジェクトは経済的にフィージブルであるとの結論が得られた。

② 財務評価

(a) 本計画の財務評価は、まず、本計画に必要な費用を財務的費用とし、本計画が生産する電気の販売収入を財務的便益として両者の比較により財務的内部収益率及び売電単価につき検討を行った。この結果、現行売電単価である1.12B/kWhを適用したときにFIRRが0%となった。

(b) BGAT側との協議により本計画、代替計画双方の発電原価を計算し、その比較を行った結果、本計画の方が、微粉炭火力に比べて原価上有利であるということがわかった。

結論と勧告

結論と勧告

本計画は、タイ南部に埋蔵されるシンブンリグナイト及びクラビリグナイトを使用し、環境対策型発電設備である流動床燃焼ボイラを使った、出力規模2×75MWのシンブン流動床燃焼石炭火力発電計画である。調査団は、現地調査の上シンブンリグナイト、クラビリグナイト及びサイト近傍で産出される石灰石を採取し燃焼試験を行い、フィージビリティ調査を実施した。この調査の結果、本計画は技術的、経済的および環境の観点からフィージブルであるとの結論を得た。以下の結論の内容について述べる。

結 論

- i) タイ国の電力事業は、経済の飛躍的發展とともに急伸し、電力需要は逼迫している。さらに、南部タイ (Region III) においては1991年に電力が不足し、中部タイから1,000GWh以上の供給を受けている。JICA調査団にて最小費用電源拡張計画の解析を実施したところ、シンブンFBC計画は1998年運開が最も経済的という結果が出たが、Region IIIへの融通電力が常に流れていることから、本プロジェクトの最短可能年である1997年の運開が最適と判断される。
- ii) シンブンリグナイトは硫黄分が高く、脱硫装置を付帯させなければ、10,000ppmものSO_xを排出し、環境を破壊する恐れがある。また近隣のプーケット島及びクラビの観光資源も破壊しかねないため、環境対策型発電設備が不可欠である。
- iii) 南部タイにおいて長年、電力供給源として運用されたクラビ発電所は、1995年に廃棄されるため、また需給予測においてRegion IIIでは1997年に需要が安定供給を上まわり代替発電設備の開発が急がれている。
- iv) 発電規模決定に際し、100MW と150MW のケースを炭鉱開発計画及び発電計画の総合的経済比較した結果、150MW (2×75MW) が経済的であることが判った。
- v) シンブン2地点及びクラビ発電所構内の計3地点でサイト選定調査を実施した結果、経済的には3地点とも大差ないものの、発電所用地取得及び灰捨て場余水の生活飲料水への影響がシンブン地点では未知であり、多大な出費が将来危惧されることより、サイトはクラビ地点に決定した。
- vi) シンブン及びクラビリグナイトの経済的可採埋蔵量は150MW25年間分を供給するに十分な量はあるが、それ以上の採掘は埋蔵量として充分あるもののEGATの炭鉱開発における経済指標を超えるため経済的に採掘できず大きく期待できない。

- vii) シンプンリグナイト、クラビリグナイト及びサイト近傍の石灰石を使って燃焼試験を実施した結果、常圧バブリング型流動床ボイラで非常に良好な燃焼特性（燃焼効率99%以上）及び環境特性（脱硫効率94%、SOx排出濃度600ppm、NOx排出濃度200ppm以下）が得られることが判り技術的にフィージブルであるとの結論を得た。
- viii) シンプンリグナイト、クラビリグナイトを使って同じ環境特性を示す従来型湿式脱硫装置付き微粉炭ボイラと比較した結果、日本で実証試験された常圧バブリング型流動床ボイラがコンパクトなボイラ設計が可能であり、経済的にフィージブルであるとの結論を得た。
- ix) 本計画はタイ国の大気汚染物質排出基準（SOx 700ppm以下、NOx 1,000/ μm^3 = 500ppmNO₂）以下で運用でき、環境基準も下表に示すように守ることができるため、環境は保存される。

	2×75MW環境予測	タイ国環境規制値
SOx 24時間規制	128 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NOx 1時間規制	84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (最大)	320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- x) 本計画の建設費は1992年6月時点で期待される技術水準による設計、施工方法および材料と製品を適用するものとし、日本製品価格及び現地調達品で得た工事費に輸入税、建中利子を含めて積算した。建設費は外貨194億円、内貨30.2億Baht（約151億円）合計345億円である。
- xi) 本計画は出力規模がEGAT系統内にあって2×75MWと比較的小さく、スケールメリットがない。また、脱硫剤費用がかかり環境対策設備が付加されることから、発電原価を1.67Bath/kWh（約8.4円/kWh）にすることによって財務的にフィージブルとなる。
- xii) 本計画は下記の間接的効果を持ち、これらを総合的に判断すると推進すべきプロジェクトであるとの結論を得た。
- 石油代替のため新エネルギー源の開発促進に役立つ。
 - 東南アジアで最初の常圧バブリング型流動床火力発電所となり、東南アジアの国々に対し、技術の普及・伝播が可能となる。
 - タイ国内で開発促進地域に属する本計画周辺地域の振興に寄与できる。
 - EGATの電力系統の最末端である、第3地域に電力供給の質、信頼度の向上に寄与できる。
 - 1995年に廃止される予定の既設クラビ発電所の用地を利用するため、他計画よりも比較的早期に着工・運開できる。

- 既設クラビ発電所の従業員を新発電所で継続的に活用でき、解雇・人員整理等の労働問題の発生を防止できるため、廃止に伴う雇用対策費用を節約できる。
- 計画地点近傍には観光地があるため、環境対策を施した新発電所を建設することでリゾート環境の改善及び観光地のイメージ向上に寄与できる。

勸告

シンブン流動床燃焼石炭火力発電計画は、技術的および経済的にフィージブルであるが、炭鉱開発費用の30%は人件費であるため炭鉱開発が遅れば、人件費の高騰による燃料原価上昇を誘導するため発電原価を上昇させることとなる。また、南部タイにおいて、1997年に需要が供給を上まわるため、本プロジェクトを早期に実施するよう勧告する。

本計画は1996年末に1号機運開させるべく遂行するには以下の事項を実施する必要がある。

- i) 1992年末に詳細設計に着手し、1993年に入札書類の作成等、建設に必要な諸準備を実施する。
- ii) 環境モニタリングを実施し環境影響評価レポートを早期に作成する。
- iii) 炭鉱開発計画に早期着手する。
- iv) 荷台開閉扉付き仕様のトラックを仕様し、石炭輸送に伴う粉塵公害に細心の対処をする。

第 1 章 序 章

第1章 序 章

	頁
1.1 概 要	1 - 1
1.2 調査目的及び範囲	1 - 2
1.3 タイ王国の現況	1 - 3
1.4 関係組織	1 - 9
1.4.1 電力セクターの形態	1 - 9
1.4.2 環境部門の組織体制	1 - 12
1.4.3 調査参加者	1 - 14

List of Figures

- Fig. 1-1 Main Rivers and Mountains Ranges
- Fig. 1-2 Organization Chart of Central Government
- Fig. 1-3 Organization Chart of EGAT
- Fig. 1-4 Organization Chart of NEB

1.1 概要

タイの経済成長率は1989年において12%を記録したが、これはアジアの発展途上国の中でも卓越した成長率を示すものであり、特に工業部門での成長が顕著である。

タイ国の発電設備出力は、1989年時点で8,314MWである。電源構成は水力2,271MW（構成比率27%）、火力6,043MW（73%）となっている。

1986年から1990年の過去5ヶ年間のEGATの電力需要の年伸び率の平均は、電力12.9%および電力量13.2%であり、1990年における伸び率はそれぞれ13.8%および18.5%であった。

将来の電力需要の年間増加率の推移は、1995年において電力7.6%及び電力量8.3%から2000年の6.2%及び7.2%への漸減していくものと想定されている。需要は、1995年以降では年間約900MW及び約6,100GWhずつ増加するものと想定されており、これに対応した電源を毎年開発していく必要がある。

タイ国政府は、自国のエネルギー安定のためには、国産エネルギー資源、すなわち、天然ガス、リグナイト、水力等を利用した石油代替エネルギーを開発し、可能な限り石油の輸入を抑制するという政策を有している。

また一方では低硫黄輸入炭を使用し、急成長する電力需要を補う方針も打ち出されているが、近年の硫黄酸化物排出に対する世界的な規制強化の中にあって、低硫黄輸入炭の価格は、次第に上昇することが予想され、輸入炭の拡大とともに国産エネルギーであるリグナイトの需要もさらに高まると考えられる。

以上に述べた国策の見地から、また南タイ地方における突出した国産エネルギーがリグナイトであることから、EGATはこの地方にリグナイト火力発電所の建設を考えている。

また今日の環境保護に対する世界的な流れに沿って、EGATも低公害型発電設備設置を指向し、タイ国の先駆的な役割を担って公害対策に取り組んできている。

上記の必要性から、EGATはFBC（流動床）ボイラ発電設備について下記の可能性について予備調査を行った。

- i) 従来型微粉炭火力と脱硫設備の組み合わせに比べて低SOx排出及び低NOx排出に対し経済的なボイラーの設計。

ii) 高品位炭から低品位炭までの広範囲な石炭の利用。

調査結果、FBCボイラは、最も低公害型で幅広い石炭に対応可能なボイラであることが解った。

上記の予備調査に基づき、タイ国政府は1990年11月8日、2×75MW規模のA-FBC（常圧型流動床）ボイラー石炭火力発電所可能性調査を日本政府に依頼した。

1.2 調査目的及び範囲

本調査は、A-FBC石炭火力発電計画の最適開発計画を作成するとともに、本プロジェクトの技術、環境、経済・財務に対するフェージビリティ調査を主目的とする。

調査は、2段階に分かれ、各々の段階での範囲は以下の通りである。

(1) 第一段階

- 1) 調査に必要な情報とデータの収集
- 2) サイト踏査
- 3) 電力調査と開発計画の策定
- 4) 石炭・石灰石分析
- 5) 燃焼テスト（ベンチ規模）
- 6) 石灰石市場調査

(2) 第二段階

- 1) 環境調査
- 2) サイト選定調査
- 3) 燃焼テスト（パイロット規模）
- 4) 概念設計
- 5) 炭鉱開発計画
- 6) 建設費用積算
- 7) 建設工程
- 8) 経済・財務分析

1.3 タイ王国の現況

(1) 位置および面積

タイ国は、北緯5°36'と20°24'および東経97°14'と105°41'の間に位置し、北側をラオス人民民主主義共和国、東側の一部を民主カンボジア人民共和国、南側をマレーシア連邦、西側をミャンマー連邦国と接している。国境河川としては、ラオス間のMekong川、ミャンマー連邦間のSalawin川およびMoei川がある。

国土の総面積は、513,115km²であり、このうち約40%の199,088km²が農地である。主要河川および山脈を含むタイの位置図を Fig. 1-1 に示す。

(2) 気 候

タイの季節は、雨期、寒季、暑季の3季に分けられる。

雨期は、南西モンスーンが安定して吹くようになる5月中旬から始まり、北部で10月中旬頃、内部では11月頃に終わる。雨期には、毎日1～2時間程度のスコールがあり、なかでも9月には雨量が最も多い。

11月中旬から2月の間は寒季とよばれる。北東モンスーンの影響を受けるこの時期は、北東モンスーンがタイ国全土に吹き、一般に気温が低くなり、特に北部ではかなり涼しくなる。バンコクでも夜間15°C位に下がることもある。

3月から5月までのおよそ3ヶ月を暑季と呼ばれて最も蒸し暑くなる季節である。この時期は北東モンスーンが勢力を弱めて、太陽が赤道から北へ移動してタイ国の真上にやっているため、特に4月にはバンコクでは40°C近くの暑さになる。

年間降雨量は、バンコクでは約1,300mm、北部タイのチェンマイ (Chiang Mai) では1,200mm、東北部タイのコンケン (Khon Kaen) では1,100mm、南部タイのハジャイ (Hat Yai) では2,000mmである。

(3) 人 口

1987年12月31日現在の人口は、内務省地方管理局によれば、53,873,172人、86年末に比べて1.71%増、90万人増加した。うちバンコク首都圏は5,609,352人で25.7%増、14万人増加した。バンコク首都圏は総人口の10.4%を占めており、人口密度でも全国の105人/km²に対して、バンコクは3,584人/km²である。

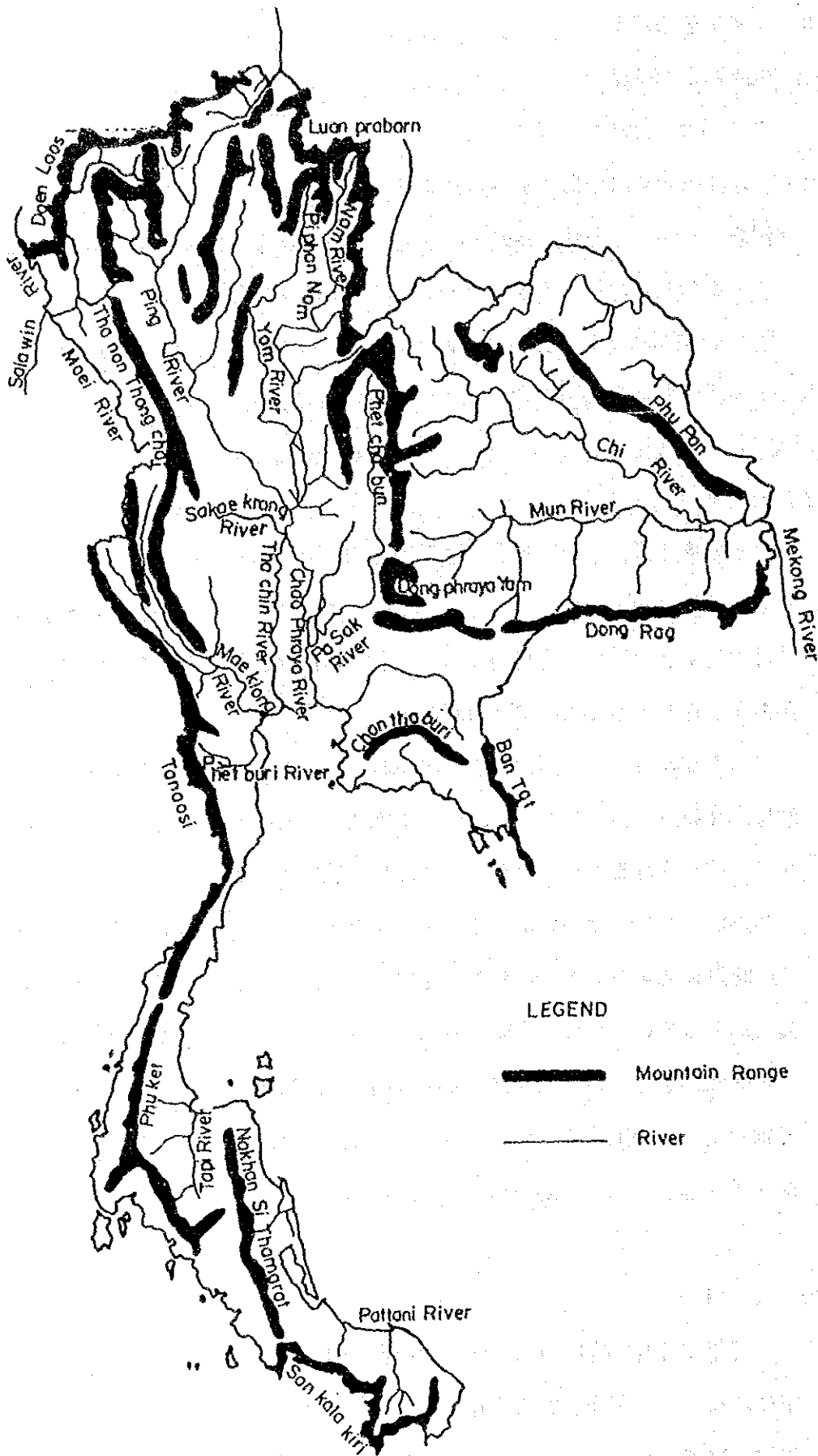


Fig. 1-1 Main Rivers and Mountains Ranges

(4) 政 体

タイ王国は、1932年以来立憲君主政体をとっている。現憲法は1978年12月に公布されたものであり、その要点は次のとおりである。

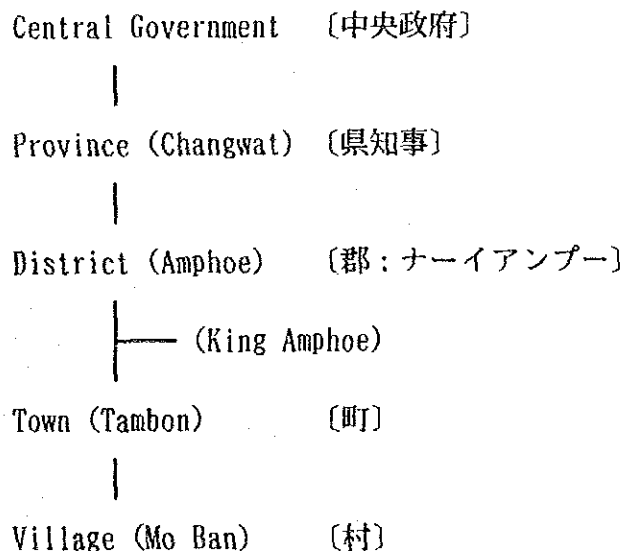
- タイ国は、国王を元首とする民主政体の王国であること。
- 主権在民
- 信教、言論、出版、集会、結社、政党結成、通信の自由
- 国家、宗教、国王及び憲法に基づく民主主義政体の擁護並びに兵役の義務
- 二院制の国会（上院議員は任命制、下院議員は公選）
- 政党政治の促進（下院議員は政党に所属する必要がある）

首相及び44名以内の国務大臣による内閣（閣僚は、首相を含め国会議員である必要はないが、軍人を含む現職公務員の兼任を禁じている。）

中央行政組織は、1府13省庁からなり、その行政機構図を Fig. 1-2 に示す。

全国の地方行政組織は、主として下図に示すとおり県（チャンワット）＝郡（アンプー）＝町（タンボン）＝村（ムー・バーン）という中央官庁による直接的な監督下にある。

県知事は内務大臣による任命制であるが、バンコク首都圏については1985年から公選制が復活している。



Prime Minister and Council of Ministers

Office of the Prime Minister	Ministry of Agriculture and Cooperatives	Ministry of Commerce	Ministry of Defence	Ministry of Education	Ministry of Finance	Ministry of Foreign Affairs	Ministry of Industry	Ministry of Interior	Ministry of Justice	Ministry of Public Health	Ministry of Science Technology and Energy	Ministry of Transport and Communications	Ministry of University Affairs	Independent Public Agencies
The Secretariat of the Prime Minister	Office of Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Department Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Permanent Secretary	Office of the Auditor General of Thailand
The Secretariat of the Cabinet	Office of Agricultural Economics	Department of Business Economics	The Supreme Command Headquarters	Department of Curriculum & Instruction Development	The Comptroller General's Department	Department of Asian Affairs	Department of Industrial Promotion	The Office of Accelerated Rural Development	Office of the Judicial Affairs	Department of Communicable Disease Control	Office of Atomic Energy for Peace	Department of Aviation		Bangkok Metropolitan Administration
Office of the Permanent Secretary	Department of Agricultural Extension	Department of Commercial Registration	Royal Thai Army	The Fine Arts Department	The Customs Department	Economic Department	Department of Industrial Works	Community Development Department	Legal Execution Department	Food and Drug Administration	National Energy Administration	Harbour Department		Bank of Thailand
Office of the Board of Investment	Agricultural Land Reform Office	Department of Export Promotion	Royal Thai Navy	Department of General Education	The Excise Department	Department of Information	Department of Mineral Resources	Department of Corrections	Organization of Courts of Justice	Department of Health	Office of the National Environment Board	The Department of Highways		Bureau of the Crown Property
The Bureau of the Budget	Department of Agriculture	Department of Foreign Trade	Royal Thai Air Force	Office of the National Culture Commission	The Fiscal Policy Office	Department of International Organization	Thai Industrial Standards Institute	Department of Labour	The Supreme Court	Department of Medical Sciences	National Research Council	Department of Land Transport		The Office of his Majesty's Principal Private Secretary
Office of the Civil Service Commission	Department of Co-operative Auditing	Insurance Department	The War Veterans Organization of Thailand	Office of the National Primary Education Commission	The Revenue Department	Political Department	Bang Pa-In Paper Mill Industry Co., Ltd.	Department of Lands	The Court of Appeal	Department of Medical Services	Department of Science Service	Office of the Maritime Promotion Commission		The Secretariat of the National Assembly
Office of the Commission of Counter Corruption	Cooperative Promotion Department	Department of Internal Trade	The Battery Organization	Department of Non-Formal Education	The Treasury Department	Protocol Department	The Bankchak Petroleum Co., Ltd.	The Department of Local Administration	The Civil Court	The Government Pharmaceutical Organization	Thailand Institute of Scientific and Technological Research	Meteorological Department		The Privy Council
Office of the Juridical Council	Department of Fisheries	Public Warehouse Organization	The Grass Organization	Department of Physical Education	Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives	Treaties and Legal Affairs Department	Industrial Estate Authority of Thailand	The Royal Thai Police Department	The Criminal Court		National Center for Genetic Engineering and Biotechnology	Port & Telegraph Department		Bureau of the Royal Household
Office of the Narcotics Control Board	Department of Land Development		The Tanning Organization	Office of the Private Education Commission	The Dhipaya Insurance Co., Ltd.		Offshore Mining Organization	Department of Public Prosecution	The Central Juvenile Court			Aeronautical Radio of Thailand Ltd.		The Royal Institute
Office of the National Economic and Social Development Board	Department of Livestock Development			Religious Affairs Department	Government Housing Bank		Sugar Factories, Inc.	Department of Public Welfare	The Central Labour Court			Airports Authority of Thailand		
Office of the National Education Commission	Royal Forest Department			Office of the Teacher Civil Service Commission	The Government Lottery Office		Rubber Estate Organization	Department of Public Works				Bangkok Mass Transit Authority		
National Intelligence Agency	The Royal Irrigation Department			Department of Teacher Education	Government Saving Bank		Thai Plywood Co., Ltd.	Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand				The Communications Authority of Thailand		
Office of the National Security Council	Daily Farming Promotion Organization of Thailand			The Vocational Education Department	Krung Thai Bank Ltd.		Petroleum Authority of Thailand	Metropolitan Electricity Authority				Express Transportation Organization of Thailand		
National Statistical Office	Fish Marketing Organization			The Teacher Council of Thailand	Liquor Distillery Organization			Metropolitan Waterworks Authority				Port Authority of Thailand		
National Youth Bureau	Forest Industry Organization			Kurusapa Business Organization	Thailand Tobacco Monopoly			National Housing Authority				State Railway of Thailand		
The Public Relations Department	The Government Cold Storage Organization				Thai Marble Corporation Ltd.			Provincial Electricity Authority				Telephone Organization of Thailand		
Department of Technical & Economic Cooperation	Marketing Organization for Farmers							Provincial Waterworks Authority				Thai Airways International Co., Ltd.		
Electricity Generating Authority of Thailand	Rubber Estate Organization											Thai Marine Navigation Co., Ltd.		
Mass Communication Organization of Thailand	Office of the Rubber Replanting Aid Fund											The Transport Co., Ltd.		
Sport Authority of Thailand														
Tourism Authority of Thailand														
Zoological Park Organization														

Fig. 1-2 Organization Chart of Central Government

1.4 関係組織

1.4.1 電力セクターの形態

タイ国の電気事業は大部分が国営の形態であり、自家発電などによる設備出力は全体の10%程度となっている。

電力に係わる総合的な行政は、科学技術エネルギー省 (Ministry of Science Technology and Energy) の国家エネルギー庁 (NEA) が担当している。

電力供給は、発電及び一次変電所までの送電をタイ国発電公社 (EGAT) が担当し、それ以降を二つの配電会社 (MBA, PEA) が受け持っている。

(1) 国家エネルギー庁 (NEA : National Energy Administration)

NEAはタイ国全体のエネルギー政策を担当し、電力開発計画の策定及び調整を行うほか、事業実施面では経済社会開発5ヶ年計画に含まれる小規模水力発電等を担当している。

(2) タイ国発電公社 (EGAT : Electricity Generating Authority of Thailand)

EGATは、1969年5月、当時のヤンヒー発電公社 (YEA : The Yanhee Electric Authority)、東北発電公社 (NEEA : The North-east Electric Authority) 及び褐炭発電公社 (LA : The Lignite Authority) の3つの組織を統合して発足した。

— EGATの職務の範囲は1968年のEGAT法によれば次の通りである。

- 電力を生産、購入、送電、配電し、首都圏配電公社 (MEA)、地方配電公社 (PEA)、国営の需要家、近隣諸国に供給すること。
- 水力、風力、太陽熱、太陽光、石油、石炭、オイルシェール、天然ガスなどの天然資源及び原子力を利用した電力を開発すること。また、これらの目的を推進することに関連するその他の事業活動。
- 独立に、あるいは他の機関と協力して、褐炭及びその他の副産物の生産・販売を行うこと。

— EGATはタイ国政府に対し、次の責務を負っている。

- ダム、貯水池、その他発電に関する施設を建設し、運営すること。また、水資源を開発し、発電を行うこと。
- 火力、水力、原子力その他の発電所の建設を行うこと。

- 変電所、送電線、送配電に関連する設備の改善、拡充を行うこと。
- 送配電設備、発電所、褐炭化学プラント、発電用燃料及び関連する施設の規格、種別、規模を決定すること。
- 電力、褐炭及び褐炭の副産物の生産、販売に関連する政策を立案すること。

EGATが追求する目的は、十分な電力が常時得られ、サービスが高い信頼度を持ち、電力を低廉な価格で提供することである。

この3つの目標を達成するには、多額の投資を必要とするが、電力供給の信頼度は今日に至るまで継続的に改善されており、現在、サービスの水準は世界の平均に達している。EGATは、独立採算組織として経営面では自主的な権限を有し、電力料金の決定に際しては、閣議了承を必要とするが、発電コストをすべてカバーする立案を独自で行っている。

資金調達には、政府による出資のほか、内外からの借入れ及び債権の発行が認められている。

なお、EGATはラオスのNam Ngum発電所の余剰電力を購入する一方、同国のThakhek、Savannakhet両市への配電線で電力を売電している。

また、マレーシアと115kV/132kVの送電線により1980年8月より連系され、電力の50MW程度の国際相互融通を行っている。

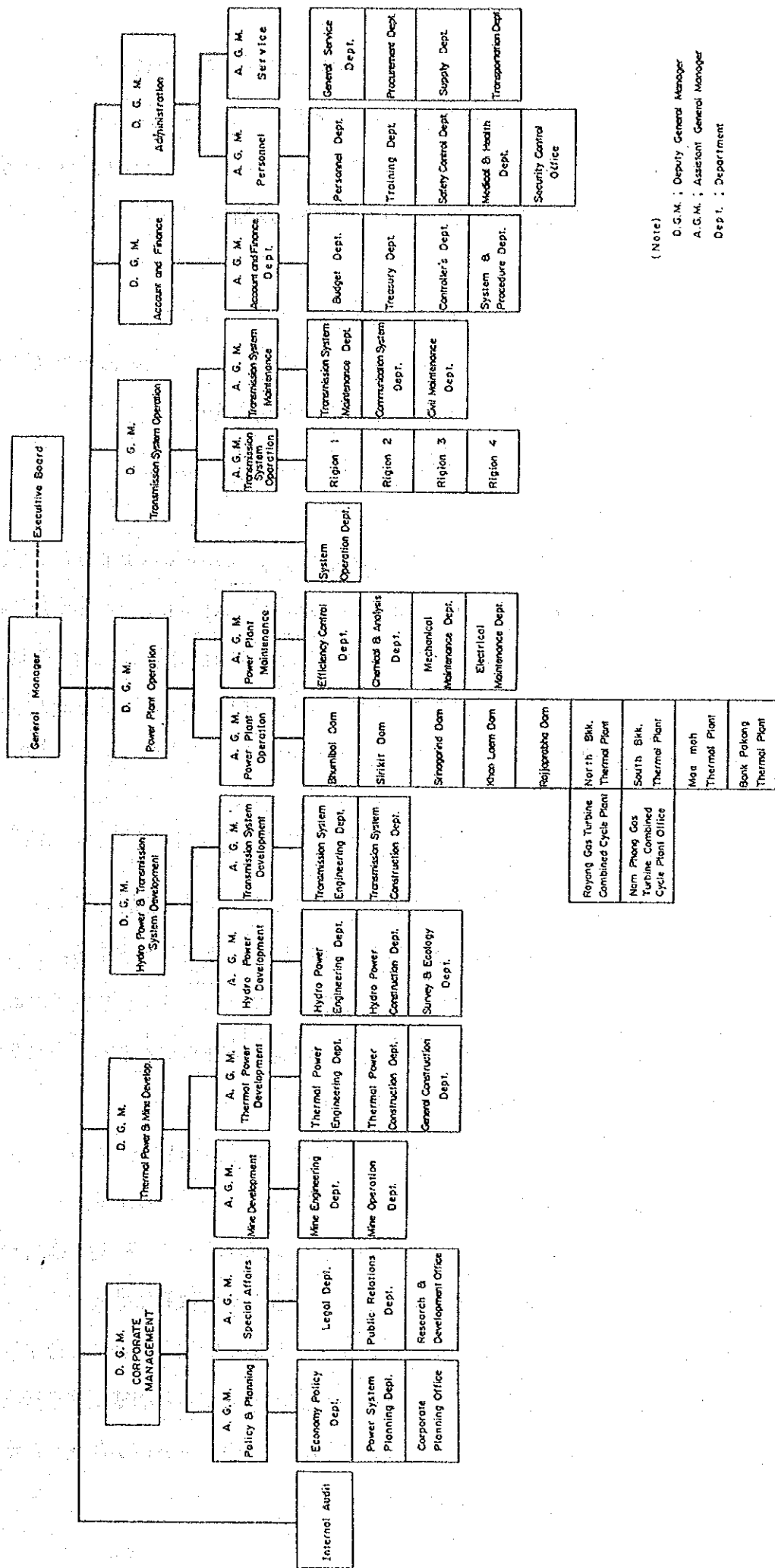
EGATの機構図は Fig. 1-3 に示すとおりである。

(3) 首都圏配電公社 (MBA : Metropolitan Electricity Authority)

MEAは、1958年に当時内務省の所管であったBangkok電力会社と政府発電局が合併し、全額政府出資の機関として設立された。

自らの発電設備は保有せず、EGATから供給された電力を自己の送電線及び配電線を通じて需要家への配電を行っている。

供給区域は首都Bangkokと首都に隣接するNonthaburi及びSamut Prakanである。MEAはMEAと共に、内務省の公共事業局 (PWD : Public Works Department) の管轄下にある。



(Note)

D.G.M. : Deputy General Manager
 A.G.M. : Assistant General Manager
 Dept. : Department

Fig. 1-3 Organization Chart of EGAT

(4) 地方配電公社 (PEA : Provincial Electricity Authority)

PEAはMEAの供給区域以外の地方配電を担当する公営企業である。

需要家への配電は、主としてEGATより供給される電力によっているが、自らも小規模のディーゼル発電設備を保有し、農村電化計画を推進している。

(5) 原子力庁 (OAEF : Organization of Atomic Energy for Peace)

OAEFは行政上、科学技術エネルギー省の管轄下にあつて、原子力委員会が立案する政策のもとで原子力開発の推進、安全管理、規制業務等を遂行する。

1.4.2 環境部門の組織体制

貴重な環境資源の保護を効果的に施行する体制作りが強く国民から望まれた結果、タイ政府は1975年に“Improvement and Cousevation of National Environmental Quality Act (1975)”を公布した。この法によりNational Enviroment Board (NEB) 及びその事務局でかつ実施母体となるThe Office of the National Environment Board (ONEB) が発足した。

(1) NEB : National Environmental Board

1975年に公布され1978年に修正された法に基づきNEBは以下の役割を担う。

- 環境の質の保持及び改善に関し、閣僚委員会に意見と政策を提案する。
- 環境の質について企画及び計画の点から政策実施のガイドラインを検討する。
- 政府機関、官営事業体及び民間組織に対し、環境の質を害すると考えられる場合、それを検討し、意見を閣僚委員会に提案する。
- 閣僚委員会に環境の質の保持・改善及び開発に対する計画を提案する。
- 法の17章又は20章に規定された事項に対し総理大臣に助言を与える。
- 環境の質を多面的に保持・保善するための手法を関係する政府機関に推薦すると同様に環境の質に関する基準を、それを制定できる政府機関に推薦する。
- 環境の質を保持・保善するための法の修正・改善案を閣僚委員会に推薦する。
- 環境の質に関し、政府機関、官営事業体及び民間組織に対し調整業務を行う。
- 環境の質を著しく害し、法令に反した政府機関及び政府事業体が存在した場合、総理大臣が検討、命令を下せる意見を提案する。

- 毎年最低1度、環境白書を閣僚委員会に提出する。
 - 閣僚委員会又は総理大臣の要請を受けて環境の質に関するあらゆる問題点を検討する。
 - NEBに関し、法に定める他の機能を施行する。
- NEBの組織図を Fig. 1-4 に示す。

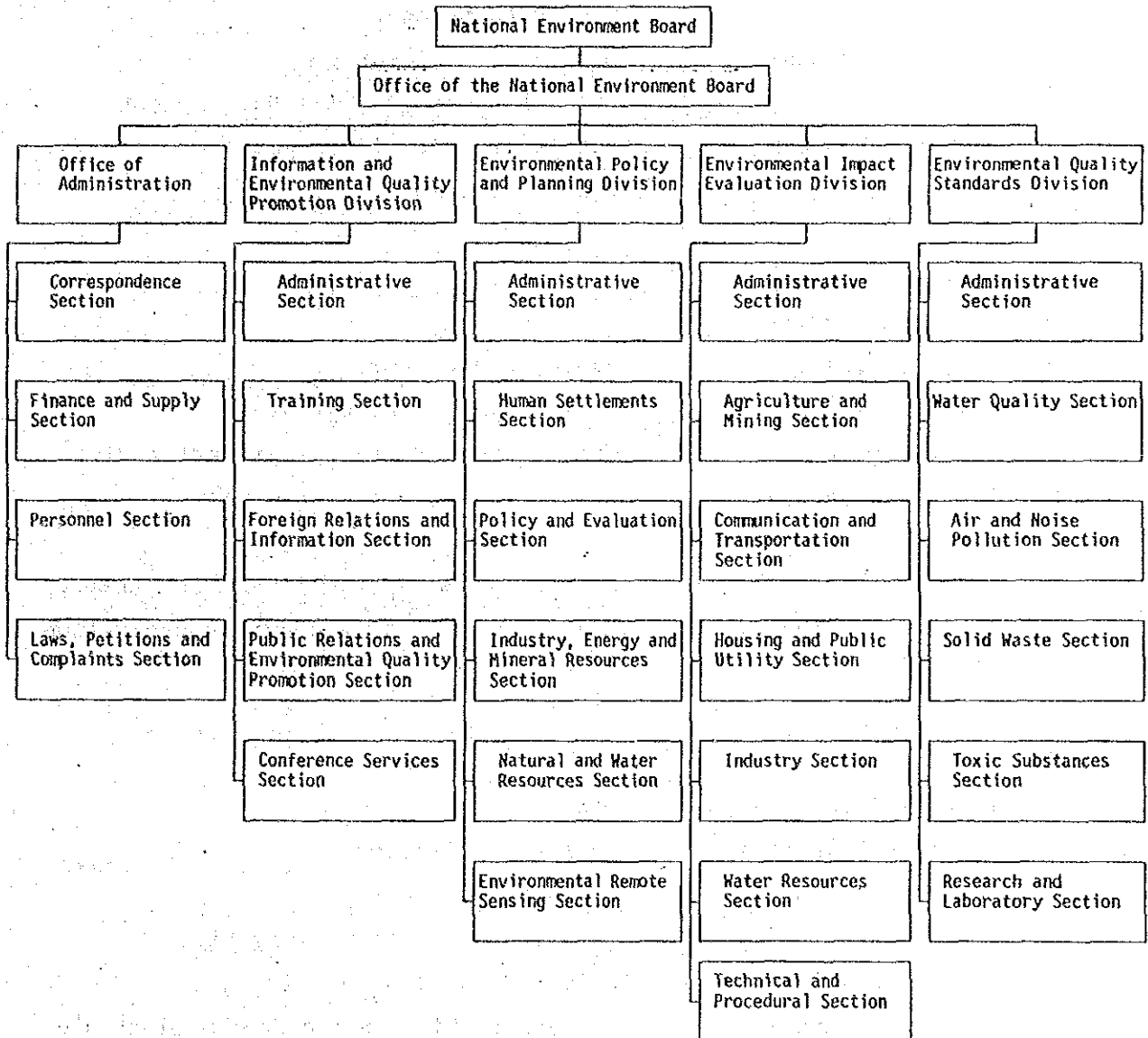


Fig. 1-4 Organization Chart of NEB

1.4.3 調査参加者

以下の人々が調査にたずさわった。

EGAT

<u>Name</u>	<u>Position</u>
Mr. Charmon Suthiphongchai	Deputy General Manager Corporate Manager
Mr. Preecha Chungwatana	Deputy General Manager Thermal Power and Mine Development
Mr. Prasart Chumroum	Assistant General Manager Mine Development
(Thermal Power Engineering Dept.)	
Dr. Khien Vongsuriya	Director
Mr. Chaya Jivacate	Assistant Director
Dr. Siwanan Na Nakorn	Chief, Special Energy Div.
Mr. Vinit Tangnoi	Chief, Thermal Plant Engineering Div.
Mr. Anuchit Jayaripat	Head, Project Evaluation Sect.
Mr. Somchai Wongpornpuxdee	Head, Fossil Fuel Sect.
Ms. Sriwan Buranachokepissal	Engineer Level 5, Project Evaluation Sect.
Ms. Chulaporn Tamjaijit	Engineer Level 5, Project Co-ordination Sect.
(Mine Engineering Dept.)	
Mr. Thongjati Spondisya	Director
Mr. Chamlong Uchukomol	Assistant Director
Mr. Chumporn Komsartra	Assistant Director
Mr. Nopadol Santipong	Chief, Solid Fuel Geology Div.
Mr. Sittichai Nilkamhaeng	Chief, Mine Planning Div.
Mr. Praphas Wichagul	Assistant Chief, Solid Fuel Geology Div.
*Mr. Weera Wisut	Assistant Head, Mining Project Sect. Mine Planning Div.
Mr. Amnaj Sanguanlosit	Head, Solid Fuel Geology Div. Geological Survey Sect.

Mr. Damri Santativongchai	Engineer Level 4, Mine Planning Div.
Mr. Sakon Srichart	Engineer Level 5, Mine Planning Div.
*Mr. Jirasak Bumrungrakul	Assitant Head, Mine Planning Div. Mining Project Sect.

(Hydro Power Engineering Dept.)

Mr. Sompol Thieravarut	Engineer Level 9 Water Resources Engineer
------------------------	--

(Survey and Ecology Dept.)

Mr. Wuthi Poonudom	Director
Mr. Kitti Kumpeera	Chief, Ecology and Environment Div.
Mr. Sanya Chareonweerakul	Assitant Chief, Ecology and Environment Div.
Dr. Virawan Sombutsiri	Head, Environmental Quality Development Sect.
Mr. Anupan Komkrichwarakool	Head, Environmental Analysis and Evaluation Sect.
Mr. Narumit Kiniman	Scientist Level 6 Ecology and Environmental Division

(System Planning Dept.)

Mr. Smarn Phongprapaphan	Assistant Director
Mr. Prutichai Chonglertvanichkul	Assistant Chief, Power System Planning Div.
Mr. Nophdol Salisdisouk	Head, Power System Technology and EHV Development Sect.

(Region 3 Dept.)

Mr. Uthit Sunthornpradit	Director
Mr. Sumitr Chittchang	Senior Engineer, (Electrical)
Mr. Pibul Visithsiri	Senior Engineer, (Mechanical)

(Mae Moh Power Plant Engineering Project)

Mr. Suporn Hotimavorakul	Superintendent
--------------------------	----------------

(Expert)

Mr. Ryuichi Abe

Mr. Kenji Yokokawa

JICA

<u>Name</u>	<u>Position</u>
Mr. Hiroshi Isaka	Team Leader
Mr. Shinichi Tachibana	Mechanical Engineer
Mr. Kazuhiro Nakaoji	Mechanical Engineer (FBC Boiler)
Mr. Yutaka Sugino	Mechanical Engineer
Mr. Yoshiteru Nishie	Electrical Engineer (Power)
Mr. Takehisa Sakai	Electrical Engineer (System)
Mr. Shunsuke Noguchi	Civil Engineer
Mr. Takashi Arai	Engineering Geologist
Mr. Tutomu Ikeda	Mining Engineer
Mr. Ippei Inazu	Architect
Mr. Teruhiko Kusano	Environmental Specialist
Mr. Hiroyuki Seki	Economist

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

	頁
2.1 タイ経済の現況及び経済社会開発計画	2-1
2.1.1 経済の現況	2-1
2.1.2 経済成長の基盤	2-3
2.1.3 タイ経済成功の要因	2-4
2.1.4 タイ経済の課題	2-6
2.1.5 タイ経済社会開発計画の概要	2-6
2.2 タイ南部地域における開発計画	2-13
2.2.1 南部臨海開発計画の概要	2-13
2.2.2 計画の経緯、目的、骨子	2-13
2.3 エネルギー政策	2-17
2.3.1 エネルギー需要の概要	2-17
2.3.2 エネルギー政策の基本方針	2-17
2.3.3 エネルギー行政	2-18
2.3.4 リグナイトの生産と消費	2-18
2.3.5 電力	2-19
2.4 環境規制	2-21
2.4.1 環境規制の概要	2-21
2.4.2 環境規制の動向	2-24

List of Tables

Table 2-1 Targets and Accomplishments of the Development Plans

第2章 計画の背景

2.1 タイ経済の現況及び経済社会開発計画

2.1.1 経済の現況

(1) 概況

戦後、タイ国経済は、国内の豊富な土地・資源と労働力を活かしながら、産業構造を多様化させるとともに、安定的でかつ高い経済成長の実現に成功してきた。1950年代半ば一人当りのGDPは80US\$であったが、現在では約1,400US\$にまでなっている。地域による所得格差も大きいですが、石油危機等の大きな困難を乗り越え、着実な成長の途を歩んできた。特に最近ではアジアNIEs（新興工業経済群）の経済的地位が高まる中で、タイ国は次のNIEsに仲間入りする可能性の最も高い国とされている。

(2) 主要経済指標

最近の経済動向を見ると、第2次石油ショックのあと1985年及び86年の実質GDPの伸びは、それぞれ3.5%、4.9%と緩やかなものにとどまったが、86年後半より輸出の拡大に支えられて回復へと向かい、1987年以降3年間の実質成長率は9.5%、13.2%、12.2%と飛躍的に高まった。国民総支出の内訳をみると、輸出等、固定資本形成がそれぞれ高い伸びを示した。ただ、輸入の伸びも国内需要の堅調を背景に大幅な増加となった。

産業別には農業が緩やかな拡大となったものの、製造業は2ケタの拡大を示したほか、第3次産業も電力・水道、金融・保険、サービス業を中心に好調に推移した。

対外面において、貿易収支の赤字は1986年まで減少傾向を示し、この結果、経常収支は1986年にはわずかながら黒字に転換したが、その後は景気回復により輸入増加が輸出の増加を上回ったため、貿易収支、経常収支とも再び赤字が拡大している。しかし、海外からの資本の流入超過が続いており、総合収支は黒字となり、外貨準備高も着実に増加している。また、一時高水準となっていたデット・サービス・レーシオも1989年末には11%まで低下している。

物価については、消費者物価の上昇が徐々に高まり、現在6%台の上昇率になっている。

1983年から1989年に至るタイ国の主要経済指標及び国際収支は下表の通りである。

主要経済指標

	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年
実質GDP成長率 (%)	7.3	7.1	3.5	4.9	9.5	13.2	12.2
消費者物価上昇率 (%)	3.8	0.9	2.4	1.9	2.5	3.8	5.4
外貨準備高 (億\$)	26	27	30	38	52	71	105
対外債務残高 (10億\$)	9.5	10.8	12.8	14.1	15.7	17.9	19.0
財政 財政収支 (10億バツ)	▲ 23.7	▲ 34.0	▲ 39.4	▲ 34.2	▲ 8.9	36.1	65.3

(資料) タイ中央銀行及びNESDB

国際収支

(10億バツ)

	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年
輸出	145.1	173.6	191.7	231.5	298.1	399.2	514.0
輸入	284.3	243.2	253.4	245.7	341.4	501.4	646.8
貿易収支	▲ 89.2	▲ 69.6	▲ 61.7	▲ 14.2	▲ 43.3	▲ 102.2	▲ 132.8
経常収支	▲ 66.1	▲ 49.2	▲ 41.9	6.5	▲ 9.3	▲ 41.8	▲ 58.0
総合収支	▲ 18.1	10.6	12.5	33.6	18.2	40.5	111.5
バツ交換レート (年平均B/\$)	22.98	23.61	27.13	26.27	25.71	25.27	25.60

(資料) タイ中央銀行及びNESDB

(注) 輸出入は再輸出を含まない。

1990年に入ってから、経済は引き続き順調な拡大過程を辿っており、10%程度の実質成長率が見込まれている。循環的要因もあり、貿易収支の赤字が拡大するとともに物価の上昇率も少しずつ高まり、金融もタイトになりつつあるが、基本的には良好なパフォーマンスを示している。

2.1.2 経済成長の基盤

1980年代に入ってからタイ国でのGDPの実質成長率は、平均5%を越えている。アジア諸国は1980年以後の累積債務回避のための調整政策の時期に入っており、その中でタイ国の成長率は最も高い方であり、中所得発展途上国と比較しても高い。この時期の世界経済の2.5%という成長率と比較すると、タイ国の経済成長率はこれのほぼ2倍になっている。

このような比較的高い成長率を維持してきたタイ国経済は、次の8つの基盤によって支えられてきたといえる。

第1は、農業である。タイ国は農業商品主要輸出国である。コメ、ゴム、スズ、チークという伝統的商品を輸出すると同時に、タピオカ、メイズ、砂糖などという戦後に伸びた農産物を輸出してきている。例えば、魚缶詰、冷凍エビ、冷凍イカという水産物加工品、フルーツ缶詰、冷凍チキン等である。現在輸出構造変化が著しくなっているにもかかわらず、これら農水産品輸出額の総輸出額に占める割合はまだ50%台になっている。この割合は、タイ国では農水産業が現在においてもいかに重要であるかということの意味している。

第2は、タイ国の経済構造の多様化である。つまり、農業部門は経済の基盤になっているにもかかわらず、工業およびサービス業も拡大しつつあり、経済全体にとってもより重要な役割を占めつつある。というのは、加工食品や繊維製品等という従来の製造業製品輸出の他に、海外からの直接投資および合併投資による新しい製品の輸出が急増している。例えば、IC類、宝石類、靴、プラスチック、木工品、家具等である。

そして、輸出先を見ても、多様性をもっており、先進国であるOECD諸国への輸出は、全輸出金額の60%だけであり、その残りは、発展途上国へ輸出されている。

第3は、タイ国が抑制的財政金融政策を実施してきたことである。それは財政および対外ポジションを改善し、経済安定を維持するためである。累積債務問題に直面している多数の他の発展途上国と比較すると、現在タイ国はより安定的な立場になっている。その具体的な抑制政策の一つの例としては、第6次経済開発計画実施期間に、政府部門の外国からの借款は1年15億U.S.ドル以下という制限を設定されている。

第4は、政府の行政メカニズムの改善である。すなわち政府の意志決定がより良くより早くできるように、委員会制度をとっている。これらの委員会は、各省庁および官民のお互いの協力をより良くより早くさせるためにもなっている。

第5は、政府の閣僚が変更されても、タイ国の経済政策が変わらないことである。つまり、経済政策の実施の継続性は強く、たとえクーデターという政変があったとしても、一般的な経済全体が変わらないということは、今までの通常の例になっている。

第6は、投資環境が比較的の良いことである。BOI（投資委員会）が外国からの投資に関して積極的な優遇措置を与えていることを始めにしてタイ国には種々の条件が揃っている。その例を上げると、労働力が豊富で、作業労働者の質が良いこと。農業基盤が確立しているので、経済的にもバランスがとりやすいこと。

国土面積（51万 3,000平方キロメートル）が広く、人口（5,390万人）も多く、潜在的な国内市場が広いこと。他のアジア諸国と比較すると、人種差別がほとんどない。つまり、人種の同化がうまくいっていること。

第7は、観光による収入が高いことである。1989年の観光収入は964億バーツで最も重要な収入源であり、現在輸出商品の中でトップになっている繊維製品の輸出金額よりも高い。

第8は、最近のタイ国への直接投資の急増である。タイ国向け海外直接投資は、1986年下半期から日本と台湾を中心に急増した。1987年に入ると、海外からのBOI投資申請の増加が一段と加速し、1988年に入ると、さらに増加した。

海外からタイ国への直接投資は、タイ国の経済成長に対してより重要な役割を占めるに至っている。

2.1.3 タイ経済成功の要因

上記のような高い経済成長がみられるタイ国経済の成功をもたらした要因は、特に、高い産業構造の転換能力と経済政策に求めることができる。

(1) 産業構造の転換

タイ国はもともと農業を経済の基盤としてきたし、今日でもタイ経済を考える場合、農業の果たしている割合は無視し得ないものがある。国民の約6割は農家であるし、生産や輸出に占める割合も依然大きい。生産性は高いとは言えないとしても米を中心とする農業から、メイズ、キャサバ、砂糖きび等農作物の多様化が図られてきている。また、豊富な農作物に着目して、アグロ・インダストリーも重要な産業として育ってきている。

それでも産業構造に占める農業のシェアは徐々に低下し、一方で工業のシェアが着実に上昇している。1989年では第1次産業シェアはGDPの17%であるのに対し、製造業・建設業は32%となっている。衣服が米を抜いて輸出品の第1位を占めているし、宝石、装身具も輸出の上位品目に入るまでに成長している。その他水産加工品も輸出の拡大に貢献している。最近、円高を契機としてタイ国が見直され、海外直接投資が日本や台湾等から急増し、まさに企業進出のラッシュとなっている。この影響を受けて今後数年間タイ国の工業化は更に加速化され、大きな変貌を遂げることが予想される。

(2) 経済政策

これまでのタイ国政府の経済政策の特徴を一言で表すとすれば、自由経済の維持を原則とし、性急な経済発展を計るよりバランスを重視した保守的な運営であったということができよう。第1次経済社会開発計画（1961～1966）以来現在の第7次経済社会開発計画まで、政府の基本的役割は社会資本の整備に重点が置かれてきた。しかも大規模なプロジェクトの推進には慎重であり、財政バランス、対外借入等に対しても十分な配慮が加えられてきたと言ってよい。また、工業化においても多くの開発途上国のように性急な重化学工業化はとらず、技術水準・資本量の限界等を考慮して軽工業中心の緩やかな工業化を図ってきた。こうした経済政策の伝統は今日でも生きており、NAIC（新興農業関連工業国）と呼ばれるようにハイテク中心の輸出志向ではなく、農業を基盤とした工業化の方向をめざしている。

タイ国工業化政策は、1961年から始まる前述の経済社会開発計画と1962年の産業投資奨励法に集約される投資奨励政策の二つを柱とする民間主導型の工業化政策で

あり、その基本路線は現在に至るまで変わっていない。現在タイ国は第6次経済社会開発計画（1987～1991年）に引き続き、1991年10月からは第7次計画（1992年～1996年）の実施に着手した。

2.1.4 タイ経済の課題

以上のようにタイ国の経済は概ね良好な状況にあると言われるが、解決していかなければならない問題がまだ多数ある。今日、経済政策の大きな課題は、地域による発展の格差を是正して、所得の公平化を計るとともに、経済の離陸を進めることにある。

この他にも例えば、大都市のインフォーマル・セクターおよびスラム問題、通信をはじめとするインフラ整備の不足問題、工業の都市集中を減少させるための工業の地方分散問題、貿易赤字問題、労働力人口の増加と雇用機会の減少問題、技術移転問題、Bangkokの交通および洪水の問題、等問題が多数存在する。これらの諸問題につきタイ国政府は充分認識しており、現在実施中である第7次経済社会開発計画により、これらの問題を解決していこうと努力している。

2.1.5 タイ経済社会開発計画の概要

(1) 第1次～第6次計画の目標及び実績

第1次（1961年～1966年）から第6次（1987年～1991年）に至るタイ国経済社会開発計画における経済成長率、1人当りGDP、人口増加率、貿易収支、消費者物価上昇率の計画目標と実績を別表（Table 2-1）に示す。

(2) 第7次計画の概要

1990年8月の閣議で承認され、1991年10月からスタートした第7次経済社会開発計画（1992年～1996年）の概要は以下のとおりである。

目 的

- 経済、金融面での安定を維持しつつ、適正水準の経済成長率を維持する。
- 所得と経済発展成果を地方へ分散する。
- 人的資源、生活の質、環境及び自然資源開発を一層推進する。