

### 3.3.3 地質

#### (1) 層序

メ・ラマオ堆積盆の第三系は、その岩相の違いにより3帯に区分した。上部帯は、泥岩を主体とし薄い砂岩を夾在し層理や葉理の発達が顕著な湖成相である。貝化石層は上部帯全般にわたり夾在している。中部帯は夾炭部である。数枚の石炭層を含み細粒碎屑物を夾在する。炭層の変化は激しく分裂、併合が普遍的に見られる。下部帯は砂岩及び礫岩等の粗粒碎屑岩を主体とし、基盤を不整合で覆っている。

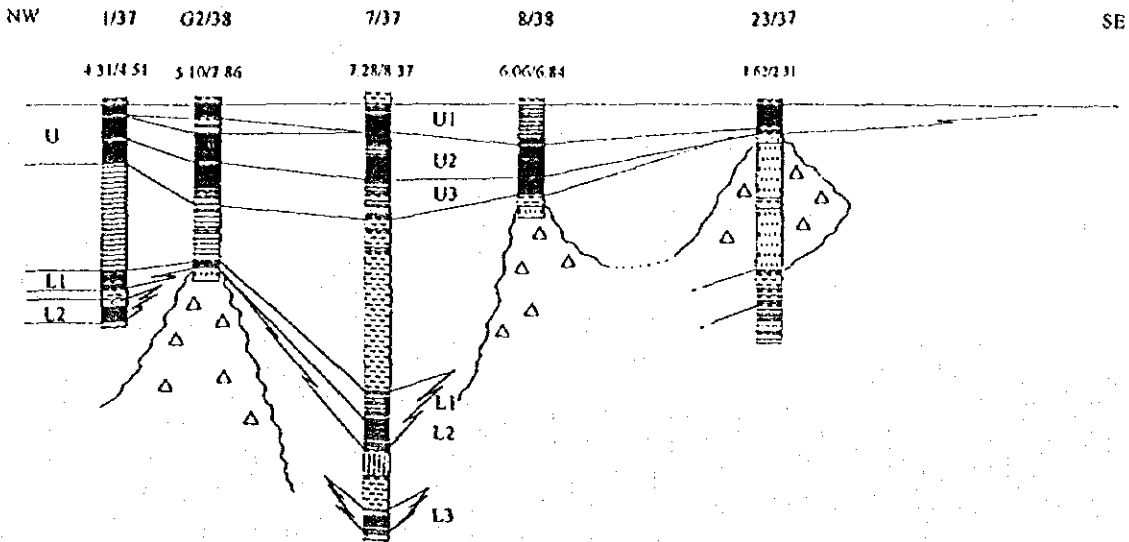
#### (2) 炭層

メ・ラマオ堆積盆の炭層は比較的厚いが、分裂、併合等の変化に富んでいる。プライ別に見るとその炭層変化に方向性を有している。上部炭層をU1, U2, U3の3プライ、下部炭層をL1, L2の2プライに分帯し対比を行った。堆積盆の中央部がもっとも厚く石炭層が堆積した区域である。主堆積盆の北東部及び亜堆積盆の北西部は、上部炭層の各プライが併合し、夾みの少ない炭層賦存を呈している。分裂の方向性は南東方向を示し、炭層は次第に薄化、貧化する。

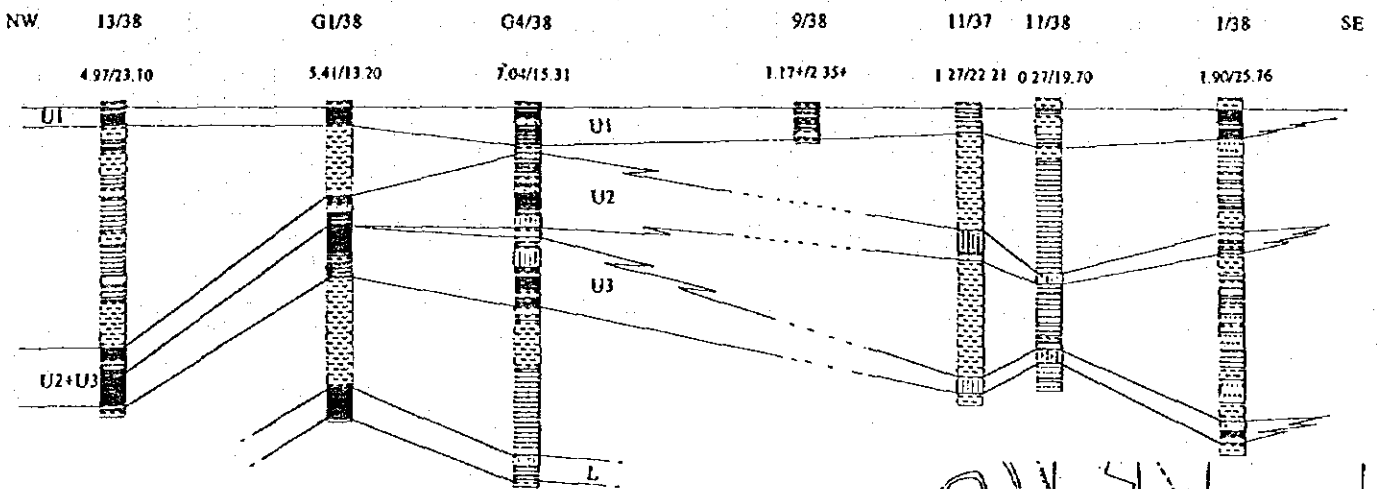
#### (3) 地質構造

メ・ラマオ堆積盆の地質構造は北西-南東方向の軸を有する明瞭な向斜構造で特徴づけられる。向斜構造の東翼は向斜軸の方向と同じ走向を呈し、傾斜は約20度西である。一方、向斜軸の西側には基盤の隆起帯があり、この隆起帯によって東側主堆積盆と西側亜堆積盆に分けられる。主堆積盆には2本の断層の存在が推定されるが、南東部では向斜軸に収斂される。

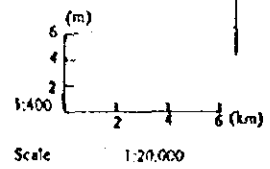
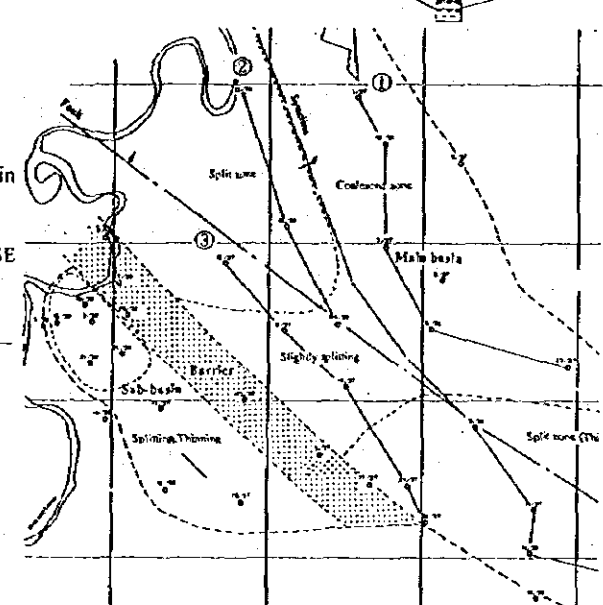
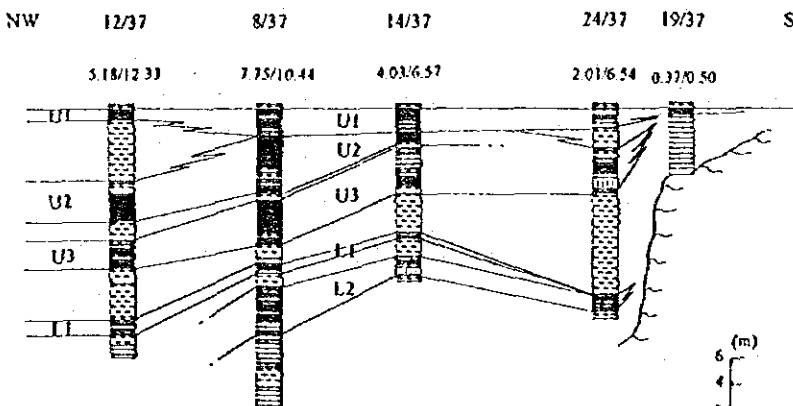
Section 1: Northeastern margin of the main basin



Section 2: Centre of the main basin



Section 3: Southwestern margin of the main basin



4.31/4.51 indicates the true thickness of upper coal bed.

COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT  
IN  
THAILAND  
MAE LAMAO BASIN  
炭層对比图 (1)  
Fig. 2.3.3

#### (4) 堆積環境

メ・ラマオ堆積盆の層序はタイ国北部の標準地質層序であるA：粗粒碎屑岩、B：夾炭層、C：湖成細粒碎屑岩のタイプに類似している。タイ国の石炭堆積盆は地溝帯起源が一般的であるが、この地域の夾炭層は基盤の沈降帯であり基盤にアバットしている可能性が高い。従って、構造上の沈下作用でこの地区の堆積盆が形成されたものであろう。炭層の賦存状況は、タイ国北部で既に開発されているLi堆積盆の賦存状況に類似している。Li堆積盆の炭層は、ごく限定された区域にのみ賦存している。その区域は、殆どが堆積盆の周縁部で、堆積盆の沈下作用がかなり緩やかな箇所である。このような区域は、碎屑物の流入を阻害し、泥炭が堆積するのに極めて良好な環境である。

厚い炭層が賦存している区域は、主堆積盆の北東周縁部と亜堆積盆の北西周縁部である。この区域において上部炭層は厚く堆積している。一方、上部炭層は主堆積盆では中央並びに南東方向あるいは試錐 MLG4/38 から北西方向に分裂し、亜堆積盆においては南東方向に分裂する。

炭層の分裂の方向性から主堆積盆の基盤は、試錐 MLG4/38 を中心として南東及び北西方向の傾動を伴いながら、向斜構造の長軸方向に向けて沈下し、亜堆積盆では南東方向に沈下したものである。

主堆積盆と亜堆積盆の間に基盤の隆起帯が存在する。試錐 ML20/38 はこの隆起帯上で掘削され、基盤岩かその風化した礫岩及び薄い石炭層を確認した。

隆起帯の東側で上部炭層は主堆積盆の中央部方向に分裂するが、再び併合する。南東方向への分裂は基盤の傾動を示している。この事は沈下速度が泥炭の堆積よりも早かったのか、あるいは碎屑物が供給され泥炭の堆積を阻害したものであろう。主堆積盆は試錐 MLG4/38 から北西方向に傾動沈下したように思えるが、探査試錐の本数が少ないため、これ以上の解析は難しい。



## (5) 理論埋蔵炭量及び理論可採埋蔵炭量

### 1) 理論埋蔵炭量

上部炭層の埋蔵炭量は主要断層で規制された区域別に算出し、炭層厚は炭層等高線図を基に算出した。

上部炭層の埋蔵炭量の合計は約44,756,000トン

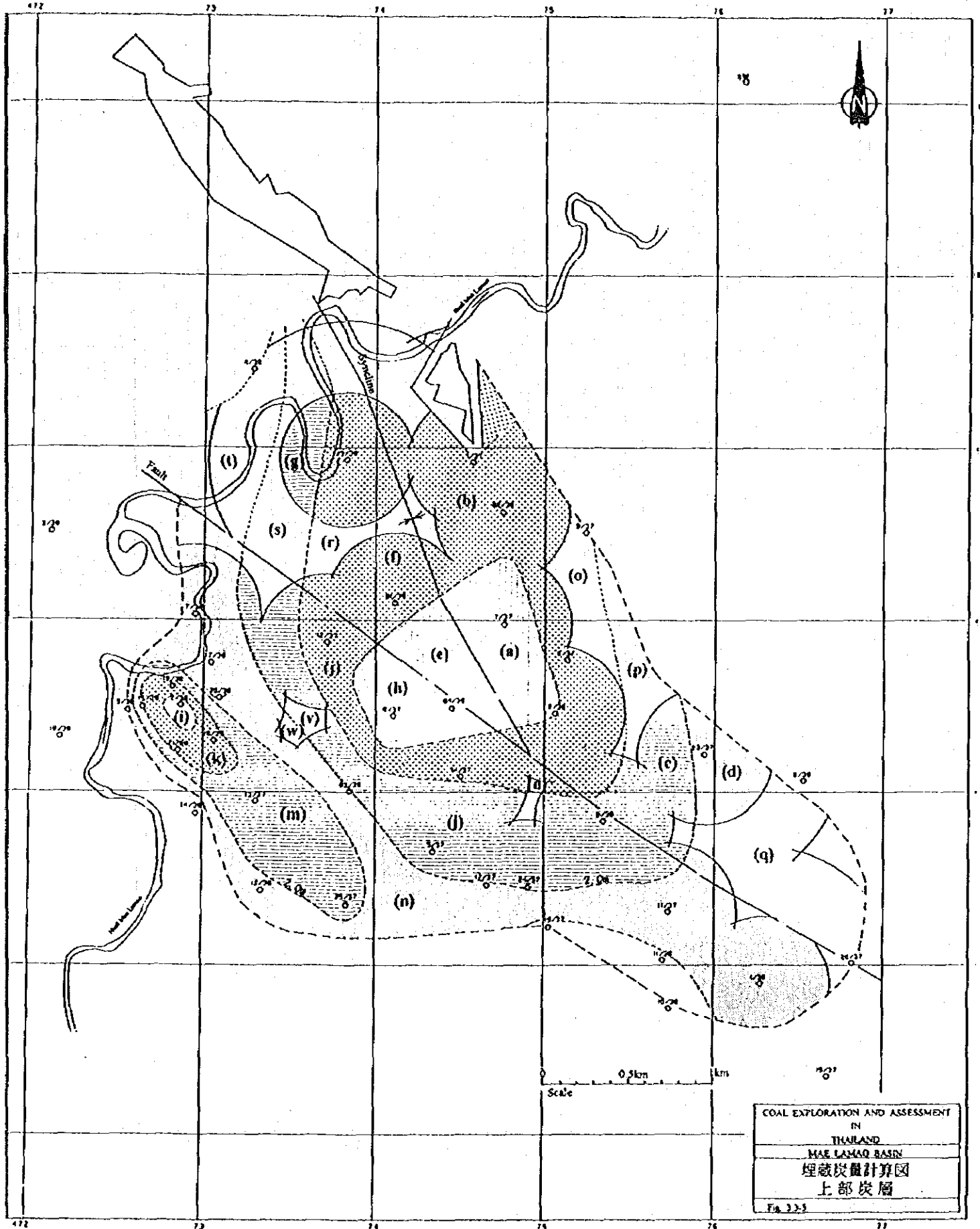
、確定 + 推定炭量は約36,792,000トンである。

### 2) 理論可採埋蔵炭量

理論可採埋蔵炭量は、向斜構造の東翼に限定し算出した。東翼の計算範囲の限界として、北部は露天堀採掘跡、南部は分裂の境界線付近とした。

上記基準に基づき算出した実収炭量は、約13,993,000トン

、予想炭量2,392,000トンを含む。



COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT  
 IN  
 THAILAND  
 MAE LAMAQ BASIN  
 埋藏炭量計算図  
 上部炭層  
 Fig. 3-3

表 3. 3-2 埋藏炭量：上部炭層

Area	Block	Thickness	Plan	Dip	Resources
		(m)	(1,000m <sup>2</sup> )	(°)	(1,000t)
<b>Measured+Indicated</b>					
Northeastern of Syncline	(a)	7.00	374	22	3,670
	(b)	5.00	1,144	22	8,019
	(c)	3.00	310	17	1,264
	(d)	1.25	239	19	410
Syncline to Fault	(e)	7.00	242	5	2,210
	(f)	5.00	590	9	3,882
	(g)	3.00	132	9	521
Southwestern of Fault	(h)	7.00	266	10	2,457
	(i)	8.00	21	5	219
	(j)	5.00	458	10	3,022
	(k)	5.00	166	10	1,095
	(l)	3.00	1,104	10	4,372
	(m)	3.00	627	10	2,483
	(n)	1.25	1,920	10	3,168
<b>Total</b>		3.62	7,593	14	36,792
<b>Inferred</b>					
Northeastern of Syncline	(o)	5.00	416	22	2,916
	(p)	3.00	176	22	740
	(q)	1.25	526	19	904
Syncline to Fault	(r)	5.00	173	9	1,138
	(s)	3.00	282	9	1,113
	(t)	1.25	301	9	495
Southwestern of Fault	(u)	5.00	11	10	72
	(v)	3.00	97	10	384
	(w)	1.25	123	10	202
<b>Total</b>		2.79	2,105	16	7,964
<b>Grand total</b>		3.41	9,698	14	44,756

Specific gravity : 1.3

表 3. 3 - 3 实取炭量：上部炭量

Area	Block	Thickness	Plan	Dip	Resources
		(m)	(1,000m <sup>2</sup> )	(°)	(1,000t)
Northeastern of Syncline					
Measured+Indicated	(a)	7.00	374	22	3,670
	(b)	5.00	980	22	6,870
	(c)	3.00	177	19	730
	(d)	1.25	193	19	331
Total		4.64	1,724	22	11,601
Inferred	(e)	5.00	217	22	1,521
	(f)	3.00	175	22	736
	(g)	1.25	79	19	135
Total		3.50	471	22	2,392
Grand total		4.40	2,195	22	13,993

Specific gravity : 1.3



### 3.3.4 採掘計画

メ・ラマオ堆積盆における採掘計画の概念設計は、上部炭層を対象に行った。採掘計画区域には、上部炭層が浅部に賦存する可能性が高いため、露天採掘と坑内採掘を組み合わせる計画とした。

#### (1) 基本条件

##### 1) 採掘区域

採掘対象区域は、層厚が厚く、夾雑物が少ない向斜構造の東翼としたが南部は上部炭層が分裂・薄化するため計画区域から除外した。

##### 2) 採掘方法

第一段階として地表近くに賦存する炭層は、露天採掘により開発・採炭する。第二段階として露天採掘終掘後、最終残壁から直接沿層で斜坑を掘削し、坑内掘を展開する。坑内採炭法は、ノン・プラブと同じ半機械化長壁式採炭を適用する。

##### 3) 採掘稼行丈

採掘計画区域内の上部炭層の層厚は7.07m～2.31mである。従って、採掘稼行丈はそれぞれ下記の様に設定した。

・露天採掘：全層厚、坑内採掘：天盤から2.5m

##### 4) 実収炭量

露天採掘：地表から10mを除く(風化炭)開発計画区域。

採掘稼行丈：5.36m、5本の試錐データの平均層厚

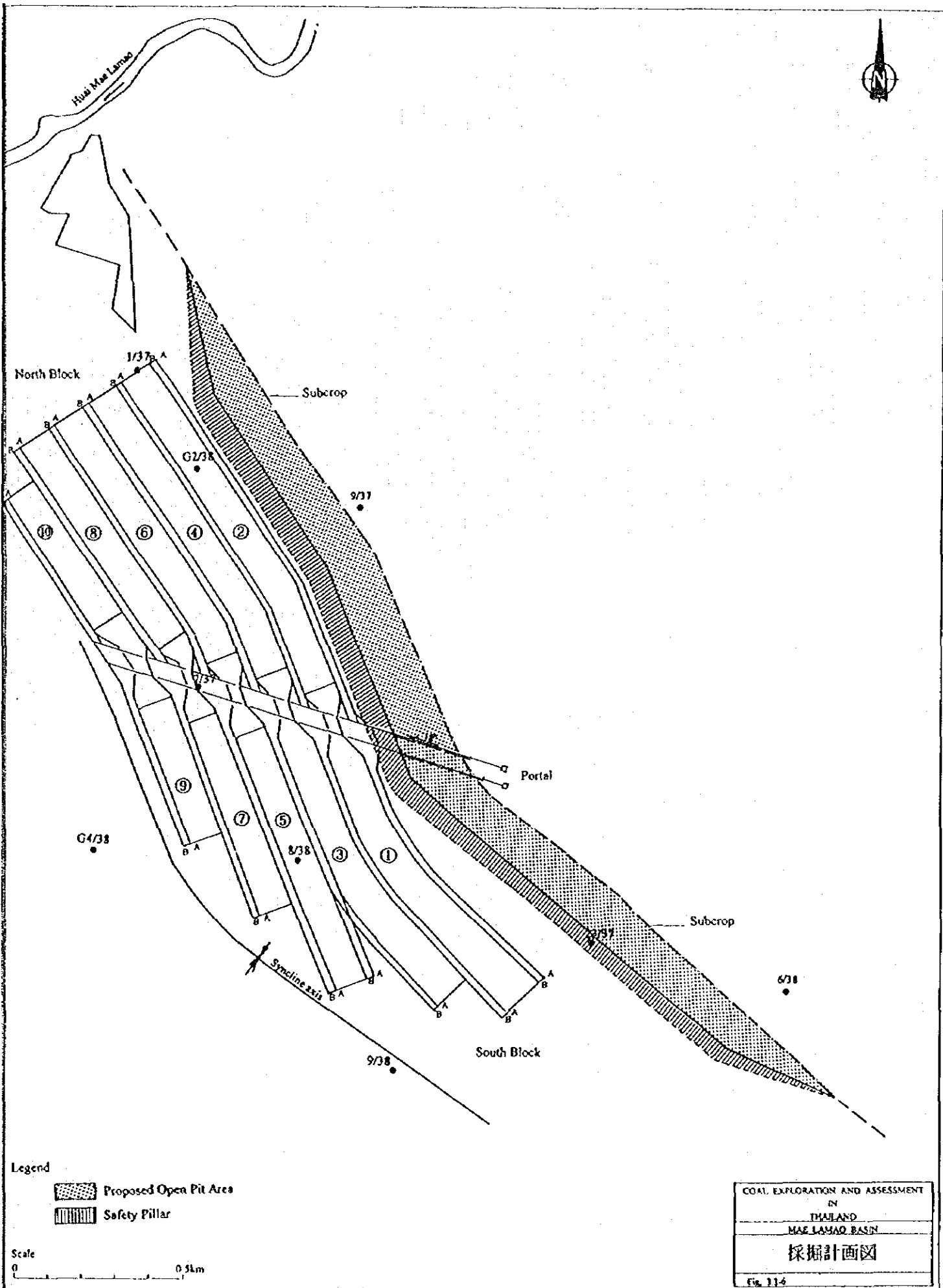
採掘実収率：95%、比重：1.43

可採掘炭量：2,549,000t

剥土量及び剥土比：18,835,000m<sup>3</sup>、7.39m<sup>3</sup>/t

坑内採掘：開発計画区域。

可採掘炭量：3,183,000t、内長壁式採炭炭：2,700,000t



Legend

- Proposed Open Pit Area
- Safety Pillar

Scale  
0 0.5km

COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT IN THAILAND MAE LAMAQ BASIN
探掘計画図
Fig. 114

## (2) 採掘方式

### 1) 露天採掘

堆積盆の東縁部は炭層が浅部に賦存する可能性が高いため、露天採掘を計画した。採掘はブルドーザ、フロントエンドローダ、バックホウ、ダンプトラック等の重機を使った多段ベンチ法により開発する。最終採掘深度は地表から60mとする。

露天採掘を計画した区域は開発の可能性が高いが、この区域内には探査試錐の実績がない。従って開発に当たっては、潜頭線、風化帯の規模、炭層厚、炭質等を確認する詳細な調査が必要である。

### 2) 坑内採掘

#### a) 開坑

坑内採掘は、露天坑の最終残壁に露出している炭層より、直接本・連2本の沿層斜坑により開坑する。

#### b) 坑道掘進

全ての坑道掘進は、本・連2本坑道で仕様は次の通り。

本・連坑道の間隔 斜坑 : 50m、 ゲート坑道 : 25m

坑道規格 幅 : 天盤4m、踏前5m、高さ : 2.5m

支保 : 鉄製三つ枠

#### c) 長壁式採炭

半機械化された長壁採の仕様は次の通り。

パネルサイズ—面長100m、片盤長430~1,100m

支保—0.6m間隔水圧鉄柱及びカッペ

#### d) 坑内運搬

採掘された石炭は切羽より次の順序で坑外に搬出される。

切羽面~下部ゲート坑道A : チェンコンベア

下部ゲート坑道B~本卸 : バッテリー口コ牵引の鉱車

本卸~坑外 : 斜坑巻による鉱車巻き上げ

### (3) 生産

#### 1) 露天採掘

年産 200,000 t 体制とし、約12年間の稼行が可能である。

#### 2) 坑内採掘

坑内採掘による生産量の目標は次の根拠で算出している。

操業日：3方/日、250日/年

1方当たり生産に関わる班の数

長壁式採炭切羽：1班

掘進切羽：長壁式切羽が開始になるまでは4班、その後は1班

生産率：長壁式切羽 100m/日 → 410t/日

掘進切羽 5m/日 → 100t/日

3m/日 → 60t/日(斜坑)

#### 3) 労働力

フル稼働状態での露天採炭と坑内採炭の必要労働者数は次の通り。

##### a) 露天採炭

	労働者	スタッフ	合計
直接員	87	77	94
間接員	34	28	62
合計	121	35	156

在籍人員で、出稼率 90% を加味した人員数である。

##### b) 坑内採掘

	労働者	スタッフ	合計
直接員	161	27	188
間接員	191	73	264
合計	352	100	452

在籍人員で、出稼率を直接員は85%、間接員は90% を加味した人数である。

表 3. 3 - 4 生産計画：坑内掘

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total		
Roadway																															
Dev.(m)	2,600	3,955	1,250	1,250	500	1,050	1,250	1,250	1,145	480	1,250	1,250	1,131	500	1,250	1,250	779	1,120	900												
Prod.(t)	51,208	78,047	24,667	24,667	11,663	20,720	24,667	24,667	22,995	9,472	24,667	24,667	22,319	9,945	24,667	24,667	15,372	22,102	17,790												478,619
V/W Ratio																															
S-1:①	38,950	102,500	102,500	102,500	56,618																										300,568
N-1:②					45,920	102,500	102,500	102,500	18,469																						371,899
S-2:③									84,050	102,500	102,500	11,518																		300,568	
N-2:④											91,020	102,500	102,500	35,114																331,134	
S-3:⑤										67,240	102,500	102,500	18,139																	290,379	
N-3:⑥														34,466	102,500	102,500	16,203													305,663	
S-4:⑦																					86,100	102,500	33,854							272,454	
N-4:⑧																							68,470	102,500	100,730					271,700	
S-5:⑨																									1,640	102,500	41,899			166,039	
N-5:⑩																														161,322	
Total																															
Prod.(t)	51,208	116,997	127,167	127,167	114,181	123,220	127,167	127,167	123,167	131,972	127,167	127,205	124,819	117,448	137,031	127,167	117,872	124,701	120,260	102,500	102,500	102,500	102,500	102,324	102,500	102,370	102,500	100,642	3,180,315		

#### (4) 生産原価

生産原価の試算はノン・プラブ同様、現計画における起業費と操業費とで構成された概算である。

##### 1) 露天採掘

###### a) 起業費

	(US \$)
坑外施設類 :	2, 800, 000
採掘機器類 :	3, 600, 000
坑外車両類(人員、資材) :	350, 000
合 計	6, 750, 000

###### b) 操業費(坑口原価)

	(US \$/年)
労務費 :	530, 600
消耗品 :	1, 073, 600
電力費 :	24, 000
その他 :	500, 000
合 計	2, 128, 200

石炭生産量 : 200, 000 t → 単位コスト : 10.6 \$/ROMt

## 2) 坑内採掘

### a) 起業費

		(US\$)
坑外施設類	:	3,048,000
保安設備	:	982,000
坑内運搬設備	:	2,300,000
坑道掘進	:	1,284,000
長壁式採炭設備	:	1,758,000
その他	:	450,000
合計		9,822,000

上記数値には坑外の装置類、車両は露天で計上しているため除外している。

### b) 操業費(5年次まで)

		(US\$/年)
労務費	:	1,535,000
掘進およびメンテ消耗品	:	526,000
採炭切羽消耗品	:	1,230,000
電力費	:	343,000
その他	:	300,000
合計		3,934,000

石炭生産量：114,181t → 単位コスト：34.5\$/ROMt

## (5) 地表の環境状況

採掘計画区域の地表部は、主にトウモロコシ畑で川沿いに水田が点在する程度であり、採掘に伴う影響を地表部に与える事はないように思われる。しかしながら、露天採掘計画区域外ではあるが、学校並びに建設中の用水路がある。両方とも坑内採掘計画区域内の周縁部にあるため、実施面では採掘制限区域を設定すればこれらの構築物への沈下の影響は避けられるものと思われる。

## (6) 生産炭の炭質

### 1) 採掘稼行丈

	露天採掘	坑内採掘
石炭	4, 72 m	2. 00 m
炭質泥岩	0. 40 m	0. 29 m
泥岩	0. 24 m	0. 26 m
計	5. 36 m*	2. 55 m**

\* 上盤10cmの採掘ロスと5cmの上下盤からのズリ混入を想定

\*\* 5cmの上下盤からのズリ混入を想定

### 2) 炭質

石炭及び炭質泥岩：有効な分析データの平均値

泥岩：分析データが得られていないため、発熱量はゼロと想定。

### 3) 生産炭の炭質

最終的な生産炭の炭質は、坑口原炭から泥岩の80%をスクリーン及び手選で除去されるもとして推定した。

### 4) 生産炭の利用

褐炭としては比較的高い発熱量があるので、セメント製造向けに供給可能であろう。また、タイの褐炭としては硫黄分も低いので、発電所において他の一般的な高硫黄・低発熱量褐炭との混焼により公害低減を図ることも可能であろう。



表 3. 3 - 5 坑内掘坑生産炭の炭質

hole No.	sample No.	from	to	thick	as analysed basis										dry basis				ASTM class		
					SpGr	M	ASH	VM	FC	(FR)	CV	TS	SpGr	ASH	VM	CV	TS	TSmg/keal		Btu/lb	Class
ML	1 /37	MLC	5 137.25	137.35	0.10	1.336	14.49	3.62	36.77	43.12	1.23	5376	0.53	1.417	4.23	43.00	6321	0.62	0.95	10449	subB
ML	1 /37	MLC	4 136.80	136.90	0.10	1.408	13.41	8.23	34.77	43.59	1.25	5192	2.11	1.500	9.50	40.15	5996	2.44	4.06	10272	subB
ML	1 /37	MLC	7 138.25	138.35	0.10	1.388	10.81	16.45	35.79	36.94	1.03	4925	0.82	1.456	18.45	40.13	5522	0.58	1.06	10788	subA
ML	1 /37	MLC	6 137.75	137.85	0.10	1.448	13.01	25.88	28.35	32.76	1.16	4085	0.46	1.552	29.75	32.59	4696	0.53	1.13	10209	subB
ML	1 /37	MLC	2 136.10	136.20	0.10	1.489	13.17	27.39	28.06	31.38	1.12	3825	1.04	1.808	31.54	32.32	4405	1.20	2.72	9783	subB
ML	1 /37	MLC	3 136.50	136.60	0.10	1.681	9.77	44.36	23.02	22.85	0.99	2791	1.23	1.815	49.16	25.51	3093	1.26	4.41	9652	subB
ML	1 /37	MLC	1 135.70	135.80	0.10	1.719	11.49	47.77	23.29	17.45	0.75	2882	1.28	1.895	53.97	26.31	3256	1.45	4.44	10740	subA
ML	1 /37	C	2.33	2.33	0.00	1.457	12.44	20.82	31.19	35.55	1.14	4412	0.94	1.558	23.78	35.62	5039	1.12	2.23	10253	subB
ML	1 /37	CSH	0.00	0.00	0.00	1.719	11.49	47.77	23.29	17.45	0.75	2882	1.28	1.895	53.97	26.31	3256	1.45	4.44	10740	subA
ML	1 /37	MDST	0.22	0.22	0.00	1.289	14.83	8.45	35.87	40.85	1.14	5290	1.09	1.357	9.92	42.12	6211	1.28	2.06	10487	subB
ML	7 /37	MLC	39 276.90	277.00	0.10	1.300	14.69	9.22	34.42	41.67	1.21	5230	1.01	1.371	10.81	40.35	6131	1.18	1.93	10464	subB
ML	7 /37	MLC	34 274.65	274.75	0.10	1.337	13.22	17.64	33.60	35.54	1.06	4725	0.38	1.409	20.33	38.72	5445	0.44	0.80	10510	subA
ML	7 /37	MLC	38 276.40	276.50	0.10	1.360	13.85	18.47	30.52	37.16	1.22	4567	0.51	1.444	21.44	35.43	5301	0.59	1.12	10273	subB
ML	7 /37	MLC	35 274.95	275.05	0.10	1.368	12.96	22.82	30.27	33.95	1.12	4364	0.39	1.447	26.22	34.78	5014	0.45	0.89	10428	subB
ML	7 /37	MLC	37 275.90	276.00	0.10	1.444	11.13	36.36	27.28	25.21	0.92	3551	0.45	1.529	40.94	30.70	3996	0.51	1.27	10534	subA
ML	7 /37	MLC	36 275.40	275.50	0.10	1.349	13.45	18.70	32.04	35.81	1.12	4600	0.64	1.426	21.61	37.01	5350	0.74	1.39	10450	subB
ML	7 /37	CSH	0.10	0.10	0.00	1.349	13.45	18.70	32.04	35.81	1.12	4600	0.64	1.426	21.61	37.01	5350	0.74	1.39	10450	subB
ML	7 /37	MDST	0.05	0.05	0.00	1.304	23.75	7.50	33.41	35.34	1.06	4791	2.35	1.440	9.84	43.82	6283	3.08	4.31	9388	subC
ML	23 /37	MLC	153 68.00	68.05	0.05	1.304	23.75	7.50	33.41	35.34	1.06	4791	2.35	1.440	9.84	43.82	6283	3.08	4.31	9388	subC
ML	23 /37	MLC	157 70.90	70.95	0.05	1.304	23.75	7.50	33.41	35.34	1.06	4791	2.35	1.440	9.84	43.82	6283	3.08	4.31	9388	subC
ML	23 /37	MLC	154 68.45	68.50	0.05	1.313	19.14	12.03	30.13	35.70	1.08	4722	2.77	1.418	14.88	40.97	5840	3.43	5.27	9781	subB
ML	23 /37	MLC	156 69.65	69.70	0.05	1.356	20.75	11.97	32.16	35.12	1.09	4377	3.68	1.495	15.10	40.58	5523	4.64	8.41	9047	subC
ML	23 /37	MLC	155 69.15	69.20	0.05	1.314	24.95	12.02	30.41	33.22	1.09	4437	1.88	1.462	15.89	40.20	5865	2.49	4.24	9179	subC
ML	23 /37	MLC	152 67.65	67.70	0.05	1.736	13.50	59.51	16.21	10.78	0.67	1642	1.16	1.961	68.80	18.74	1898	1.34	7.06	8257	subA
ML	23 /37	C	1.73	1.73	0.00	1.316	21.99	10.69	32.20	35.12	1.09	4602	2.75	1.448	13.71	41.27	5859	3.52	5.97	9369	subC
ML	23 /37	CSH	0.77	0.77	0.00	1.736	13.50	59.51	16.21	10.78	0.67	1642	1.16	1.961	68.80	18.74	1898	1.34	7.06	8257	subA
ML	23 /37	MDST	0.05	0.05	0.00	1.736	13.50	59.51	16.21	10.78	0.67	1642	1.16	1.961	68.80	18.74	1898	1.34	7.06	8257	subA
ML	8 /38	MLC	24 241.00	241.05	0.05	1.301	13.82	5.23	36.95	44.00	1.19	5516	0.75	1.367	6.07	42.88	6401	0.87	1.36	10529	subA
ML	8 /38	MLC	25 241.50	241.55	0.05	1.337	15.21	9.01	35.23	40.55	1.15	4989	0.53	1.423	10.63	41.55	5884	0.65	1.10	9651	subB
ML	8 /38	MLC	26 242.00	242.05	0.05	1.459	11.68	25.09	30.31	32.92	1.09	4182	0.63	1.553	28.41	34.32	4735	0.71	1.51	10331	subB
ML	8 /38	C	2.57	2.57	0.00	1.365	13.57	12.95	34.21	39.23	1.15	4903	0.64	1.448	15.03	39.58	5673	0.74	1.31	10272	subB
ML	8 /38	CSH	0.00	0.00	0.00	1.365	13.57	12.95	34.21	39.23	1.15	4903	0.64	1.448	15.03	39.58	5673	0.74	1.31	10272	subB
ML	8 /38	MDST	0.18	0.18	0.00	1.365	13.57	12.95	34.21	39.23	1.15	4903	0.64	1.448	15.03	39.58	5673	0.74	1.31	10272	subB
ML	2 /38	C	1.19	1.19	0.00	1.365	13.57	12.95	34.21	39.23	1.15	4903	0.64	1.448	15.03	39.58	5673	0.74	1.31	10272	subB
ML	2 /38	CSH	0.57	0.57	0.00	1.365	13.57	12.95	34.21	39.23	1.15	4903	0.64	1.448	15.03	39.58	5673	0.74	1.31	10272	subB
ML	2 /38	MDST	0.79	0.79	0.00	1.365	13.57	12.95	34.21	39.23	1.15	4903	0.64	1.448	15.03	39.58	5673	0.74	1.31	10272	subB
Mae Larnao U/G		COAL	2.00	2.00	0.00	1.288	30.00	12.97	26.86	30.17	1.12	3843	1.07	1.470	18.53	38.37	5490	1.53	2.79	8037	subA
		CSH	0.29	0.29	0.00	1.565	25.00	46.04	16.89	12.07	0.71	1933	1.05	1.929	61.38	22.53	2577	1.39	5.41	6895	subA
		MDST	0.26	0.26	0.00	1.818	20.00	72.36	7.64	0.00	0.00	0.00	0.00	2.285	90.45	9.55	0	1.00			
		ROM including OSD	2.55	2.55	0.00	1.373	28.02	25.18	23.00	23.80	1.03	3083	1.03	1.607	34.98	31.96	4282	1.43	3.35	7610	subA
		PRODUCT	2.55	2.55	0.00	1.334	28.98	19.52	24.85	26.65	1.07	3452	1.06	1.545	27.49	34.98	4861	1.49	3.07	7865	subA

表 3. 3-6 露天坑生産炭の炭質 1/2

hole No.	sample No.	from	to	thick	as analyzed basis				dry basis				ASTM class								
					SoGr	M	ASH	VM	FC	(FR)	CV	TS	SoGr	ASH	VM	CV	TS	T.Smg/kcal	Btu/lb	Class	
ML	1 /37	MLC	5	137.25	137.35	1.336	14.49	3.62	36.77	45.12	1.23	5576	0.53	1.417	4.23	43.00	6521	0.82	0.95	10449	subB
ML	1 /37	MLC	10	139.75	139.85	1.409	13.62	7.48	35.58	43.02	1.22	5127	1.41	1.506	8.66	41.19	5935	1.63	2.75	10048	subB
ML	1 /37	MLC	4	136.80	136.90	1.406	13.41	8.23	34.77	43.59	1.25	5192	0.51	1.500	9.50	40.15	5996	2.44	4.06	10272	subB
ML	1 /37	MLC	7	138.25	138.35	1.388	10.81	16.46	35.79	36.94	1.03	4925	2.12	1.456	16.45	40.13	5522	0.58	1.06	10783	subA
ML	1 /37	MLC	9	139.25	139.35	1.477	12.65	18.68	32.30	36.37	1.13	4444	0.53	1.587	21.39	36.98	5088	0.61	1.19	10024	subB
ML	1 /37	MLC	12	140.75	140.85	1.557	10.53	19.48	35.57	34.42	0.97	4058	0.62	1.666	21.77	39.76	4536	8.95	15.33	9253	subC
ML	1 /37	MLC	11	140.25	140.35	1.470	9.30	24.10	35.33	31.27	0.88	4384	2.03	1.548	26.57	38.95	4834	2.24	4.63	10692	subA
ML	1 /37	MLC	6	137.75	137.85	1.448	13.01	25.88	28.35	32.76	1.16	4085	0.46	1.552	29.75	32.59	4696	0.53	1.13	10209	subB
ML	1 /37	MLC	2	136.10	136.20	1.489	13.17	27.39	28.06	31.38	1.12	3825	1.04	1.608	31.54	32.32	4405	1.20	2.72	9783	subB
ML	1 /37	MLC	3	136.50	136.60	1.681	9.77	44.36	23.02	22.85	0.99	2791	1.23	1.815	49.16	25.51	3093	1.36	4.41	9652	subB
ML	1 /37	MLC	8	138.75	138.85	1.759	6.87	47.29	26.61	19.23	0.72	2737	3.48	1.663	50.78	28.57	2939	3.74	12.71	10109	subB
ML	1 /37	MLC	1	135.70	135.80	1.719	11.49	47.77	23.29	17.45	0.75	2882	1.28	1.896	53.97	26.31	3256	1.45	4.44	10740	subA
		COAL				1.465	12.08	19.43	32.58	35.91	1.10	4451	1.60	1.566	22.10	37.06	5063	1.82	3.59	10152	subB
		CSH				1.739	9.18	47.57	24.32	18.33	0.74	2813	2.35	1.880	52.37	27.44	3098	2.59	8.37	10449	subB
		MDST				0.30															
ML	7 /37	MLC	39	276.90	277.00	1.289	14.83	8.45	35.87	40.85	1.14	5290	1.09	1.357	9.92	42.12	6211	1.28	2.06	10487	subB
ML	7 /37	MLC	34	274.65	274.75	1.300	14.69	9.22	34.42	41.67	1.21	5230	1.01	1.371	10.81	40.35	6131	1.18	1.93	10464	subB
ML	7 /37	MLC	40	277.40	277.50	1.292	13.67	10.57	36.11	39.65	1.10	5280	0.72	1.355	12.24	41.83	6116	0.83	1.36	10756	subA
ML	7 /37	MLC	45	279.95	280.05	1.423	13.85	14.06	34.03	38.06	1.12	4983	1.04	1.527	16.32	39.50	5784	1.21	2.09	10585	subA
ML	7 /37	MLC	46	280.45	280.55	1.425	15.42	15.94	32.11	36.53	1.14	4559	0.42	1.545	18.85	37.96	5390	0.50	0.92	9915	subB
ML	7 /37	MLC	38	276.40	276.50	1.337	13.22	17.64	33.60	35.54	1.06	4725	0.54	1.409	20.33	38.72	5445	0.80	0.80	10510	subA
ML	7 /37	MLC	35	274.95	275.05	1.360	13.85	18.47	30.52	37.16	1.22	4567	0.51	1.444	21.44	35.43	5301	0.59	1.12	10273	subB
ML	7 /37	MLC	37	275.90	276.00	1.368	12.96	22.82	30.27	33.95	1.12	4364	0.39	1.447	26.22	34.78	5014	0.45	0.89	10428	subB
ML	7 /37	MLC	44	279.40	279.50	1.524	13.31	24.07	29.75	32.87	1.10	4170	0.29	1.657	27.77	34.32	4810	0.33	0.70	10145	subB
ML	7 /37	MLC	43	278.90	279.00	1.537	13.60	27.23	27.24	31.93	1.17	3821	0.42	1.579	31.52	31.53	4422	0.49	1.10	9745	subB
ML	7 /37	MLC	42	278.40	278.50	1.583	12.57	31.93	26.07	29.43	1.13	3665	0.34	1.728	36.52	29.82	4192	0.39	0.93	10072	subB
ML	7 /37	MLC	41	277.90	278.00	1.565	11.97	32.18	25.88	29.97	1.16	3654	0.32	1.685	36.56	29.40	4151	0.36	0.88	10083	subB
ML	7 /37	MLC	36	275.40	275.50	1.444	11.13	30.38	27.28	25.21	0.92	3651	0.45	1.529	40.94	30.70	3996	0.51	1.27	10534	subA
ML	7 /37	MLC	50	282.60	282.70	1.741	8.95	47.28	23.22	20.55	0.89	2750	0.79	1.878	51.93	25.50	3020	0.87	2.87	10124	subB
ML	7 /37	MLC	48	281.45	281.55	1.773	9.14	48.80	23.19	18.87	0.81	2704	1.65	1.922	53.71	25.52	2976	1.82	6.10	10314	subB
ML	7 /37	MLC	47	280.95	281.05	1.583	8.63	50.38	20.84	20.15	0.97	2529	0.38	1.675	55.14	22.81	2768	0.42	1.50	9989	subB
ML	7 /37	MLC	49	281.95	282.05	1.862	7.92	55.47	21.13	15.48	0.73	2163	1.59	2.011	60.24	22.95	2349	1.73	7.35	9725	subB
		COAL				1.420	13.467	20.986	31.048	34.889	1.124	4457	0.570	1.519	23.601	35.680	5151	0.658	1.278	10523	subB
		CSH				1.740	8.660	50.469	22.100	18.771	0.849	2538	1.102	1.872	55.254	24.195	2778	1.207	4.343	10054	subB
		MDST				0.00															
ML	23 /37	MLC	153	68.00	68.05	1.304	23.75	7.50	33.41	35.34	1.06	4791	2.35	1.440	9.84	43.82	6283	3.08	4.91	9088	subC
ML	23 /37	MLC	157	70.90	70.95	1.304	21.98	10.01	31.83	36.18	1.14	4689	3.09	1.426	12.83	40.80	5984	3.96	6.02	9429	subC
ML	23 /37	MLC	154	68.45	68.50	1.313	19.14	12.03	33.13	35.70	1.08	4722	2.77	1.418	14.88	40.97	5840	3.43	5.87	9781	subB
ML	23 /37	MLC	156	69.65	69.70	1.356	20.35	11.97	32.16	35.12	1.09	4377	3.68	1.496	15.10	40.58	5523	4.64	8.41	9047	subC
ML	23 /37	MLC	155	69.15	69.20	1.314	24.35	12.02	30.41	33.22	1.09	4437	3.88	1.462	15.89	40.20	5865	2.49	4.24	9179	subC
ML	23 /37	MLC	158	70.28	70.35	1.431	18.27	26.03	27.28	28.42	1.04	3694	4.02	1.584	31.85	33.38	4520	4.92	10.88	9254	subC
ML	23 /37	MLC	152	67.65	67.70	1.736	19.50	59.51	16.21	10.78	0.67	1642	1.34	1.951	68.80	18.74	1898	1.34	7.06	8257	subA
		COAL				1.536	21.37	13.15	31.42	34.05	1.08	4458	2.95	1.471	16.73	39.95	5669	3.75	6.62	9357	subC
		CSH				1.736	13.50	59.51	16.21	10.78	0.67	1642	1.16	1.961	68.80	18.74	1898	1.34	7.06	8257	subA
		MDST				0.00															

坑内掘坑生産炭の炭質 2/2

hole No.	sample No.		as analyzed basis										dry basis					ASTM class				
	from	to	thick	SpGr	M	ASH	VM	FC	(FR)	CV	TS	SpGr	ASH	VM	CV	TS	TSmp/coal	Btu/lb	Class			
ML	8 /38	MLC 24	241.00	241.05	0.05	1.301	13.82	5.23	36.95	44.00	1.19	5516	0.75	1.367	6.07	42.88	6401	0.87	1.36	10529	subA	
ML	8 /38	MLC 25	241.50	241.55	0.05	1.337	15.21	9.01	35.23	40.55	1.15	4989	0.55	1.423	10.83	41.55	5884	0.65	1.10	9951	subA	
ML	8 /38	MLC 27	242.50	242.55	0.05	1.342	14.48	12.08	33.95	39.49	1.16	5104	0.51	1.424	14.13	39.70	5968	0.60	1.00	10570	subA	
ML	8 /38	MLC 30	244.00	244.05	0.05	1.353	11.71	21.75	31.31	35.23	1.13	4386	0.72	1.419	24.63	35.46	4968	0.82	1.64	10325	subB	
ML	8 /38	MLC 32	245.00	245.05	0.05	1.496	11.48	23.57	29.97	34.98	1.17	4181	1.12	1.599	26.63	33.86	4723	1.27	2.68	10104	subB	
ML	8 /38	MLC 26	242.00	242.05	0.05	1.459	11.88	25.09	30.31	32.92	1.09	4182	0.63	1.553	28.41	34.22	4725	0.71	1.51	10331	subB	
ML	8 /38	MLC 31	244.50	244.55	0.05	1.532	10.15	28.68	29.73	31.44	1.06	3771	2.74	1.680	31.92	33.09	4197	3.05	7.27	9850	subB	
ML	8 /38	MLC 35	246.50	246.55	0.05	1.496	10.81	29.61	28.52	31.06	1.09	3861	0.60	1.592	33.20	31.98	4329	0.67	1.55	10223	subB	
ML	8 /38	MLC 34	246.00	246.05	0.05	1.577	11.15	31.83	26.95	30.07	1.12	3673	0.50	1.700	35.82	30.33	4134	0.56	1.36	10079	subB	
ML	8 /38	MLC 33	245.50	245.55	0.05	1.527	10.28	33.51	26.29	29.52	1.12	3605	0.42	1.625	37.80	29.30	3907	0.47	1.20	9958	subB	
ML	8 /38	MLC 36	246.95	247.00	0.05	1.680	9.56	36.90	27.02	24.52	0.91	3343	1.96	1.810	43.01	29.28	3696	2.19	5.92	10402	subB	
ML	8 /38	MLC 29	243.50	243.55	0.05	1.585	9.09	41.43	23.67	25.81	1.09	3082	0.44	1.683	45.57	28.04	3390	0.48	1.43	10044	subB	
ML	8 /38	MLC 28	243.00	243.05	0.05	1.617	8.94	41.66	25.99	23.41	0.90	3157	0.73	1.721	45.75	28.54	3467	0.80	2.31	10340	subB	
COAL					6.03	1.482	11.41	26.14	29.77	32.68	1.10	4075	0.90	1.581	29.50	33.61	4600	1.01	2.20	10228	subB	
					0.10																	
					0.78																	
MLG	2 /38	COAL			4.82																	
					0.99																	
					0.10																	
					0.10																	
Mine Location	O/G		as mined basis										dry basis					ASTM class				
			thick	SpGr	M	ASH	VM	FC	(FR)	CV	TS	SpGr	ASH	VM	CV	TS	TSmp/coal	Btu/lb	Class			
COAL			4.72	1.322	30.00	16.12	25.64	28.24	1.10	3584	1.27	1.534	23.04	36.63	5121	1.81	3.53	7802		uGA		
CSH			0.40	1.553	25.00	44.11	17.59	13.30	0.76	1944	1.28	1.904	58.81	23.46	2591	1.71	6.61	6643		uGA		
MOIST			0.24	1.818	20.00	72.36	7.64	0.00	0.00	0	0.80	2.285	90.45	9.55	0	1.00						
ROM			5.36	1.361	28.99	21.80	23.90	25.31	1.08	3235	1.24	1.596	30.71	33.65	4555	1.75	3.84	7802		uGA		
PRODUCT				1.344	29.43	19.31	24.70	26.56	1.08	3394	1.26	1.570	27.36	35.00	4810	1.79	3.72	7707		fRA		

## 4 地質データベース

### 4.1 タイ国石炭資源管理基本計画における石炭データベース

第2章で述べた様に、DMRは「タイ国石炭資源管理基本計画」を1997年9月に（同年4月付）に策定した。同基本計画では、地質データベースについては「石炭データベース」として述べられている。本調査が実施されたのとはほぼ同時期に、同基本計画が策定された。DMRにおける地質データベースの必要性と概念を明確に示すものとして、同基本計画の「石炭データベース」の記述は、本調査の地質データベースを紹介したものとなっている。以下、その主要部分を紹介する。

#### 石炭データベース

石炭データベースにおいて、地質情報の編集・解釈を行うために処理されるデータは、地質調査から得られる量と質についての数値データである。個々のデータは、他の関連するデータと纏めに出来なければならない。それぞれ異なった「表」（データ単位、ファイル）に記録されているデータでも、関連するものは1グループとして取り扱えなければならない。たくさんの「表」に関連するデータが跨っていても、「問合せ」により必要とするデータを選び出せなくてはならない。「定型メニュー」がデータ修正や問い合わせの道具として利用される。「定型メニュー」はデータ修正だけでなく、データの入力、簡単なデータ取りまとめ、等の基本的な操作が行えるものも備えられていなければならない。また、データベースはプリントアウト出来る「レポート」の機能がなければならない。

これら上記の機能は「マクロ」、処理手順記述プログラムにより記述されており、キー操作やマウス操作による命令の選択により「マクロ」は実行され、データの取りまとめ、プリントアウト等が行われる。

最近では、汎用のデータベース・ソフトウェアが広く流通し、利用されておりその基本的な仕様を示す。

Table	データ入力
Query	データ検索・選択
Forms	データ編集・計算・グループ分け
Macro	処理手順記述プログラム

#### 4. 2 本調査の地質データベース

本調査の地質データベースは、前述のDMR石炭資源管理基本計画に述べられている、地質データベースに関する機能を全て行える様に作成された。

##### 4. 2. 1 基本概念

###### 1) 簡単に操作、検索・解析が出来る、信頼性のある市販ソフトの採用

本データベースはロータス社アプローチ（スマートスーツ'97版）を採用、作成した。

###### 2) 簡素化のために岩相のコード化法を採用する。

###### 3) 本データベースで取り扱うデータ

本データベースで処理・蓄積するデータは次、

地質データ： 試錘又は露頭調査の位置、深度、岩相コード

炭質データ： 水分、灰分、揮発分、発熱量、硫黄分、比重

本データベースで処理するが蓄積はしないデータは次、

物理検層データ： 比抵抗検層、自然電位検層、密度検層、自然ガンマ線検層、  
中性子検層

#### 4. 2. 2 データの組

全岩相コードとデータの組の構成を図4. 2-1に示す。

#### 4. 2. 3 ハードウェアの構成

##### ・コンピュータ

IBM PC model:657637C

- CPU INTEL PENTIUM 75 MHz.
- 8 MB RAM, 1GB SCSI-2 HDD, SCSI Controller
- 256 KB Cache, PCI Local BUS 64-bit 1MB/2MB
- 3.5"1.44 MB FDD, IBM Mouse, PCI/ISA Bus
- SONY 17" CPD1730 Color Monitor
- 8 MB RAM Expansion (Total 16 MB)
- Windows 95

##### ・プロッター

HP Designjet 600 Plotter (A0 Size)

##### ・プリンター

EPSON Printer Stylus ProXL

データベースのデータ蓄積容量は、コンピュータシステムのハードディスク容量に依存する。本データベースのコンピュータは1Gバイトのハードディスクを装備しており、本調査および当面のDMRの調査の岩相データの蓄積には十分である。一般に、物理検層データは試錘の岩相データに比べ多くの記録用メモリーを必要とする、更に各試錘孔には数種類の物理検層データがある。このため、本データベースでは物理検層データも取り扱うがハードディスクに蓄積しない。日に日にハードディスクの容量は増加し、かつその価格は低下している、またDMR内のコンピュータ・ネットワーク(LAN)も設置された。したがって、必要に応じて増設用ハードディスクの購入は容易であり、LANを通じ他のコンピュータのハードディスクを借用することも可能である。

#### 4. 2. 4 データフロー

本データベースにのデータフローチャートを図4. 2-2 に示す。

#### 4. 2. 5 データ入力

各層の主コード及び深度が"From"と"To"の形式で入力される。主コードはメニューの中から粒径を選択するだけで決められ、この選ばれたに主コードによって定められた次の画面に移る。層厚は自動的に"From"と"To"のデータから計算される。データはデータファイルに岩相コードの組として保管される。

#### 4. 2. 6 データ解析と結果の出力

##### (1) データ解析とレポート機能

本データベースに蓄積されたデータを解析するには二通りの方法がある。

##### 1) アプリケーションソフトウェア (ロータス、アプローチ) のデータ

検索機能を使うことにより検索・解析が行える。しかし、これにはコンピュータの操作、本ソフトウェアの操作に多少の経験が必要である。

2) データを解析を行う他の方法は、定型のレポート機能を使うものである。この方法は項目を画面上で選択するだけで容易に行える。頻繁に使用されると見込まれる次の8種類のレポートフォームが用意されている。

Report 1: Borehole List

Report 2: Current Record

Report 3-1: Stratum List (Borehole)

Report 3-2: Stratum List (Basin)]

Report 4: Lithologic Report

Report 5-1: Summary (All)

Report 5-2: Summary (Basin)

## Report 5-3: Summary (Borehole)

### (2) 岩相柱状図

本データベースは、岩相コード・岩相パターン及び深度データを含む岩相柱状図を出力できる。

### (3) 物理検層柱状図

物理検層データが利用出来る場合、本システムでは岩相コード及びパターンと共に物理検層柱状図を出力できる。



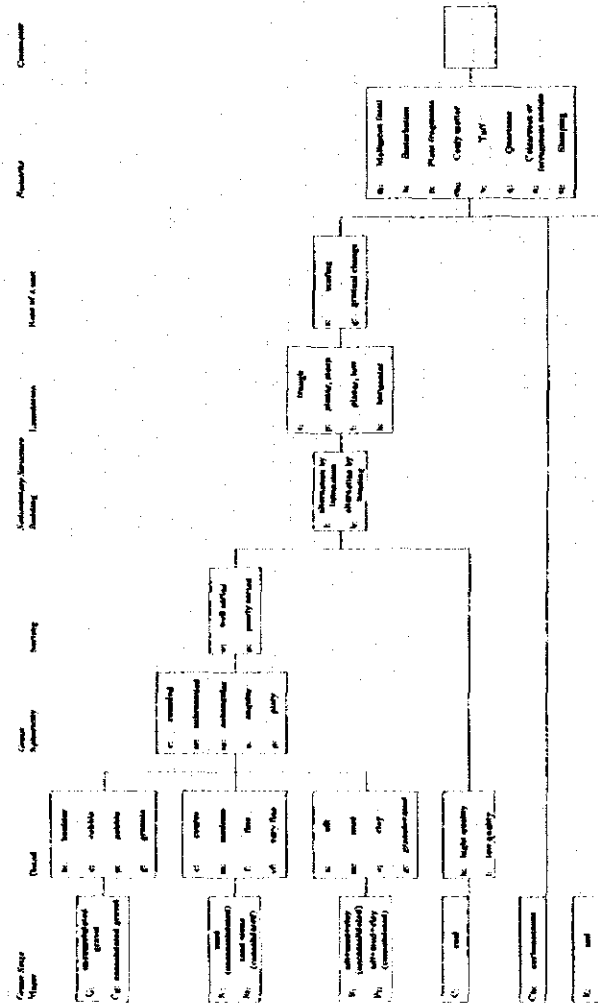


図 4. 2-1 全社組織とグループの構成

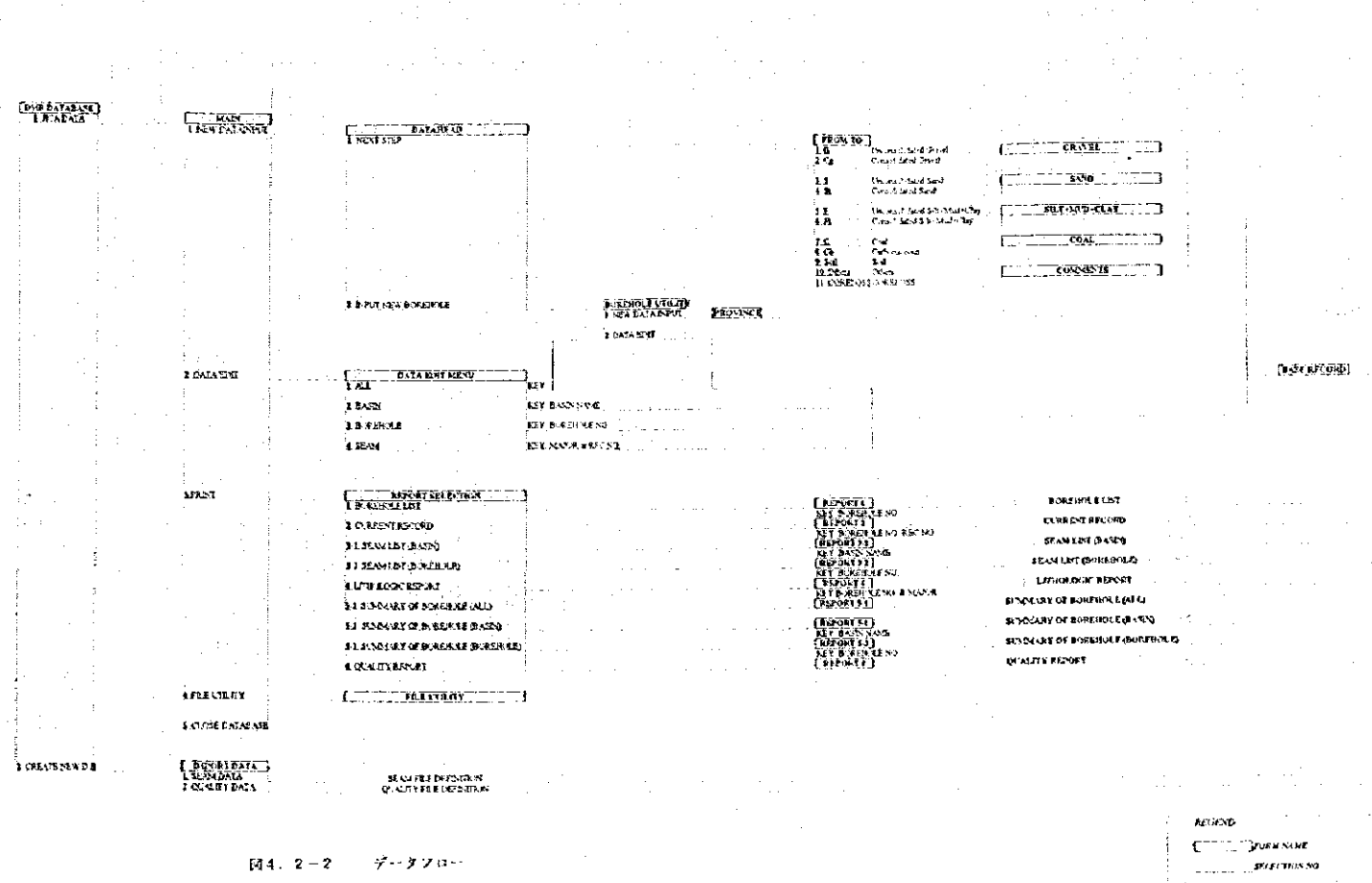


図4. 2-2 データフロー



## 5. 技術移転

1. 2 調査の目的に記載のように、本調査の目的の一つは、「3 炭層堆積盆の探査・解析・開発の検討を実施し、タイ側カウンターパート(タイ国工業省鉱物資源局(DMR)の石炭探査・開発課)に対して石炭の探査・評価技術を移転する。」ことであった。

技術移転はインセプション・レポートに示した計画に従い、共同調査、現地での実務訓練、セミナーおよび探査資料の解析結果の説明などを通して実施した。タイ国の社会環境やDMRの人材不足等の障害はあったが、DMR側の真摯な態度、カウンターパート調査団員各自の意欲的な取り組みにより、十分所期の目的を達成し完了した。

また、DMR石炭探査課は1996年6月に石炭探査・開発課に名称変更し、業務拡大を計画している。この業務拡大には技術力拡充を必要とするが、DMRは本調査を通じ必要な探査・評価技術を得ることが出来た。本調査は時期を得た技術協力であった事が特筆される。

### 5. 1 タイ国の鉱山技術者の一般的な環境

#### (1) 鉱山技術者の社会的地位

##### 1) タイ国の鉱業政策

現状のタイ国の経済は、繊維産業などの軽工業や外国の投資による電子・機械産業などの繁栄による著しい経済発展を経て、現在は停滞期にさしかかっている。この経済発展は生活水準の向上とあいまってエネルギー需要の急増を招いているので、国内のエネルギー資源を開発して輸入原油量の急増を防ぐのが国の重要政策になっている。特にタイ国北部の産業は、輸送手段が貧弱であるために輸入エネルギーへ依存できなく、地元で開発できる褐炭資源がエネルギー源として重要である。

##### 2) 技術の発達と技術者の評価

タイ国における新しい産業は、一般に外国からの技術導入によるものが主である。そのために先進国の技術指導に依存し、自主的に科学技術の基盤を充実し難い現状にある。例えばタイ国の産業で比較的早期に創業されたセメント産業をとってみると、当初は外国からの技術導入を図ったが、以降目ざましい発展を遂げ、現在では世界の最先端の製造技術に到達していると言えよう。しかしながら未だにプラントや製造プロセスは輸入に依存している。

このような開発途上国の産業構造であるため、海外の技術を導入できる能力が評価され、海外留学者が求められる。そして留学経験者は高級管理職として優遇されるのが普通である。したがって留学経験者が実務の中心になって、その組織の自主的な技術の発展を成就するのは、大組織ならば可能であろうが、一般には困難な環境下にある。

### 3) 鉱山技術の水準と大学教育

今次技術移転の対象者は探査技術者であったので、主に探査技術者について述べる。探査の基礎になる地質学は、諸論文から判断する限り、タイ国は世界的な水準にあると言えよう。その鉱業への応用である鉱山地質学は、石油鉱業などは世界の最先端水準にあらう。石炭地質学についても非常に優れた論文が発表されている。この著者は大企業の技術者であるところから、一部の大きな組織では自主的に技術を発展させ世界の水準に至っていると思われる。事実 E G A T(電力公社)は、当初は海外から技術導入を行って Mae Moh 炭鉱の開発に成功し、以降はほとんどをタイの技術者が探査・開発を行っている。そのために社内でセミナーを開催して自主的な技術の改善に努力しているとの説明があった。

タイ国の地質学教育はチュラロンコン、チェンマイ、コンケーンの三大学が主である。これらの大学出身者は、今次調査で判断する限り、一般に高度な概念の知識はあるが、基礎的な調査技術ならびにその応用能力に問題のある。この問題は実習や実務教育の不備に由来するものであり、あながち開発途上国に限られる問題ではなく、先進国にも見られる問題である。したがって有能な探査技術者を育成するには、職場での経験者の指導による実務教育が必要なことは各国同様である。

### 4) コンピューター使用の問題

タイ国ではDMRに限らずコンピューターが普及しており、各所で日常業務に使用されている。そのため、今次調査で作成した地質データベースは調査作業の標準化と合理化のために有効であり、移転された技術の中では最も速く業務に取り入れる体制ができた。さらにDMRから、本地質データベースに物理検層データ自動解析ソフトの付加の希望が示されたが、現在市販されているソフトでは完全な自動解析は困難で、終始技術者の判断をインプットする必要がある、この判断ができなければ解析は出来ないのも今次調査では付加しない旨を説明した。この事は、経験と知識を要する

技術に対して、適当な人材が育たない悩みと、コンピューターへの大きすぎる期待が現れていると感じられた。

#### 5) 鉱山技術者の志望者

タイ国では鉱山技術、特にエネルギー資源開発が国家の重要政策であり、民間の石炭鉱山では若い技術者が活躍している。したがって鉱山技術者の社会的な地位は高いものと思われるが、実際には鉱山技術者となることを好まない傾向が窺える。この理由は鉱山技術者、特に探査技術者は長期間家庭を離れて、生活環境の劣悪な僻地で生活し、汚い、危険な、きつい野外作業に従事しなければならない事によるものと思われる。地質学が基礎科学としての古い歴史がある先進国でも、この傾向は顕著である。(米国のコロラド鉱山大学は世界の名門であるが、志望者が減少していると言われる。) さらにタイ国の大学卒業生は裕福な家庭出身のエリートであり、管理職として事務所に勤務する方が、現場作業に従事するよりも好まれるのは無理ないであろう。

#### 6) 技術者の流動性

タイ国の経済発展は有能な技術者や数少ない大学卒業生の需要を急増させている。そのため少しでも有利な職場に転職するのが当然となり、長期にわたって同じ職場で研鑽を重ね、技術者として成長する環境にない。事実 DMRの永年勤続者には、他の職場に栄転できないために残っていると陰口されている技術者がいる。

#### 7) 科学技術に対する自主的態度

技術移転についての本質的な問題として、技術の基礎である科学、科学教育の問題について言及する必要がある。本来探査の基礎である地質学は、先進国では自然科学として確立されている。ところが後進国では、自然科学としてよりも、むしろ応用面が重要視され、科学としての教育と訓練が不十分になっている。その結果、技術者は自然を対象にして自分自身で調査して考察する自主的な態度(技術者としての積極性)が乏しい。そして豊かな自然の宝庫に気が付かないままに、外国の概念を検証しないままに適應させている。この例がPhrae 堆積盆の調査に現れている。ここの地質の模式地である国立公園は多数の地質学者が調査したはずである。しかしその堆積物の特異性については誰も気が付いていなかった。調査団はこの特異性が炭層の堆積を規制

した事実を解明した（詳細は調査報告書参照）。この事実が解明されていなかった事、および探査が進み、多数の地質学者が訪れたはずのMae Moh 炭鉱にも同様な現象が観察される事から、タイ国の地質学の基礎の不十分さが指摘できる。無論優れた論文を公表している優秀な地質学者が多数活躍しているのは承知しているが、こと石炭資源の探査に係わる地質学では、自主的な発展が十分とは言えないであろう。

## (2) DMRの探査技術者の環境

DMRには有能な若手探査技術者がこれまで育っていない問題は、前述の鉱山技術者の一般的な環境に加えて、次に示すようなタイ国家公務員に特有の問題がある。

### 1) 公務員の給与の制限

タイ国では財政対策として、国家公務員の給与を数年にわたり凍結している。また、例えば重点政策を担うエネルギー関係者であっても、特別なメリットが給付されず、一般公務員と同等の待遇との事である。したがって民間企業との間に次のような給与の差が生じている。

(聞き取り例) 経歴5～10年の探査技術者の給与(国家公務員C5級、探査班長クラス)

所 属	給与 (千バーツ)	ボーナス (月額/年)	その他
DMR (石炭)	9.25	0	
EGAT (電力公社)	13~15.0	3	福利厚生に恵まれている。
民間石炭鉱業	20~30.0	3	
民間コンサルタント	20	1	
DMR (石油)	9.25	0	開発業者の設備利用が可。

この様に給与の差があるため、元来労働流動性の高い環境とあいまって、少しでも待遇の良い職場へ転職したいとの希望が強い。そのためか民間企業の給与の情報について非常に詳しい。これを反映して、DMRは技術者の定着率は悪く、本調査の開始直、地質学科卒業の2名の若手が民間へ転職し、代替えに他の学科の卒業生が採用されている。

### 2) 海外研修と留学

DMRはこのような待遇の差を埋めるためと推察されるが、海外出張の機会を与えたり海外留学を認可している。職責を遂行するための専門技術ならば効果があろう。しかしほとんどの場合が石炭の利用技術や、物理探査の高度なセミナーなどである。化

学、物理学、地球物理学などの基礎知識を必要とし、専門技術者でなければ効果が乏しいであろう。この海外研修は、DMRが待遇が劣る代償として、タイ一般国民としては未だ高嶺の花である海外旅行を給付していると思わざるを得ない。本調査の期間中も、担当者が探査作業を中断してかなりの頻度で海外出張し、そのため調査スケジュール調整に難渋したことがあった。

また異常なほど海外留学の熱意が高く、これは海外留学して学位を取得すれば一挙に管理職に昇進できる可能性があるためと思われる。留学希望先が、石炭資源の探査・開発に関連する、あるいはその基礎である地質学の大学院あるいは研究所ならば、将来貢献の可能性があるので賛成できる。しかし一部には、比較的容易に学位の取得できる、例えば利用技術などが専攻できる所を考えている者もいる。このような留学も大きくはタイ国のため、また本人の将来の転職には役立つであろうが、DMRの将来にとっては考えものであろう。

### 3) 探査の基礎である地質学の教育

確かにDMRの技術者は知識があり、海外研修や留学も可能で、タイ国では優れた集団であろう。しかし実務能力が非常に幼稚としか言えないのは、DMRのこれまでの業務が幼稚なレベル以上を要求していなく、また全員が同じレベルで安逸に過ごせるため、新たな知識を習得して実務に反映させようとする技術者の意欲が養成されないためであろう。この問題の原因には、大学教育が自主的な観察と思考を行う訓練に欠けている点なども指摘できよう。本調査の技術移転に際しては、探査の基礎技術とともに、自主的な観察と思考が地質学に必要な事を繰り返し指導した。この自主的な観察と思考のためには、高額な機器は全く不要であり、単に拡大鏡一つで十分である。開発途上国では技術移転すなわち全て高額な機器の供与と考えているらしいが、無論高性能の新鋭機器が有効と同時に、基礎教育、特に精神面が必要な事は論を待たないであろう。特に探査業務の場合には、対象である地質を解明する喜びが見いだせない限り、自主的な技術の向上と発展は期待できないであろう。

### 4) 人材不足の問題

DMRは元来技術指導者も少なく、自主的な技術の発展ができないので、10年前から実施している簡易探査技術（詳細は後述）から進歩できなかった。言うなればDM



Rは初歩石炭探査技術者の人材銀行であった。現在DMR石炭探査・開発課において技術指導が可能な職員は Somchai氏のみである。彼は石油探査の実務経験があり、基礎の地質学の学識が豊富でまた石炭開発関連の技術にも造詣の深い貴重な人材である。しかし、この貴重な彼ですら次の様な問題点がある。

#### < 石油探査技術の石炭探査への応用 >

石油探査技術の技術や学識とは別に、石炭探査には別の技術と経験が必要である。これは石炭の探査には、石油探査とは比較にならない細かな精度の探査・解析作業を基礎としているだけのものであり、要は石炭探査先進国レベルの探査を一度経験すれば、石油探査の学識を転用して十分に指導者となれるであろう。

#### < 技術指導者としての専任 >

彼は現在管理業務などのために、かならずしも技術指導を専門に行っていない。開発を目的とする探査の経験者が雇用できない限り、彼が指導者としてDMRの開発への業務拡大の職責があろう。

#### 5) 業務拡張計画

DMRはすでに担当業務を石炭探査のみから、開発への業務拡張を意思表示し、さらに利用技術、関連研究機関の統合、全ての固体エネルギー資源への拡張を計画している。(最近の機構改革案ではエネルギー全般の探査・開発を担当する案も検討されている。)無論この拡張は予算の裏付けがあって始めて実現されよう。しかし開発への業務拡張がすでに既定の事実となっていながら、組織は以前のままで全く変更されていない。

## 5.2 DMRの従来の探査技術

DMRの従来探査は、手段として露頭調査、試錐、物理検層、地震探査を実施している。これらの探査手段は石炭探査先進国の手法と同様である。しかしその成果は、試錐の成果のみを利用してタイ式理論炭量を計算し、他の探査資料一式はそのまま鉱区を取得した民間に供与されていた。

注) 炭量については種々の概念がある。これらの概念は非常に重要なので、本調査の規定と、主に参考にした米国、ならびに日本、タイ国の考え方と用語を下記にまとめる。詳細は表3.1-8。

基本的概念	地下に賦存する石炭の総量、採掘の経済性、技術は考慮しない。	左の内、現在の技術と経済性で採掘対象になる区域の量	左の内、現在の技術と経済性で実際に採掘可能な量
本調査の規定	炭層、区域別の総量。 Resources	左の内、採掘対象になる区域と炭層の量 Reserves	左の内、採掘計画によって生産できる量 Mineable reserves
米国地質調査所	Resources	Reserve base	Reserves
JIS	理論埋蔵炭量	理論可採埋蔵炭量	実収炭量
DMRの規定	炭層、区域を区別しない総量。Resources	無し	無し

このタイ式理論炭量の計算は、地質解析を全く必要としないので、DMRは地質解析を行う経験が無かった。また例え従来業務を改善して地質解析を実施しても、従来確立されている業務範囲から逸脱する事になり、本調査や今回のような業務拡大の契機が無ければ不可能であった。鉱区の取得者は、これらの探査資料を自分で解析し、その上で開発を目的とした探査を実施していた。つまり、露天採掘を対象としたものではあるが相当なレベルの地質解析技術を一部公営及び民間企業が有している。

このDMRの従来探査技術を批判するのは容易であるが、種々の制約下でありながら1987年から1996年の10年間に、嘗々として国内20の堆積盆において、タイ式理論炭量とは言え約15億トンの石炭を確認し、国内のエネルギー資源の存在を明らかにした事実は評価できる。

### (1) 従来の探査法の重大な欠点

従来の探査の最大目的は、一言でいえば地質解析を必要としない「タイ式理論炭量」の計上であった。そのために地質解析を実施していれば容易に防げるような初歩的な探査の失策があった。その典型例がNong Plab の下層の探査に集約されている。この炭層は極めて厚い良質の石炭からなっているが、極めて小範囲の基盤の窪みにのみに石炭は堆積している。地質解析の第一歩である試錐柱状図の対比を行っていたならば、この炭層分布の特徴が理解できたであろう。実際には全く対比を行っていなかったため、この炭層の分布の特徴が理解できなく、厚い炭層を期待して徒にむだな試錐を行っていた。極言すれば、ひたすら厚い炭層を期待して、高額な試錐を盲目的に実施していたとさえ言えよう。

### (2) 探査法の基準不備の問題

従来探査法では、タイ式理論炭量計算法と試錐柱状図の作成には基準があったものの、探査作業、例えば炭層の判定や、炭層の試料採取には基準が無く、それぞれの探査班長の判断によっていた。そのために膨大な数の石炭分析の資料があっても、信頼できるものは乏しかった。このために緊急にセミナーを行い、炭層と認定される部分の試料採取基準の指導を行った。

### (3) 従来探査法のやむを得ない点

#### <炭田の特異性>

タイ国の炭層堆積盆は、世界の炭層堆積盆と比較すると、炭層は厚さの変化が激しくまた堆積盆の中に偏在して分布するなどの探査の難しさがある。この原因は世界の大多数の炭層がデルタに堆積して安定して広域に分布しているのに対し、タイ国の炭層は山間湖成堆積盆に堆積し、非常に変化が激しいためである。例外は堆積盆全域に非常に厚い炭層が分布するMae Moh 炭鉱である。この湖成堆積盆の炭層の探査は中国の例が多数発表されているので、地質解析を実施し、中国の例を参考にしていけば効率的な探査ができたであろう。

## 5.3 技術移転項目とその要点

### 5.3.1 技術移転計画の基本方針

DMRからの、坑内探掘による開発を対象とした高度な探査技術の移転の要請を受け、下記の方針により技術移転計画を立案し実施した。

#### (1) DMRとの協議を基にする。

調査団が一方的に技術指導するのではなく、DMRの要望と理解の度合いを基に調査団とDMRが協議しながら調査を進める。

#### (2) 目標を開発に必要な組織的かつ効果的な探査、評価、開発計画とする。

前述の様に、DMRは従来の開発を前提にしない探査から、探査・開発へ脱皮する必要があった。そして、本調査をもってDMRは開発を目的とした探査と地質解析技術を始めて体験した。この技術は未経験者にとっては壮大な技術体系かも知れないが、基本的な地質調査の精度の高いものである。したがって本来地質学の教育を受けた技術者にとっては、環境さえ整えば、特に困難ではないものと判断される。DMRの現在の能力では、直ちに採用できない技術もあろう。しかし近い将来に体得しなければならぬ技術体系を経験して、認識した効果は大きいものと判断される。

#### (3) 探査結果の地質データの総合的解析と利用の技術移転を最重点項目とする。

特にDMRの要請のあった技術であり、開発を前提とする探査・評価のためには当然の技術である。上述のようにDMRには全く新しい経験であった。そのためにその採用が未定の段階では、努力して習得する意欲を欠く者もいた。これは現実的に可能な分野から導入を開始するよう決定すれば、技術者として意欲が有るかぎり、徐々に浸透するであろう。

### 5.3.2 移転した技術

#### (1) 探査技術

##### 1) 露頭調査とマッピング(調査ルート of 地質記録)技術

野外調査で共同して実施し、訓練した。

DMRは従来露頭調査を実施していたが、地質解析を行わないので役に立っていなかった。タイ国の炭層堆積盆の特徴として、一般に地表はなだらかで露頭は極めて乏しい。しかし僅かな露頭から夾炭層の堆積物や地質構造の重要な情報が得られ、探査の初期段階に実施して、その堆積盆の概要を理解し、以降の探査に反映させる事を指導した。

## 2) 地層の観察とその記録の技術

当初より地質データベース作成が要請されていたので、岩相コード法をDMRと検討して採用した。この岩相コード法には、夾炭層に含まれるであろう殆どの地層について観察して記録する事項を網羅した。このワークシートを使えば、岩石の種類、地層の堆積構造、堆積環境を指示する特殊な堆積物、傾斜などを忘れずに記録でき、しかも記号で記録できるため、従来の長い文章をもって記録する作業を著しく短縮できる効果があった。むしろ初級者には完全な記録は期待できないが、少なくとも観察に必要な項目を意識させ、将来正確に観察し記録するための目標を与える効果が期待できる。

## 3) 物理探査の成果の解析と地質解釈技術

DMRは物理探査に熱心であり、多数が外国へ研修に行った経歴があるので、かなりの基礎知識があるものと判断していた。しかし成果の解析と地質解釈は僅かに物理検層成果で炭層の確認を行う程度であり、特に重要な試錐コア観察の不正確な部分を検層で補正する作業さえ行っていなかった。また地震探査成果の解析と地質解釈については Somchai氏を除いて全く経験の無い事が判明した。柱状図の補正説明はデータベースで、地震探査成果の解析と地質解釈は Phrae堆積盆の解析をもって説明した。地震探査の解析については、Somchai氏ですら炭層の位置を確定し地質構造を判定する炭層の探査への応用は未経験であり、況んや他の技術者にとっては、あまりにも隔絶した技術であったと言わざるを得ない。しかし調査団が説明し、実行してみせた解析技術は、基本的には忠実に原理に基づいて丹念に解析すると言うだけである。

#### 4) 堆積盆解析技術

最新の石油資源の探査は無論、石炭資源の探査にもこの技術が駆使され、その有効性が多数の論文に発表されている。DMRの技術者は知識として探査の重要な技術である重要性を理解していたが、現状では基礎の技術が欠落しているので応用は不可能である。この技術に到達するためには技術体系の中途を省略しては不可能である事を理解させる必要があった。Phrae堆積盆の探査計画に際して、初期調査で得た結果からこの技術を応用し、炭層が分布する可能性のある区域を推論し、それが正鵠を得ていた事が立証された。

#### (2) 坑内掘炭鉱開発技術

DMRは石炭の露天採掘については見聞していたが、坑内採掘については全く知識がなかった。また技術移転の対象者は全て探査技術者であって、鉱山技術者が居なかった。したがって一般的な講義よりも、本調査の対象堆積盆の地質解析成果を基にして、採掘計画を立て、計画に必要な事項を指導する事にした。指導にあたっては作業状況のイラストレーションを準備して、理解を深めさせた。一部の来日研修者には釧路の太平洋炭鉱に案内して、近代的な坑内採掘技術と、選炭設備を見学させた。

#### (3) データベース技術

JICAの供与するPCに汎用データベース・アプリケーションソフトで地質データベースを構築した。効果的な移転のために、調査団の専門家が各データベースのプログラムを日本で作成し、その後カウンターパートの専門家にプログラムの詳細と共に使用するソフトのプログラム作成のノウハウを説明した。

#### (4) 石炭分析技術

JICAの供与する試験・分析機器の操作技術と、炭質評価の知識を移転した。本調査にJICAより供与された分析機器は、DMRの分析所に設置され活用されている。分析能力は、以前と比較して約10倍のとなり、分析能力の不足という問題は解決した。この改善は迅速な分析を可能とし、数種の分析・試験を行う間の分析試料の時間的変化、特に水分についての変化を防止出来る様になった。

### 5. 3. 3 探査技術の技術移転の細目

探査の手法に関してはDMRと調査団の間に考え方の差がなかったので、探査作業を共同で実施しながら訓練と技術指導を行った。またDMRは現場指導の重要な事を認めて、多数の技術者をNong Plab に集めたので、現場で集中的な訓練とセミナーを実施する事ができた。このセミナーでは、特に次を主とした。

#### (1) 試錐コアの観察と記録

現地で実習を行ったところ、従来の方法は、DMRの統一した基準が無く、たかだか地層の岩石名を判定する程度であり、またその結果である柱状図の作成も各人各様で、目的意識がなかった。その状況を察知して、コア観察の要点、柱状図に記載する必要事項などを説明した。この問題はデータベースに使う目的で、コア観察のためのワークシートを考案し、未熟練者でも著しい判断の誤りが無く、また重要な観察事項の記載漏れを防げるようにした。

#### (2) 試錐柱状図の作成と対比作業

同じく実習の結果、目的意識がなく、それぞれが無意味な記号を書き連ねていた。これに対して、柱状図はまず各試錐毎の対比を行う事を実習させて、対比に役立たない記載の無意味を教えた。この何の目的で探査資料を作成するかとの理解は、一連の解析作業を理解しないかぎり不可能と思われた。

#### (3) 物理検層の解釈

堆積岩の種類によって各種の物理検層記録に特性が現れる。この特性を判断して地層とその変化状況を判読する事を指導した。炭層については深度、厚さ、はさみの存在、炭質の判定などを指導した。

#### (4) 地震探査の解釈

DMRは、従来地震探査はかなり熱心に行っていた。その中には地質構造が複雑で解析不能なものもあったが、解析が可能であっても、単にタイ国の炭層堆積盆の模式地であるMae Moh 炭鉱の層序であるA, B, C区分程度であった。これは石油探査で大きく堆積相を区分する技法である。したがって石炭資源探査に必要な詳細な

解析は、もともと地質解析を行う必要がなかったため、経験がなかった。

#### (5) 地質構造の解析

従来DMRの行っていた地質構造の解析は、地震探査断面図上に明らかな断層と判断される反射面の食い違いを記入したり、大局的な岩相区分を実施する程度であり、地質構造の解析は行っていなかった。これに対して、開発のための地質解析には精度の高い地質断面図の作成が必要である事を、Nong Plab の解析例をもって説明した。

#### (6) 炭層試料の採取

先にDMRとしての共通の基準がなく、各探査班長の判断で採取していた。ある者は厚い炭層の一部から5 cmの試料一個、それも炭層の石炭部分ではなく天盤や下盤、またははさみの岩石から採取し、その炭層の代表試料としていた。また別な調査班は5 cm間隔で採取していたが、採取位置が炭層柱状図と一致せず、炭層以外の部分から採取された記録となっていた。そのため既存の分析資料を用いて地質解析を行うのは、多くの仮定を必要とした。

これに対して、調査団は試料採取の目的、燃料炭として通常の料採取法を指導した。この要点は次、

- ・コアを半裁し、その半裁されたものを試料とする。  
採掘対象の炭層はできるだけ一試料とする。
- ・厚いはさみ(0.30m)以上が入っている場合には、その上下で区分する。  
この目的は、実際に採掘した場合の原炭(坑内から生産される石炭)の質を正確に予測するためである。はさみで分けるのは、採掘をはさみの上下に区分する可能性があるためである。
- ・必ず炭層柱状図に、試料採取区間を記録する。(データベースに設定済み。)

#### (7) 石炭地質学と堆積盆解析技術

DMRの技術者は、石炭地質学を系統的に指導された事が無いので、石炭地質学と堆積盆解析技術を講義した。特に日本でのカウンターパート研修に際して現在の世界の先端知識を説明した。この内容は次、



- ・石炭の根源
- ・石炭化作用とランク
- ・石炭の堆積環境、特にデルタ環境の詳細
- ・石炭堆積盆を形成したテクトニクス
  - ・造山帯内部、例日本
  - ・造山帯と大陸安定地塊の境界（バックアーク）、例アパラシア
  - ・大陸安定地塊内部（レトロアーク）、例イリノイ
  - ・山間地溝、例タイ、中国東北
  - ・炭層の堆積構造（炭層の変化の原因）
  - ・堆積盆解析技術、特に本調査での適用例

#### 5. 3. 4 地質解析技術の技術移転の細目

DMRの技術者は石炭探査に必要な詳細な地質解析は無論、通常の地質調査(大学教育で習得しているはず)の基本的な地質解析もほとんど未経験であるのが判明した。この基本的な地質解析には、層序柱状図の作成、地層の対比、断面図の作成などである。

さらに石炭資源の探査のためには、上記の基本技術の上に炭層地下等高線図を作成して地質構造の解明、対比作業によって同一と認定された炭層の形態と質の変化の解明などが実施される。開発計画はこれらの解明された資料、炭層地下等高線図(seam contour map)、炭層等層厚線図(isopach map)、場合によってははさみの等層厚線図などが必要である。これらの解析作業はDMRの技術者にとって初めての体験であったので、調査団は一連の解析作業を実施して見せ、結果を説明した。特に詳細に説明したのは下記である。

##### (1) 試錐コア柱状図を物理検層資料を使って補正する。

本調査に起用されたDMR直轄または請負の試錐業者はタイ国では優秀な試錐業者であろう。しかし採取コアの整理が全く無神経で、コアの採取深度に著しい誤差のある事が判明した。この問題について現場で討議したが、試錐の責任者は簡単な深度の計算ができなく、もともと深度が信頼できないものと判明した。この対策として、コア柱状図は必ず物理検層で補正し、無コア区間は物理検層の解釈で

埋める事を指導した。調査団は試錐コアの整理が不備で、深度に誤差が大きい事を判断し、1:500 柱状図を作成後、検層資料と並べて、検層で炭層など明確に判定される地層の深度を用いて、柱状図の補正指導を行った。また各種の検層資料を総合して岩相を判定する技術を指導したが、殆どが無経験のためその重要性が理解できないので、必要とされる技術としての目標を与える効果を期待した。

## (2) 試錐コアで判定した炭層柱状図の補正

試錐コアは上述のように深度の誤差があり、またコア採取に失敗した区間の表示もない。それらの問題のある資料を解析するためには次の必要のある事を説明した。コアの観察結果は物理検層の結果で炭層の厚さ、はさみの有無、炭質などを補正しなければならない。また資料採取区間を明示し、試料の分析が完成したらその成果を記入しなければならない。

## (3) 種々の縮尺の地層柱状図の作成

地質解析を実施するためには、解析の目的によって次のような柱状図を作成しなければならない事を指導した。

### <縮尺1:500 柱状図>

詳細な地層対比に使用する。この縮尺ならばコアを調査して判定した、全ての地層を記入できるので、近接した試錐の柱状図どうしを並べ、確実に連続する地層（例えば貝化石層、泥灰岩層、厚い泥岩層など）から対比し、次にそれらの確実に対比できる地層と炭層の関係を検討して、炭層を対比する。

炭層が厚くかつ連続し、開発対象と考えられる場合には、その炭層に名前を付けるデータベースはこの柱状図が作成できるように設計している。

この柱状図は以降の地質解析の基本資料となるので、物理検層データで補正する。

### <縮尺1:1,000 ~2,000 柱状図>

探査区域の全体の地層を対比して、変化を調べるには、上記の柱状図では詳細過ぎるので、1:1,000 ないし1:2,000 の縮尺の柱状図を作成する。この場合には詳細に地層を区分して記入できないので、同じ環境で堆積したと判断される地層は総合し、炭層など特徴のある地層は強調する。そして同じ環境で堆積した地層

群の区分を実施し対比する。この作業は単に1:500の柱状図を縮小するのではなく、堆積盆全体の層序を対比に基づいて、堆積盆の地層の堆積作用を解析し、炭層の分布を解明する目的である。そのために、地質学、特にその中の堆積学の知識を要する。本調査では、Somchai氏がこの技術を理解して将来実行できるものと判断し、各調査対象地の地層対比を実施して説明した。

この柱状図はデータベースで1:500の柱状図を縮尺して作成できるが、上述のような細部の省略が必要である。

#### <縮尺1:2,000 ~5,000 柱状図>

この柱状図は、上述の柱状図の対比作業の結果を、地質構造の解析に用いるために作成する。これらの柱状図は地質断面図に作図し、地質構造解析の際の確認点とする。

#### (4) 地震探査断面上の反射面と炭層との対比

従来のDMRの地震探査断面の解析処理に対して、調査団は、地震探査の時間断面を深度変換し、柱状図と反射面の関係(炭層が数mもあれば反射面となるが、薄い炭層の場合には炭層の上下の地層が反射面となって検出できる。)を調べて、その反射面を次の試錐まで追跡する。その試錐でも同様な反射面と炭層の関係が立証できればさらに次の試錐でも検証する事を指導した。

Phrae堆積盆の場合には、地質構造が単純であるために地震探査の精度が良く、特徴のある反射面と炭層の関係が一致しており、試錐が無い部分は反射面から炭層の分布を推定できた。しかしNong Plabの場合には地質構造が複雑であり、かつ地震探査(本調査以前にDMRが実施)の測線計画が不適であったので、地層の傾斜の推定程度しかできなかつた。反射面の組み合わせがずれている場合には、断層の場合がある。隣接した地震探査断面で検証し、同様な傾向が認められれば断層として走向傾斜を計算して地質断面に投影する。

#### (5) 地質断面図の作成

例えば大型の断層や褶曲などが分布していると、それらが開発対象区域の境界になり、その先は別な開発対象区域として考えなければならない。また地層の傾斜を明

らかにしなければ、開発方式は無論、炭量も計算できない。したがって断層、褶曲、地層の走向傾斜などの地質構造の解析は探査にとって非常に重要であり、次の手法によって地質断面図を作成して解析する事を説明した。

- ・地下の情報がある試錐や地震探査測線などを通るように断面線を設定する。
- ・試錐点に上記の縮尺 1:2,000~1:5,000 柱状図を作図する。
- ・露頭で測定した地層の走向傾斜を投影して記入する。
- ・地震探査測線との交点に、その解釈結果(時間断面を深度断面に変換して)を投影する。
- ・地震探査断面で検出した断層などの地質構造を、同じく深度変換を行って投影する。
- ・地震探査断面の反射面が傾斜している場合には、同じく深度変換を行い、その傾斜を使って確認点の地層区分と炭層を延長し、確認点の間を結ぶ。
- ・この手順で各断面図を作成し、次に炭層地下等高線図の作成を行い、矛盾が生じたらそれを解消するように補正する。

#### (6) 炭層柱状図の作成

炭層柱状図は開発対象区域の炭層の形態(厚さ、はさみの有無、石炭の歩留りなど)と質についての全ての情報を網羅し、開発計画の重要な基礎資料である事を説明し、調査団の成果を示した。

- ・この図は測定した炭層の柱状図を、縮尺1:50~1:200 で作図し、一定方向に並べて、対比したものである。
- ・この方向は露頭線に沿った方向と、それに直行する方向(例 Mae Lamao)のように炭層が連続的に変化する方向が望ましい。測定数が少ない場合(例 Nong Plab)には平面図上の位置に作図する場合がある。
- ・炭層を観察する場合には、石炭部分の質やはさみによって区分して厚さを測定し、炭層柱状図に作図する。そして隣接の炭柱図間で対比し、炭層の変化状況を解明する。
- ・試料の分析値がある場合には併記する。
- ・この炭層柱状図は開発計画に際して、炭層の厚さとその変化状況、炭層の質とその変化状況をまとめて示す基本資料になる。

- ・炭層の厚さ、必要な場合にははさみの厚さを等厚線図として平面図上に示したのが炭層等層厚線図(isopach) またははさみ等層厚線図である。これらは平面図上に炭層の変化状況を示し開発対象区域の決定に用いられる。

#### (7) 炭層地下等高線図の作成

地質断面図が作成されたなら、次に平面図上で互いに交錯する断面図の間の炭層深度の点(炭層の傾斜によって異なるが緩傾斜ならば5~20m、急傾斜ならば50~100m間隔)を結び、地震探査や露頭調査で判定した地層の走向傾斜と一致しているか否かを検証する。同じ操作を全ての断面図について検討する。同様な操作を確認された断層についても実施する。

これまでの地質解析を精度高く実施していれば、矛盾点はほとんど生じない。もし矛盾点があれば、それまでの地質解析の誤りか、あるいはそれまで気が付かなかった重要な地質現象がある事を示すので、慎重に実施しなければならない。

炭層地下等高線図はこのようにして作成される。この中には炭層の等高線と断層の交わる点を結ぶ線が断層を、また等高線の屈曲が褶曲構造などを正確に表現できるようにする。その他に地形図グリッド、炭層の露頭線(新しい堆積物が覆っている場合には潜頭線)、試錐位置、地震探査測線、露頭の走向傾斜、断面線、地表の採掘を制限するような物件を記入する。

#### (8) 炭量計算図(coal bed map)の作成

以上の地質解析の結果を炭量計算図にまとめ、これをもって開発計画を実施する事を説明した。

炭量計算図には、炭層地下等高線と炭層等層厚線が記入され、その他開発に必要なデータを網羅する。例えば露頭線、試錐位置、断面線、などである。

炭層の確認点から所定の範囲内の区域(本調査では確認は200m、推定は200m~400m、予想は400m~800mとした。この範囲は世界の代表的な炭量計算の範囲より狭いが、タイ国の炭層は一般に変化が激しいのでDNRと討議しこの範囲とした。)を確認度区分し炭量を計算する。(計算方式はセミナーを開催して討議した。)

### 5. 3. 5 坑内掘炭鉱開発技術の技術移転の細目

#### (1) 採掘計画

今次調査にはDMR側の採掘技術者が参加しなかったため、主に探査技術者を対象にして技術移転を行った。採掘計画は上述の地質解析の成果に基づいて、技術的にまた経済的に最も適した採掘方法で計画する。その重要な要素は炭層の深度、厚さ、傾斜、掘の対象になる量、および次に述べる炭質である。指導した基本的な採掘計画の考え方は下記である。

- ・深度が浅ければ露天採掘が有利。(一般に剥土量/実収炭量=7m<sup>3</sup>/1tが限界)
- ・深度が大になると坑内採掘。
- ・炭層が水平ならば、比較的投資額が少なくて済む柱房式採掘法。
- ・炭層が傾斜していれば(10°が限界)長壁式採掘法。
- ・本調査の対象になったNong Plabは長壁式採掘、Mae Lamaoは浅部は露天採掘法、
- ・深部は長壁式採掘法が最も適している事を検討結果をもとに説明した。
- ・長壁採掘法について、骨格坑道、通気、保安(災害防止対策)、などを考慮した
- ・採掘パネルの設計、パネルの採炭法などを図面、イラストレーションで説明した。

#### (2) 炭質解析

従来は採取した試料の分析値を記録するだけで、全く解析していなかった。炭質解析は実際に開発した場合に生産される石炭の品質を推定するために行う。そのために試料採取から一貫した方針の基に実施しなければならない。従来試料採取に基準がなかったため、前述のとおり試料採取のセミナーを実施し、またNong PlabとMae Lamaoを開発した場合に生産される石炭の品質の計算例を説明した。

## 5. 4 成果

### 5. 4. 1 技術移転の直接の成果

#### (1) 効果的の石炭分析

本調査にJICAより供与された分析機器は、DMRの分析所に設置され活用されている。分析能力は、以前と比較して約10倍のとなり、分析能力の不足という問題は解決した。この改善は迅速な分析を可能とし、数種の分析・試験を行う間の分析試料の時間的变化、特に水分についての变化を防止出来る様になった。

#### (2) 本調査の地質学的成果の国際学会での発表

調査団は本調査中にブラエ堆積盆の層序を解明した。タイ国北部の新第三系の山間堆積盆の層序はメ・モー堆積盆が標準となっているが、ブラエ堆積盆の層序はメ・モーと対照的な堆積相を示すので、新たにブラエ層を提唱したものである。DMRは東南アジアおよび南太平洋地域の層序と地質構造発達についての国際学会を開催した。これに協賛しているのはタイ国地質調査所、タイ国鉱業会、タイ国鉱山技術者連盟およびチュラロンコン、チェンマイ、ソクラ王子等の大学である。本調査のカウンターパートであるDMRはJICAに対し、この国際学会にブラエ層の研究結果を発表するよう要請した。JICAはこれに同意し、本調査団長の村岡を派遣した。彼は1997年 8月20日にブラエ堆積盆の地質学的研究を発表した。このことは技術移転がDMRの職員のみならず、タイ国の地質学会にまでおよんだことを意味する。

注、ブラエ地区のブラエ層露頭は、土柱を形成する特異な浸食地形があり、国立公園に指定されている観光地である。しかし従来のタイ国地質調査所の調査では、地質年代が不明であった。またタイ国北部の第三系山間湖成堆積盆の層序は、全てメ・モーの層序を適用して解析していたので、それと対照的な本区域の層序では全く適用できなかった。この発表はDMRがそれらの問題をJICAとの共同調査で解明したことを公表し、タイ国の石炭資源探査のみならず、地質学会の進歩を意図してJICAに要請したものと理解される。

### (3) 修士課程留学生試験に3名が合格

カウンターパートの要員であるブミ・スリスワン、クリンクライ・ボミンおよびアリ・リチパットは調査団との共同作業を経て、種々の重要な技術を移転され、貴重な経験とノウハウを日本側技術者から吸収した。

クリンクライとアリの二人は、本調査中に日本でJICAの研修を受けている。彼らは共同作業で、先に詳しく述べた取得した石炭探査データの解析と、高分解能地震探査の解釈を行っている。また日本で炭鉱やコークス製造工場、製鉄所、石炭液化工場などを見学している。本調査の共同作業と経験から、彼らは新しい石炭地質学と関連する科学や工学の学習に目覚めて、留学生の奨学生試験に合格した。ブミはロンドン大学で堆積盆解析を学ぶ願書が受理され、クリンクライはサウス・ダコタ大学、アリはペンシルヴァニア州立大学にそれぞれ願書が受理された。彼らはすでにそれぞれの大学に向けて出発し、修士課程の学習を始めている。

#### 5. 4. 2 技術移転の成果

上述の様に、本調査の技術移転は完了した。成果の評価は難しい問題であるが、DMRと調査団はこれを試みた。それを表5. 4-1に示す。





表 5.3-1 移転された技術の本調査実施前後の比較

移転された技術	本調査以前のDMRにおける技術の状態	本調査以後のDMRにおける技術の状態（技術移転成果の評価）
<b>1. 検査技術</b>		
1) 露頭調査と調査路巡回	技術の改善が必要	DMR調査チームの全地質技師が本技術を自分の業務に適用している
2) 岩種コード記による岩種記録	なし（新技術）	DMR調査チームの全地質技師が本技術を習得し、数人が自分の業務に適用している
3) 浸透試験の採取等の基準	技術の改善が必要	DMR調査チームの全地質技師が本技術を自分の業務に適用している
4) 物理検査記録と地質断面図の解釈 ・ 基本原理に基づいた物理検査結果の解釈 ・ 試探コアの肉眼判定結果の物理検査による補正 ・ 浸透試験の補正 ・ 浸透試験の要因 ・ 地質断面図上の浸透面と試探試料の対応 ・ 地質断面図の作成	（技術の改善が必要） なし（新技術） なし（新技術） 技術の改善が必要 なし（新技術） なし（新技術）	DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能 DMR調査チームの全地質技師が本技術を自分の業務に適用している DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能 DMR調査チームの全地質技師が本技術を自分の業務に適用している DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能 DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能
5) 浸透及び生産履歴の評価 ・ 浸透計算による浸透履歴、可浸透率の計算 ・ 浸透計算に基づいた浸透履歴の計算 ・ 生産履歴の評価	（技術の改善が必要） なし（新技術） なし（新技術） なし（新技術）	DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能 DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能 DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能
6) 浸透解析技術 ・ 浸透履歴の作成 ・ 浸透計算	（なし（新技術）） なし（新技術） なし（新技術）	DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能 DMR調査チームの約半数の地質技師が本技術を自分の業務に適用可能
<b>2. 地質データベース</b>		
1) データベースのプログラム作成技術	なし（新技術）	DMR調査チームの内1～2名の専門家が本技術を自分の業務に適用可能
2) データベースの操作・管理技術	なし（新技術）	DMR調査チームの全員が自分の業務に適用可能
<b>3. 石炭分析技術</b>		
1) 浸透評価基準に関する精度	技術の改善が必要	DMR調査チームの全員が自分の業務に適用可能
2) 浸透評価機器の操作方法	なし（新技術）	DMRの数名の専門家が機器操作可能、分析結果はDMRにおいて活用されている
<b>4. 浸透解析技術</b>		
・ 浸透法	なし（新技術）	DMRの数名の専門家が自分の業務に適用可能
・ 浸透評価	なし（新技術）	DMRの数名の専門家が自分の業務に適用可能
・ 浸透評価と浸透対策	なし（新技術）	DMRの数名の専門家が自分の業務に適用可能
・ 浸透計算	なし（新技術）	DMRの数名の専門家が自分の業務に適用可能



## 5.5 移転された技術への転換

DMRは、移転された技術が緻密な作業と思考を必要とするものであっても、とりあえずは部分的にでも転換せざるを得ない状況にある。実際、早急に移転された技術へ転換すると意思表示している。しかしながら、組織の拡充は緒に就いたばかりであり、移転された技術の職務への適用は個人の自由意思にまかされている。また、熱心に技術習得していた3人の技術者の海外留学が認可され当分実務を担当しないため、移転された技術がDMRにおいて活用されるにはしばらく時間を要するであろう。

この様なDMRの現状に鑑み、移転された技術への転換は次が合理的と考えられる。

- (1) 従来のような探査報告書で済む間。移転された技術の内、実行可能なものから転換する。

例、試錐コア観察記録を岩相コード法で行い、コンピューターで柱状図を作る。

岩相区分を統一基準で行う。

試料採取を統一基準で行う。

- (2) 開発を目的とする探査へ転換の準備。(探掘技術者の参加が前提になる。)

有能な技術者を選別して一班を組織し、できるだけ移転された技術を使用して業務を行う。必要ならば特別な待遇を与える。この場合には、探査成果はできるだけ早期に地質解析を行い、以降の探査作業に反映させる。地質解析は次の項目を行う。

- ・ 試錐コア観察の岩相コード化とコンピューターによる柱状図の作図。
- ・ 試錐柱状図の物理検層結果による補正。
- ・ 地層対比。

対比された炭層毎の炭柱図の作図、試料採取記録と分析記録の併記。

地層対比結果を基に地質断面図の作成。地震探査の解釈結果の投影を行って完成させる。以上はできるだけ探査現場で行うのが望ましい。

- ・ 地震探査成果の解釈。

連続する反射面の走時を深度換算し、試錐柱状図と対比して、反射面の岩相を確認する。また断層などの地質構造が推定される場合には交差する断面図への追跡を行う。そして地質断面図へ投影する。

- ・炭層地下等高線図の作成。
- ・炭層等層厚線図の作成。
- ・炭層別、地質構造別理論炭量の計算。

### (3) 開発を目的とした探査の発足、(石炭探査・開発課の実質的な発足)

上述の準備期間に訓練した一班が、開発を目的とした探査を行い、結果を報告書にし公開する。例炭層堆積盆探査報告書シリーズ。

これには、上述の地質解析に加えて、もし必要があるならば採掘計画、実取炭量、販売炭の炭質などの検討結果を記述する。

さらに高度な探査技術の習得を目指すのであれば、堆積盆解析を行い、炭層の形態と質の変化をも研究して記述する。

## 5.6 結論と提案

### 5.6.1 結論

#### (1) 技術移転の完了

本調査の技術移転は、計画通り実施され満足できる結果を得たことは、過言ではなからう。共同作業の中での訓練、セミナー、特に日本での研修を通じて、DMRの要員は多くの有益な、また技術者としての関心を深める経験をなした。DMRは開発を目的とした、組織的かつ効果的な探査・評価・地質データベース、炭質分析を行う技術を取得した。

#### (2) 共同調査方式の技術移転

本調査の成果からも明らかなように、本調査における移転の対象である「地質調査」関連の技術の場合、適当な調査フィールドで数年にわたり実際の業務を実施しながら技術移転を行う共同調査方式が最適である。

#### (3) 移転された技術の定着と発展

前述の様に、タイの国民性、社会・経済環境、DMRの人材等多くの問題があるが、移

転された技術は徐々に定着するであろう。これを促進・発展するには、DMR石炭探査開発課の石炭開発の理解、特にその計画立案・検討の実際の理解が必要である。開発のためにデータが如何に利用されるか、そのためにデータを如何に取得するかを理解することなしには、開発を目的とした探査・評価を十分には遂行出来ないであろう。これがDMRの今後の重要な課題である。

#### 5.6.2 提案

本調査を通じ、調査団は取得データの総合的な解析と利用の技術をDMRに移転した。これらを定着させより一層確固たるものにするためには、DMRは開発のためにデータが如何に利用されるかを理解し、そのためにデータを如何に取得するかを理解することが必要である。それには、開発可能性の高い石炭堆積盆を選定しフィージビリティスタディを実施することが最適であろう。専門家と共に探査（精査）から開発計画立案、環境対策、社会経済評価、そして財務・経済評価までのフィージビリティスタディを行えば、移転された技術の強化を行えると共に、開発のためにデータが如何に利用されるかを理解し、そのためにデータを如何に取得するかを理解することが出来であろう。

JICA