

国際協力事業団(JICA)

タイ王国工業省  
鉱物資源局(DMR)

NO.

タイ王国  
ガオ石炭盆総合開発計画調査  
(フェーズ I)

ファイナル・レポート

平成14年1月

三菱マテリアル資源開発株式会社  
三井鉱山エンジニアリング株式会社

鉱調資

JR

02-001

## 序文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のガオ石炭盆総合開発計画調査（フェーズⅠ）を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成12年8月から平成13年11月までの間、4回にわたり三菱マテリアル資源開発株式会社の松村稔氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、タイ王国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

この報告書が、タイ王国のガオ石炭盆総合開発計画に係る最適計画策定に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査のご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成14年1月

国際協力事業団  
総裁

Handwritten signature in black ink, reading "M. Uemura" (村上隆朗).

国際協力事業団  
総裁 川上 隆朗 殿

## 伝達状

ここに、「タイ国ガオ石炭盆総合開発計画調査（フェーズⅠ）」最終報告書をご提出申し上げます。本調査は、貴事業団との契約に基づき、三菱マテリアル資源開発株式会社及び三井鉱山エンジニアリング株式会社が、平成12年8月より16ヶ月間にわたり実施してまいりました。

本調査の実施に際しましては、タイ国のエネルギー・石炭事情を十分に踏まえて、ガオ石炭盆の総合開発計画に係る最適化計画策定のため、技術、環境および経済性の各方面からフィジビリティ評価を行い、併せて調査実施中にこれらに関する技術移転も実施してまいりました。

本報告書は、ガオ石炭盆の探査、地質的評価、改質試験、概念的開発計画、環境評価、及び予備的経済性評価等の成果を纏めております。報告書作成に際しては、先方タイ国において適時開催されましたカウンター・パートとの協議を通じて、タイ側のご意見を反映させております。

なお、本調査の実施に当たりましては、貴事業団、外務省、経済産業省の関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り心より御礼を申し上げます。また、タイ国におきましては工業省鉱物資源局をはじめ、関係諸機関各位のご協力とご支援をいただきましたことに深く感謝申し上げます。

平成14年1月

タイ国ガオ石炭盆総合開発計画調査団  
団長

松村 稔

## 目 次

	頁
I. 緒言	1
1. 調査の目的	1
2. 調査対象地域	1
3. 調査団及びカウンターパートの構成	2
4. 調査日程実績	5
4.1 国内準備作業	5
4.2 第一次現地調査	5
4.3 第一次国内作業	6
4.4 第二次現地調査	6
4.5 第二次国内作業	7
4.6 第三次現地調査	7
4.7 第三次国内作業	8
4.8 第四次現地調査	8
II. 調査結果	9
1. タイ国におけるエネルギーおよび石炭の状況	9
1.1 エネルギー関連政府機関	9
1.2 エネルギー需給の現状と見通し	10
1.3 石炭需給の現状と見通し	14
2. 地質状況	32
2.1 既存探査の概況	32

2.2 地質探査の概況	3 3
2.3 地質概況	4 8
2.4 炭層状況	5 1
2.5 炭量	5 8
3. 炭質	7 4
3.1 バルクサンプル分析試験	7 4
3.2 石炭コア分析・試験	7 6
3.3 炭質	8 0
4. 選炭・改質試験及び評価	9 7
4.1 選炭試験結果の検討	9 7
4.2 乾燥法（ACC 法）による改質試験と結果の検討	1 0 6
4.3 低温乾留法（SGI 法）による改質試験と結果の検討	1 1 1
4.4 低温液相分解法による改質試験と結果の検討	1 1 9
4.5 総合検討・評価	1 2 2
5. 概念的石炭開発計画	1 2 5
5.1 採掘区域	1 2 5
5.2 生産規模及び最終深度	1 2 9
5.3 岩石強度について	1 2 9
5.4 採掘に及ぼす水の影響とその対策	1 3 0
5.5 基準・規格	1 3 3
5.6 開発コスト	1 3 5
5.7 製品の炭質と用途	1 3 7
6. 環境調査	1 3 9
6.1 タイ国環境政策と鉱山開発	1 3 9

6.2 ガオ市 (Amphoe Ngao) の現状	1 4 6
6.3 石炭開発予定地付近の現状	1 4 7
7. まとめ	1 5 7
7.1 ガオ炭田の開発可能性について	1 5 7
7.2 今後の課題	1 5 8
7.3 提言	1 5 9
III. 技術移転	1 6 0
1. 現地調査期間における状況	1 6 0
2. カウンターパート研修	1 6 0

## APPENDIX

1. 写 真 : Ph 1 ~ 2 0	(1)
2. 調査試錐コア記録	(31)
3. 物理検層チャート図	(巻末)
4. 湧水圧測定記録	(41)
5. バルク及びコアサンプルの分級・浮沈試験結果	(45)
6. バルク及びコアサンプルの洗炭可洗性曲線	(53)
7. バルク及びコアサンプルのクリストファーダイヤグラム	(65)
8. バルクサンプルの形態別硫黄分析結果	(71)
9. 改質コスト試算	(75)

## 表 一 覧

		頁
表 1-1	一次商用エネルギーの需給	12
表 1-2	一次商用エネルギーの需給見通し	13
表 1-3	開発区域残炭量	19
表 1-4	未開発炭田埋蔵炭量	19
表 1-5	炭田別石炭生産量	20
表 1-6	国内炭生産の見通し	21
表 1-7	石炭の用途別消費	22
表 1-8	エネルギー源別発電量	23
表 1-9	電力用石炭の需要見通し	23
表 1-10	セメント用石炭の需要見通し	24
表 1-11	輸出国別石炭輸入量	25
表 1-12	石炭の需給見通し総括	26
表 1-13	石炭価格比較	31
表 2-1	探査実績	32
表 2-2	試錐仕様表	43
表 2-3	ロックテストサンプル表	47
表 2-4	ピートの堆積環境タイプとその特徴	54
表 2-5	各ブロックの特徴	55
表 2-6	石炭資源量国連基準	58
表 2-7	石炭資源量計算表	60
表 2-8	ガオ石炭盆石炭埋蔵炭量比較表	63
表 2-9	ガオ地域採掘対象炭量計算諸元	67
表 2-10	採掘対象埋蔵炭量総括表	70
表 2-11	採掘対象埋蔵炭量詳細	73
表 3-1	炭質分析結果	78
表 3-2	炭質分析結果	79

表 3-3	石炭分析表（既存資料）	83
表 3-4	石炭分析表（Phase 1）	85
表 3-5	ZONE I と ZONE II の炭質	93
表 4-1	硫黄の形態別分析（Form of Sulfur）	114
表 4-2	低温乾留法の収率と製品品質（バルクサンプルの結果）	116
表 4-3	N <sub>2</sub> 雰囲気下での試験条件	120
表 4-4	形態別イオウ分析	122
表 5-1	区域別炭量・剥土比	125
表 5-2	岩石試験結果	130
表 5-3	C 炭鉱降雨量記録	131
表 5-4	C 炭鉱と北部観測点との比較	131
表 5-5	ガオ石炭盆における透水試験	132
表 5-6	原炭と製品炭の炭質	137

## 図 一 覧

		頁
図 2-1	ガオ炭田位置図	3
図 1-1	タイ国石炭資源分布図	17
図 1-2	石炭輸送ルート	29
図 2-1	マッピング調査原図	35
図 2-2	予備試錐・トレンチ位置図	39
図 2-3	予備試錐・トレンチ対比柱状図	41
図 2-4	調査試錐柱状図	45
図 2-5	ガオ石炭盆地質図	49
図 2-6	ガオ石炭盆地質層序図	50
図 2-7	地質構造図 (Zone I 上盤)	53
図 2-8	対比柱状図	巻末
図 2-9	地質構造図 (Zone I 下盤)	56
図 2-10	断面図	57
図 2-11	石炭資源量計算概念図	59
図 2-12	石炭資源量計算図	61
図 2-13	採掘対象埋蔵炭量計算概念図	65
図 2-14	稼行丈等値線図	68
図 2-15	炭丈累計等値線図	69
図 2-16	採掘対象埋蔵炭量計算図	71
図 3-1	バルクサンプル分析・試験フローチャート	75
図 3-2	コアサンプル調整	77
図 3-3	灰分等値線図 (dry base)	87
図 3-4	発熱量等値線図 (dry base)	89
図 3-5	硫黄分等値線図 (dry base)	91
図 3-6	発熱量・灰分相関図	94
図 4-1	クリストファーダイヤグラム	97

図 4-2	可選曲線（灰分） PH3 [+10mm]	101
図 4-3	可選曲線（硫黄） PH3 [+10mm]	103
図 4-4	熱重量分析結果（温度による比較）	107
図 4-5	熱重量分析結果（加熱速度による比較）	107
図 4-6	乾燥試験装置	109
図 4-7	熱重量分析結果	111
図 4-8	乾留試験装置	113
図 4-9	液相分解試験装置	120
図 5-1	採掘計画図	127
図 5-2	採掘概念図	134
図 6-1	ガオ盆地水系図	149
図 6-2	バンヘン地域水系図	151
図 6-3	流域クラス	153
図 6-4	森林区分	155

## I. 緒 言

日本国政府は、タイ国政府より要請のあった「ガオ石炭盆総合開発計画調査（フェーズ I）」の実施を決定した。

これに従い、日本国政府の技術協力業務実施機関である国際協力事業団は、タイ国側本件担当機関である工業省鉱物資源局（以後DMRと称する）と共同で調査を実施することとなった。

国際協力事業団は、1999年12月21日付でDMRとの間で締結された協定書に基づき本調査を実施するため、三菱マテリアル資源開発株式会社と三井鉱山エンジニアリング株式会社により構成される合同調査団を編成した。調査団は平成12年8月より本調査を開始した。本調査はインセプション・レポートに示された方法・スケジュールに従って順調に実施されている。

本ドラフトファイナル・レポートは、本調査のこれまでの進捗状況と結果をとりまとめたものである。

### 1. 調査の目的

本調査の主たる目的は次のとおりである。

- (1) 調査対象地域の炭田調査・地質解析を実施し、可採埋蔵量及び炭層賦存状況を明らかにする。
- (2) 改質技術を適用し、環境影響に配慮した石炭盆開発基本計画を策定する。
- (3) DMRと共同で作業を実施し、その中で石炭開発手法（探査、評価、採掘、改質等）に関する技術移転を行う。

### 2. 調査対象地域

調査対象地域であるガオ（Ngao）石炭盆は、タイ国北部の主要都市であるランパン市の

北東約80 kmに位置し、総面積は略200 km<sup>2</sup>に達する。本調査においては、このうち、開発が有望と考えられている面積約63 km<sup>2</sup>の区域が対象となっている。

ガオ炭田の位置図を図2-1に示す。

### 3. 調査団及びカウンターパートの構成

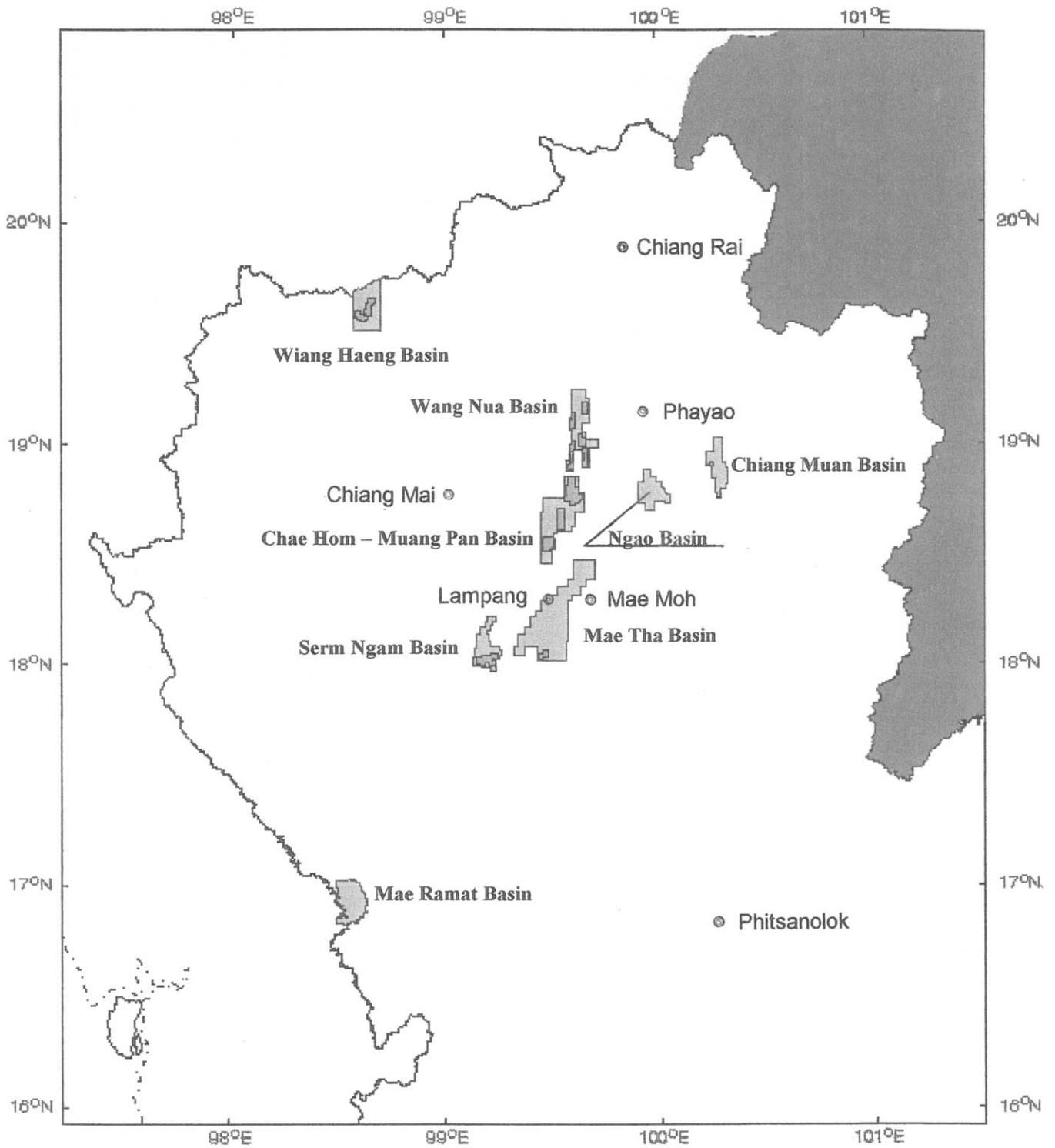
#### JICA調査団員

松村 稔	総括・団長／石炭開発計画
島 健彦	副団長／エネルギー経済・石炭事情
河口 雄三	石炭地質・資源評価
横山 隆之	試錐調査
辰元 克充	石炭改質技術
高橋 毅	石炭採掘技術
山崎 謙一	環境調査

#### DMRカウンターパートチーム団員

Nares Sattayarak	エネルギー資源評価・開発課長
Somchai Poom-im	地質グループ・チーフ
Sunton Srikulawong	地質グループ・副チーフ
Apichart Jeenagool	地質
Tinnakorn Sunee	地質
Wuttipong Kongphetsak	地質
Ponchai Pongsakorn	地質
Surachai Krobbuaban	物理探査グループ・チーフ
Rungson Charusirisawad	物理探査グループ・副チーフ
Kriangkrai Pomin	物理探査
Wijaiyut Prapawit	物理探査
Apinun Punyamae	物理探査
Bundit Chaisilboon	評価グループ・チーフ
Pakpoom Sriyarak	評価グループ

图2-1 ガ才炭田位置图



Coal Area Map in The North of Thailand under Minerals Act B.E. 2510 (Section 6 bis.)

## 4. 調査日程実績

調査内容及び時期は次の通りである。

### 4.1 国内準備作業（平成12年8月1日～8月9日）

インセプション・レポートの作成及び現地調査準備。

### 4.2 第一次現地調査（平成12年8月21日～10月18日）

(1) インセプション・レポートの説明・協議

(2) 既存資料・情報の収集

- ・ 地質調査関連データ
- ・ 鉱業法、炭量計算基準、環境関連法等
- ・ エネルギー・石炭開発事情

(3) 地質データベース機能のチェック及び補強

(4) 地質資料の整理・解析

(5) 予備現地踏査

予備的現地踏査の実施及び試錐位置の選定及び地表地質調査計画の立案。

(6) 委託業務の準備及び実施

- ・ 予備試錐の実施及びバルクサンプリングの準備

予備試錐（PH1, 2, 3）：3孔×10m＝30m

- ・ 調査試錐の準備
- ・ 試錐コア分析・試験の準備
- ・ バルクサンプル試験の準備

(7) 予備的環境調査

#### 4.3 第一次国内作業（平成 12 年 9 月 7 日～11 月 17 日）

(1) 第 1 次現地調査結果のまとめ・解析

- ・ 試錐資料のデータベース化
- ・ 地質資料の詳細検討・解析
- ・ 地質構造図、主要炭層群の炭層等深度線図、地質断面図等の作成

(2) 現地及び国内再委託業務内容及び業者の決定

試錐調査、石炭分析、改質試験等の現地及び国内再委託業務の決定。

#### 4.4 第二次現地調査（平成 12 年 11 月 23 日～同 13 年 2 月 10 日）

(1) 追加資料・情報の収集

(2) バルクサンプリング及び分級・浮沈試験の実施

(3) 試錐調査・物理検層

- ・ 調査試錐・物理検層の実施
- ・ 試錐はNGJ1/43～NGJ5/43の計 5 孔、総掘削長 1,052 m
- ・ データベース、柱状図・炭柱図の作成
- ・ 石炭・岩石コアのサンプリング及び試験・分析  
石炭サンプル(分級・浮沈試験、炭質分析・物理試験)、岩石サンプル(強度試験)
- ・ 地表地質調査  
全域厚い表土に覆われているため、主に基盤岩との境界線の確認を行った。
- ・ 関連情報の調査  
次の 5 炭鉱の現況調査を実施した。

Mae Moh Mine、Lampang Mine 2 (Mae Than)、Ban Pu Mine (Li Mine)

Ban Pa Kha Mine、Chiang Muan Mine

#### 4.5 第二次国内作業（平成 12 年 12 月 11 日～同 13 年 3 月 8 日）

(1) 第 2 次現地調査結果のまとめ・解析

- ・ タイ国のエネルギー・石炭事情
- ・ 石炭資源の地質的評価

(2) 選炭・改質試験の実施及び評価

(3) 概念的石炭開発計画の検討

資源評価の結果に基づき環境を考慮に入れた概念的開発計画の検討。

(4) インテリム・レポートの作成

#### 4.6 第三次現地調査（平成 13 年 5 月 21 日～6 月 8 日）

(1) インテリム・レポートの説明・協議

(2) 予備市場調査

想定製品炭の品質に基づく予備市場調査の実施、ガオ石炭の利用可能性の検討。

(3) 石炭採掘に係る関連情報の調査

Mae Moh Mine、Ban Pu Mine (Li Mine)、Ban Pa Kha Mine、Chiang Muan Mine  
において情報収集。

(4) 開発に係るコスト積算資料の調査

同じく、上述の 4 炭鉱においてにおいて情報収集。

(5) 選炭・改質コスト調査

選炭コストは現地炭鉱より情報収集。

改質コストは米国における試算例の情報収集。

#### 4.7 第三次国内作業（平成 13 年 6 月 11 日～10 月 26 日）

- (1) 第 3 次現地調査結果の分析・検討
- (2) 選炭・改質方法の決定と概略のコスト試算  
選炭コストは現地炭鉱の情報を参考に概算した。  
改質コストは米国における試算例を参考に概算した。
- (3) 予備的開発計画の作成及び概略のコスト試算  
周辺炭鉱の調査をもとに概算した。
- (4) ガオ石炭盆の予備評価及び提言
- (5) ドラフトファイナル・レポートの作成
- (6) 調査報告セミナー開催の準備

#### 4.8 第四次現地調査（平成 13 年 10 月 31 日～11 月 17 日）

- (1) ドラフトファイナル・レポートの説明・協議
- (2) 調査報告セミナー開催
- (3) フェーズⅡの実施に係る協議
- (4) ファイナル・レポートの作成

## II. 調査結果

### 1. タイ国におけるエネルギーおよび石炭の状況

#### 1.1 エネルギー関連政府機関

タイ国政府におけるエネルギー関連機関は、主に首相府、工業省および科学技術環境省に属している。これらの各部局および機能は下記のとおりであるが、環境問題を担当する機関は別途環境調査の章で記述する。

##### (1) 首相府 (Office of the Prime Minister)

国家エネルギー政策室 (National Energy Policy Office－NEPO)

－エネルギーに関する政策の立案、管理、開発方針

エネルギー政策を決める最高機関として、国家エネルギー政策評議会 (The National Energy Policy Council－NEPC)がある。これは首相が議長となり、関係省庁の大臣、次官がメンバーとなっているもので、NEPO はこれの事務局的な立場にある。

また、タイ発電公社 (Electricity Generating Authority of Thailand－EGAT)は首相府の下にある国営企業である。

##### (2) 工業省 (Ministry of Industry)

鉱物資源局 (Department of Mineral Resources－DMR)

－石油、石炭、鉱物、地下水等の資源探査、鉱区許認可、一般地質調査、測量、分析、鉱山技術、鉱山開発に関する環境

DMR の上記役割を担当する多数の部の中で、今回調査のカウンターパートである鉱物燃料部 (Mineral Fuels Division)の機構は下記のとおりである。

## Mineral Fuels Division

Energy Resources Policy & Planning Unit

Energy Resources Assessment & Development Unit

Petroleum Concession Right & Revenue Unit

Petroleum Operations Supervision Unit

Energy Resources Information & Data Unit

タイ石油公社 (Petroleum Authority of Thailand-PTT) は工業省の下にある国営企業である。

### **(3) 科学技術環境省(Ministry of Science, Technology and Environment-MOSTE)**

エネルギー開発促進局(Department of Energy Development & Promotion-DEDP)

エネルギーの探査、開発、監督、監視作業の責任を有す。

## **1.2 エネルギー需給の現状と見通し**

### **1.2.1 エネルギー政策**

タイ国のエネルギー政策は、5年毎に公布される国家経済社会開発計画 (National Economic and Social Development Plan-NESDP) の基本に沿って、その期間中におけるエネルギー開発の目標値、達成のための対策が示される。本年は第8次5ヶ年計画(1997-2001)の最終年次である。8次期間中の石炭に関連する目標は、NEPOによる“Strategy for Energy Development during 8th NESD Plan”の中で次のように示されている。

#### **(1) エネルギー開発の目標**

- ・一次商用エネルギーの生産を年率5%の伸び率で増加させる。
- ・一次商用エネルギーの国内消費をGDPと同様な伸び率のレベルに維持する。

- ・エネルギーの輸入依存度を 75% 以下に抑える。
- ・2001 年における国内石炭生産目標： 電力用－14.4 百万トン  
工業用－7.5 百万トン

## (2) 目標達成のための方策

- ・将来の需要に供する資源確保のため、石炭探査を促進する。
- ・石炭開発を阻害する要因を改善し（法・規則の改正等）、効率的、組織的な石炭開発を可能にする。
- ・DMR が調査した区域における、民間の炭鉱開発のための鉱区認可について速やかに考慮する。
- ・発電や工業における石炭利用に際し、環境への影響を最小にする先進技術を導入する。
- ・国内需要を満たす十分なエネルギー供給を確保するため、とくに LNG, オリマルジョンや石炭の外国からの調達をすすめる。
- ・国のエネルギー供給保障を高めるため、民間会社の外国における開発事業への参加を奨励する。

### 1.2.2 エネルギー需給の現状

1997 年 7 月の通貨危機に端を発する深刻な経済不況により、タイにおける GDP (国内総生産)伸び率は、1997 年にはマイナスとなり、1998 年には－10.2%にまで下落した。しかし 1999 年には緩やかな回復基調に転じ、以降 2 年間の GDP 伸び率は +4% 台を示している。

表 1-1 に示すように、エネルギー需給の動向はこのような経済情勢の変動に密接に関連している。一次エネルギーの総消費量は、1998 年には前年に比べ－7.3%と大きく落ち込んだが、以後漸増し 2000 年には 1997 年のレベル近くにまで回復している。輸入量についても同様の傾向が認められる。この結果、エネルギーの海外依存度は、1997-1998 年には 60%以下に低下したが、景気の回復とともに、2000 年には再び

62.5%まで上昇している。

種類別にみれば、石油、天然ガスおよび石炭がエネルギー需要の主力である。石油消費量は1996年までは全エネルギーの60%以上を占めていたがその比率は減少傾向にあり、2000年には50%になっている。約95%は海外からの輸入である。天然ガスについては消費量は全量国内産であり、その90%以上はタイ湾の海底ガス田より産出される。生産は年々増加しており、2000年には初めて30%以上の比率を示している。石炭については、国内炭（リグナイト）の生産が減少し、輸入炭が増加している。両者を合わせた石炭の全エネルギーに占める割合は、約15%である。

表1-1 一次商用エネルギーの需給

	1996	1997	1998	1999	2000	(%)
<b>Production</b>	<b>450.1</b>	<b>523.4</b>	<b>524.1</b>	<b>549.3</b>	<b>590.3</b>	(100.0)
Crude Oil	26.4	27.5	29.4	34.1	58.1	(9.8)
Condensate	32.4	40.8	42.2	45.1	47.7	(8.1)
Natural Gas	227.6	281.0	305.0	335.7	351.1	(59.5)
Lignite	131.7	142.7	124.9	119.3	107.3	(18.2)
Hydro	31.9	31.4	22.6	15.1	26.2	(4.4)
<b>Import (Export)</b>	<b>737.8</b>	<b>709.4</b>	<b>621.8</b>	<b>657.6</b>	<b>722.2</b>	(100.0)
Crude Oil	633.2	728.8	679.7	698.9	675.0	(93.4)
Petroleum Product	76.4	(40.4)	(65.1)	(75.0)	(43.5)	(-6.0)
Condensate	(21.9)	(21.4)	(16.4)	(11.7)	(4.4)	(-0.6)
Natural Gas	0.0	0.0	0.4	0.5	38.5	(5.3)
Coal	48.7	41.1	20.4	41.0	52.2	(7.2)
Electricity	1.4	1.3	2.8	3.9	4.5	(0.6)
<b>Consumption</b>	<b>1,120.7</b>	<b>1,175.7</b>	<b>1,089.5</b>	<b>1,125.1</b>	<b>1,155.3</b>	(100.0)
Crude Oil & Pet. Product	685.2	681.3	610.9	611.2	580.4	(50.2)
Natural Gas	227.6	281.0	305.4	336.2	389.5	(33.7)
Lignite	125.9	139.4	127.5	117.6	102.6	(8.9)
Imported Coal	48.7	41.1	20.4	41.0	52.2	(4.5)
Hydro & Imported Elec.	33.4	32.8	25.4	19.0	30.6	(2.6)
Import/Consumption (%)	65.8	60.3	57.1	58.4	62.5	
GDP Growth Rate (%)	5.9	-1.4	-10.2	4.2	4.4	

Unit : 1000 bbl/day crude oil equivalent

Source : NEPO

### 1.2.3 エネルギー需給の見通し

タイ国におけるエネルギー政策は、5年毎に策定される「国家経済社会開発計画」の中で目標が定められており、本年は第8次計画（1997－2001）の最終年次にあたる。しかし本計画は経済危機以前に策定されているため、目標値、予測値等はその後一部修正を加えて運用されている。表1－2は、1998年迄の実績に基づき1999年にNEPO（エネルギー政策局）により作成されたものである。第9次計画（2002－2006）はタイ国会計年度に従い、本年10月に公布される予定であるが、基本的な政策、動向の考え方には大きな変化はないものと考えられる。

この表は予測の前提として、タイ開発研究所（TDRI）による3つのシナリオのうち、「緩やかな経済回復(MER)」を適用しており、GDPの伸び率を、1999年には－0.2%、2000年には3.6%とし、その後2001－2011年の期間中は4.5－4.8%の範囲になるものと見込んでいる。

表1－2 一次商用エネルギーの需給見通し

	2001	2006	2011	Share (%)		
				2001	2006	2011
Production	520.7	587.1	514.3	100.0	100.0	100.0
Crude Oil	31.4	24.6	19.2	6.0	4.2	3.7
Condensate	51.3	61.0	43.1	9.9	10.4	8.4
Natural Gas	299.2	340.3	315.9	57.5	58.0	61.4
Lignite	121.4	137.2	109.7	23.3	23.4	21.3
Hydro	17.4	23.9	26.5	3.3	4.1	5.2
Import (Export)	772.3	1,043.2	1,481.5	100.0	100.0	100.0
Crude Oil	868.4	998.5	1,038.6	112.4	95.7	70.1
Petroleum Product	(211.5)	(177.2)	20.1	-27.4	-17.0	1.4
Condensate	(43.6)	(53.3)	(35.4)	-5.6	-5.1	-2.4
Natural Gas	116.3	147.2	178.1	15.1	14.1	12.0
Coal	37.8	118.0	244.2	4.9	11.3	16.5
Electricity	4.9	4.9	30.3	0.6	0.5	2.0
Consumption	1,199.0	1,534.1	1,950.3	100.0	100.0	100.0
Crude Oil & Pet. Product	613.1	763.5	964.1	51.1	49.8	49.4
Natural Gas	404.5	486.6	575.6	33.7	31.7	29.5
Coal/Lignite	159.1	255.2	353.9	13.3	16.6	18.1
Hydro & Imported Elec.	22.3	28.8	56.8	1.9	1.9	2.9
Import/Consumption (%)	64.4	68.0	76.0			

Unit : 1000 bbl/day crude oil equivalent

Source : NEPO, May 1999

エネルギー全体の需要は、第8次計画期間の前半は経済不況の影響により低減したが、その後経済の回復とともに伸び始めて、第9次および第10次計画期間（2002－2011）の年平均伸び率は5%前後と予想されている。その結果2006年には現状の1.3倍、2011年には1.7倍になると見通している。

エネルギー需要の主体はやはり石油でありその量も増加すると見込まれているが、需要全体に占める率は1998年の56%より2000年には50%に低下し、以降もこのレベルで推移する見通しである。石油代替エネルギーの主である天然ガスと石炭は、共に国内生産が需要の増大に追いつかず、結果として輸入量が増加することとなる。1998年には57%にまで低下したエネルギーの海外依存度は再び上昇し、2006年には68%、2011年には76%に達すると予想されている。

### 1.3 石炭需給の現状と見通し

前述のように、本年は「第8次国家経済社会開発計画(1997-2001)」の最終年次にあたり、また期間の初期に発生した経済危機以降、計画の中のエネルギー／石炭の需給見通しは、随時更新されている。2001年10月より第9次計画が施行されるが、本稿では需給見通しについては、NEPOによる最新レポート「Estimated Coal Demand in 2001－2011, May 2000」（原文タイ語）の内容をベースとして記述する。

#### 1.3.1 タイ国の石炭資源

タイ国内の石炭資源は、大部分が新生代第三紀に生成した褐炭－亜歴青炭で、図1-1にみられるように、炭田の多くは国の北西部に集中しており、一部は半島南部に分布する。石炭は山間盆地あるいは断層による陥没地に形成されたもので、それぞれ孤立して分布し、炭田の規模は比較的小さい。

石炭の探査は、1987年以来「石炭探査・評価計画（CEP）」としてDMRにより毎年継続して実施されており、調査された70以上の第三紀堆積盆のうち27箇所が可能性の高い地域として挙げられている。

石炭資源量については、14 箇所の既開発区域および有望とされる 27 箇所の未開発区域について、DMR が算定し公表されている埋蔵量を、表 1 - 3 および表 1 - 4 に示す。既開発区域については、毎年の出炭を差し引いた残存炭量として計上しており、2000 年末における合計は 1,372 百万トン、その内 EGAT の Mae Moh 炭鉱分のみで 1,227 百万トンと約 90%を占める。未開発炭田では、確定炭量 785 百万トン、推定炭量 755 百万トン、合計 1,540 百万トンが 27 地域の合計として計上されている。

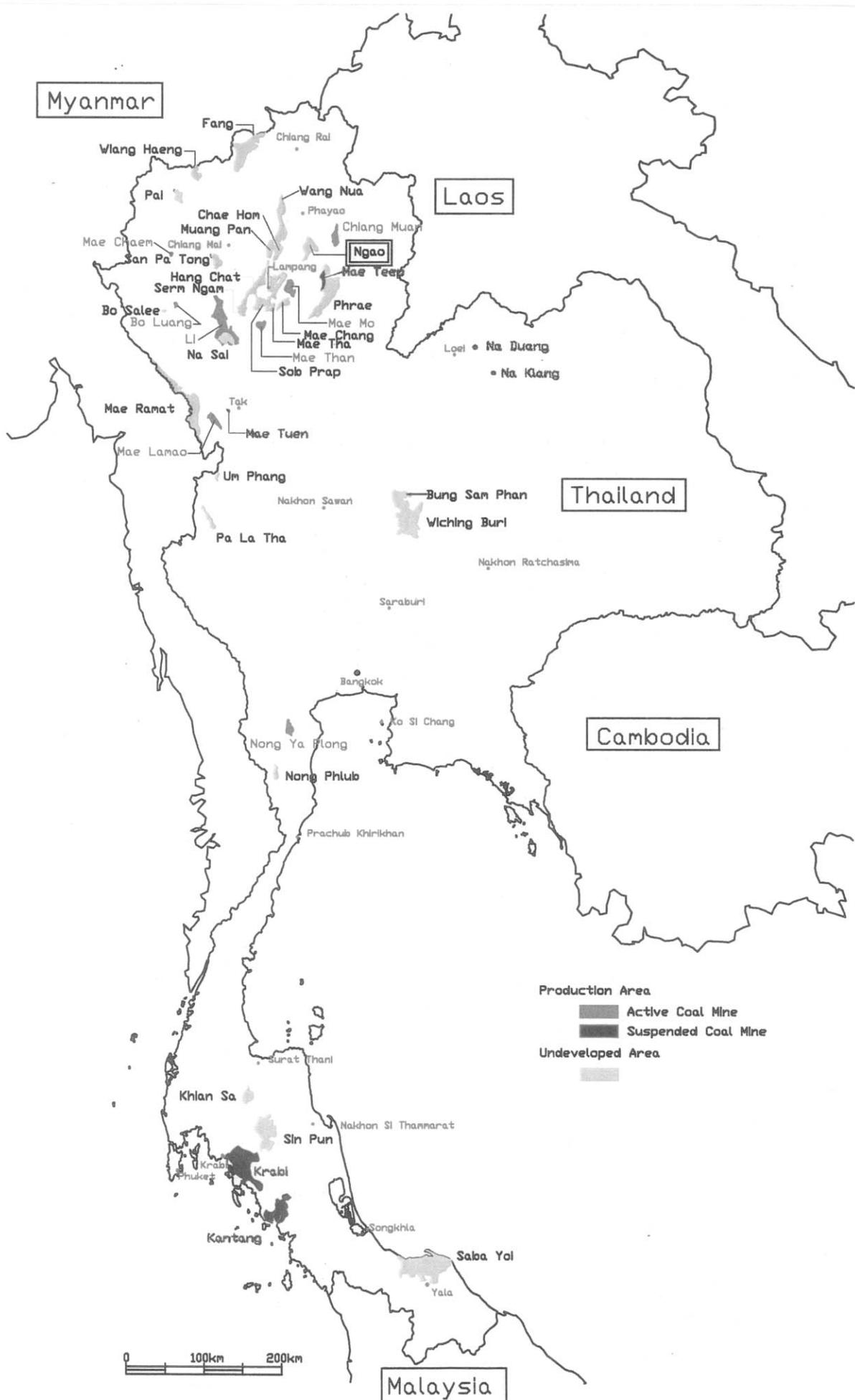


図1-1 タイ国石炭資源分布図

表1—3 開發区域殘炭量

Basin	Province	Reserves		Status
		Produced	Remaining	
Mae Moh	Lampang	178.862	1,226.748	Active
Li	Lamphung	34.315	1.037	Active
Mae Than	Lampang	15.451	20.398	Active
Chiang Muan	Phayao	1.872	N.A.	Active
Na Hong	Chiang Mai	2.487	N.A.	Active
Bo Luang	Chiang Mai	1.378	N.A.	Active
Mae Lamao	Tak	1.053	0.576	Active
Mae Teep	Lampang	0.885	10.115	Suspended
Mae Tun	Tak	0.320	0.900	Suspended
Nong Ya Plong	Phetchaburi	1.091	0.630	Active
Krabi	Krabi	7.961	112.038	Suspended
Kantang	Trang	0.010	N.A.	Suspended
Na Duang	Loei	0.154	N.A.	Suspended
Na Klang	Udon Thani	0.006	N.A.	Suspended
Total		<b>245.836</b>	<b>1,372.048</b>	

表1—4 未開發炭田埋藏炭量

Basin	Province	Reserves		
		Measured	Indicated	Total
Wiang Haeng	Chiang Mai	93.02	34.12	127.14
Fang	Chiang Mai	1.12	NA	1.12
San Pa Tong	Chiang Mai	0.50	NA	0.50
Bo Salee	Chiang Mai	0.43	0.67	
Pai	Mae Hong Son	0.17	0.37	0.54
Chae Hom	Lampang	16.19	41.04	57.23
Hang Chat	Lampang	10.32	28.26	38.58
Mae Tha	Lampang	22.49	55.07	77.56
Ngao	Lampang	48.40	50.70	99.10
Serm Ngam	Lampang	6.19	13.21	19.40
Wang Nua	Lampang	9.01	21.16	30.17
Mae Chang	Lampang	2.01	5.01	7.02
Chiang Muan	Phayao	25.28	17.98	43.26
Na Sai	Lamphun	1.31	5.27	6.58
Phrae	Phrae	1.61	0.40	2.01
Mae Lamao	Tak	15.58	46.37	61.95
Mae Ramat	Tak	37.54	72.17	109.71
Phob Phra	Tak	2.33	7.04	9.37
Umphang	Tak	8.05	19.24	27.29
Buang Sam Phun	Phetchabun	6.85	0.00	6.85
Wichian Buri	Phetchabun	1.65	2.62	4.27
Nong Ya Plong	Phetchaburi	4.45	12.26	16.71
Nong Phlab	Prachuab Khirikan	10.52	2.79	746.36
Sin Pun	Nakhon Si Tham.	91.06	16.42	107.48
Khian Sa	Surat Thani	15.41	40.02	55.43
Saba Yoi	Songkhla	349.86	254.89	604.75
Kantang	Trang	3.42	10.26	13.68
Total		<b>784.77</b>	<b>755.10</b>	<b>1,539.87</b>

Unit : Million tonnes

Source : DMR Annual Report, 2000

## 1.3.2 国内石炭の生産

### (1) 石炭生産の現状

タイ国内の石炭生産は、1955年 EGAT Mae Moh 炭鉱における 22 千トンの出炭に始まり、その後次第に増加して 1979 年に百万トン／年、1990 年には 1 千万トン／年を超過した。現在 12 の炭鉱が操業しており、採掘はすべて露天掘りによる。現在の出炭量は約 17～18 百万トンで、1998 年以降経済不況の影響を受けやや減少傾向にある。総出炭のうち約 7 割が Mae Moh 炭鉱からの出炭で、残りを Banpu 社および Lanna Lignite 社を主体とする民間炭鉱が占める。

表 1-5 に炭田別の出炭量を示す。出炭量の大きな炭田は、Mae Moh、Li および Mae Than の 3 炭田で、いずれも北部の Lampang 県に位置する。

表1-5 炭田別石炭生産量

Basin	Province	1996	1997	1998	1999	2000
Mae Chaem	Chiang Mai	143	290	214	210	98
Bo Luang	Chiang Mai	170	237	210	199	108
Chiang Muan	Phayao	183	469	453	583	187
Mae Moh	Lampang	16,262	16,489	14,419	12,026	13,622
Mae Than	Lampang	1,763	2,047	2,009	2,539	1,632
Mae Teep	Lampang	0	31	0	0	6
Li	Lamphun	2,940	2,600	2,472	2,260	1,845
Nong Ya Plong	Petchaburi	23	85	160	167	93
Mae Lamao	Tak	75	56	97	94	83
Krabi	Krabi	0	0	0	0	40
Total		21,562	22,134	20,157	18,218	17,714

Unit : 1000 tonnes  
Source : DMR

### (2) 石炭生産の見通し

表 1-3 によれば、開発区域の残炭量 1,372 百万トンのうち約 90%は Mae Moh 炭鉱が占め、他炭田の残炭量 145 百万トンのうち 112 百万トンは、やはり EGAT が所有する Krabi 炭田（現在休止中）の炭量である。したがって、残りの 33 百万

トンが民間による開発区域の総残炭量となり、単純に現在の出炭規模約5百万トンと比べれば6-7年分の残炭量しかないこととなる。実際に現在操業中の民間炭鉱は、2007年までにすべて終掘するといわれている。

一方新地域の開発については現時点では具体的な計画はないが、1997年以降のパーツ価下落により、輸入炭の価格が割高になり国内炭の競争力が高まったため、今後新地域の開発が進む可能性は高いと考えられる。またタイ政府も国内炭の開発促進を意図して、現在までDMRが保有し民間の鉱区申請、保有が認められていなかった14の区域のうち、区域を選んで本年度中に一般に公開する予定である。

NEPOのレポートでは、DMRによる未開発区域の埋蔵炭量(表1-4)に基づき、炭量の多い7地域を選んで確定炭量の20%を可採炭量と仮定して、生産は2002年の22万トンより開始し、しだいに増産して2006年には4百万トン、2008年以降は6百万トンとなる見込みをたてている。この見込みに基づく国内炭生産の推移を表1-6に示す。

**表1-6 国内炭生産の見通し**

Mines	1999	2000	2001	2006	2011
Mae Moh	12.03	13.62	13.21	15.00	14.77
Private Mines	6.19	40.92	6.77	3.37	0.61
New Potential	0.00	0.00	0.00	4.05	6.04
Total	18.22	17.71	19.98	22.42	21.42

Unit : million tonnes

Source : NEPO, May 2000

この表によれば、Mae Moh 炭鉱の出炭は2001年以降13-15百万トンを保ち、民間炭鉱分は既存炭鉱の減産、終掘を新規開発炭が補う形となって大きな変動はなく、総生産量は2004年までは20百万トン弱、2005年以降は21-22百万トンと見込んでいる。なお、NEPOレポートでは、新規開発が行われないケースも想定しているが、本稿では上表の見通しをベースとする。

### 1.3.3 石炭の需要

#### (1) 石炭需要の現状

表 1-7 に石炭の用途別消費実績を示す。タイにおける石炭の需要の主要なものは電力とセメントで、約 70% が発電用、約 20% がセメント製造用に消費されている。残りが紙パルプ、たばこ、繊維、食品等の小工業向けである。

表1-7 石炭の用途別消費

	1998	1999	2000	Share (%)		
				1998	1999	2000
Electricity	16,090	15,440	15,850	71.9	69.4	68.9
EGAT	15,390	13,890	14,120	68.8	62.4	61.4
SPP	700	1,550	1,730	3.1	7.0	7.5
Industry	6,280	6,810	7,150	28.1	30.6	31.1
Cement	4,420	4,720	5,130	19.8	21.2	22.3
Others	1,860	2,090	2,020	8.3	9.4	8.8
Total	22,370	22,250	23,000	100.0	100.0	100.0

Unit : 1000 tonnes

Source : NEPO, May 2000, etc.

表 1-8 に EGAT におけるエネルギー源別発電量を示す。発電用のエネルギー源は、天然ガスが最も多く約 50% を占め、次いで石油系燃料、石炭の順に多い。EGAT は石炭火力発電には全量国内炭を使用しており、その他の欄は、隣国のラオスおよび SPP（小規模発電業者）からの買電である。IPP（独立発電業者）は不況による電力需要の低迷により計画が先送りされ、まだ操業されていない。

タイ国においては、セメント製造用の燃料としては殆ど石炭が使用されているので、輸入炭を含む石炭の消費量はセメント生産量にリンクして増減する。年率 10% を超える伸び率で増加してきたセメントの生産は、1997 年以降の経済不況の影響で一旦は減少したが、現在は回復してきている。

表1-8 エネルギー源別発電量

	1998	1999	2000	Share (%)		
				1998	1999	2000
Hydro	5,088	3,410	5,981	5.6	3.7	6.0
Coal/Lignite	16,475	15,419	15,852	18.1	16.7	16.1
Fuel Oil	17,534	15,429	9,611	19.2	16.7	9.8
Diesel	989	457	108	1.1	0.5	0.1
Natural Gas	46,238	47,111	53,855	50.7	50.9	54.6
Others	4,836	10,646	13,151	5.3	11.5	13.5
<b>Total</b>	<b>91,160</b>	<b>92,472</b>	<b>98,469</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Unit : GWH

Source : NEPO

## (2) 石炭需要の見通し

### 電力

近年の経済情勢を勘案して電力需要も下方修正がなされている。表1-9は現時点における電力用石炭の消費見通しである。EGATのMae Moh発電所では国内炭のみを使用し、今後2011年までの期間に年間13-15百万トン消費する。輸入炭によるIPP発電は原計画よりやや遅れて2003年に開始、その後次第に増加して当初の3百万トンより2006年には5.3百万トン、2011年には11.6百万トンの需要を見込んでいる。またSPP発電用の需要は、は2000年以降2.15百万トンの一定レベルとしている。

表1-9 電力用石炭の需要見通し

	1999	2000	2001	2006	2011
EGAT	13.89	14.12	13.21	15.00	14.77
IPP	0.00	0.00	0.00	5.28	11.55
SPP	1.55	1.73	2.15	2.15	2.15
<b>Total</b>	<b>15.44</b>	<b>15.85</b>	<b>15.36</b>	<b>22.43</b>	<b>28.36</b>

Unit : million tonnes

Source : NEPO, May 2000

以上をまとめれば、電力用炭については、2006年には現在の約1.4倍、2011年には1.8倍の需要が発生することとなる。

## セメント

セメントの国内需要はGDPにリンクし、2001年以降のGDP伸び率を4.5%前後として需要量を見込んでいる。ただしセメント工場の生産能力が国内需要を上回っているため、2000年以降毎年9.5百万トンの輸出を含めて生産量を想定し、これに対応する石炭需要を予測している（表1-10）。これによれば、国産、輸入をあわせた石炭の需要は、2001年の5.8百万トンから2006年には6.9百万トン、2011年には約8百万トンへと増加する。

表1-10 セメント用石炭の需要見通し

	2000	2001	2006	2011
CEMENT- Production	32.47	33.73	41.47	51.17
- Consumption	22.97	24.23	31.97	41.67
- Export	9.50	9.50	9.50	9.50
COAL - Demand	5.56	5.79	6.92	7.99

Unit : million tonnes

Source : NEPO, May 2000

## その他工業

たばこ乾燥用は一定量の8万トン/年とし、その他の工業ボイラー用は2001年の2.13百万トンから毎年3%ずつ増加するとの前提で需要量を見込んでいる。

### 1.3.4. 石炭の輸入

#### (1) 石炭輸入の現状

石炭の輸入は10年以上前より10-50万トン程度行われていたが、1993年頃より増加を示し、1996年には3.8百万トンと最大の輸入量を記録した。1997年の経

济危機以降一旦は減少したが、1999年より再び上昇に転じ、2000年には4百万トンに達している。輸入炭の主な仕向け先はセメント工場で、装入炭のカロリー向上のために使用されている。他には SPP 発電所や、紙パルプ等一般産業で一部使用されている。

表 1-11 に国別の石炭輸入量を示す。

表1-11 輸出国別石炭輸入量

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Australia	84	299	68	0	0	0	0	0	136
China	74	164	165	167	172	39	55	127	68
Vietnam	2	24	11	16	56	8	67	470	705
Indonesia	304	372	1,117	2,123	3,523	3,070	1,320	2,273	2,629
Laos	0	0	0	14	44	80	54	174	147
Myanmar	0	24	54	0	0	0	0	66	411
Others	6	81	2	2	47	3	49	32	2
<b>Total</b>	<b>470</b>	<b>964</b>	<b>1,417</b>	<b>2,322</b>	<b>3,842</b>	<b>3,200</b>	<b>1,545</b>	<b>3,142</b>	<b>4,098</b>

Unit : Customs Department

Coal : includes anthracite, bituminous, lignite & other coal, excluding coke & briquette

Source : Customs Department

国別ではインドネシアが2-3年前までは90%以上と大部分を占めていたが、近年その比率は徐々に低下しており、2000年には64%となっている。一方、ベトナム、ラオス、ミャンマー等近隣諸国からの輸入が増えており、ソースの多様化が認められる。

## (2) 石炭輸入の見通し

前項で記したように、国内炭の生産は、未開発炭田が新たに開発されたとしても大きな伸びは期待できず、一方石炭の需要は高い伸び率で増加すると予測されているため、将来はかなりの量の輸入炭が必要となる。主な用途は IPP、SPP による発電で、セメントを主とする工業用にも使用される。輸入量は 1999 年の 3.2 百万トンから、IPP 発電が始まる 2003 年に 7.4 百万トンに急増し、2006 年には 9.5 百

万吨、2011年には17.8百万トンに達する見通しである。

なお、Banpu、Lanna等タイの大手石炭生産会社が、インドネシアにおける石炭鉱区の権益を取得し自主開発輸入を行う動きもあり、そのうちの2炭鉱は既に操業を開始しタイへの輸入が行われている。

### 1.3.5. 石炭需給見通しのまとめ

これまで記してきたタイ国における石炭需給の現状および見通しを要約すれば、表1-12のようにまとめられる。

表1-12 石炭の需給見通し総括

	1999	2000	2001	2006	2011
<b>DEMAND</b>					
<u>Electricity</u>	15.44	15.85	15.36	22.43	28.46
EGAT	13.89	14.12	13.21	15.00	14.77
IPP	0.00	0.00	0.00	5.28	11.55
SPP	1.55	1.73	2.15	2.15	2.15
<u>Industry</u>	6.81	7.15	8.00	9.47	10.94
Cement	4.72	5.13	5.78	6.92	7.99
Others	2.09	2.02	2.21	2.55	2.95
<b>TOTAL DEMAND</b>	<b>22.25</b>	<b>23.00</b>	<b>23.36</b>	<b>31.90</b>	<b>39.40</b>
<b>SUPPLY</b>					
<u>Domestic</u>	18.26	17.79	19.98	22.42	21.42
for Electricity	13.89	14.12	13.21	15.00	14.77
for Industry	4.37	3.67	6.77	7.42	6.65
<u>Import</u>	3.28	4.10	3.38	9.48	17.79
for Electricity	1.55	1.73	2.15	7.43	13.70
for Industry	1.73	2.37	1.23	2.05	4.29
<b>TOTAL SUPPLY</b>	<b>21.54</b>	<b>21.89</b>	<b>23.36</b>	<b>31.90</b>	<b>39.40</b>

Unit : million tonnes

Source : Forecast – NEPO, May 2000, Actual – Estimate from Info. of NEPO, DMR & Others.

- (1) 現在操業中の炭鉱は Mae Moh 炭鉱を除き 2007 年頃までに殆ど終掘する。代わりに未開発炭田からの生産が行われたとしても多くの増産は期待できず、Mae Moh を含む国内炭の生産量は将来も、20-22 百万トンで推移すると見込まれる。
- (2) 石炭の需要の主なものは電力とセメントである。電力については、Mae Moh は国内炭を使用してほぼ現状のレベルで推移するが、将来の電力需要増に対して輸入炭による IPP 発電が計画され、IPP が開始する 2003 年頃より増加し、2011 年には電力用炭の需要は現在の 2 倍に近い 18 百万トンに達する見通しである。セメント用炭は現在約 5 百万トン消費されているが、今後 GDP の伸びとともに需要も増加し、2011 年には 8 百万トンになると予測されている。
- (3) 従って、電力、セメント、一般産業をあわせた石炭の総需要は、現在の約 23 百万トンから、2006 年には 32 百万トン、2011 年には 39 百万トンへと約 1.7 倍に増加する見通しである。
- (4) 上記のように、石炭需要の大幅な伸びに対して国内炭の生産は現状とほぼ同様なため、今後輸入炭が大幅に増加する見込みである。輸入量は 1999 年の 3.2 百万トンから 2006 年には 9.5 百万トン、2011 年には 17.8 百万トンに達すると予測される。輸入炭の主な用途は IPP 発電とセメントで、6000 kcal/kg 或いはそれ以上の高カロリー炭（タイ炭に比し）が求められている。

### 1.3.6 その他

#### (1) 石炭の輸送

図 1-2 に主な消費地への代表的な石炭輸送ルートを示す。

国内炭の輸送は、ほぼ全量トラックにより行われている。13 t トラックが主で 2 台連結する場合もある。北部の産炭地より主な消費地である Saraburi のセメント工場までは 500-600km の輸送距離となる。タイ国では消費者が炭鉱山元で石炭を受け取り、消費地まで輸送する。運賃は 1 パーツ/t・km 程度であるが、セメント向けの場合片道はセメント製品等他の物品を積むため運賃はかなり低減され、約 0.65 パーツ/t・km となる。

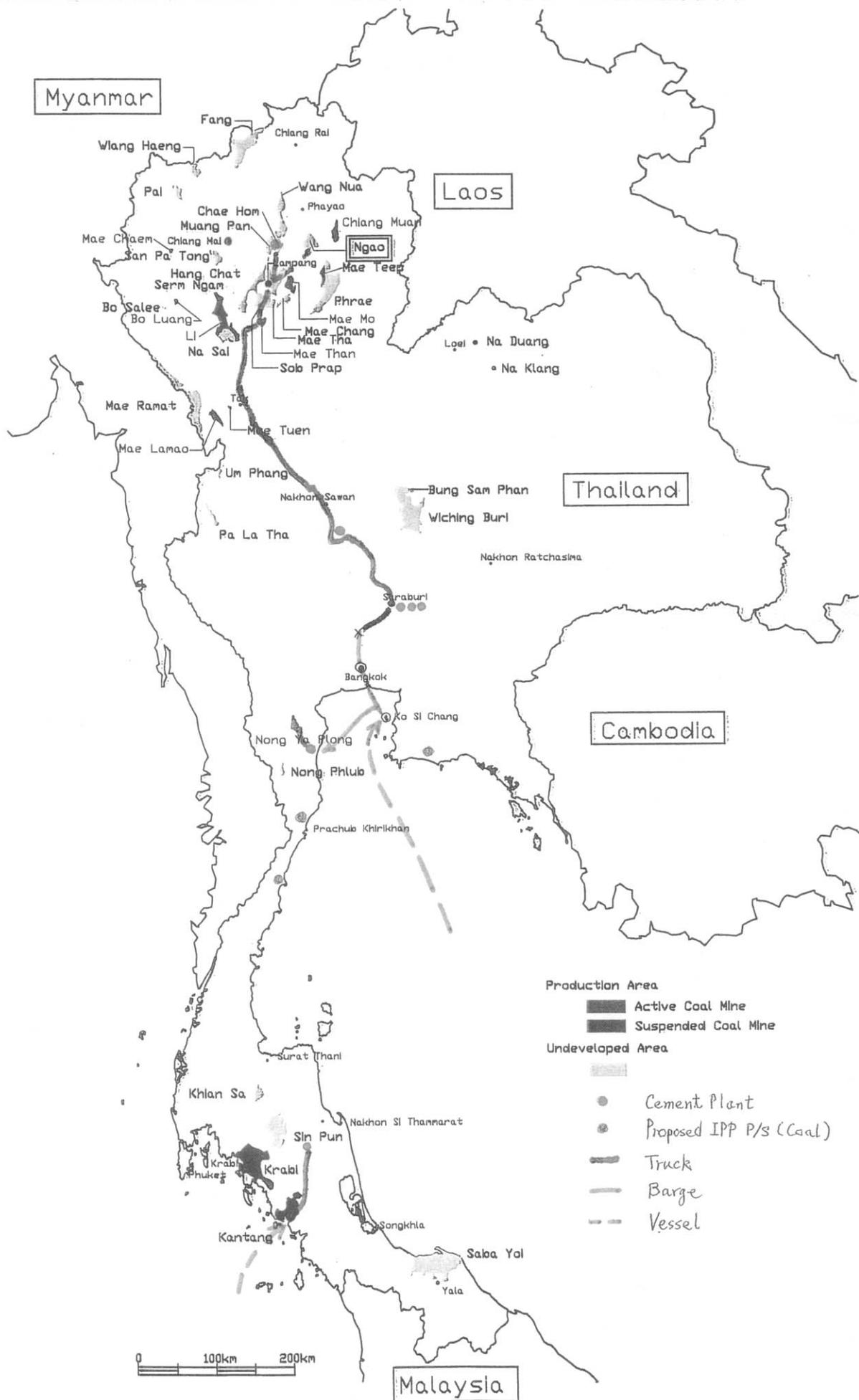


図1-2 石炭輸送ルート

一方海外からの輸入炭については、現在石炭の荷揚げ設備を有する港がないため、一旦バージに積替え、さらにトラックにより消費地まで運ぶこととなる。現在輸入炭の最大の需要家である Saraburi のセメント工場向けの場合は、バンコクの南にある Si Chang 島近くで沖取りされ、そこからバンコクの北方にある Bang Pa-in までチャオプラヤ川を遡ってバージで輸送され、さらにトラックに積み替えて Saraburi まで運ばれる。Si Chang-Saraburi 間の輸送費は 150-200 バーツといわれている。また消費場所によりバンコク東部や半島南部の港に荷揚げされる場合もある。隣接するミャンマーやラオスからの輸入は、トラックで行われている。

## (2) 石炭価格

表 1-13 に国内炭および輸入炭の平均価格を示す。国内炭は山元価格、輸入炭は CIF ベースで示してある。

表1-13 石炭価格比較

	1996	1997	1998	1999	2000	(2001)
DOMESTIC	460	472	466	473	NA	NA
IMPORT	942	1,080	1,085	1,139	1,151	(1,273)

(2001): Average of Jan. - Mar.

Unit: Baht/t, Imported Coal - CIF, Domestic Lignite - ex mine

Source: Customs Department, NEPO

一方輸入炭の価格は上昇傾向にある。国際市場における石炭価格（US\$ベース）は毎年下落していたが、1997年以來のタイバーツ安の影響が大きく、バーツ価での価格が高くなったものと思われる。国際価格の動向は2000年を底値として2001年にはかなり大幅に上昇しているため、タイにおける輸入炭価格（バーツ価）は本年以降さらに上昇するものと考えられる。実際に本年1-3月の輸入炭価格は、1,273 バーツと昨年に比し10%以上上昇している。