

タイ王国
石炭探査・評価調査
事前調査報告書

1995年4月

国際協力事業団

KA
7
7
N
RARY

鉱調査
JR
95-117

JICA LIBRARY



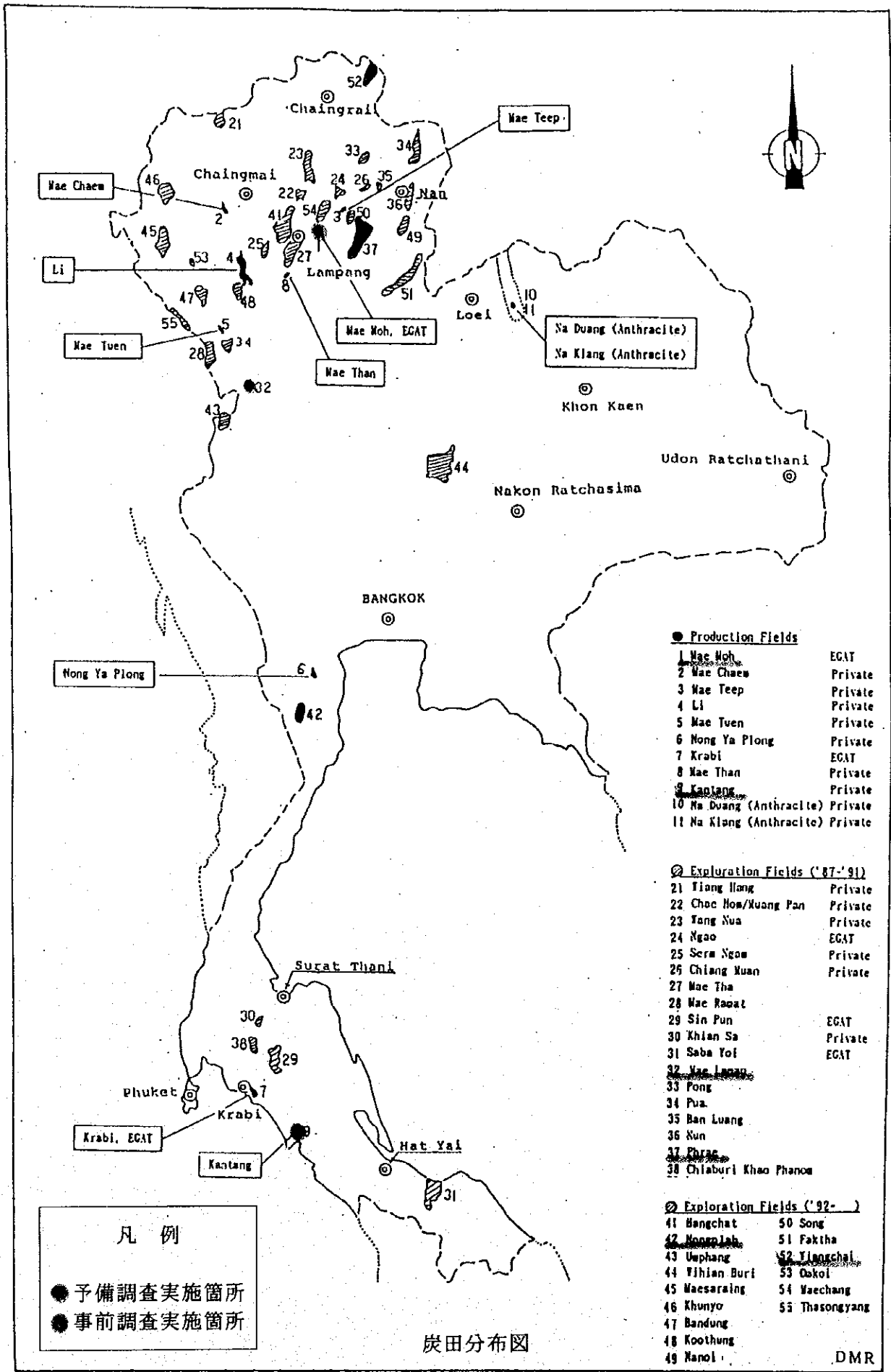
J 1122266 [8]

タイ王国
石炭探査・評価調査
事前調査報告書

1995年4月

国際協力事業団

11222668



凡例

● 予備調査実施箇所
● 事前調査実施箇所

炭田分布図

● Production Fields

1 Mae Moh	EGAT
2 Mae Chaem	Private
3 Mae Teep	Private
4 Li	Private
5 Mae Tuen	Private
6 Nong Ya Plong	Private
7 Krabi	EGAT
8 Mae Than	Private
9 Kantang	Private
10 Na Duang (Anthracite)	Private
11 Na Klang (Anthracite)	Private

⊙ Exploration Fields ('87-'91)

21 Tiang Hong	Private
22 Chae Hom/Kuang Pan	Private
23 Tang Nua	Private
24 Ngao	EGAT
25 Sern Ngom	Private
26 Chiang Nuan	Private
27 Mae Tha	
28 Mae Rapat	
29 Sin Pun	EGAT
30 Khian Sa	Private
31 Saba Yoi	EGAT
32 Mae Lanun	
33 Pong	
34 Pua	
35 Ban Luang	
36 Nun	
37 Phrag	
38 Chlaburi Khao Phanom	

⊙ Exploration Fields ('92-)

41 Bangchat	50 Song
42 Nonplab	51 Fakha
43 Uephang	52 Yiangchal
44 Tihian Buri	53 Dokoi
45 Maesaraing	54 Maechang
46 Khunyo	55 Thasongyang
47 Bandung	
48 Koothung	
49 Nani	

DMR

Phrac 地区
National Park 露頭状況

表土
露頭



表土
露頭

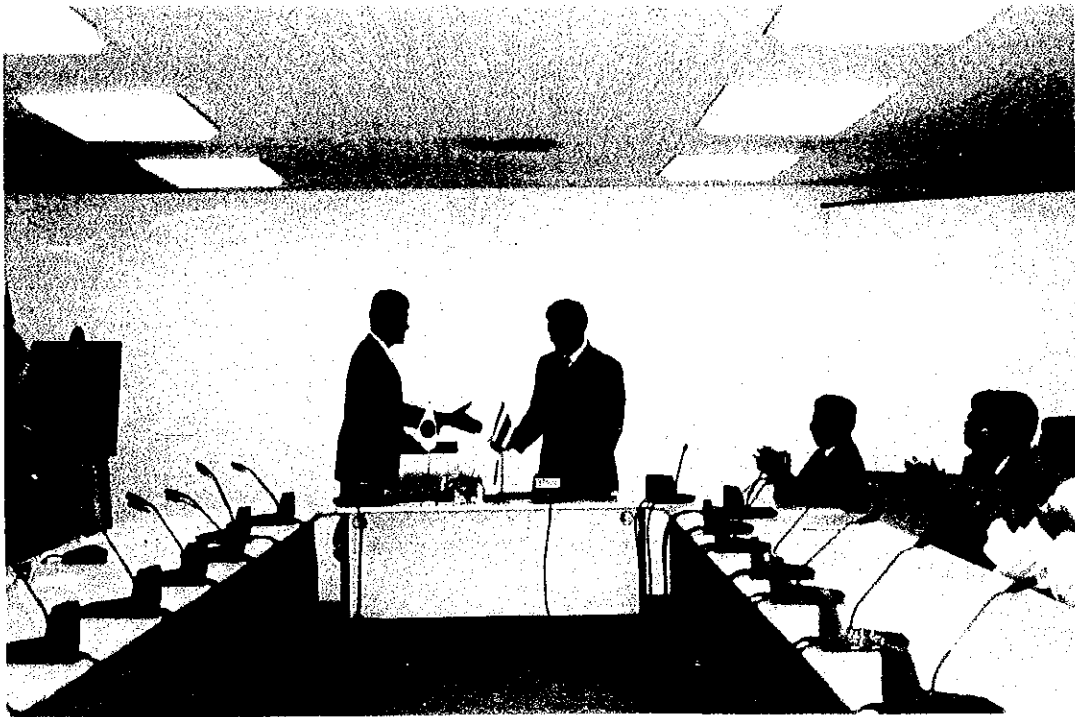


Mae Lamao 地区
Su Jae 炭鉱
炭層厚約 4 m



Mae Lamao 地区 Su Jae 炭鉱





S/W 署名・交換式（2月28日）

目 次

地図

写真

図表リスト

第1章 事前調査の概要	3
1-1 事前調査の背景・経緯	3
1-2 事前調査の目的	3
1-3 事前調査団の構成	3
1-4 事前調査の日程	4
1-5 現地訪問先及び主要面会者	5
第2章 タイのエネルギー事情	9
2-1 タイの経済動向	9
2-2 タイのエネルギー事情	11
第3章 タイの石炭開発の状況	19
3-1 需給動向	19
3-2 石炭開発政策	23
3-3 石炭開発の状況	24
3-4 環境政策	28
3-5 石炭開発分野における我が国の協力の可能性	32
第4章 タイの石炭資源	35
4-1 地質概要	35
4-2 炭田の分布	35
4-3 石炭埋蔵量	36
4-4 炭質	37
第5章 タイの石炭探査	41
5-1 探査手法	41
5-2 探査技術	42
5-3 DMR所有機材	43
第6章 本調査のタイ側実施体制	47
6-1 鉱物資源局(DMR)の概要	47
6-2 関連機関の概要	47

第7章 調査対象地域の状況	55
7-4 Phrae Basin	55
7-3 Kantang Basin	56
7-1 Nong Plab Basin	57
7-2 Mae Lamao Basin	59
第8章 協議の概要	77
8-1 要請書 (TOR) の内容	77
8-2 協議の概要	78
8-3 総合所見	79
第9章 本格調査実施にあたっての留意事項	83
9-1 地震探査、試錐の方法	83
9-2 調査用機材	83
9-3 現地調査のスケジュール	84
9-4 サイトへのアクセス	87
9-5 宿泊事情	88
9-6 調査作業事務所	89
9-7 カウンターパートの配置	90
9-8 その他	90
第10章 関連情報の整備状況	95
10-1 質問及び回答 (資料提供) 一覧表	95
10-2 収集資料リスト	106

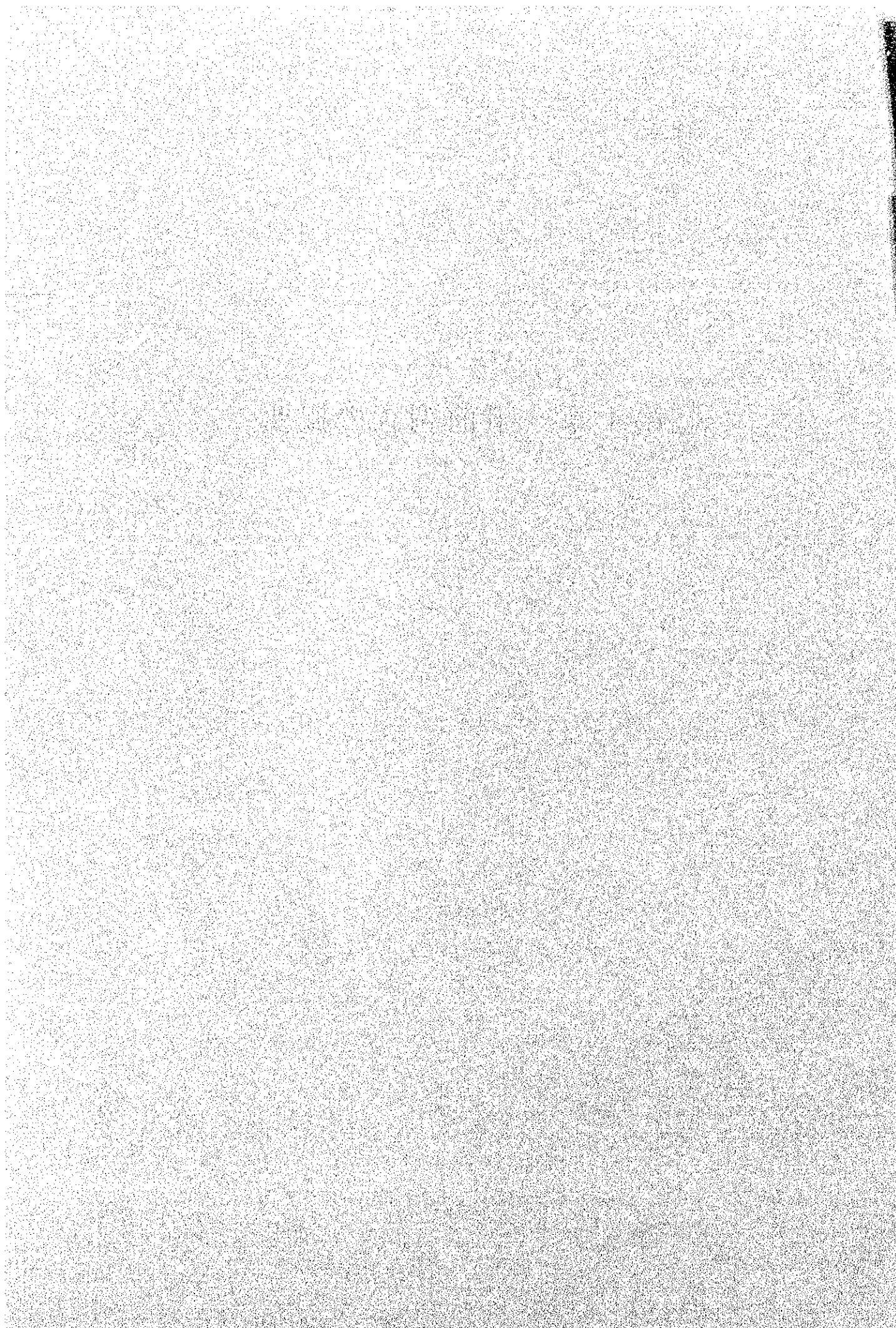
S/W 及び M/M

図 表 リ ス ト

表 2 . 1	第 6 次計画の実績及び第 7 次計画の目標	11
表 2 . 2	タイの国内総生産と一次エネルギー消費	14
表 3 . 1	炭田別石炭生産量推移	21
表 3 . 2	石炭の消費状況（実績と予測）	21
表 3 . 3	E G A T 発電計画	22
表 3 . 4	セメント主要 5 社 石炭需要予測	23
表 3 . 5	石炭生産量 計画・実績対比表	23
表 3 . 6	石炭生産炭田の生産状況	25
表 3 . 7	Mae Moh の稼行炭層の品質	27
表 3 . 8	大気環境基準	30
表 3 . 9	産業排ガス基準	31
表 3 . 10	作業場での騒音基準	31
表 4 . 1	層序	35
表 4 . 2	炭量	36
表 7 . 1	Kantang Basin 炭質	56
表 7 . 2	Nong Plab Basin 炭査実績	57
表 7 . 3	Nong Plab Basin 炭質	58
表 7 . 4	Mae Lamao Basin 炭質	59
表 7 . 5	Mae Lamao Basin 炭量	60
表 9 . 1	気候	84

図 2 . 1	タイのエネルギー消費の見通し	15
図 3 . 1	石炭生産炭田位置図	20
図 3 . 2	タイ国炭田位置図	26
図 6 . 1	D M R の組織図 (1994年10月現在)	49
図 6 . 2	Mineral Fuesl Divisionの組織図 (1994年10月現在)	50
図 6 . 3	エネルギー関係行政機関	51
図 7 . 1	模式層図	56
図 7 . 2	炭柱図	56
図 7 . 3	模式層序	58
図 7 . 4	Phrae 地形図	61
図 7 . 5	Nong Plab 地形地質図	63
図 7 . 6	Nong Plab 地質断面図	65
図 7 . 7	Nong Plab 炭層等深線図 (Top Seam)	67
図 7 . 8	Nong Plab 炭層累計等層厚線図	68
図 7 . 9	Mae Lamao 地形図	69
図 7 . 10	Mae Lamao 地質図	70
図 7 . 11	Mae Lamao 炭層賦存区域図	71
図 7 . 12	Mae Lamao 炭層等深線図 (Top Seam)	72
図 7 . 13	Mae Lamao 炭層等層厚線図 (累計)	73

第1章 事前調査の概要



第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査の背景・経緯

タイのエネルギー需要は1980年以降、急速な経済成長に伴う需要増により年平均10%の増加を示し、中でも電力に関しては最近5年間で年平均14%の伸びを示した。1992年のエネルギー消費量全体のうち石油が63.3%、天然ガスが20.5%、石炭が13.5%を占めており、石炭消費の77%が発電用、15%がセメント産業用となっている。消費される石炭はリグナイトが80%を占め、輸入石炭の割合は3%である。

タイ政府は、今後の電力消費の大幅な増加およびセメント産業用燃料とし石炭需要の増加により、エネルギーの安定供給のためには、国産エネルギーである石炭の埋蔵量の確認が極めて重要であると認識している。同国では、1987年以降順次探査を実施しているが、今後のエネルギー政策立案にあたり、埋蔵量をより正確に把握しておく必要から、わが国に対し、より高度な探査技術および解析技術を用いた、石炭の探査・評価に関する調査を要請越した。

1994年10月予備調査を実施し、現地の状況を確認するとともにタイ側の要請内容を確認した。

1-2 事前調査の目的

今回の事前調査は、予備調査の結果を踏まえ、先方関係機関との協議及び調査対象候補サイトの踏査を通じて、本格調査の調査内容・範囲等に係るS/Wを署名・交換することを目的とした。

1-3 事前調査団の構成

団長・総括	山浦 信幸	JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課長
石炭行政	榎藤 浩	通産省資源エネルギー庁石炭部海外炭対策室 石炭開発専門職
調査企画	名取 智子	JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課
石炭開発計画	上坂 武	大手開発(株)資源環境事業部技術顧問
地質	松村 稔	大手開発(株)資源環境事業部部長

1-4 事前調査の日程

1995年2月20日～3月2日(11日間)

	月 日	調査日程	調 査 内 容
1	2/20 月	東京→バンコク	■移動 (TG 641) (10:30→15:20)
2	21 火		■JICA事務所打合せ ■在タイ日本大使館表敬 ■DMR(工業省鉱物資源局)表敬
3	22 水		■DMR(工業省鉱物資源局)との協議
4	23 木	バンコク→ピツァヌロー ク→メ・ラマオ	■移動 (TG 150) ■現地踏査 (Mae Lamao Basin)
5	24 金	メ・ラマオ→プラー	■移動 ■DMRプラーエ事務所訪問
6	25 土	プラー→バンコク	■現地踏査 (Phrae Basin) ■移動 (TG 171)
7	26 日		■団内打合せ、資料整理
8	27 月		■DMRとの協議
9	28 火		■DMRとの協議 ■S/W、M/M署名
10	3/1 水		■JICA事務所報告
11	2 木	バンコク→東京	■移動 (TG 640) (11:15→19:00)

1 - 5 現地訪問先及び主要面会者

(1) DTEC-Department of Technical and Economic Cooperation (首相府技術経済協力局)

Wichai Choowisetsuk Japan Sub-Division, External Cooperation Division I

(2) DMR-Department of Mineral Resources, Ministry of Industry (工業省鉱物資源局)

Pricha Attavipach Director-General

Ard Chana Director, Mineral Fuels Division

Araya Nakanart Chief of Coal Exploration Section, Mineral Fuels Division

Somchai Poom-im Senior Geologist, Coal Exploration Sec., Mineral Fuels Div.

Nawee Pitchayakul Senior Geologist, Coal Exploration Sec., Mineral Fuels Div.

Surachai Krobbuaban Senior Geologist, Coal Exploration Sec., Mineral Fuels Div.

Phumee Srisuwon Geologist, Coal Exploration Sec., Mineral Fuels Div.

Apichart Jeenagool Geologist, Coal Exploration Sec., Mineral Fuels Div.

Kriangkrai Pomin Geologist, Coal Exploration Sec., Mineral Fuels Div.

Piphop Isarangkura Representative, DMR Phrae Provincial Office

(3) 在タイ日本大使館

前田 充浩 一等書記官

(4) JICAタイ事務所

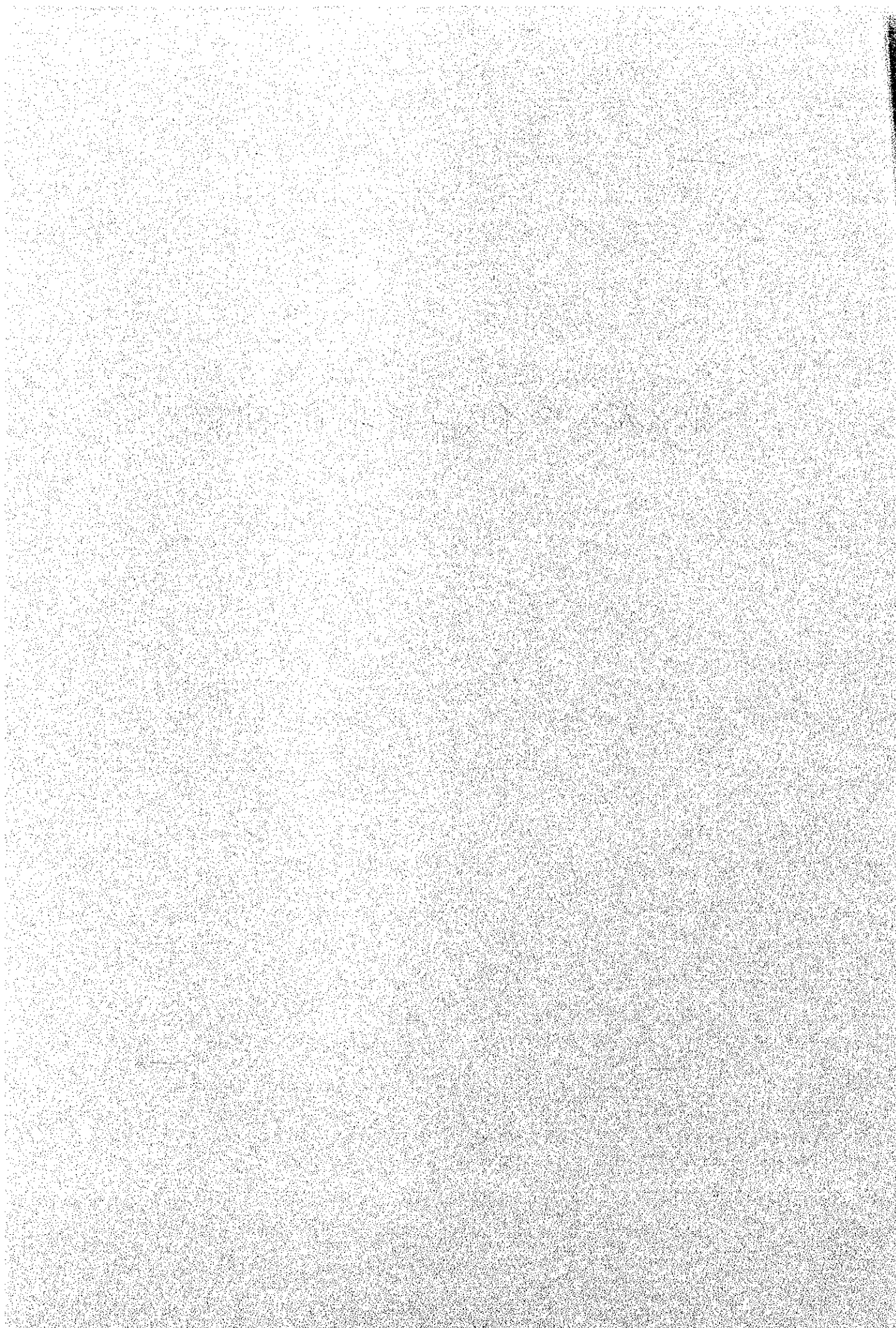
表 伸一郎 所長

後藤 幸一 次長

浅野 寿夫 次長

染井 耕一 所員

第2章 タイのエネルギー事情



第2章 タイのエネルギー事情

2-1 タイの経済動向

(1) タイの一般概況

タイはインドシナ半島の中央部に位置し、人口約5,700万人、国土面積約51万km²、72の県からなる立憲君主制国家で、周囲をミャンマー（ビルマ）、ラオス、カンボジア及びマレーシアの4国に囲まれている。地形上の特徴により、北部、東北部、中央部及び南部に大別できる。北部タイは標高1,500～1,800mの山々で囲まれた高原地帯で、チェンマイを始めとする山間盆地が点在する。東北部はコラート高原と呼ばれ、標高100～200mの台地からなる。中部は沖積平野であり、タイ最大の穀倉地であるとともに、首都バンコクを擁する政治・経済・文化の中心地でもある。南部はマレーシアにつながる半島部で、国境に隣接する4県では、タイ系住民よりもマレーシア系住民が多い。

公用語はタイ語で、起源は中国語やビルマ語と同一とされているが、文字が「子音文字+母音文字+声調記号」で標記される。タイの通貨はバーツで、1995年2月現在、1バーツ=約3.7円である。

首都バンコクの人口は公称で約600万人とされているが、不法居住者等も含めた実際の人口は1,000万人に達するとも言われている。バンコクの年平均気温は25.9℃で、年間降雨量は約1,400mmである。

(2) 経済概況

タイ経済は1988年から2桁の成長率で推移してきた。1992年からはやや鈍化してきたものの、依然7～8%の成長率を維持している。国民一人当たりのGNPも1950年代の80\$から現在の1,500\$と急伸し、NIES入りする勢いである。これまでに、国内産業の保護を重視する政策をとってきたが、この経済成長とともに自由化・規制緩和政策が進められ、近年、日本をはじめ外国資本の直接投資が増加してきている。主な貿易相手国は日本及びアメリカで、この2国との輸出入額は他国を大きく引き離している。これまで、主要輸出品目は米、えび、ゴム及びタピオカ等の農水一次産品が中心で、この4品で輸出総額の約15%を占めていたが、近年、鉱業製品の輸出が増加し、輸出品目の第1位は米から衣料品になった。

タイはASEANの一員として他のメンバー諸国とともに域内諸国間の関税撤廃を目指しつつ、引き続き海外諸国からの援助を積極的に受け入れ、工業化に注力するとともに、1992年から1996年までの第7次経済社会開発計画においても「社会資本の整備」に重点を置いている。

(3) 経済計画

タイの経済計画は1957年に世界銀行の提言を受けて、国家経済計画の策定を目的に、国家経済開発庁が設立されたことに始まる。同庁は後に国家経済社会開発庁（NESDB）に発展解消された。過去の経済計画の概要は以下のとおりである。

○第1次－2次国家経済社会開発計画（1961～1971年）

産業発展に必要なインフラ整備に重点が置かれ、電源開発、道路網の整備、外資の導入等が積極的に行われた。結果として経済は当初極めて高い成長率を達成したが、60年代末になり、世界的な景気停滞の影響から景気は下降し、財政赤字、国際収支の赤字がともに増大した。

○第3次－4次国家経済社会開発計画（1972～1981年）

景気回復に主眼が置かれたが、大幅な財政赤字の下で公共投資は既存インフラの有効活用に向けられた。一方で農業の生産拡大、輸出産業振興の促進に重点が置かれた。当初は景気刺激策による景気回復がみられたものの、ニクソンショック、2度の石油危機等の世界経済の動揺に見舞われるとともに、ベトナム戦争後のインドシナ解放の衝撃、タイの軍政の崩壊等もあり、再び景気は低迷し、インフレの高進、国際収支の悪化、対外債務の累積増が進んだ。

○第5次－6次国家経済社会開発計画（1982～1991年）

過去、世界経済の動揺に国内経済が大きく影響を受けたことから、より独立した国内経済構造の確立が目指された。このため、貯蓄の促進、エネルギーの節約、農業生産性の向上、輸出向け工業製品の生産増、工業の地方分散が図られたにもかかわらず、世界的な経済成長鈍化の影響を回避することはできず、財政赤字、国際収支赤字は改善せず、対外債務はさらに増大した。

80年代末になり、ドル安、石油価格の低下、金利の低下等の要因から対円パーセント・レートが急落し、輸出が大きく増進するとともに直接投資、観光収入も年々増加した。これらを受け、経済成長率は目標を大きく上回る2桁成長となり、財政収支、国際収支が改善されるとともに、経済、金融、財政も安定的な状態となった。一方でインフラ整備の遅れ、熟練労働者の不足等が顕在化するとともに、物価上昇、自然環境の破壊、資源の乱開発が深刻化した。

○第7次国家経済社会開発計画（1992～1996年）

計画の特徴は、第一に世界経済が大きく変化する中で、タイ経済の力強い展望が示されていること、第二に開発の質及び社会的公正の確立を従来以上に重視していることである。これらを受けて

- ・持続可能な適度な成長の維持

- ・所得再配分と地方への分散
 - ・人的資源・生活の質の改善、環境の改善
- の3点を計画の主要目的とする。

表2. 1 第6次計画の実績及び第7次計画の目標

	第6次計画実績	第7次計画目標
経済成長率 (%)	10.5	8.2
一人当たり所得 (千バーツ)	41.0	71.0
貿易収支 (10億バーツ)	△ 168	△ 313
経常収支 (10億バーツ)	△ 99	△ 170
エネルギー生産 (KBD*)	280	410
人口 (百万人)	56.9	61.0
森林面積 (対国土面積%)	14.8	25.0

* 原油換算キロパーレル/日

2-2 タイのエネルギー事情

(1) 第7次経済計画におけるエネルギー開発目標

第7次国家経済社会開発計画においては、同経済計画期間中のエネルギー開発の政策ガイドラインとして、国内エネルギー資源の開発推進と近隣諸国との資源開発協力の強化による需要に見合ったエネルギー供給の確保に力点を置いている。

以下に具体的なエネルギー供給目標等を整理しておく。

- ① エネルギー生産を原油換算で1991年の280キロパーレル/日から1996年までに410キロパーレル/日まで、年率8%で増強
- ② 7次計画期間中に10%未満まで年間エネルギー消費伸び率を減少
- ③ 1996年までエネルギーの海外依存度を60%に維持
- ④ 国内石油の探査・開発を積極的に推進
- ⑤ 石油精製能力を246キロパーレル/日から1996年までに740キロパーレル/日にまで増強

⑥国内の天然ガス、原油、コンデンセート、褐炭の生産量を以下のように設定

	1991	1996
天然ガス(百万立方フィート/日)	760	1,250
コンデンセート(パーレル/日)	22,000	31,000
原油(パーレル/日)	24,000	24,000
褐炭(百万トン/年)		
電力用	12	14
産業用	2.6	4.5

⑦7次計画期間中に発電設備要領を5,400MW増強

	1991	1996
天然ガス: GWh	19,900	31,950
百万立方フィート/日	566	780
褐炭: GWh	12,431	14,275
百万トン	12.1	14.0
輸入石炭: GWh	0	766
百万トン	0	0.29

⑧最大電力需要の15%以上の余剰発電能力を確保

⑨民間投資によるコージェネレーション発電を最低500MWまで導入

⑩DSM(Demand Side Management~需要家負荷管理)により年間4,500GWhの電力需要の削減

⑪停電回数の上限を以下のように設定

	MEA管内		PEA管内	
	1991	1996	1991	1996
長時間停電回数	6.7	3.3	10.0	7.0
瞬間停電回数	10.3	5.0	24.0	17.0
総停電回数	17.0	8.3	34.0	24.0

(注) MEA: Metropolitan Electricity Authority (首都圏配電公社)

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

単位: 1需要家当たりの年間停電回数

⑫計画期間末までに有鉛ガソリンの販売を中止

⑬有害廃棄物の排出上限を以下のように設定

	1991	1996
自動車等からの鉛(トン)	1,030	300
自動車等からのCO(千トン)	950	750
SO ₂ (千トン)	840	860
自動車等	100	50
電力	535	620
一般産業その他	205	190

さらに、これらの目標を達成するために、以下のような方策を提示している。

①以下の施策の推進による需要に見合った適正価格でのエネルギー供給の確保

- ・石油資源の探査・開発の積極的推進
- ・石炭資源の探査・開発の積極的推進
- ・近隣諸国との交渉の積極的推進
- ・石油の貿易、精製及び流通体制の整備
- ・電力供給体制強化への投資及び改善努力
- ・再生可能エネルギー導入のための研究開発の推進

②エネルギーの効率利用と省エネルギーの推進

③エネルギー部門における民間活力の利用と関連行政機関の見直し

(2)タイのエネルギー消費の実績と見通し

表2. 2にタイの一次エネルギー消費（PEC）と国内総生産（GDP）の過去の推移を示す。1991年以降、経済成長率が7～8％程度で推移している一方、1992年から1993年にかけてはエネルギー消費が旺盛な伸びを示したため、それぞれの伸び率の比で定義したエネルギー弾性値は再び大きく上昇に転じている。

また、図2. 1にエネルギー消費の見通しを示す。1993年から第9次国家経済社会開発計画の最終年に当たる2006年までの13年間で、約2. 2倍のエネルギー消費の増大を見込むとともに、石油依存度を現状の約65％から54％まで低減させることとしている。また、一部原子力エネルギーの導入も期待している（実現可能性は未知数）。

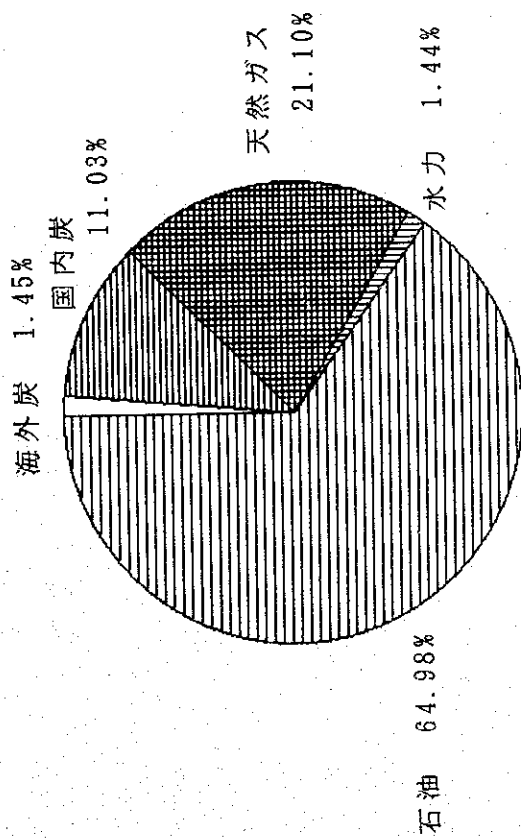
(参考文献)

1. 平成5年度海外炭輸入基盤整備促進調査（タイ石炭総合事情調査）
平成6年3月 新エネルギー・産業技術総合開発機構 編
2. 平成5年度海外地質構造等調査報告書（タイにおける事前調査）
平成6年3月 新エネルギー・産業技術総合開発機構 編
3. 第7次国家経済社会開発計画（タイ政府）

表 2. 2 タイの国内総生産と一次エネルギー消費

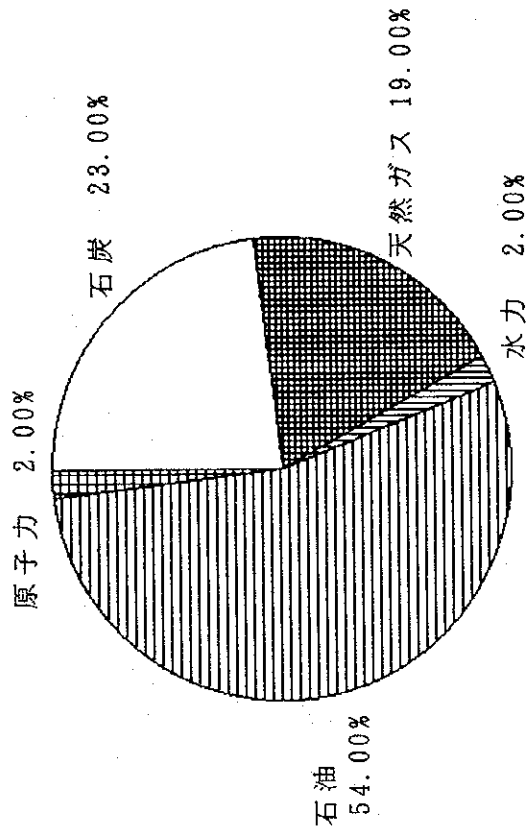
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
GDP (1988 PRICES) (BILLION OF BAHT)	1,376.80	1,559.80	1,744.90	1,953.40	2,111.00	2,270.50	2,447.80
GDP GROWTH RATE (%)	9.50	13.30	12.30	11.66	7.90	7.40	7.20
PRIMARY ENERGY CONSUMPTION (MTOE)	1,980	21,660	25,490	29,630	32,650	35,630	40,030
PEC GROWTH RATE (%)	14.77	12.93	17.68	16.24	10.19	9.13	12.35
ENERGY ELASTICITY = PEC/GDP	1.55	0.97	1.44	1.40	1.29	1.23	1.72

(出所 : D M R)



1993

総計：805キロバレル/日

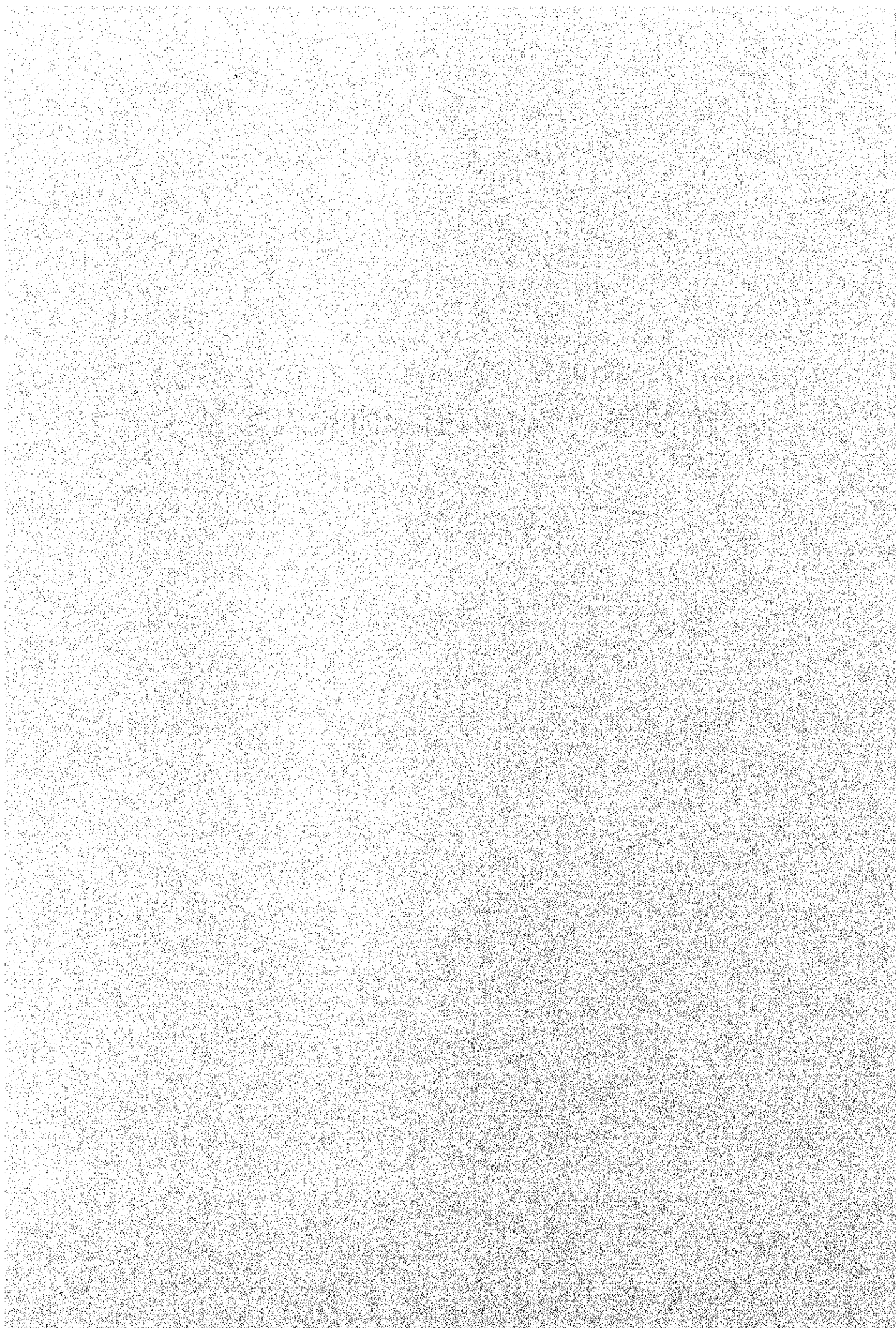


2006

総計：1,800キロバレル/日

図2.1 タイのエネルギー消費の見通し
(出所：DMR)

第3章 タイの石炭開発の状況



第3章 タイの石炭開発の状況

3-1 需給動向

3-1-1 エネルギー全消費の中に占める石炭の位置

タイ国の1993年、全エネルギー消費量は、1日当たり80.5万バレル（万油換算値）であるが、このうち石油は65%、天然ガス21.1%、石炭12.5%、水力1.4%となっている。予測値(DMR)としては2006年、全エネルギー180万バレル／日に対し、石炭は23.0%である。すなわち、実石炭消費量は13年間に約4倍になると予測しており、石炭への期待は大きい。

なお、この資料の1993年石炭比率12.5%は、その内訳として国内炭11.0%、輸入炭1.5%であるが、2006年の予測値には国内、輸入炭の区別はなく、輸入炭の大幅増加の可能性もある。

3-1-2 石炭の供給

タイにおける石炭生産は、1990年代初期より、極めて小規模にローカルエネルギーソースとして採掘されていた。本格的な石炭開発生産はタイ発電公社(EGAT)が発電用燃料としてMae Moh炭鉱で褐炭の生産を開始した1995年に始まる。Mae Moh炭鉱は、1955年の2万t生産より1993年の1,122万tまで拡大し、全国生産量も年産1,561万tまで増産されている。炭田別の出炭推移および1993年までの累計生産量を表3.1に示す。また、生産炭田の位置および累計生産量値を図3.1に示す。

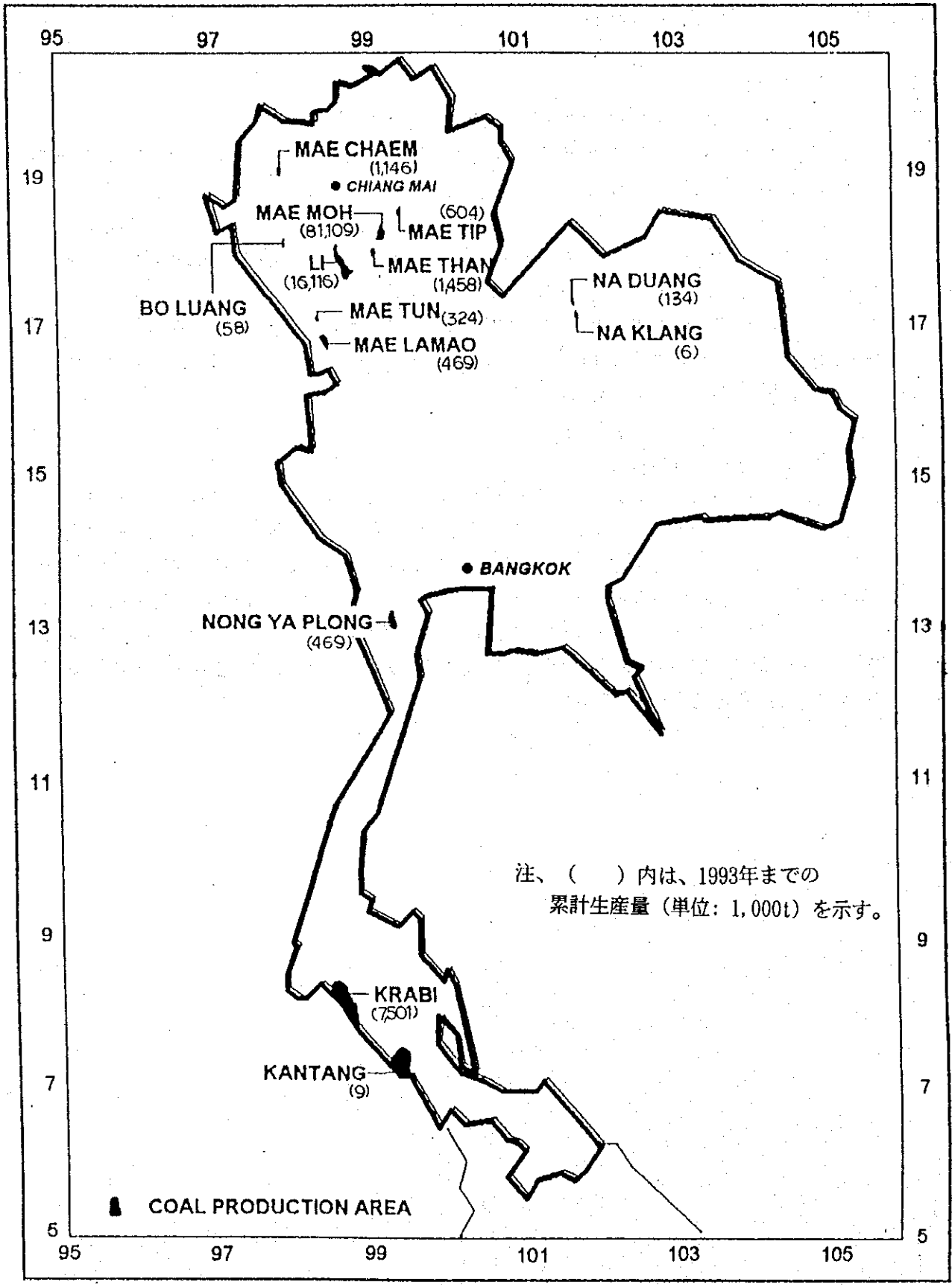


図 3.1 石炭生産炭田位置図

表3.1 炭田別石炭生産量推移

(単位: 1,000t)

炭田	年度											
	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	累計
Mae Moh	22	102	49	146	196	876	4,218	9,653	11,682	12,155	11,221	81,109
Krabi	—	—	63	230	332	364	395	156	243	254	217	7,501
Li	—	—	—	6	57	165	350	2,029	2,393	2,482	2,924	16,116
Mae Tip	—	—	—	—	0.6	12	23	85	—	—	—	604
Mae Tun	—	—	—	—	0.3	—	41	—	—	—	—	324
Nong Ya Plong	—	—	—	—	—	—	119	4	—	—	—	469
Na Duang	—	—	—	—	—	—	3	20	14	22	15	134
Na Klang	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—	—	6
Mae Lamao	—	—	—	—	—	—	—	78	93	74	86	469
Mae Than	—	—	—	—	—	—	—	113	90	468	689	1,458
Mae Chaem	—	—	—	—	—	—	—	166	188	261	392	1,146
Kantang	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6	9
Bo Luang	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58	58
Total	22	102	112	382	586	1,417	5,149	12,304	14,703	15,719	15,608	109,403

(DMR資料)

表3.2 石炭の消費状況(実績と予測)

(単位: 1,000,000t)

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1996	2001	2006
消 費	発 電 用	5.72	5.89	6.77	9.87	11.72	12.37	11.49	15.30	28.15	51.18
	セメント産業	0.98	1.17	1.64	2.24	2.31	2.37	3.79	4.85	6.09	7.00
	たばこ産業	0.07	0.04	0.10	0.12	0.14	0.18	0.23	0.11	0.10	1.50
	そ の 他	0.30	0.46	0.53	0.56	0.84	1.11	1.11	0.94	1.34	
	合 計	7.07	7.56	9.04	12.79	15.01	16.03	16.62	21.20	35.68	59.68
(参 考) 給	生 産	6.90	7.29	8.92	12.30	14.70	15.72	15.61	21.12	24.76	38.95
	輸 入	不明	不明	不明	0.34	0.47	0.52	0.94	1.48	11.25	20.73
	合 計	—	—	—	12.64	15.17	16.24	16.55	22.60	36.01	59.68

(DMR資料) 1996年、2000年の供給量と2006年の消費、供給量は、NEDO平成5年度タイ石炭総合事情調査より

3-1-3 石炭の需要

・タイ国で生産される石炭は、全て国内の消費に当てられており、若干の輸入炭（瀝青炭）と併せた向先別消費量等を表3.2に示す。

消費に対応して国内炭の生産は、1993年の1,561万tを1996年約2,100万t、2001年2,500万t、2006年約3,900万tへと大幅な増産を見込んでいるが、生産量が確保できるかどうか不透明であり、今後可能な限り増産することが必要であろう。

また、輸入炭は、現在セメント産業向けを中心にインドネシア等から少量輸入されているが、今後は2000年頃から輸入炭を使用する石炭火力発電所建設計画があり、2001年約1,100万t、2006年約2,100tへと輸入拡大が見込まれている。

なお、輸入炭に関し、本年1月から輸入関税がこれまでの25%から1%に引き下げられたことにより、国内炭から輸入炭へのシフトが活発化するのではないかとの情報もあるが、タイ国においては、産炭地が内陸北部であり、同地域に立地する Mae Moh発電所はタイ国最大の発電所である上今後とも増設計画があるため、引き続き国内炭の位置付けは重要である。さらに、インフラ不足も懸念されており、近時において輸入炭が内陸部のエネルギー需要への供給源とは考えられない。

以上、タイ国における今後のエネルギー需要を賄うために、国内炭の増産は重要である。

・石炭（国内産の褐炭）需要の大部分は石炭火力発電であり、1987～1993年間の年平均石炭消費伸び率は12.3%である。今後のEGATの発電計画では、次の通りである。

表3.3 EGAT発電計画

	褐炭火力発電量	褐炭消費量
1992年	14,815 GWh	1,237 万t
2006年	36,235 GWh	3,193 万t
比率	244.6 %	258.1 %
平均年伸び率	6.6 %	7.0 %

・石炭の第二の消費者はセメント産業である。1987～1993年間の年平均石炭消費伸び率は25.3%と極めて高い。

今後の主要セメント5社（サイアム、サイアムシティ、ジャラプラタン、アジアセメントとタイポリエチレン社）の需要予測は、次の通りである。

表3.4 セメント主要5社 石炭需要予測

	輸入炭	国内炭	合計
1993年	67万t	265万t	332万t
1995年	123万t	430万t	553万t
1997年	148万t	480万t	628万t
'97/93 比率	220.9%	181.1%	189.2%
平均年伸び率	21.9%	16.0%	17.3%

従来より伸び率は低下するものの、まだ平均国内炭消費伸び率は16.0%と高い。

3-2 石炭開発政策

3-2-1 第7次国家経済開発計画（1992～1996）による生産計画

1987～1991年の第6次国家経済開発計画期において輸入エネルギーを49%とする目標を有していたが、実績は60%に増加していった。しかし、輸入エネルギーの主力である石油価格が低迷していたことで財政的には救われたが、第7次計画では、国産エネルギーである国内炭と天然ガス合計を5年間で46%増産することとし、輸入エネルギーは全エネルギーの60%の状況で維持することとしている。

この結果、石炭生産量は、1991年の1,460万tを1996年に1,850万tにすることとしている。実績値を計画に対比して下記する。

表3.5 石炭生産量 計画・実績対比表

(単位：万t)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
計 画	1,460	(1,530)	(1,605)	(1,683)	(1,765)	1,850
実 績	1,470	1,572	1,561	—	—	—

(注) 1992～1995年の計画値は同一伸び率として産出。

なお、この生産量に対応する消費計画としては、1991年の電力向1,200万t、産業向260万t、計1,460万tを、1996年には、電力向1,400万t、産業向450万t、計1,850万tとしている。なお、セメントを主体とする産業用のエネルギーに出来る限り国産石炭を使用することが期待されている。

3-2-2 国内炭の開発、利用の有効化対策

第7次国家経済開発計画（1992～1996年）において、以下の国内石炭探査・開発の促進策が記されている。

- ・ 鉱物資源省（DMR）の組織、要員、業務実施手順を改善し、石炭開発の阻害要因となっている法規（鉱業法を含む）の改正を行ない、計画的かつ

活発な探査・開発を促進する。

- ・石炭資源の探査・開発に対する民間企業の投資を促進する。即ち、産業用の私企業の炭鉱開発、および当初は発電公社用としていた鉱区を私企業が自家発電用として開発することを認可する。
- ・石炭をより効率よく経済的に利用する技術——コークスやブリケット化等——を開発する。

3-2-3 近隣諸国の石炭利用促進

インドネシア、ラオス、ミャンマー等と石炭購入又は炭鉱開発ジョイントベンチャー参加のための交渉促進を図ることが第7次国家経済開発計画に記されている。

3-3 石炭開発の状況

3-3-1 炭田分布と探査・開発概況

タイの石炭資源の主体である褐炭鉱床は、新生代第三紀に生成され炭化度が低く、褐炭ないし亜瀝青炭を埋蔵している。国内では54の新生代の体積盆(Basin)で炭層の分布が確認されている。これらの中で12炭田(Basin)で開発が行われ、さらに6次計画(1987~91年)で12炭田の埋蔵炭量が評価され、7次計画(1992~96)の調査対象区域でも既に3炭田の埋蔵炭量が評価されているが、6次計画以降の調査で1億t以上の炭量は、Wian Hang, Mae Ramat, Saba Yoiの3炭田で確認されているに過ぎない。生産・開発の経緯については、表3.1の通りであるが、第5次計画以前(1986年以前)に既に8炭田で生産されていたが、このうちNa Klang, Mae Tun, Mae Tip, Nong Ya Plongの4炭田は現在生産を中止している。しかし、その後 Mae Lamao, Mae Than, Mae Chaem, Kantangの4炭田で生産を開始した(炭田図 図3.1 参照)。

3-3-2 石炭生産炭田の状況

a) 概況

石炭生産炭田(生産および埋蔵量資料)は表3.6に示す通り、合計13炭田であるが、1993年に出炭しているものは9炭田であり、そのうち Mae LamaoとBan Bo Luangの2炭田は、第6次国家経済開発計画期(1987~1991年)に調査されたものである(図3.2 参照)

各炭田別の出炭量の推移は、図3.1に示した通りであるが、石炭埋蔵量が1億t以上の Mae Moh及びKrabi は近くに発電所を保有し、炭鉱、発電所とも発電公社(EGAT)が運営している。

また、出炭量が Mae Mohに次いで大きいLi炭田(年間量292万t)は、セメント・たばこ産業向けに民間企業により開発・生産されたものである。

表 3.6 石炭生産炭田の生産状況

炭 田	年間開始		平均 生産量 (1,000t)	現 状 (出炭 1,000t)	累計 生産量 (1,000t)	埋 蔵 炭 量		生産企業	備 考
	年	当時 出炭量 (1,000t)				生産前 (10 ⁶ t)	現 状 (10 ⁶ t)		
Mae Moh	1955	22	2,080	1993出炭 12,155	81,109	1,408	1,327	EGAT	
Krabi	1964	4	250	1993出炭 217	7,501	120	112	EGAT	
Li	1970	6	671	1993出炭 2,924	16,116	28	12	Private	
Mae Tip	1972	2	31	1991以降 0	604	11	10	Private	
Mae Tun	1975	0.6	40	1976~1980、 1988以降 0	323	1.2	0.9	Private	
Na Duang	1982	6	12	1993出炭 15	134	N/A	N/A	Private	無煙炭
Na Klang	1983	2	2	1986以降 0	6	N/A	N/A	Private	無煙炭
Nong Ya Plong	1984	63	67	1991以降 0	469	1.4	0.9	Private	
Mae Lamao	1987	1.9	67	1993出炭 86	469	1.6	1.1	Private	第6次計画 調査分
Mae Than	1987	4	208	1993出炭 689	1,458	35	34	Private	
Mae Chaem	1988	4	191	1993出炭 392	1,146	1.2	0.1	Private	
Kantang	1989	0.4	3	1993出炭 6	9	N/A	N/A	Private	
Bo Luang	1993	58	58	1993出炭開始	58	N/A	N/A	Private	第6次計画 調査分

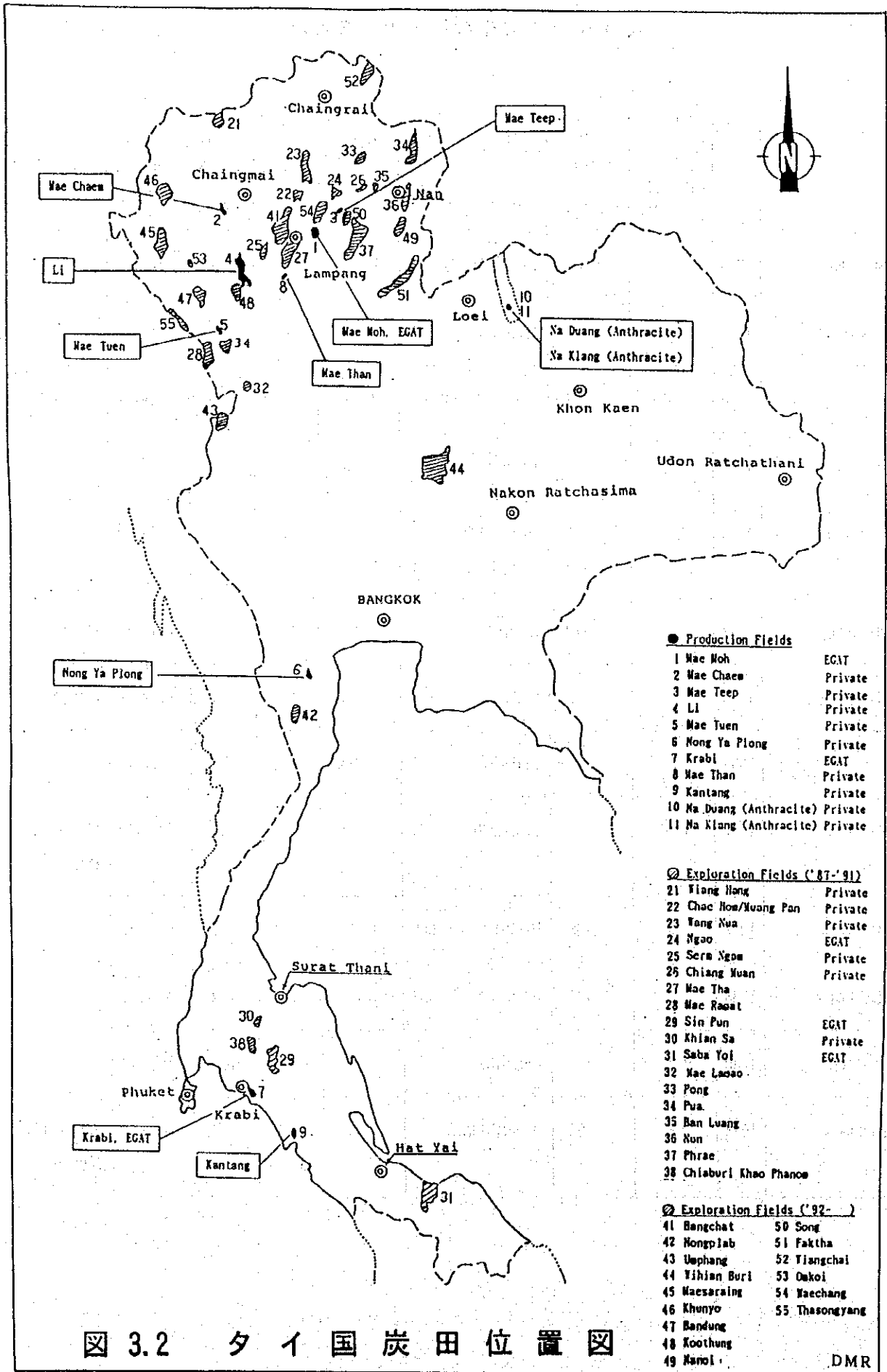


図 3.2 タイ国炭田位置図

DMR

b) Mae Moh 炭鉱の生産状況 (事例)

- ・メモ炭鉱は首都バンコクより650km北部に位置し、タイ国最大規模の炭鉱である。この炭鉱のあるMae Moh Basinは、最大幅8.8km、最大長さ18.3km、135 Km²の中に向斜構造で炭層が賦存している。
埋蔵炭量は13.4億tで主要炭層はJ層、K層及びQ層の3炭層である。特にK及びQ層は、合計20～30mの厚さがある。
標準的炭質は、次の通りで、褐炭である。

表3.7 Mae Moh 稼行炭層の品質

	水分 (%)	灰分 (%)	硫黄分 (%)	発熱量 (kcal/kg)
J層	26.5	37.8	6.6	1,800
K層	31.1	21.5	3.1	2,406
Q層	29.9	23.1	4.3	2,399

- ・タイ国最大の石炭生産操業を実施している Mae Moh炭鉱は、長期操業計画として14億tの埋蔵炭量のうち、まず6.7億の石炭を25年間に(平均年産量2,680万t)剥土比5.12(平均年剥土量1.37億)で生産し、発電所(472万kw)に供給するものである。
現在はまだ1,100～1,200万t/年の石炭生産で、設備容量202万kwの発電所に送炭している。
- ・採掘は露天掘でベンチ方式(ベンチ高さ7～11m)で掘り下がり、最終的には中央部が深さ500mのスリ鉢型の形状になるものである。
- ・操業の概要は、次の通りである。
剥土(剥岩)：表土は除去された後、岩石は穿孔(176mm径穿孔機2台使用)後発破され、電動ショベル(11.5～14.5、4台)でダンプトラック(85t、35台)に積込み運搬され、ピット内のクラッシャーで破碎され、ベルトコンベヤでピット外に搬出されスプレッダーで、捨土場に堆積される。
石炭採掘：露出された石炭はショベル、トラックでピット内のクラッシャーに運搬され破碎される。これは石炭輸送ベルトコンベヤでピット外の貯炭場に運搬される。クラッシャー、コンベヤの能力は毎時500～1,500tのもの合計4式である。
貯炭場：第一貯炭場は1.3万t×2列(合計2.6万t)で1～3号発電機用、第二貯炭場は4万t×10ヶ所(合計40万t)で4～11号機発電機用。
品質管理：特に一定品質(硫黄分、灰分)のものを出荷することに重点をおき、炭層品質の事前確認と適切な採掘、混炭の実施に留意している。

c) 開発の促進

第6次国家経済社会開発計画(1987～91年)において、DMRが新炭田の探

査を実施し、図3.2の1987～1991年 Exploration Fields 欄の No.21～No.31で有望な石炭埋蔵量 1,384百万 tを発見した。

このうち、Ngao, Sin Pun, Saba Yoi をE G A Tの開発対象とし、他の鉱区を一般産業用石炭開発のため公開入札として開発の促進を図っている。

3-4 環境政策

3-4-1 環境政策の経緯

タイ国政府は、1975年「国家環境保護法」を制定後、副首相が委員長を務める「国家環境委員会」の設置、「環境庁」の設立を行った。さらに1992年には、前記の「国家環境保護法」を改定強化、「国家環境委員会」の委員長を首相とし、「環境庁」を「科学技術環境省」に格上げ、「環境基金」の設立、「公害防止委員会」の発足等を実施した。また、1992年度（1991年10月以降）スタートの「第7次国家経済開発計画の中の環境開発政策」としては、国際基準に基づいた環境の質の確保に重点を置き、水や大気の汚染、固形廃棄物や有害物質の排出等の問題対処方針を定めている。全般的に環境に対するタイ国政府の熱意は高い。

3-4-2 石炭資源開発利用に関する環境政策

石炭資源開発利用に関する環境政策を列記すると、次の通りである。

- ・二酸化硫黄等を健康に害を及ぼさないレベルに低減する目標の設定、特に発電等の褐炭使用方法を改善する。
- ・採炭現場等から発生する粉塵の除去のための措置をとる。
- ・鉱物資源開発地区を指定し、鉱物資源開発と、他の開発活動ないし環境保護との間の紛争の低減に資する。
- ・「排出・排水基準」「大気環境基準」「騒音振動の環境基準」等の制定。
- ・環境保全のための、利益を追求しない民間団体等（NGO）の活動が奨励され、必要に応じて「環境基金」から助成金又は貸付金を受けられることとする。
- ・鉱業、火力発電所等の実施予定者は、環境アセスメント報告書を作成し、科学技術環境省に提出し、承認を受けなければならない。

4-4-3 環境基準、排出基準

- ・大気環境基準は、表3.8の通りである。全体としては、米国などの基準に準拠したものといわれている。
- ・産業排ガス基準も工業省から発行されている。（表3.9）
- ・作業場での騒音基準は表3.10の通りである。
- ・水質基準については、飲料水、地下水、表層水、産業排水等について、各省庁から別々に基準表が発行されている模様である。

3-4-4 Mae Moh 地区での環境問題事例

a) 水質

炭鉱、発電所（廃棄物を含む）の排水は汚染され、高アルカリ、高溶解物となっているため、廃水池に貯水している。現在のところ下流用水は基準内の水質にある。

b) 発電所排出ガス

Mae Moh 発電所の南20kmの場所の住民から空気の汚染（特に亜硫酸ガスと推定）が訴えられており、この為現在高硫黄分褐炭をそのまま燃料としないこと、数多くの大気観測点を設け常時観測し、異常あれば発電機を一部停止すること、恒久的対策としては、脱硫装置の設置（現在、既に設置を開始）等の対策を実施している。

c) 炭鉱は将来拡張され、100 Km²以上にわたる土地が影響を受けることになる。現在までこの地区で 300家族が移転したが、今後 1,000家族の移転も予測されており、補償問題の高額化も懸念されている。

表 3.8 大 気 環 境 基 準

汚 染 物 質	1 時 間 平均値 (mg/m ³)	8 時 間 平均値 (mg/m ³)	24 時 間 平均値 (mg/m ³)	1 年 平均値 (mg/m ³)	測 定 方 法
一酸化炭素 (CO)	50	20	—	—	非分散型赤外分析法 (Non-Dispersive Infrared Detection)
二酸化窒素 (NO ₂)	0.32	—	—	—	ガス発光法 (Gas Phase Chemiluminescence)
二酸化硫黄 (SO ₂)	—	—	0.30	0.10 *	パラロザリニン法 (Pararosaniline)
粒子状物質 (SPM)	—	—	0.33	0.10 *	重量法 (Gravimetric)
(光化学) オゾン (O ₃)	0.20	—	—	—	化学発光法 (Chemiluminescence)
鉛 (Pb)	—	—	0.01	—	湿式灰化法 (Wet Ashing Atomic Absorption)

* 印: 加重平均値

(Air Quality & Noise Management Division)

表 3.9 産 業 排 ガ ス 基 準

番号	汚染物質 (Substance)	発生源 (Sources)		基準値 (Standard Value)
1	粒子状物質 (Particulate)	ボイラー及び炉	重油燃料	300mg/Nm ³
			石炭燃料	400mg/Nm ³
			その他の燃料	400mg/Nm ³
		鉄鋼 — アルミニウム製造	300mg/Nm ³	
	その他の発生源		400mg/Nm ³	
2	アンチモン (Antimony)	全ての発生源		20mg/Nm ³
3	砒素 (Arsenic)	全ての発生源		20mg/Nm ³
4	銅 (Copper)	溶鉱炉又は製錬所		30mg/Nm ³
5	鉛 (Lead)	全ての発生源		30mg/Nm ³
6	塩素 (Chlorine)	全ての発生源		30mg/Nm ³
7	塩化水素 (Hydrogen Chloride)	全ての発生源		200mg/Nm ³
8	水銀 (Mercury)	全ての発生源		3mg/Nm ³
9	一酸化炭素 (CO)	全ての発生源		1,000mg/m ³ 又は870ppm
10	硫酸 (Sulfuric Acid)	全ての発生源		100mg/m ³ 又は 25ppm
11	硫化水素 (Hydrogensulfide)	全ての発生源		140mg/m ³ 又は100ppm
12	硫黄酸化物 (SO _x)	硫酸製造		1,300mg/m ³ 又は500ppm
13	窒素酸化物 (NO _x)	ボイラ	石炭燃料	940mg/m ³ 又は500ppm
			その他の燃料	470mg/m ³ 又は250ppm
14	キシレン (Xylene)	全ての発生源		870mg/m ³ 又は200ppm

表 3.10 作業場での騒音基準

騒音レベル (dBA)	暴露時間 (時間/日)	備 考 (Remarks)
91	7 時間未満	必要な場合は、 耳栓又はイヤーマフ を使用。
90	7～8 時間	
80	8 時間以上	
104	許容しない	

3-5 石炭開発分野における我が国の協力の可能性

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の平成5年度「海外炭輸入基盤整備促進調査（タイ石炭総合事情調査）」によると、タイ国に対しての協力分野として以下の項目が述べられており、物理探査の分析等の技術移転を行う本JICA調査は極めて有意義である。

● 地震探査

タイにおける国内石炭資源の把握のための基礎的な探査はDMRの担当であり、第6次国家経済社会開発計画などを通して活発に活動し、多くの成果を上げてきた。その探査形態および探査技術には、相応評価をすることができるであろう。タイの褐炭田では、地形・地質状況から夾炭層が露出していることは希であり、探査は試錐が主とならざるを得ない。しかし、試錐調査で、短期間に広い範囲の地質状況を把握することは現実的ではなく、物理探査法の活用が考えられる。DMRとしても小規模の地震探査（反射法）装置を導入して適用を試みたが、技術・設備の両面での不備のため、有効な成果を得る状況には至っていない。このため我が国に対して指導技術者および調査装置について協力・援助を希望しており、3年程度の期間で探査活動を通じて、技術の習得・確率を図りたい意向である。

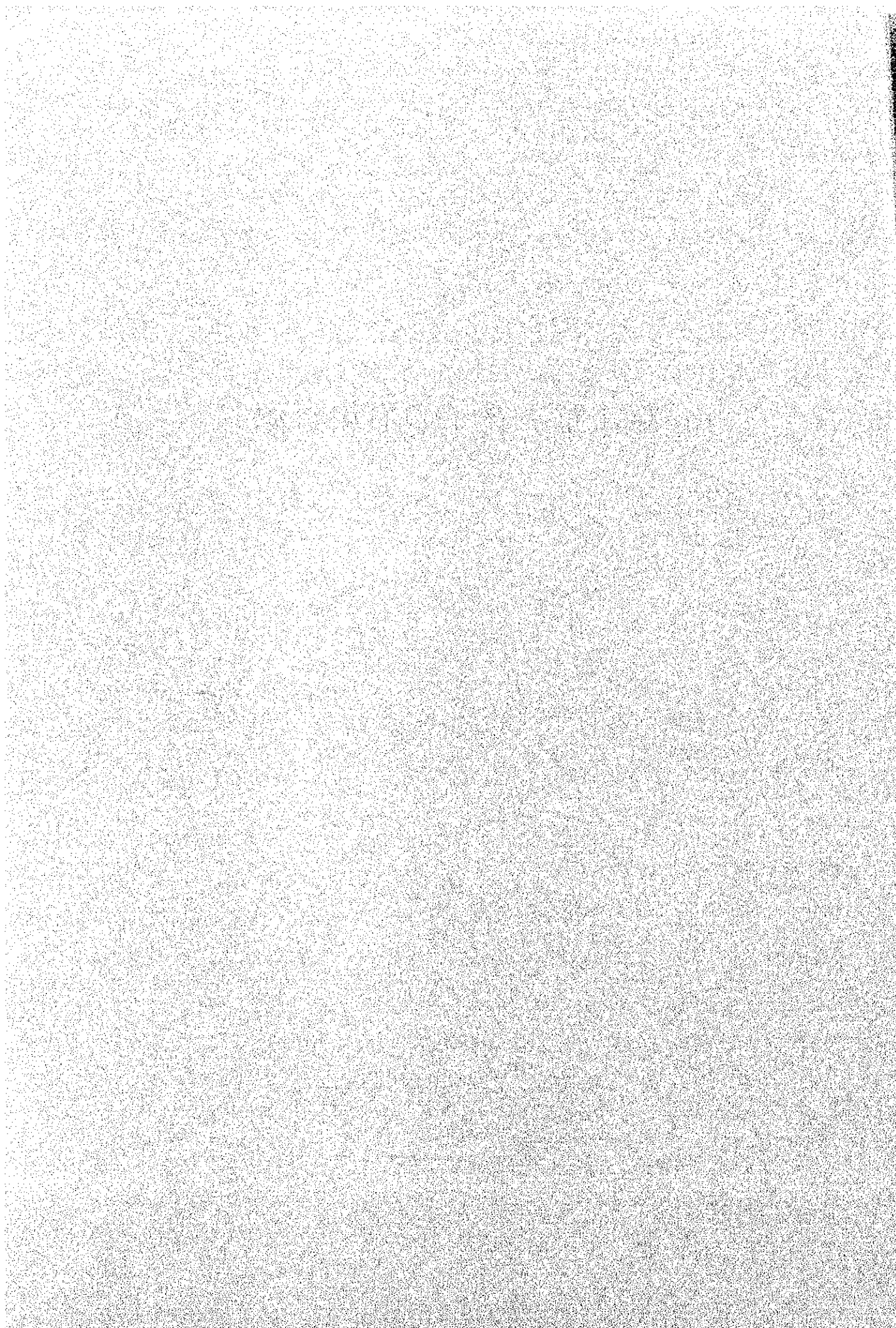
必要としている技術者（指導者）

石炭地質技術者・地震探査技術者・物理検層技術者

必要としている探査装置

地震探査装置・物理検層装置・石炭試験装置等

第4章 タイの石炭資源



第4章 タイの石炭資源

4-1 地質概要

タイ国内にはPre-Cambrianから新生代に至るまでの様々な地層が分布している。一般に新生代の地層の分布する地域は平坦～緩やかな丘陵地状の地形をなし、これより古い時代の地層の分布する地域は山岳状の地形をなしている場合が多い。(但し、東北部Korat高原の中生界は例外的に平坦な地形を示す)

タイ国内の石炭資源のほとんどは、新世代第三紀層中に夾在する褐炭(リグナイト)であり、タイ西北部及び半島南部に偏在している。

古生代～中生代の炭化度の進んだ石炭(無煙炭、瀝青炭)も中央部～東北部において数ヶ所確認されているが、量的には極めて僅かであり、例外的なものと考えてよい。

4-2 炭田の分布

タイ全土で石炭の賦存又はその可能性のある堆積盆は計72箇所あり、この内54の堆積盆において石炭の存在が確認されている。(図3.2 参照)

(1) 新世代第三紀の炭田

西北部及び半島南部に偏在する。内陸の小規模な湖沼、沼沢地に堆積した陸成層であり、孤立した形状を示し、炭層・炭質とも側方変化に富んでいる。

新生代の第三紀の層序は表4.1のとおりであり、炭層はCrabi層群のLi、Mae Moh 両層中に夾在されている。

各炭田の地質構造は断層で境された地構、又は半地構状を呈し、地層傾斜は断層付近を除き一般に10°～20°の緩傾斜をなす。

表4.1 層序

地質時代			地層名		
新 生 代	第四紀	完新世	Chao Fang 層群	Chao Phraya	
		更新世		Mae Fang	
	第三紀	新第三紀	鮮新世	Crabi層群	Mae Sot
			中新世		◇Mae Moh
		古第三紀	漸新世		◇Li
			暁新世		Mae Rat
			始新世		

(2) 中生代の炭田

東北地域のKhorat高原において、歴青炭の薄炭層が数カ所確認されているが、可採性のあるものは、未だ発見されていない。

(3) 古生代の炭田

東部Loei東方のNa Duangに古生代唯一の炭田が存在し、小規模な露天掘炭鉱により採掘されている。炭質は火成岩の貫入により無煙炭化している。

4-3 石炭埋蔵量

今次入手した最新資料によれば、開発区域の可採炭量は略15億トン、未開発炭田の炭量は略14.5億トン、合計略29.5億トンである。

開発区域の炭量の内、Mae Moh(13.3億t)、Krabi(1.1億t)の両炭田で全体の96%を占める。残りの10炭田は全て数千~数百万t以下の小規模炭田である。

未開発炭田の炭量の内、1億t以上の炭量を有する炭田は、Saba Yoi(6.0億t)、Mae Ramat(1.39)、Wiang Haeng(1.27)の3つのみであり、これで全14炭田の炭量の約6割を占める。表4.2に内訳を示す。

表4.2 埋蔵炭量

単位：万t

開 発 区 域		未 開 発 区 域		
炭 田 名	可採炭量	炭 田 名	確定	確定+推定
Mae Chaem	n. a.	Wiang Haeng	9,302	12,714
Mae Teep	1,012	Chae Hom	1,578	5,560
Mae Than	3,369	Hang Chat	1,032	3,858
Mae Moh	132,706	Mae Tha	2,524	9,931
Li	1,189	Muang Pan	51	205
Mae Tuen	91	Ngao	4,840	9,910
Mae Lamao	116	Serm Ngam	619	1,939
Non Ya Plong	93	Wang Nua	901	3,017
Krabi	11,249	Chiang Muan	6,247	6,247
Kan Tang	n. a.	Mae Ramat	9,958	13,910
Na Duang	n. a.	Pa La Tha	463	1,478
Na Klang	n. a.	Um Phang	342	1,025
		Sim Pun	9,106	9,106
		Khian Sa	1,541	5,543
		Saba Yoi	34,986	60,475
合 計	149,825	合 計	83,490	144,918

注) 開発区域の炭量は各炭鉱からDMRに申告されたものであり、可採炭量であるが、統一された計算基準はないとのこと。

4-4 炭 質

第三紀の石炭は、一般的に高水分（10～35%）、高灰分（10～30%）、低発熱量（2,000～6,000 kcal/kg）の褐炭である。硫黄分は全体的に1.0～6.0%と高く、10%近い例もある。又、堆積環境を反映して同一炭田内でも炭質の側方変化が激しい。

第三紀炭田の中でも Li、Mae Than、Mae Teep、Mae Tuen、Mae Lamao 等は比較的発熱量の高い褐炭を産出するため、主にセメント用に利用されている。

