

## (2) 採掘方式

当地域の地質条件に適切な採掘方法として半機械化の長壁式採炭法 (L/W) および柱房式採炭法 (B/P) を選定した。柱房式採炭法は、炭層が川底より 200 m 以浅に賦存し、川岸より両側 100 m の範囲を対象として、川底周辺の炭層を採掘する時に適用する。柱房式採炭法は、採掘率を下げることによって採掘による地表への影響を小さくし、結果として河川水の坑内への流入を防止する。

長壁式採炭においては、炭層を発破とコールピックを使用して掘り崩し、石炭を坑内に敷設したチェーンコンベアで深坑道まで搬出する。掘の天盤は水圧鉄柱と長さ 1.2 m のカッペを組み合わせて支持する。天盤支持の組み合わせ 1 セットは水圧鉄柱とカッペが各々 3 本からなり、セット間隔は 0.6 m である。採炭はパネルの奥から斜坑に向かって採掘する後退式を採用する。当方式による採掘率は 95% となる。

柱房式採炭においては次ぎのような 2 方式の採掘の方法が考えられる。

- (a) 発破 + サイドダンプローター (或いはフェースローダー) + チェーンコンベア
- (b) ロードヘッダー (或いはコンティニューアスマイナー) + チェーンコンベア

この方式では深坑道から肩坑道に向かって直角に、炭層は幅 5 m で掘削され、隣の 10 m 幅は掘削せず炭柱として残す。この繰り返しで採掘を行うので、当方式による採掘区域の採掘率は 1/3 (33%) となる。

肩・深の坑道掘削においても上記と同様の組み合わせの採掘の方法が考えられる。斜坑を含め全ての坑道の断面 (大きさ) の規格は、天井幅 4 m、下盤幅 5.2 m、坑道高さ 3 m とする。

採炭切羽からの産出炭は深坑道で切羽チェーンコンベアから炭車に積み替え、蓄電車で斜坑まで牽引し、斜坑では坑口近くに設置した巻揚げ機で坑外まで搬出する。

### 7.1.3. 石炭生産

坑道掘進および石炭生産のスケジュールは次の条件で計画した。

#### (I) 作業工程

操業は下記条件を基礎とする。

年間操業日 = 5 日/週 × 52 週/年 - 祝祭日 (10 日) = 250 日/年

操業方式 = 8 時間/方 × 3 方/日

採炭、掘進のチーム数は以下の通り

#### (a) 掘進

操業年次	1 ~ 5年	6 ~ 11年	12 ~ 21年
チーム数	2 組	1 ~ 2 組	1 組

#### (b) 長壁式採炭

常設チーム : 1 組/方 × 3 方/日

増強チーム : 他のパネルで採炭

11 ~ 22 年目は 1 方/日、22 年日以降は 2方/日

#### (c) 柱房式採炭

常設チーム : 4 組/方 × 3 方/日

増強チーム : ① 6年目と9年目は3組/日、②11~22年目は4組/日

備考 (i) 長壁式採炭および柱房式採炭は交互に行う。

(ii) 1 長壁式採炭チームは23人の、1 柱房式採炭チームは5人の労働者で構成されるので、長壁式から柱房式採炭への移行時には、1 組の長壁式採炭チームは 4 組の柱房式採炭チームに分割される。

(iii) 上記の措置は採炭および掘進距離のバランスを取り、且つ平均した出炭を維持出来るよう考慮したものである。

(2) 採掘速度と生産量

(a) 掘進

表7-2 坑道掘進能率と石炭産出量

	岩石斜坑	沿層斜坑	沿層水平坑道
掘進速度 (m/方)	1.0	1.2	2.4
(m/日)	3.0	3.6	7.2
生産量 (トン/m) *	—	8.1~11.3	7.4~11.3
(トン/方)	—	29.2~40.7	53.3~81.4

\* 稼行丈によって変化する

(b) 長壁式採炭

長壁切羽の進行速度は下記の条件で算出する

- ・鉄柱間隔 : 0.6 m
- ・拔柱本数/方 : 100本
- ・カッペ長 : 1.2 m (1サイクルの切取り幅=1サイクル進行長)
- ・切羽長 : 100 m (1サイクルの切取り長)
- ・出炭量/進行m : 165~246 トン (稼行丈による、実収率 95%)

以上のパラメーターより1日当たりの進行長、出炭量は以下ようになる。

- ・切取り長 : 60 m/方 ⇒ 180 m/日 (1.8サイクル/日)
- ・切羽進行長 : 0.72 m/方 ⇒ 2.16 m/日
- ・出炭量/進行m : 119~177トン/方 ⇒ 357~531 トン/日

(c) 柱房式採炭

- ・掘削速度 : 3.6 m/方/組 ⇒ 10.8 m/日/組 (1.8サイクル/日)
- 正規チーム : 4組/方×3方/日
- 増強チーム : ① 3組/日 ⇒ 10.8 m/日 (6年目と9年目)
- ② 4組/日 ⇒ 14.4 m/日 (11~22年目)
- ・単位進行長出炭 : 8.7~13.0 トン/m
- 正規チーム : 375~562トン/日
- 増強チーム : ① 140トン/日、② 152~179トン/日

(3) 生産工程

上述の基準をもとに作成した生産工程を表7-3に示す。また開発及び生産工程の詳細については付属資料4-1に添付する。この工程表に示すように、平均年産は掘進炭1万5千トンを含み原炭約16万トンである。約370万トンの実収炭量は操業24年で終掘する。

7.1.4. 人員計画

炭鉱操業全体に必要な人員（在籍ベース）を表7-4に示す

表7-4 人員計画

	部署	職員	鉱員	合計
統括者		2	-	2
生産	坑内	34	191	225
	選炭機	7	40	47
	小計	41	231	272
保安	小計	16	7	23
機械・電気	坑内	12	28	40
	坑外	11	22	33
	小計	23	50	73
生産管理	企画・管理	4	-	4
	測量・設計	3	6	9
	小計	7	6	13
経理	資材	4	4	8
	経理	5	8	13
	小計	9	12	21
管理	小計	14	40	54
合計		112	346	458



表 7-3

生産工程 - シリムボボン炭鉱

( 1,000t )

Panel	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24	
West 1		[133d] 71.6																						71.6	
East 1		[136d] 10.6	[152d] 82.1																						92.7
West 2			[98d] 52.2	[149d] 80.0																					132.2
East 2				[101d] 55.4	[49d] 28.9																				82.3
West 3					[201d] 107.0	[197d] 54.6																			161.6
East 3						[145d] 69.0	[145d] 78.0																		147.0
West 4						[174d] 24.1	[12d] 62.5	[18d] 95.1																	182.7
East 4								[70d] 30.4	[250d] 134.9	[106d] 56.0															224.3
West 5								[148d]																	231.2
East 5									[44d] 75.0	[250d] 133.7	[38d] 22.5														231.2
West 6																									249.7
East 6																									249.7
West 7																									257.5
East 7																									257.5
West 8																									235.9
East 8																									235.9
West 9																									255.3
East 9																									255.3
West 10																									175.8
East 10																									175.8
Mining face		82.2	134.3	135.4	133.9	147.7	140.5	126.5	134.9	131.0	152.3	149.7	163.9	144.3	150.6	159.5	159.2	147.9	144.4	149.9	147.5	122.4	164.2	130.3	3,302.5
Road develop	3.6	25.0	29.1	26.7	26.6	17.8	25.6	25.6	17.7	25.7	17.1	12.9	12.1	10.8	11.1	12.2	12.8	8.0	12.0	10.9	11.9	1.2	0.0	0.0	356.4
Total	3.6	107.2		162.1	160.5	165.5	166.1	152.1	152.6	156.7	169.4	162.6	176.0	155.1	161.7	171.7	172.0	155.9	156.4	160.8	159.4	173.6	164.2	130.3	3,658.9

— Regular team  
 - - - - Additional team









炭鉱は1日3交待、3方のチームで操業される。各方の人員配分は下記の通りである

	1 番方	2 番方	3 番方	計
職 員	67	24	21	112
鉱 員	156	105	85	346
計	223	129	106	458

炭鉱操業において最も重要な役割となる生産部門についての人員計画を表7-5に示しその概要を次に述べる。他の部門の詳細は付属資料 4-2 に示す。

表7-5 生産部門人員

鉱員

		実 働 人 員				在 籍 人 員			
		1 番方	2 番方	3 番方	計	1 番方	2 番方	3 番方	計
坑 内	長壁、柱房	23	23	23	69	27	27	27	81
	掘 進	10	10	10	30	12	12	12	36
	支 繰	8	8	8	24	9	9	9	27
	運 搬	11	11	11	33	12	12	12	36
	常 一 番	8			8	9			9
	事 務	2				2			
	小 計	62	52	52	52	71	60	60	191
選 炭	手選	12	12		24	13	13		26
	バレーター	6	6		12	7	7		14
	小 計	18	18		36	20	20		40
計		80	70	52	202	91	80	60	231

職員

		1番方	2番方	3番方	小計	
部長		1			1	
坑内	課長	1			1	
	係長	1			1	
	グループ長	1	1	1	3	
	係員	採炭	3	3	3	9
		掘進	2	2	2	6
		支線	1	1	1	3
		運搬	2	2	2	6
		常一番	1			1
	小計	13	10	10	33	
選炭	課長	1			1	
	グループ長	1	1		2	
	係員	2	2		4	
	小計	4	3		7	
計		18	13	10	41	

方別人員配分

	1番方	2番方	3番方	小計
鉱員	91	80	60	231
職員	18	13	10	41
生産部計	109	93	70	272

生産部門

表における人員数は在籍ベースで、採炭・掘進の生産直接部門 85%、その他の間接部門 90%の出勤率と見込んで計画する。

(a) 長壁式および柱房式採炭切羽

長壁式採炭切羽には次のような作業、一方当たりの実働人員が必要となる。

穿孔および発破	: 4 人
カップ延長、水圧鉄柱セット	: 4 人
ファンホッパー運転、石炭の掻き出し	: 4 人
カップおよび鉄柱回収	: 6 人
ステーブルルーム作り及び他作業	: 4 人
切羽チェッカー	: 1 人
合計	: 23 人 → 在籍 27 人

長壁式採炭と柱房式採炭は交互に実施され、長壁式採炭の27人のワーカーは4チームに分割し柱房式採炭4切羽の作業を行う。

(b) 坑道掘進

通常、2切羽の坑道掘進を行う。1切羽1方当たり5名の実働人員が必要である。

必要鉱員数： $2 \times 5 \text{人} = 10 \text{人} / \text{方}$  → 在籍 12人/方

(c) 坑道維持

坑道維持のため他、支線作業に8名の実働人員が必要となる。

必要鉱員数： $8 \text{人} / \text{方}$  → 在籍 9人/方

(d) 運搬

水平坑道において炭車を牽引するため、肩坑道に1台、深坑道に2台の蓄電式機関車が必要である。運転には運転手1人、棹取り1人、また斜坑運搬には棹取り2人を必要とする。さらに、坑外において機関車が種々の運搬作業をするため運転手1人、棹取り1人、助手1人が必要となる。従って、運搬全体の必要人員数は次のようになる。

水平坑道運搬	: 肩坑道 $1 \times 2 \text{人}$ + 深坑道 $2 \times 2 \text{人}$	= 6人
斜坑運搬	: $1 \times 2 \text{人}$	= 2人
坑外運搬	: $1 \times 3 \text{人}$	= 3人
合計	:	11人 → 在籍 12人/方

(c) 常1番

このグループは種々の重要作業を1番方のみで実施する。熟練鉱員8人を必要とする。

(f) 選炭工場

今回の検討では、手選とジグの組み合わせという単純な工程を考えた。採掘原炭を処理するのに2方の選炭機の操業が必要である。

必要鉱員数：12人(手選)+6人(選炭機運転)=18人/方 → 在籍 20人/方  
選炭工場計画に関しては、7.3.の項で述べる。

## 7.2. 西南マリバウ地域

### 7.2.1. 基本事項

#### (1) 一般状況

当地域は調査地域全体の西方に位置し、製材工場と木材のバージ積込設備のあるカラバカンから材木搬出幹線道路を使用し75kmで到達する。開発候補地は幹線道路から旧材木搬出道路跡を利用し、徒歩8kmの位置にある。

当地域は標高550mから850mの急峻な山岳地帯で、幹線道路より250mから550m高い位置にある。伐採事業は数年前に終わっており、周辺は現在二次林に被われている。クアムート川の諸支流が深い溪谷を造り、大部分が西南に向かって流れている。

#### (2) 採掘炭層および採掘区域

4.2.の項で述べたように、当地域には11層の炭層が賦存し、下位から順にSA層からSF層までの6グループに分けられている。一般的に他の地域より炭層は厚いが、場所によって厚さ、連続性は変化している。

これらの炭層の中で、西部に賦存するSE1およびSE2層、中央東部に賦存するSB1層

をその厚さと連続性の観点から採掘対象炭層として選定した。他の炭層は最小稼行丈 1.2 m より薄かったり、十分な厚さがあっても連続性に欠けている。

これら 3 層の山丈と可採炭層厚の広がり距離は下表 7-6 の通りである。

表 7-6 採掘計画対象炭層

区 域	西 部	西 部	東 部
炭 層	SE2層	SE1層	SBI層
炭層厚：最大～最小 (m)	1.2～2.61	1.05～4.86	1.10～5.23
可採炭厚の広がり (m)	900	1,700	1,400

炭層は南西方に急傾斜し、平均傾斜は70度である。上述のように採掘対象炭層を選定した結果、採掘区域は2つの地域に分けられる。即ち、SE1層と SE2層を対象とした西部地域、SBI層を対象とした東部地域である。

### (3) 実収炭量

実収炭量は次項で述べる採掘計画を基にして計算している。炭量計算はパネル毎、坑道毎に次の式を使用し、原炭ベースで計算した。

$$\text{実収炭量 (t)} = \text{採掘面積 (m}^2\text{)} \times \text{稼行丈 (m)} \times \text{原炭比重} \times \text{実収率 (\%)}$$

この計算式のパラメータは以下の通りである。

#### (a) 採掘面積

- ・沿層坑道 : 3.2 m × 坑道長 (3.2 m は坑道高さ3 m の炭層部斜距離)
- ・採掘パネル : 50 m × 採掘パネル長 (50 m は肩深坑道間の炭層沿距離)

採掘パネル上下間にある保安炭柱 15 m は炭量から除外される。採掘地域の最深部坑道は地表近くの最浅部坑道より垂直距離で310 m である。

(b) 稼行丈

当採掘計画では最大稼行丈を2.4 mとしている。炭量計算には採掘計画地域で調査した露頭のデータを用い、2.4 mを上限として平均稼行丈を算出し炭量計算に使用した。各炭層の平均稼行丈は次の表7-7の通りである。

表7-7 平均稼行丈

	SE2層	SE1層	SBI層
調査露頭数	9	11	6
稼行丈計 (m)	14.65	18.81	11.20
平均稼行丈 (m)	1.63	1.71	1.87
炭量計算使用稼行丈(m)	1.60	1.70	1.90

(c) 実収率 : 採掘パネル 95 % 、 掘進 100 %

(d) 原炭比重 : 1.4

次の表7-8は上記の計算基準を用いて算出した各炭層の実収炭量である。なお、レベル別、採掘パネル別の炭量は表7-9に示す。

表7-8 実収炭量総括 南西マリバウ

炭層名	採炭 (トン)	掘進 (トン)	計 (トン)
SE2層	356,400	58,700	415,100
SE1層	588,900	93,600	682,500
小計	945,300	152,300	1,097,600
SBI層	605,900	99,700	705,600
計	1,551,200	252,200	1,803,200

表 7-9 実収炭量 南西マリバウ

	Mining				Roadway		Total
	road length (m)	area (m <sup>2</sup> )	working T (m)	Reserves (t)	Length (m)	Reserves (t)	
<b>East Pit</b>							
SB1 seam	No.1	420	21,000	1.9	53,067	1,390	11,815
	No.2 West	340	17,000	1.9	42,959	2,235	18,998
	No.2 East	525	26,250	1.9	66,334		
	No.3 West	520	26,000	1.9	65,702	2,510	21,335
	No.3 East	670	33,500	1.9	84,655		
	No.4 West	665	33,250	1.9	84,023	2,800	23,800
	No.4 East	445	22,250	1.9	56,226		
	No.5 West	885	44,250	1.9	111,820	2,800	23,800
	No.5 East	325	16,250	1.9	41,064		
	Raise(9x100m)					900	5,742
East Pit Sub-total				605,850	12,635	105,490	711,340
<b>West Pit</b>							
SE1 seam	No.1	610	30,500	1.7	68,961	1,558	11,841
	No.2	846	42,300	1.7	95,640	1,877	14,266
	No.3	1,045	52,250	1.7	118,137	2,289	17,396
	No.4 West	232	11,600	1.7	26,228	3,316	25,201
	No.4 Middle	382	19,100	1.7	43,185		
	No.4 East	735	36,750	1.7	83,092	3,273	24,875
	No.5 West	228	11,400	1.7	25,775		
	No.5 Middle	562	28,100	1.7	63,534	900	5,148
	No.5 East	570	28,500	1.7	64,439		
	Raise(9x100m)					900	5,148
Sub-total				588,991	12,313	93,579	682,570
SE2 seam	No.1	364	18,200	1.6	38,730	1,052	7,574
	No.2	604	30,200	1.6	64,266	1,550	11,160
	No.3	792	39,600	1.6	84,269	1,782	12,830
	No.4 West	386	19,300	1.6	41,070	1,896	13,651
	No.4 East	414	20,700	1.6	44,050		
	No.5 West	560	28,000	1.6	59,584	1,876	13,507
	No.5 East	228	11,400	1.6	24,259		
	Raise(7x100m)					700	3,710
Sub-total				356,228	8,856	62,432	418,660
West Pit Sub-total				945,219	21,169	156,011	1,101,230
Mine Total				1,551,069	33,804	261,501	1,812,570

\* Note S.G. = 1.4 Recovery Factor= 0.95



## 7.2.2. 坑内設計と採掘方式

### (1) 坑内骨格概要

前述の様に SBI層を対象とした東部地域（東部坑）と、SE1層および SE2層を対象とした西部地域（西部坑）の2カ所の採掘地域に分けられる。各々の坑に対して坑内設計は種々考えられるが、以下に述べる坑内骨格基礎は両坑ともに共通している。

(a) 採掘パネルの垂直距離は50 mとし、採掘パネル上下間には垂直距離15 mの保安炭柱を設ける。

(b) 15 mの保安炭柱を置いて、全体で5レベルの採掘パネルを設定する。両坑における採掘パネルの最浅部と最深部の標高は次の通りである。

	西部坑	東部坑
最浅部パネルレベル(m)	680	700
最深部パネルレベル(m)	370	390

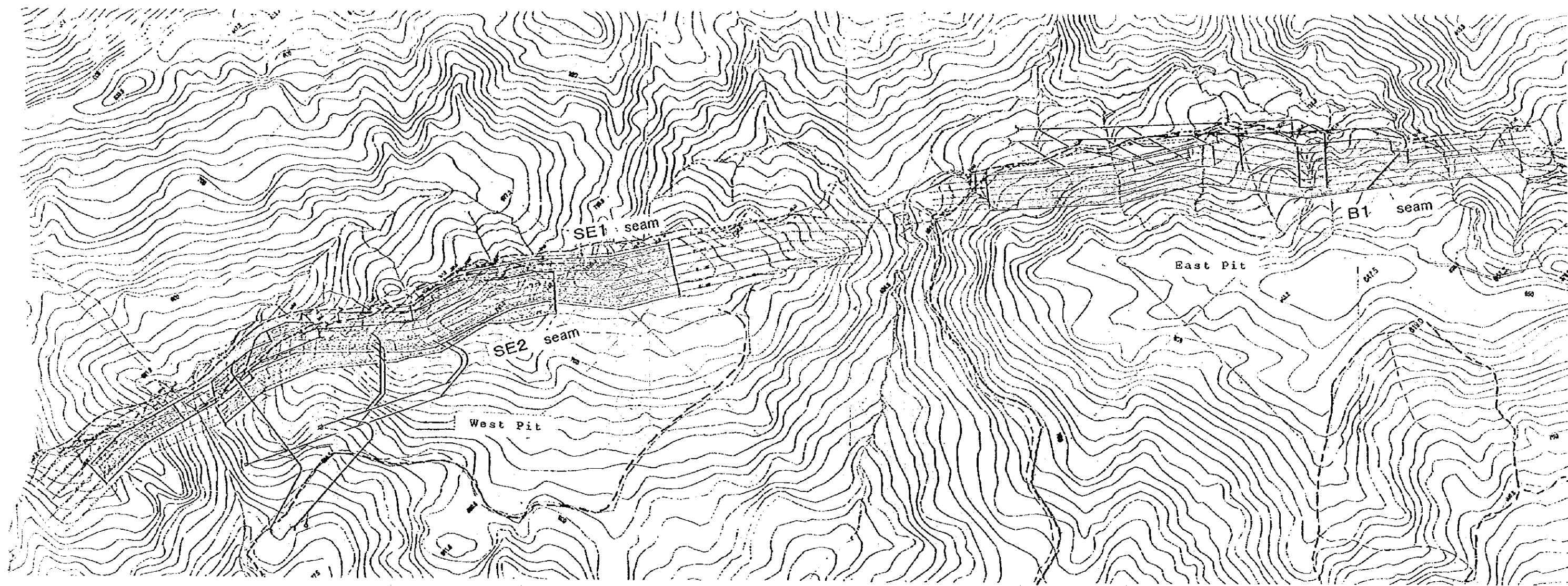
(c) 地形条件の上で可能な限り、浅部の採掘地域においては、各採掘レベル毎に各々の炭層露頭付近を必要最小限剥土、地均し後、坑口を設けて沿層坑道を掘削、採掘パネルを展開する。この方法によって、西部坑においては SE2層に5坑口、SE1層に3坑口を設けた。SE1層の下位の2レベルについては坑口を設けずに SE2層から立入で連絡させることとした。東部坑においては1坑口のみを設けた。これらの坑口の最低レベルより深いレベルに対しては岩石斜坑を掘削、岩石水平坑道を経て沿層坑道を展開した。

東部坑と西部坑の骨格概要を図7-2に示す。

### (2) 東部坑（SBI層）

図7-3-1に東部坑の採掘計画図を示す。





--- Logging Road

0 300m

図7-2 南西マリパウ炭鉱骨格概要





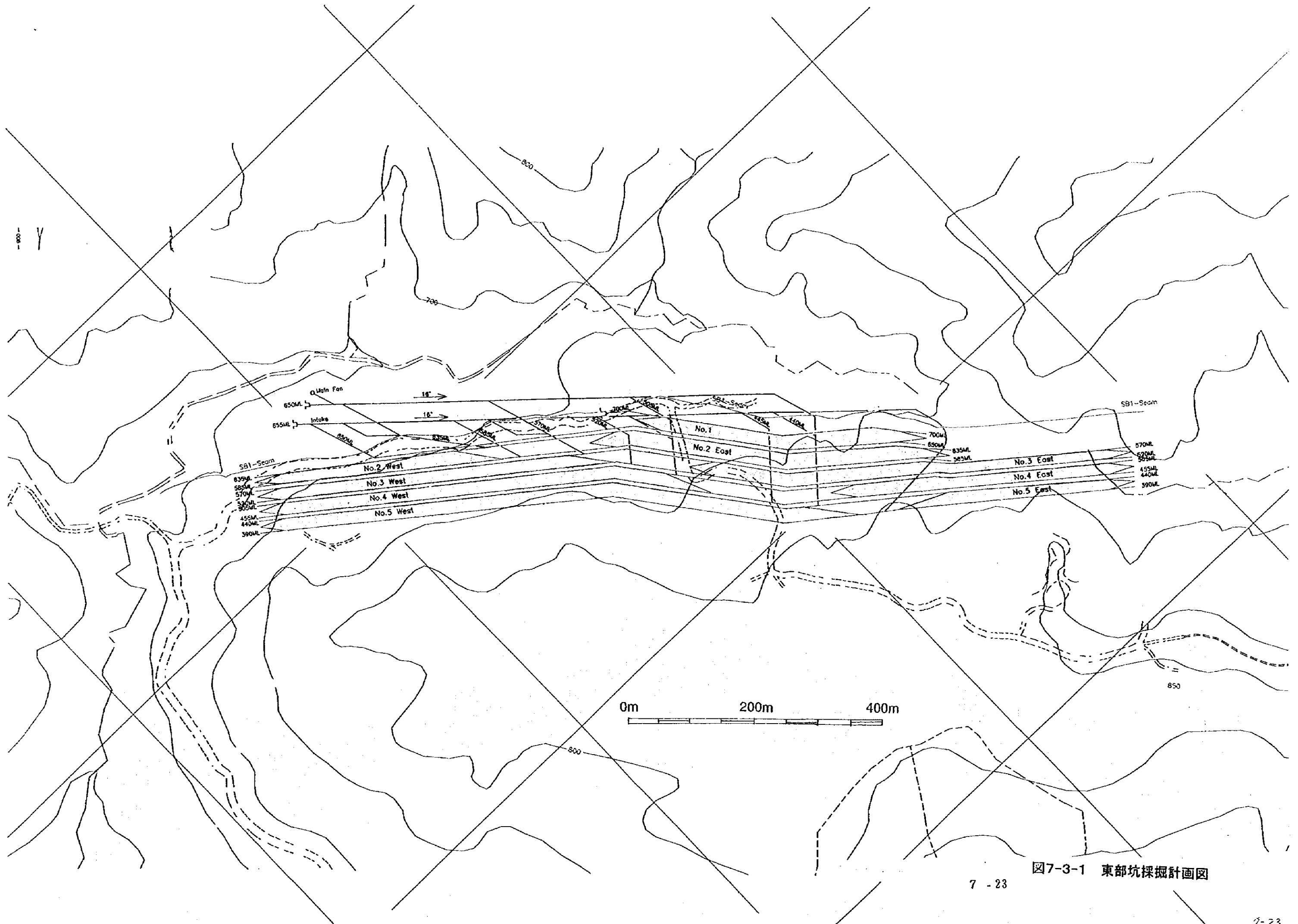


図7-3-1 東部坑探掘計画図









各採掘パネルには肩・深に2本の沿層坑道を必要とし、5レベルに分割された採掘パネルに対し合計10本の沿層坑道を展開するが、そのうち1本の最浅部沿層坑道が直接露頭から坑口が設けられるのみで、他9本の沿層坑道は斜坑、立入を経てから掘削される。

2本の岩石斜坑はB1層の盤下（北側）に設定し、炭層にほぼ平行して傾斜16度で掘削する。1本は入気、石炭搬出、人員や資機材の搬出入に使用し、他の1本は排気に使用する。入気斜坑の坑口レベルは海拔655 m、掘削長は961.4 mである。一方排気斜坑の坑口レベルは海拔650 m、掘削長は761.9 mである。両斜坑口とも洪水対策のため川のレベルより十分に高い位置に設定している。

入気斜坑からは炭層に向かって、海拔標高 650m、635m、585m、570m、520m、505m、455m、440m、390m のそれぞれのレベルに9本の立入を掘削する。排気斜坑からは各々の採掘パネルの肩坑道（排気）に繋がる4本の立入を掘削する。これら立入坑道の総掘削長は1,888 mである。

### (3) 西部坑（SE1層およびSE2層）

図7-3-2（SE1層）および図7-3-3（SE2層）に西部坑の採掘計画図を示す。

浅部（海拔 680m と550m 間）においては、SE1層の3本、SE2層の5本の沿層坑道は露頭付近の剥土及び地均しの後、直接山腹に坑口を設ける。ただし、SE1層の2本（海拔565 m、550 m）の沿層坑道は露頭が川に近く、水の流入を避ける為 SE2層の坑道から立入で連絡する。SE2層の沿層坑道は SE1層、SE2層両層の通気、排水、運搬に使用する。

550 m レベルより深部の展開に関しては、水準岩石坑道、斜坑、立入の配置およびその組み合わせ方によって3案を策定検討した。坑口位置は3案共に、地形が比較的緩やかで、想定される運搬道路に近い、ほぼ同じ位置を選定した。3案に関して、もう一つの共通点は、水準坑道および一対の岩石斜坑を掘削することである。1本を入気、石炭搬出、人員や資機材の搬出入に使用し、もう1本を排気に使用する。これら3案

を図7-4に示し、以下にその概要を記す。

① 第1案

主要骨格構造

水準立入坑道（海拔510m、500mレベル）⇒ 坑内斜坑（盤下、傾斜16度）⇒  
立入坑道（各々の採掘パネルへ 485m、435m、420m、370mの各レベル）

岩石坑道掘削長

水準立入（510 mレベル）	:	695 m（主要扇風機連絡坑道を含む）
水準立入（500 mレベル）	:	580 m
入気斜坑	:	562 m（巻室、巻前坑道を含む）
排気斜坑	:	416 m（巻室、巻前坑道を含む）
採掘パネルへの立入	:	958 m
岩石坑道掘削長計	:	3,218 m

② 第2案

主要骨格構造

斜坑（傾斜18度）⇒ 立入坑道（各々の採掘パネルへ 485m、435m、420m、  
370mの各レベル）

岩石坑道掘削長

入気斜坑	:	453 m
排気斜坑	:	291 m
採掘パネルへの立入	:	1,745 m（主要扇風機連絡坑道を含む）
岩石坑道掘削長計	:	2,489 m

③ 第3案

主要骨格構造

水準立入坑道（海拔500 m）⇒ 坑内斜坑（盤下、傾斜16度）⇒ 立入坑道  
（各々の採掘パネルへ 485m、435m、420m、370mの各レベル）

岩石坑道掘削長

水準立入（500 mレベル）	:	693 m（主要扇風機連絡坑道を含む）
----------------	---	---------------------



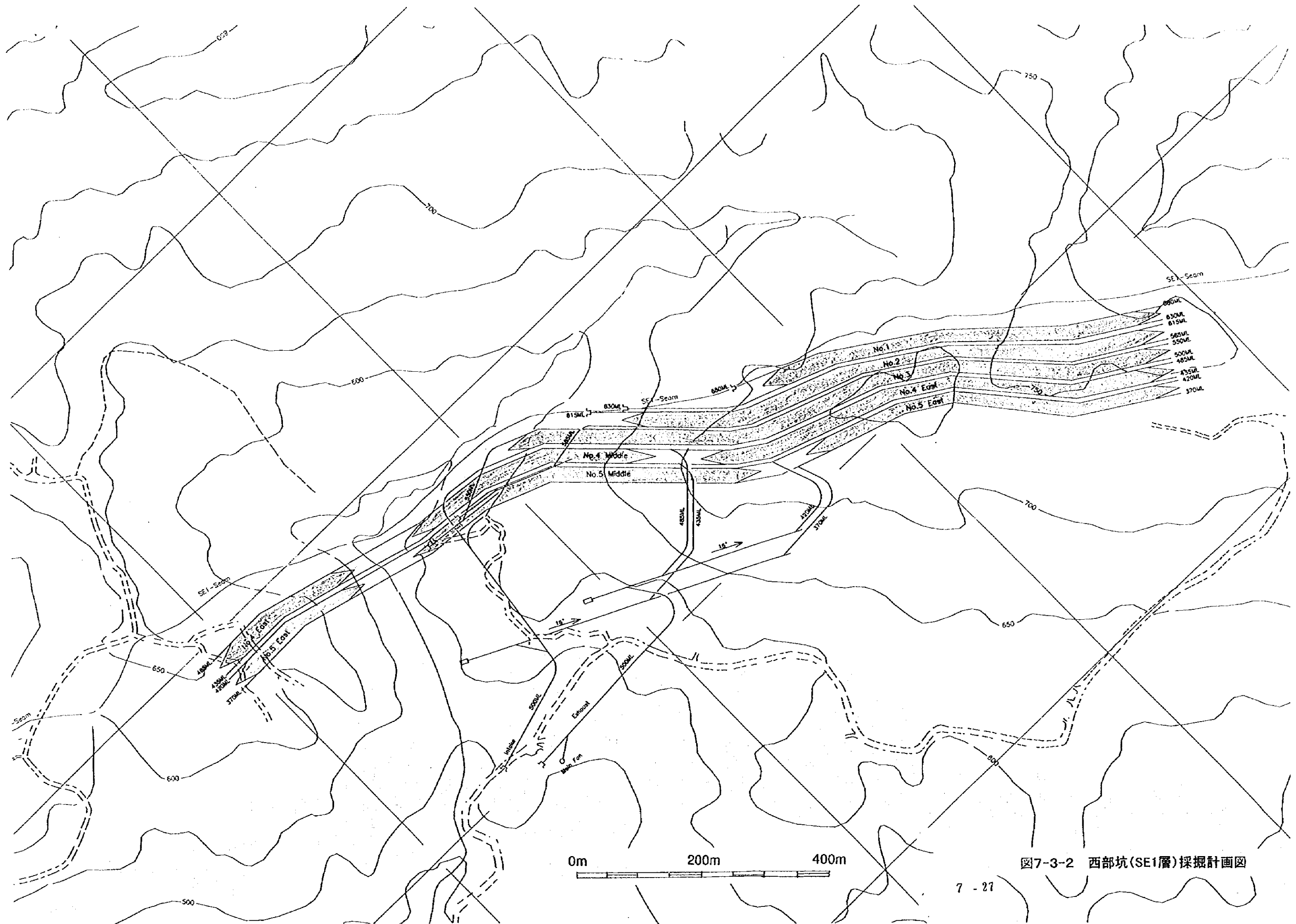


图7-3-2 西部坑(SE1層)採掘計画図





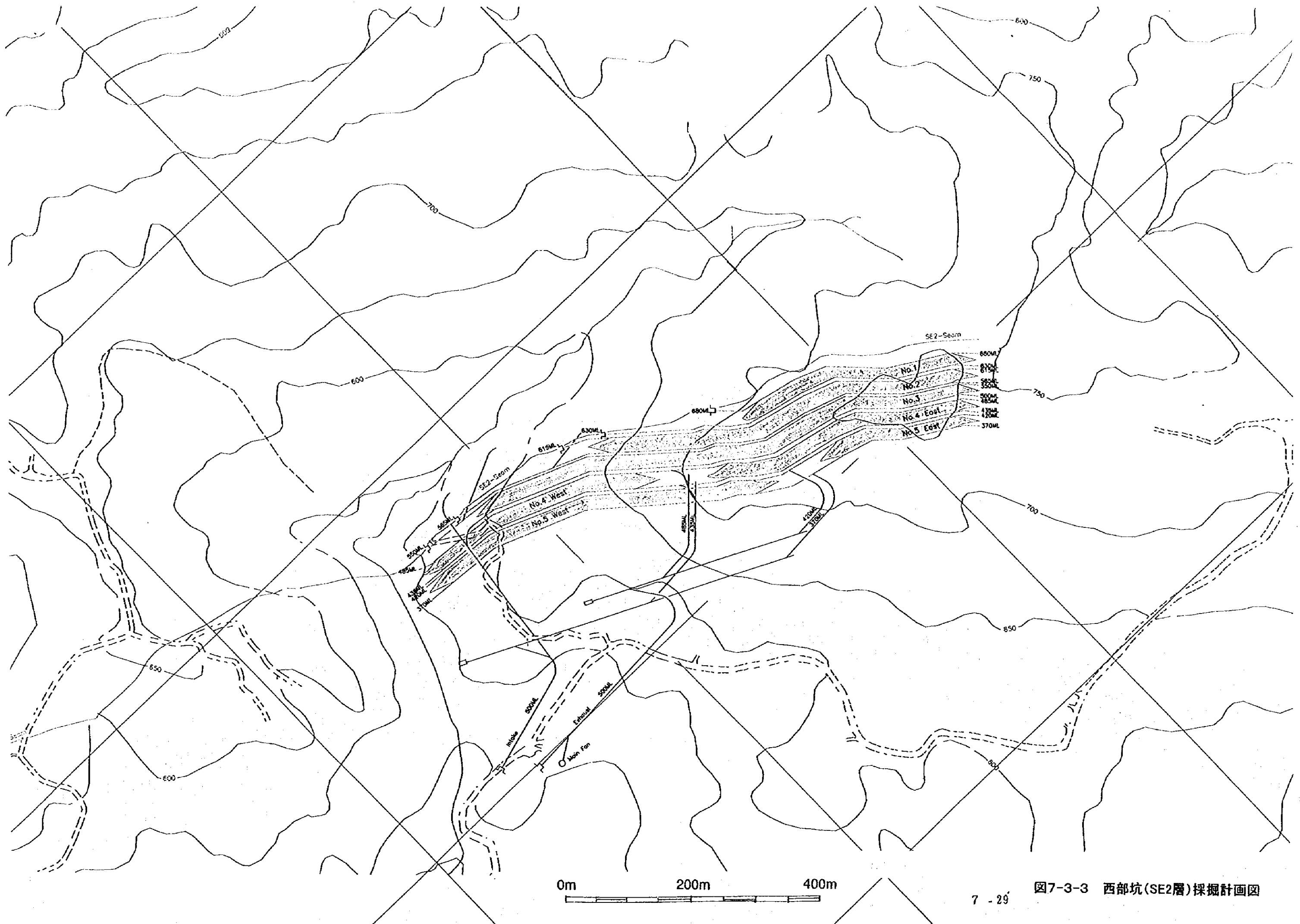


图7-3-3 西部坑(SE2层)探掘计划图







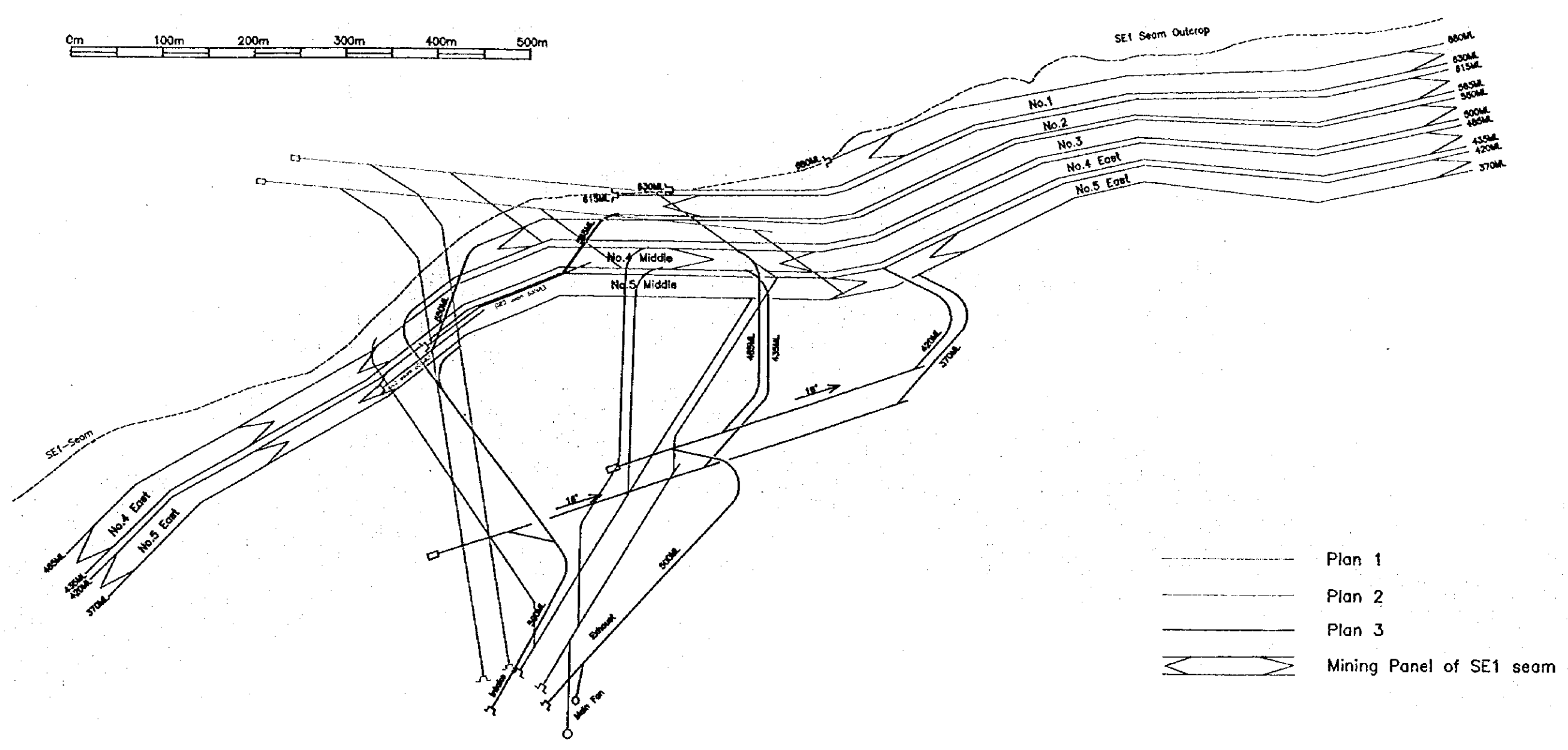


图7-4 3案比较







入気斜坑	:	562 m (巻室、巻前坑道を含む)
排気斜坑	:	360 m (巻室、巻前坑道を含む)
採掘パネルへの立入	:	1,381 m
岩石坑道掘削長計	:	2,996 m

上記3案についての比較を表7-10に示す。第2案は岩石坑道の掘削長は最小となるが、次に述べるような、2つ問題点がある。

(a) 通気制御の困難性

この設計では、排気斜坑に戸門を設置する必要がある。斜坑で炭車の巻き上げ、巻き下げ時に戸門の開閉の困難性があり、また水平坑道に比較して、漏風が多くなる。

(b) 深部への再開発時の問題

今回の計画は、深度370m レベルまでを対象としている。より深部が採掘可能となった場合、同じ巻き上げ設備を利用して深部を採掘する可能性がある。しかし、この斜坑を追削すると、斜坑は炭層を通過し、深部レベルでは炭層の盤下側に位置し、炭層に向けて立入が必要となる。またこの様な場合、斜坑が炭層を通過する付近においては、斜坑の維持および自然発火の防止のために、広く保安炭柱を残す必要が出てくる。従って、今回の開発、生産、コスト評価等の計画策定には第3案を採用している。

表7-10 3案比較

	第1案	第2案	第3案
斜坑			
傾斜 (度)	16	18	16
斜坑の坑口位置	坑内	地表	坑内
炭層との相対位置	盤下側	天盤側	天盤側
岩石坑道の総延長 (m)			
斜坑	978	744	922
立入坑道、他	2,233	1,745	2,074
岩石坑道 計	3,211	2,489	2,994

#### (4) 採掘方法

当地域の急傾斜の炭層に対する採掘方法として、全充填欠口採炭法を適用する。この採掘法は、当地域と炭層傾斜、炭層厚について同様な地質条件であった北海道の炭鉱で行われた一般的な方法である。

この方法では、傾斜27～30度の沿層斜坑道に鋸の歯の形状に数ヶ所の採掘切羽（欠口）を準備する。石炭は発破で崩され、切羽の足下に設置されるプラスチックトラフの上を流下する。切羽は坑木で支保し、採掘跡は破砕した岩石あるいは選炭ボタで充填する。一般に3方操業の内2方採炭、1方充填で実施する。この採掘においては各々の切羽（欠口）は下方に進行し、数ヶ所の欠口から構成される全体の採掘切羽は横に進行していく。欠口採炭方法について説明したイラストを付属資料 4に示す。

坑道掘進においては、石炭を発破にて掘削し、坑道の支保は鋼製の梁と脚による三枠とする。坑道の規格はシリムポボンと同様天井幅4m、盤幅5.2m、高さ3mとする。

採炭炭および掘進炭は炭車に積み込み、水平坑道を蓄電式機関車で牽引し、斜坑を巻上機により地表迄搬出する。

### 7.2.3. 石炭生産

坑道掘進および石炭生産のスケジュールは次の条件で算出した。

#### (1) 作業工程

##### (a) 操業日数および操業方式

$$\text{年間操業日} = 5 \text{ 日/週} \times 52 \text{ 週/年} - \text{祝祭日 (10 日)} = 250 \text{ 日/年}$$

$$\text{操業方式} = 8 \text{ 時間/方} \times 3 \text{ 方/日}$$

##### (b) 切羽先数

$$\text{欠口採炭} : 5 \text{ 組/方} \times 3 \text{ 方/日}$$

垂直距離50mの採掘パネルにおいて同時に5欠口を稼働する；



2方採炭、1方充填

坑道掘進： 2組/方×3方/日

(c) 炭鉱開発の順序

炭鉱は始めに東部坑を開発、次に西部坑に移る。東部坑において欠口採炭に必要な坑道掘進が完了した時点で、掘進チームは西部坑に移り掘進を行う。

(2) 採掘速度と生産量

(a) 掘進

適用した坑道掘進能率と生産能率は次の表7-11に示す通りである。

表7-11 掘進能率と石炭生産能率

	掘進能率		生産能率		
	m/方	m/日	トン/m*		
岩石斜坑	1.0	3.0			
岩石立入	1.2	3.6			
沿層坑道	2.4	7.2	8.5 -7.6 -7.2	61.2 -54.7 -51.8	
沿層昇り	2.0	6.0	8.5 -7.6 -7.2	51.0 -45.6 -43.2	

\* 稼行丈によって変化する。

表ではSBI層(1.9m)-SE1層(1.7m)-SE2層(1.6m)の順に示す。

(b) 欠口採炭

欠口採炭切羽の進行速度は次の条件で算出する。

- ・発破回数 : 5回/方
- ・1回の発破での進行距離 : 1.2m
- ・切羽進行速度 : 6m/方、12m/日
- ・5欠口の合計進行速度 : 30m/方、60m/日

上記パラメーターより、欠口採炭の1日当たりの進行長、出炭量は炭層毎にそれぞれ次の表7-12のようになる。

表7-12 欠口採炭の1日当たり出炭量

坑	炭層	稼行丈 (m)	欠口広さ (m)	進行長 (m/日)	実収率 (%)	出炭量 (ト/日)
東部坑	SB1層	1.9	2.4	60	95	364
西部坑	SE1層	1.7	2.4	60	95	326 ⇒ 391*
西部坑	SE2層	1.6	2.4	60	95	306 ⇒ 367*

\*第14年次において、東部坑の掘進が終了した後、掘進の1組が欠口採炭に加わり、20%の生産性向上が見込める。

### (3) 生産工程

上述の基準をもとに作成した生産工程を表7-13に示す。また開発及び生産工程の詳細については付属資料4-1に添付する。表7-14は各々の坑の生産工程と出炭量の概要である。

この表によると、正常生産期間の平均年産量は原炭ベースで10万3千トンである。約180万トンの実収炭量は操業19年で終掘する。

表7-14 生産工程と生産量概要

	掘進		採炭		合計
	年次	生産量(ト)	年次	生産量(ト)	生産量(ト)
東部坑	1~6	105,490	2~8	605,850	711,340
西部坑	6~14	161,160	8~19	945,220	1,106,380
合計	1~14	266,650	2~19	1,551,070	1,817,720

#### 7.2.4. 人員計画

炭鉱操業全体に必要な人員（在籍ベース）を表7-15に示す



表 7-13

生産工程 - 南西マリバウ炭鉱

	Total Tons	Y1		Y2		Y3		Y4		Y5		Y6		Y7		Y8		Y9		Y10		Y11		Y12		Y13		Y14		Y15		Y16		Y17		Y18		Y19		
		days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons	days	tons			
No. 1	53,067			[146d]	53,067																																			53,067
No. 2 West	42,959			(103d)	37,492	[15d]	5,467																																	42,959
No. 2 East	66,334					[482d]	66,334																																	66,334
No. 3 West	65,702					[53d]	19,292	[120d]	46,410																															65,702
No. 3 East	84,655							[122d]	44,408	[111d]	40,247																													84,655
No. 4 West	84,023								[133d]	50,556	[92d]	33,421																												84,023
No. 4 East	56,226									[154d]	56,226																													56,226
No. 5 West	111,820									[4d]	1,456	[250d]	91,000	[53d]	19,364																									111,820
No. 5 East	41,064												[113d]	41,064																										41,064
W/F Total	605,850				93,558		51,093		89,818		90,843		91,169		91,000		60,438																							605,850
Develop Total	105,490		18,580		17,252		21,526		17,714		11,513		20,919																										105,490	
East Pit Production Total			18,580		197,814		112,539		108,532		102,362		112,018		91,000		60,438																							711,340
E2 No. 1	38,730															[54d]	25,704	[43d]	13,026																					38,730
E2 No. 2	64,266		308 tons/day															[217d]	64,266																					64,266
E2 No. 3	84,269																			[112d]	14,652	[37d]	10,247																	84,269
E2 No. 4 Wst	41,070																				[105d]	38,555	[7d]	2,515																41,070
E2 No. 4 Est	44,050		367 tons/day + 20% UP Production [Increase workers after road development]																			[120d]	44,050																	44,050
E2 No. 5 Wst	59,584																																[167d]	59,584					59,584	
E2 No. 5 Est	24,259																																[65d]	24,259					24,259	
E1 No. 1	68,961																																							68,961
E1 No. 2	95,640		326 tons/day																																					95,640
E1 No. 3	116,137																																							116,137
E1 No. 4 Wst	26,228																																							26,228
E1 No. 4 Mdl	43,185																																							43,185
E1 No. 4 Est	83,092		391 tons/day + 20% UP Production [Increase workers after road development]																																					83,092
E1 No. 5 Wst	25,775																																							25,775
E1 No. 5 Mdl	63,534																																							63,534
E1 No. 5 Est	64,439																																							64,439
W/F Total	945,219																25,734		60,508		77,155		81,590		76,742		60,939		85,930		94,709		97,975		92,254		97,511		53,862	945,219
Develop Total											2,158		27,873		19,524		8,337		78,071		20,225		16,049		24,867		17,811												161,159	
West Pit Total Production											7,148		29,873		45,228		88,845		97,226		101,729		92,871		105,826		103,741		94,709		97,975		92,254		97,511		53,862	1,105,378		
SW Malibau Total Product			14,658		107,811		112,539		108,532		102,362		112,018		91,000		195,656		88,845		97,226		101,729		92,871		105,826		103,741		94,709		97,975		92,254		97,511		53,862	1,817,718







表7-15 人員計画

	部署	職員	鉱員	合計
炭鉱経営		2	-	2
生産	坑内	25	155	180
	選炭機	4	20	24
	小計	29	175	204
保安	小計	14	7	21
機械・電気	坑内	12	28	40
	坑外	11	22	33
	小計	23	50	73
生産管理	企画・管理	4	-	4
	測量・設計	3	6	9
	小計	7	6	13
経理	資材	4	2	6
	経理	3	4	7
	小計	7	6	13
管理	小計	11	35	46
合計		93	279	372

炭鉱は1日3交替、3方のチームで操業される。上記人員を各々の方に分けると次のような人員構成となる。

	1番方	2番方	3番方	計
職員	59	18	16	93
鉱員	135	72	72	279
計	194	90	88	372

炭鉱操業において最も重要な役割となる生産部門についての人員計画を表7-16に示しその概要を次に述べる。他の部門の詳細は付属資料4-2に示す。



表7-16 生産部門人員

鉱員

		実働人員				在籍人員			
		1番方	2番方	3番方	小計	1番方	2番方	3番方	小計
坑内	採炭	12	12	12	36	15	15	15	45
	掘進	10	10	10	10	12	12	12	36
	支繰	8	8	8	24	9	9	9	27
	運搬	11	11	11	33	12	12	12	36
	常一番	8			8	9			9
	事務	2				2			
	小計	51	41	41	133	59	48	48	155
選炭	ハンドピッキング	12			12	13			13
	バレーター	6			6	7			7
	小計	18			18	20			20
計		69	41	41	151	79	48	48	175

職員

		1番方	2番方	3番方	小計	
部長		1			1	
坑内	課長	1			1	
	係長	1			1	
	グループ長	1	1	1	3	
	係員	採炭	2	2	2	6
		掘進	2	2	2	6
		支繰	1	1	1	3
		運搬	1	1	1	3
常一番		1			1	
小計	10	7	7	24		
選炭	課長	1			1	
	グループ長	1			1	
	係員	2			2	
	小計	4			4	
計		15	7	7	29	

## 生産部門

表における人員数は在籍ベースで、計画には採炭・掘進の生産直接部門 85%、その他の間接部門 90%の出勤率を見込んでいる。

### (a) 採炭

1パネルに5欠口の採炭とし、1欠口切羽に2人の人員が必要である。更に資材の搬入、採掘炭の炭車への積み込み等採炭を補助する人員が2人必要である。

$$\text{必要鉦員数} : (5 \times 2 \text{人}) + 2 \text{人} = 12 \text{人} / \text{方} \rightarrow \text{在籍 } 15 \text{人} / \text{方}$$

### (b) 坑道掘進

通常、2切羽の坑道掘進を行う。1切羽5人の鉦員を必要とする。

$$\text{必要鉦員数} : 2 \times 5 \text{人} = 10 \text{人} / \text{方} \rightarrow \text{在籍 } 12 \text{人} / \text{方}$$

### (c) 坑道維持

坑道維持のため他、支線作業に8人の鉦員が必要となる。

$$\text{必要鉦員数} : 8 \text{人} / \text{方} \rightarrow \text{在籍 } 9 \text{人} / \text{方}$$

### (d) 運搬

水平坑道において炭車を牽引するため、肩坑道に1台、深坑道に2台の蓄電式機関車が必要である。機関車運転には運転手1人、棹取り1人、また斜坑運搬には棹取り2人を必要とする。さらに、坑外において機関車が種々の運搬作業をするため運転手1人、棹取り1人、助手1人が必要となる。従って、運搬全体の必要人員数は次のようになる。

水平坑道運搬	:	肩坑道1×2人+深坑道2×2人	=	6人
斜坑運搬	:	1×2人	=	2人
坑外運搬	:	1×3人	=	3人
合計	:			11人 → 在籍 12人/方

### (e) 常1番

このグループは種々の重要作業を1番方のみで実施する。熟練鉦員8人を必要とする。

(f) 選炭工場

手選を組み合わせた、簡単な選炭機を導入する。選炭機は、出炭計画に示した採掘原炭量を処理するのに1方の操業で充分である。

必要鉱員数：12人(手選)+6人(選炭機運転)=18人/方 → 在籍 20人/方  
選炭機の必要性については、次の 7.3. の項で述べる。

7.3. 産出炭の品位

当地域の一般的な炭質の評価については、6.2. の項で石炭サンプルの分析結果に基づいて述べた。一方、炭鉱開発計画においては採掘区域、炭層およびその稼行丈が限定される。この項では、採掘計画といくつかの想定に基づいて、生産される石炭の品位について検討する。

7.3.1. 分析データ

(1) シリムボボン地域

フェーズ2で行われたクイーン層の分析は1サンプルのみである。データ数を増やすため、表6-3に示した以前の2データを、表7-17に示すように整理をし、クイーン層の平均の石炭品位を計算するために使用した。

表7-17 クイーン層分析データ

	KK011	Phase 1*	1952	平均
水分(%)	1.7	1.0	1.6	1.4
灰分(%)	17.3	15.3	12.4	15.0
揮発分(%)	39.0	42.9	44.8	42.2
固定炭素(%)	42.0	40.8	41.2	41.3
発熱量(kcal/kg)	6,564	6,849	7,228	6,880
全硫黄(%)	1.83	2.14	2.52	2.16

\* 3 プライサンプルの加重平均値

(2) 南西マリバウ地域

採掘対象の炭層は東部の SB1層および西部の SE1層、SE2層であり、最大稼行丈は2.4mに制限される。つぎの表7-18は採掘計画区域内の分析データを表6-1-2から選びそれらの平均値を示している。

表7-18 南西マリバウ採掘炭層分析値

サンプル	YK 031	SK 015	YK 027	SK 025	SW 37	SW 36	SK 020	NK 141	NK 104	平均
炭層	SE2	SE2	SE2	SE1	SE1	SE1	SE1	SB1	SB1	
水分	4.8	4.4	3.2	4.9	3.3	2.9	3.5	4.4	3.7	3.9
灰分	9.4	6.2	4.8	7.6	15.7	2.9	15.2	5.1	21.2	9.8
揮発分	38.4	40.7	44.4	38.6	38.1	45.1	37.5	42.4	35.9	40.1
炭素	47.4	48.7	47.6	48.9	42.9	49.1	43.8	48.1	39.2	46.2
発熱量	6302	6891	7246	6554	6213	7397	6306	6879	5650	6604
全硫黄	1.27	0.36	0.45	0.72	0.97	0.65	0.41	0.27	0.87	0.66

7.3.2. 品位推定の方法

産出炭の品位の推定は上記の表の平均品位を基礎として行う。しかし、産出原炭および製品炭の品位推定には次のような修正や想定を適用した。

(1) 水分および発熱量

分析サンプルは全て露頭から採取されているため、分析結果はいくらか風化の影響を受けている。6.1.の項において、未風化の石炭の水分には、シリムボボンでは1.5%、南西マリバウでは3%と推定した。従って、表の平均水分値はシリムボボン炭は未風化、南西マリバウ炭は風化と見なされる。風化の影響を除くため、南西マリバウの分せき値を次のように修正した。

水分(%) : 3.9→3.0、灰分(%) : 9.8→9.9、発熱量(kcal/kg) : 6,604→6,750

発熱量は灰分との関係から求められる。(図6-1参照)

## (2) 炭層外の岩石混入

採炭中に主に天盤から岩石が混入する。両採掘計画地域共に炭層の天盤は主に頁岩で一部に炭質頁岩がある。南西マリバウの欠口採炭においては採掘跡に充填する岩石が産出炭に混入することもある。炭層外の岩石混入とそれが石炭品位に与える影響を次のように想定した。

- (a) 原炭の品位 : シリムボボン15%灰分、6,900kcal/kg、比重1.32  
南西マリバウ10%灰分、6,750kcal/kg、比重1.37
- (b) 岩石混入量 : 原炭容積の10%
- (c) 混入岩石の品位 : 80%灰分、500kcal/kg、比重2.2

上記パラメータを使った産出原炭の品位の計算を表7-19に示す。

表7-19 産出原炭品位推定

	シリムボボン			南西マリバウ		
	原炭	岩石混入	産出原炭	原炭	岩石混入	産出原炭
容 量	100	10	110	100	10	110
比 重	1.37	2.2	1.45	1.32	2.2	1.45
重 量	137	22	159	132	22	154
灰 分	15	80	25	10	80	20
発熱量 kcal/kg	6,900	500	6,000	6,750	500	5,850

表に示すように、岩石の混入が10%(容積)あることにより、産出炭の灰分が10%増加し、発熱量は900kcal/kg減少する。

## (3) 手選と選炭機

表7-19に示したように、原炭の発熱量はシリムボボンで6,000 kcal/kg、西南マリバウで5,850 kcal/kgである。より低発熱量の種々な市場があるであろうが、ここでは最終製品の発熱量を6,500から6,700 kcal/kgレベルと想定している。

上記の製品炭発熱量を達成する為、手選設備と共に選炭機も併せて導入する。次ぎに示すのは当検討に用いた選炭システムである。

粒度選別 : ±40～50 mm  
           網上(原炭の20%) ⇒ 手選  
           網下(原炭の80%) ⇒ 選炭機  
 選炭機 : バウムジグ、容量 60トン/時  
 工場規模 : (60+15)トン/時 × 6時間/方 = 450トン/方  
           1方/日操業 ⇒ 450トン/日×250日/年=112,500トン/年  
           2方/日操業 ⇒ 900トン/日×250日/年=225,000トン/年  
 山別操業方式 : シリンボボン 2方/日、 西南マリバウ 1方/日

上記プロセスにおける選炭歩留りは、最終製品を投入原炭で割った値であるが、85%と想定する。

### 7.3.3. 製品炭の品位

上述の諸条件に基づき、予想される製品炭の品位を下表に示す。

表7-20 製品炭品位推定 (air dried base)

	シリンボボン	西南マリバウ
水分 (%)	1.5	3.0
灰分 (%)	17.0	13.0
揮発分 (%)	41.2	39.0
発熱量 (kcal/kg)	6,700	6,500
全硫黄 (%)	1.5	0.5
窒素 (%)	< 1.2	< 1.4
灰軟化点 (IDT. °C)	>1,350	>1,250

硫黄の形態分析の信頼できるデータは無いが、採掘炭の硫黄分の30%は選炭プロセスで除去されると仮定している。

上記の品位は一例であり、高発熱量ケースを示している。より低発熱量の石炭も選炭プロセスの変更で生産可能であり、種々の市場に対応できる。

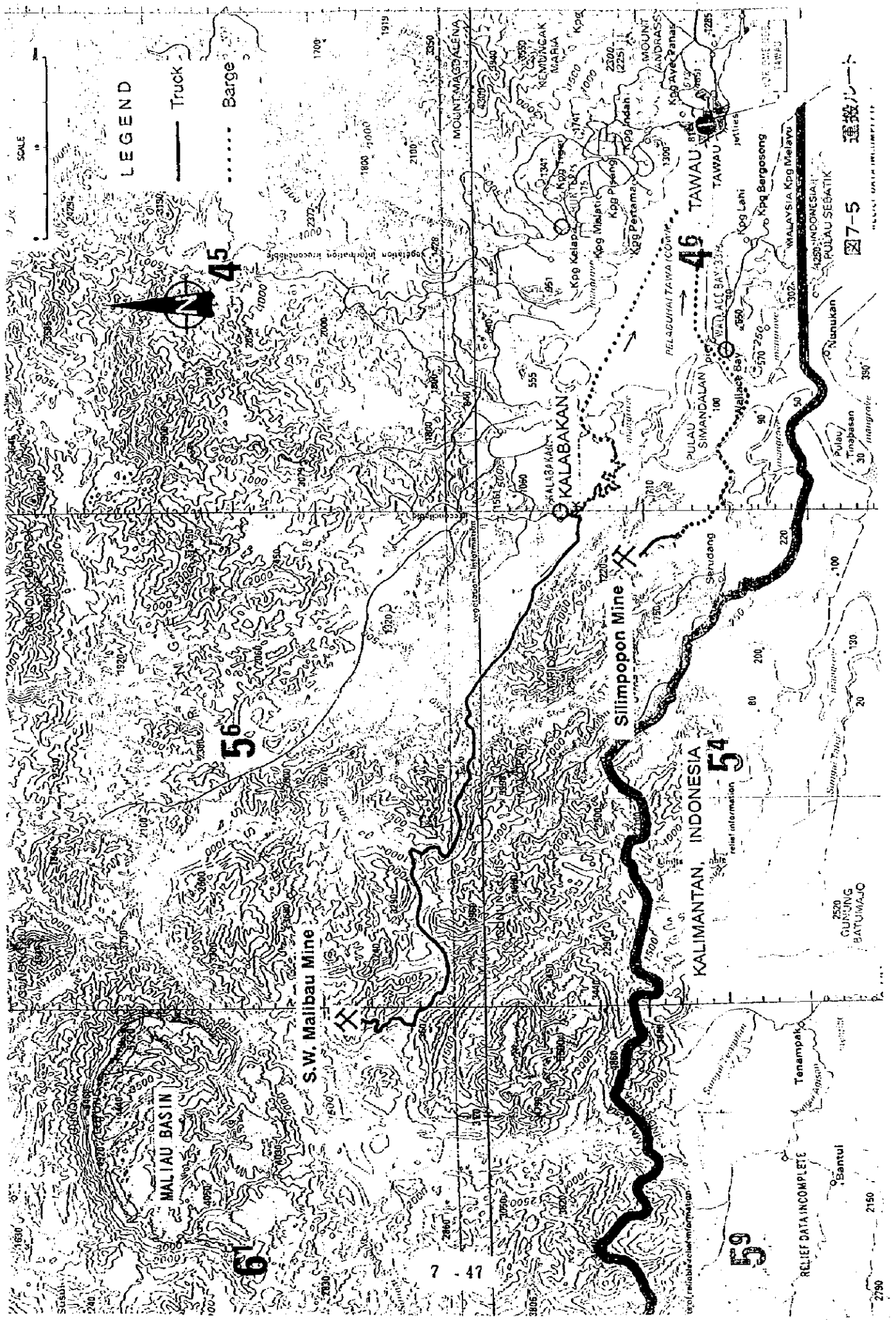
#### 7.4. 石炭の運搬

製品炭は山元からトラックとバージで輸送する。そのルートは図7-5に示す。

シリムポボンにおいては、バージへの積み込み位置は、今回計画した坑口から7 km 南に位置する旧シリムポボン炭鉱が使用した積み込み場の位置とする。同積み込み地点までは昔の炭鉱軌道跡に7 km の道路を建設する。バージはシリムポボン川を下り Cowie 湾に達する。

南西マリバウにおいては、製品炭はカラバカンにおいてバージに積み替えることにする。山元からカラバカンまでは83km の距離となる。山元から8km は過去の木材搬出道路跡があるが、これを石炭のトラック運搬が出来るような勾配・幅員を持つ道路に改修建設する必要がある。残りの、75km は現在主要な木材運搬道路として使用されており、十分な幅員、適当な勾配の砂利道路である。

カラバカンは本調査地域に一番近い集落であり、木材産業の中心となっている。いくつかの製材工場、木材のバージへの積み込み施設が稼働している。製品炭はカラバカンにてバージに積み込み、カラバカン川を下り Cowie 湾に達する。



LEGEND

Truck  
Barge

SCALE



45

56

61

7 - 47

KALIMANTAN, INDONESIA

54

59

RELIEF DATA INCOMPLETE

Bantul

CUMING  
BATUMAJO

Tenampak

reliability check information

reliability information

WALLACE BAY

46

TAWAU

45

7-5 運發

RELIABLE DATA INCOMPLETE

2780



## 8. 経済性評価

## 8. 経済性評価

### 8.1. 設備投資、操業コストの算定

1932年にシリムボボン炭鉱が閉山した後はマレーシアには坑内掘炭鉱が無いため、今回計画する炭鉱の設備投資、操業コストを算定するのは難しい。従って、本調査ではいくつかの仮定および海外の基準等を適用して算出した。即ち、マレーシアにおけるコストデータ、インドネシアの類似の炭鉱の実績、日本のコスト基準等である。

操業コストはバージュへの積み込み地点での FOB ベースで計算する。ロイヤリティーおよび税はコストに含めていない。コストは全て USドルで計算し、マレーシア通貨とは  $1 \text{ US\$} = 3.8 \text{ RM}$ (リングット) の交換レートを使用している。

#### 8.1.1. シリムボボン炭鉱

##### (1) 設備投資

炭鉱操業に係る設備投資の総額は、表 8-1 に示すように設備の更新を含め 2,500 万ドルとなる。設備投資の詳細を表 8-2 に示す。

表8-1 設備投資総括

(1,000 US\$)

設備	初期投資	更新	合計
坑外設備	3,912	0	3,912
車両・重機等	1,000	2,000	3,000
保安機器	893	905	1,798
坑内運搬設備	1,105	0	1,150
掘進、B/P 設備	3,429	6,757	10,186
長壁採炭設備	964	3,344	4,308
その他坑内設備	260	420	680
合計	11,608	13,426	25,034

表8-2 設備投資の詳細

## (a) 坑外設備

	機械、設備	数量	単価	金額(US\$)	備考
1	整地、道路造成			300,000	
2	事務所、浴場等	1	300\$/m <sup>2</sup>	300,000	1000m <sup>2</sup> , 日本の1/3
3	更衣室	1	300\$/m <sup>2</sup>	150,000	500m <sup>2</sup> , 日本の1/3
4	火薬庫	1	300\$/m <sup>2</sup>	60,000	200m <sup>2</sup> , 日本の1/3
5	修理工場	1		400,000	工具機械を含む
6	コンプレッサ	1	250,000	500,000	300HP×2
7	送炭機	1セット		600,000	シタ、コンベア、ポンプ
8	主要扇風機	1	150,000	150,000	200HP
9	主要巻上機	1	600,000	600,000	300~400HP
10	補助巻上機	1	100,000	100,000	50~100HP
11	浄水設備	1セット		100,000	
	小計			3,260,000	
12	その他			652,000	小計の20%
	合計			3,912,000	

## (b) 坑外車両、重機等

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	通勤バス	2	100,000	200,000	耐用年数 8 年
2	サービストラック	2	30,000	60,000	耐用年数 8 年
3	巡回用自動車	1	40,000	40,000	耐用年数 8 年
4	ブルドーザー (D-85)	1	350,000	350,000	耐用年数 10 年
5	ローダー (WA-350)	1	200,000	200,000	耐用年数 10 年
6	グレーダー	1	150,000	150,000	耐用年数 10 年
	合計			1,000,000	

## (c) 坑内保安設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	安全灯 (YL2000)	300	500	150,000	耐用年数 5 年
	安全灯充電器 (YL-5240-40)	8	12,000	96,000	
2	CO マスク	300	115	34,500	耐用年数 3 年
3	粉塵マスク	300	30	9,000	耐用年数 3 年
4	メタガス検定器 (東科)	70	1,360	95,200	
	メタガス検定器 (東科 100%)	6	1,360	8,160	
5	酸素濃度測定器 (GO-25KS)	6	2,100	12,600	
6	CO 濃度測定器	6	1,400	8,400	
7	酸素呼吸器	30	12,000	360,000	救護隊
8	無線システム	1セット		70,000	
9	坑内電話システム	1セット		50,000	
	合計			893,860	

## (d) 坑内主要運搬設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	Total	備考
1	炭車 (2 m <sup>3</sup> )	200	5,000	100,000	
2	平台車	10	5,000	50,000	
3	斜坑入車	1セット		200,000	
4	蓄電池式機関車	4	200,000	800,000	
	合計			1,150,000	

## (e) 坑道掘進、柱房採炭機械、設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	横開ク'ン'ロータ'- (ME632)	3	250,000	750,000	耐用年数 10 年
2	横開ク'ン'ロータ'- (ME612)	6	150,000	900,000	耐用年数 10 年
3	チェーンコンベアー	8	50,000	400,000	耐用年数 10 年
4	水圧鉄柱	1,250	700	875,000	耐用年数 10 年
5	電気巻き (30 HP)	4	40,000	160,000	
6	局部扇風機	10	25,000	250,000	
7	オーガー	12	2,000	24,000	耐用年数 2 年
8	岩石用ハンマー	6	3,000	18,000	耐用年数 2 年
9	コールピック	12	1,000	12,000	耐用年数 2 年
10	小型ポンプ	20	2,000	40,000	耐用年数 2 年
	合計			3,429,000	

## (f) 長壁式採炭設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	水圧鉄柱	1,000	500	500,000	耐用年数 5 年
2	カップ	1,000	100	100,000	耐用年数 5 年
3	高圧ポンプ	2	50,000	100,000	耐用年数 10 年
4	フェースコンベアー	2	70,000	140,000	耐用年数 10 年
5	チェーンコンベアー	2	50,000	100,000	耐用年数 10 年
6	オーガー	8	2,000	16,000	耐用年数 2 年
7	コールピック	8	1,000	8,000	耐用年数 2 年
	合計			964,000	

## (g) その他坑内設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	固定排水ポンプ	2	30,000	60,000	耐用年数 10 年
2	小型ハックル (支操作業用)	3	50,000	150,000	耐用年数 10 年
3	測量機器	1セット		50,000	
	合計			260,000	

(2) 操業コスト

(a) 人件費

人件費は人員計画に基づき計算している。給与はサバ州の銅鉱山で使用されている「Salary guideline」を参考にしている。次の表 8-3 に人件費の総括を示す。

表 8-3 人件費総括

	人数	Category/Grade	給与 (\$/月/人)	合計* (1000\$/年)
Manager	2	Supervisory G15	(1355+1195)/2/3.8=336	9,676
Department Head	6	Supervisory G13	(1245+1045)/2/3.8=301	26,006
Superintendent	7	Supervisory G11	(1140+1000)/2/3.8=282	28,426
Section Chief	9	Supervisory G9	(1040+910)/2/3.8=257	33,307
Group Chief	14	Supervisory G7	(950+830)/2/3.8=234	47,174
General Staff	72	Supervisory G5	(865+755)/2/3.8=213	220,838
Worker	346	Production G5	(630+495+400)/3/3.8=134	667,642
Total	456			1,033,069

\*合計額には時間外、福利厚生費用として基礎額の20%を含めている。

(b) 電力費

適用基準： 設備容量--1500kw、稼働率--60%

単価--Industrial Class2 ( 0.23 RM / kw )

電力コスト： 操業日：250日×24時間×900kw ×0.23RM ÷3.8RM/\$=326,842\$/年

休日：115日×24時間×300kw ×0.23RM ÷3.8RM/\$= 50,116\$/年

合計 376,958\$/年

(c) 消耗資材費

①坑道掘進用

表8-4 坑道掘進用資材 (US\$/m)

	数量	単価	合計	備考
鋼製枠	1セット		150	3 枠(梁×1、脚×2)
坑木	10	0.8	8.0	6"×6" 3.5 RM/Ft 4本に製材
板材	18	0.5	9.0	6"×6" 3.5 RM/Ft 6枚に製材
切り張り	10	0.2	2.0	
雷管	40/30	1.5	60/45	岩石 / 石炭
爆薬	80/50	1.0	80/50	岩石 / 石炭
枕木	2	8.9	17.8	
レール		20.0	20.0	22.7 kg/m
圧気管	1	7.9	7.9	ﾊﾞﾙﾌﾞを含まない
給水管	1	3.3	3.3	ﾊﾞﾙﾌﾞを含まない
排水管	1	3.3	3.3	
電力ケーブル	1	80	80	
その他			10	ﾊﾞｰｽ、ﾀﾞﾋﾞﾝｸﾞ材など
合計			451.3/406.3	岩石 / 石炭

注 第6年次からは沿層坑道の材料コストは爆薬、木材を除いて50%および20%となる。これらは使用資材を再使用するからである。

$$406.3 - (150 + 20 + 7.7 + 3.3 + 3.3) \times 0.5 + 80 \times 0.8 = \underline{250.2 \text{ US$/meter}}$$

②柱房式採炭

表8-5 柱房採炭用資材 (US\$/m)

	数量	単価	合計	備考
板材	10	0.5	5.0	
雷管	20	1.5	30.0	
爆薬	20	1.0	20.0	
その他			5.0	圧気管、水ﾊﾞｲﾌﾞ等
合計			60.0	

③長壁式採炭

表 8-6 長壁式採炭用資材 (US\$/t)

	数量	単価	合計	備考
板材	1	0.5	0.5	
竹簾	1	0.5	0.5	
雷管	1	1.5	1.5	
爆薬	1	1.0	1.0	
その他		0.5	0.5	圧気管、水H'イ'等
合計			4.0	

④予備資材： 500,000 \$/年---固定額とする

(d) 石炭運搬

製品炭は山元より7km南に位置する、バージへの積み替え地点までトラックで運搬する。

単価 : RM 4/km・20 tトラック → RM 0.2/t・km

コスト計 : RM 0.2/t・km×7km÷3.8RM/\$=0.37\$/t → 0.5\$/t (積込費用含む)

表 8-7 に操業コストの総括を示す。全操業期間を通じての合計コストは7460万ドルとなる。平均コストは原炭ベースで20.4 \$/t、製品炭ベースで24.0 \$/tとなる。



表 8-7 操業コスト総括表

	単位コスト(\$)	単位	数量	合計(1,000\$)
人件費	1,033,069	\$/年	24年	24,103
電力費	376,958	\$/年	24年	9,048
資材費				39,941
岩石坑道	451.3	\$/m	648m	(292)
沿層坑道	406.3→250.2	\$/m	49,540m	(13,888)
柱房採炭	60	\$/m	59,650m	(3,579)
長壁採炭	4	\$/t	2,608,000t	(10,432)
予備資材	500,000	\$/年	24年	(11,750)
運搬	0.5	\$/t	3,110,000t	1,555
合計				74,647

### 8.1.2. 南西マリバウ炭鉱

#### (1) 設備投資

炭鉱操業に係る設備投資の総額は表 8-8 に示すように設備の更新を含め1240万ドルとなる。設備投資の詳細を表 8-9 に示す。

表 8-8 設備投資総括表

(1,000US\$)

設備	初期投資	更新	合計
坑外設備	3,564	0	3,564
車両・重機等	1,000	1,300	2,300
保安機器	822	591	1,413
坑内運搬設備	1,150	0	1,150
掘進設備	1,066	1,254	2,320
欠口採炭設備	282	930	1,212
その他坑内設備	260	210	470
合計	8,144	4,285	12,429

表8-9 設備投資の詳細

## (a) 坑外設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	整地、道路造成			300,000	
2	事務所、浴場等	1	300\$/m <sup>2</sup>	240,000	800m <sup>2</sup> 、日本の1/3
3	更衣室	1	300\$/m <sup>2</sup>	120,000	400m <sup>2</sup> 、日本の1/3
4	火薬庫	1	300\$/m <sup>2</sup>	60,000	200m <sup>2</sup> 、日本の1/3
5	修理工場	1		200,000	工具機械を含む
6	コンプレッサ	1	250,000	500,000	300HP×2
7	選炭機	1セット		600,000	ジグ、コンベア、ポンプ
8	主要扇風機	1	150,000	150,000	200HP
9	主要巻上機	1	600,000	600,000	300~400HP
10	補助巻上機	1	100,000	100,000	50~100HP
11	浄水設備	1セット		100,000	
	小計			2,970,000	
12	その他			594,000	小計の20%
	合計			3,564,000	

## (b) 坑外車両、重機等

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	通勤バス	2	100,000	200,000	耐用年数 8 年
2	サービストラック	2	30,000	60,000	耐用年数 8 年
3	巡回用自動車	1	40,000	40,000	耐用年数 8 年
4	ブルドーザー (D-85)	1	350,000	350,000	耐用年数 10 年
5	ローダー (WA-350)	1	200,000	200,000	耐用年数 10 年
6	グレーダー	1	150,000	150,000	耐用年数 10 年
	合計			1,000,000	

## (c) 坑内保安設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	安全灯(YL2000)	250	500	125,000	耐用年数 5 年
	安全灯充電器(YL-5240-40)	7	12,000	84,000	
2	CO マスク	250	115	28,750	耐用年数 3 年
3	粉塵マスク	250	30	7,500	耐用年数 3 年
4	メタン検定器(東科)	50	1,360	68,000	
	メタン検定器(東科 100%)	6	1,360	8,160	
5	酸素濃度測定器(GO-25KS)	6	2,100	12,600	
6	CO 濃度測定器	6	1,400	8,400	
7	酸素呼吸器	30	12,000	360,000	救護隊
8	無線システム	1セット		70,000	
9	坑内電話システム	1セット		50,000	
	合計			822,410	

## (d) 坑内運搬設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	炭車(2 m <sup>3</sup> )	200	5,000	100,000	
2	平台車	10	5,000	50,000	
3	斜坑人車	1セット		200,000	
4	蓄電式機関車	4	200,000	800,000	
	合計			1,150,000	

## (e) 坑道掘進設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	サトウダンロータ(ME632)	3	250,000	750,000	耐用年数 10 年
2	局部扇風機	4	25,000	100,000	
3	オーガー	6	2,000	12,000	耐用年数 2 年
4	岩石用ハンマー	6	3,000	18,000	耐用年数 2 年
5	コールピック	6	1,000	6,000	耐用年数 2 年
6	小型ポンプ	10	2,000	20,000	耐用年数 2 年
	合計			1,066,000	

## (f) 欠口採炭設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	プラスチックトラフ	200	150	30,000	耐用年数 1 年
2	チェーンコンベアー	4	50,000	200,000	耐用年数 10 年
3	オーガー	8	2,000	16,000	耐用年数 2 年
4	コールピック	8	1,000	8,000	耐用年数 2 年
5	水圧鉄柱(資材回収用)	40	700	28,000	耐用年数 10 年
	合計			282,000	

## (g) その他坑内設備

(US\$)

	機械、設備	数量	単価	金額	備考
1	固定排水ポンプ	2	30,000	60,000	耐用年数 10 年
2	小型バケット(支操作業用)	3	50,000	150,000	耐用年数 10 年
3	測量機器	1セット		50,000	
	合計			260,000	

## (2) 操業コスト

## (a) 人件費

人件費は人員計画に基づき計算している。給与ベースはサバ州の銅鉱山で使用されている「Salary guideline」を参考にしている。表 8-10 に人件費の総括を示す。

表8-10 人件費総括

	人数	Category/Grade	給与 (\$/月/人)	合計* (1000\$/年)
Manager	2	Supervisory G15	$(1355+1195)/2/3.8=336$	9,676
Department Head	6	Supervisory G13	$(1245+1045)/2/3.8=301$	26,006
Superintendent	7	Supervisory G11	$(1140+1000)/2/3.8=282$	28,426
Section Chief	8	Supervisory G9	$(1040+910)/2/3.8=257$	33,307
Group Chief	13	Supervisory G7	$(950+830)/2/3.8=234$	36,504
General Staff	57	Supervisory G5	$(865+755)/2/3.8=213$	145,692
Worker	279	Production G5	$(630+495+400)/3/3.8=134$	448,632
Total	372			728,243

\*合計額には時間外、福利厚生費として基礎額の20%を含めている。

(b) 電力費

適用基準 : 設備容量--1500kw、稼働率--60%

単価--Industrial Class2 ( 0.23 RM / kw )

電力コスト : 操業日 :  $250日 \times 24時間 \times 900kw \times 0.23RM \div 3.8RM/\$ = 326,842\$/年$

休日 :  $115日 \times 24時間 \times 300kw \times 0.23RM \div 3.8RM/\$ = 50,116\$/年$

合計 376,958\$/年

(c) 消耗資材費

①坑道掘進用

表 8-1 1 坑道掘進用資材 (US\$/m)

	数量	単価	合計	備考
鋼製枠	1セット		150	3 枠(梁×1、脚×2)
坑木	10	0.8	8.0	6"×6" 3.5 RM/Ft 4本に製材
板材	18	0.5	9.0	6"×6" 3.5 RM/Ft 6枚に製材
切り張り	10	0.2	2.0	
雷管	40/30	1.5	60/45	岩石 / 石炭
爆薬	80/50	1.0	80/50	岩石 / 石炭
枕木	2	8.9	17.8	
レール		20.0	20.0	22.7 kg/m
圧気管	1	7.9	7.9	バルブを含まない
給水管	1	3.3	3.3	バルブを含まない
排水管	1	3.3	3.3	
電力ケーブル	1	80	80	
その他			10	ホース、タビング材など
合計			451.3/406.3	岩石/石炭

注 第6年次からは沿層坑道の材料コストは爆薬、木材を除いて50%(枠、パイプ)

および20%(電力ケーブル)となる。これらは使用資材を再使用するからである。

岩石坑道  $451.3 - (150 + 20 + 7.7 + 3.3 + 3.3) \times 0.5 + 80 \times 0.8 = 292.5 \text{ US$/meter}$

沿層坑道  $406.3 - (150 + 20 + 7.7 + 3.3 + 3.3) \times 0.5 + 80 \times 0.8 = 250.2 \text{ US$/meter}$

## ②沿層昇り掘進

表 8-1 2 沿層昇り掘進用資材 (US\$/m)

	数量	単価	合計	備考
坑木	3	16	38	
板材	8	0.5	4	
雷管	10	1.5	15	
爆薬	10	1	10	
その他		1	1	
合計			68	

③欠口採炭

表8-13 欠口採炭用資材 (US\$/t)

	数量	単価	合計	備考
坑木	0.42	16.0	6.7	
板材	1.14	0.5	0.6	
雷管	1	1.5	1.5	
爆薬	1	1.0	1.0	
その他		0.5	0.5	圧気管、水パイプ等
合計			10.3	

④予備資材： 200,000 \$/年---固定額とする

(d) 石炭運搬 (トラック)

距離 : 山元→カラカ 83km

単価 : RM 4/km・20 tトラック→ RM 0.2/t・km

運搬コスト :  $RM\ 0.2/t \cdot km \times 83km \div 3.8RM/\$ = 4.37\$/t$

→ 4.5\$/t (積込費用含む)

表8-14に南西マリバウ炭鉱の操業コストの総括を示す。全操業期間を通じての合計コストは5860万ドルとなる。平均トン当たりコストは原炭ベースで32.2 \$/t、製品炭ベースで37.9 \$/tとなる。

表 8-14 操業コスト総括表

	単位コスト(\$)	単位	数量	合計(1,000\$)
人件費	728,243	\$/年	19年	13,056
電力費	376,958	\$/年	19年	6,762
資材費				31,847
岩石坑道	451.3→292.5	\$/m	6,609m	(2,983)
沿層坑道	406.3→250.2	\$/m	29,911m	(9,098)
沿層昇り	68	\$/m	2,500m	(170)
欠口採炭	10.3	\$/t	1,551,000t	(15,976)
予備資材	200,000	\$/年	19年	(3,620)
運搬	4.5	\$/t	1,545,000t	6,952
合計				58,617

8.1.3. まとめ

表 8-15 にシリムポボンおよび南西マリパウ炭鉱の生産コスト等を比較して示す。

表 8-15 コスト比較

	シリムポボン炭鉱	南西マリパウ炭鉱
稼行年数	24	19
生産量 (t)		
原炭	3,658,900	1,817,700
製品炭	3,110,100	1,545,000
コスト (\$)		
設備投資	25,034,000	12,429,000
操業コスト	74,647,000	58,617,000
合計コスト	99,081,000	71,046,000
ト当たりコスト、製品炭 (原炭)		
操業コスト(\$/t)	24.0 (20.4)	37.9 (32.2)
合計コスト(\$/t)	31.9 (27.1)	46.0 (39.1)



## 8.2. 経済分析

### 8.2.1. 前提条件および基礎

シリムポボンおよび南西マリバウ地域における炭鉱開発計画について、その経済性の評価を試みた。本調査における開発計画はまだ予備的なものであり、経済性評価は種々の前提条件を使用して行った。全体に共通する条件は次のとおりである。

- 1) 基準通貨 : US\$, 現地通貨(リンギット- RM) との交換レート : 3.8RM / 1US\$
- 2) 評価期間 : 炭鉱操業全期間 (シリムポボン24年、南西マリバウ19年)
- 3) コストおよび石炭価格基準 : FOB(バージ積み込み箇所)
- 4) コストには、ロイヤルティーおよび税金を含まず。
- 5) コスト、価格共にエスカレーションは適用していない。

#### (1) 費用 (C)

ここでいう費用とは炭鉱開発に係る設備投資と操業費の合計である。前項に示した金額を使用しており、一部記述が重複するが、以下に結果を整理・要約して記す。

#### (a) 操業費

	<u>シリムポボン</u>	<u>南西マリバウ</u>
総出炭	3,110,100 t	1,545,000 t
操業費	1000\$ (\$/t)	1000\$ (\$/t)
労務費	24,103 (7.7)	13,056 (8.5)
電力費	9,048 (2.9)	6,762 (4.4)
消耗品費	39,941 (12.8)	31,847 (20.6)
石炭運搬	1,556 (0.5)	6,952 (4.5)
合 計	74,647 (24.0)	58,617 (37.9)

(b) 設備投資

	<u>シリムポボン</u>		<u>南西マリバウ</u>	
	1000\$	(\$/t)	1000\$	(\$/t)
初期投資	11,608	(3.7)	8,144	(5.3)
設備更新	13,470	(4.3)	4,285	(2.8)
合計	25,078	(8.1)	12,429	(8.0)
設備投資+操業費総額	99,725	(32.1)	71,046	(46.0)

費用の年度別支出スケジュールは表 8-1 6 および表 8-1 7 に示す。

(2) 便益 (B)

ここでいう便益とは、パージ積み込み箇所での石炭販売収入である。石炭価格は、日本の電力会社が輸入する豪州炭(6,700kcal/kg)の1999年度基準価格(29.95\$/t)を参考とし、30 US\$/tを適用した。両地域における合計便益は次のとおりである。

シリムポボン	: \$ 93,306,000
南西マリバウ	: \$ 46,356,000

8.2.2. 経済分析結果

(1) ベースケース

前項に示した条件を適用した場合をベースケースとし、両地域における炭鉱開発の経済分析を行った。その結果は表 8-1 6 (シリムポボン) および表 8-1 7 (南西マリバウ) に示す。以下はその要約である。

	<u>シリムポボン</u>	<u>南西マリバウ</u>
便益・費用差 (B - C) :	-\$ 6,419,000	-24,690,000
便益・費用比率 (B / C) :	0.94	0.65
経済的内部収益率 (EIRR) :	-4.59 %	-

上記の結果からみれば、ベースケースの条件における炭鉱開発は、両地域ともに経済性がないということになる。特に南西マリバウについては、大幅な条件の改善がなければ経済的な開発は困難である。

## (2) 感度分析

比較的有利な結果を示すシリムポボン地域について、前提条件の変動に対する IRR への影響の度合を見るために感度分析を行った。分析は、比較的変動の可能性が大きいと予想される以下に示す3項目について行った。為替レートの変動は、現時点では 1 US\$ = 3.8 RM に固定されているため分析項目から除外した。

分析結果は図 8-1-1 および図 8-1-2 に示す。各項目の変動に対する IRR への影響は次のとおりである。

- (a) 石炭価格 +\$ 2 → IRR +4.5%
- (b) 年間生産量 +10% → IRR +6.5%
- (c) 操業コスト -10% → IRR +5.5%

上記はいずれも、他の項目の数値は固定して、一つの項目のみの変動による効果を表したもので、二つ以上の組合せによる相乗効果は示していない。

以下は、各項目の変動の可能性について考察を行ったものである。

### (a) 石炭価格

本地域の石炭がどこで消費されるかは不明であるが、石炭価格は貿易市場価格の影響を受けるものと考えられる。ベースケースで使用した日本における豪州輸入



表8-16 経済分析

シリムポボン炭鉱 (ベースケース)

Silimpopon Financial Analysis		(Case-1)																								Total		
TOTAL CASHFLOW (before TAX)		Revised 99.6																										
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			
Production Factor																										618.0		
Development (Rock)	meters	648																								618.0		
Development (Coal)	meters	480	2,100	3,595	3,345	3,340	2,341	2,339	3,414	2,421	2,601	2,543	1,800	1,800	1,745	1,596	1,800	1,803	1,671	2,418	2,031	2,018	224				47,485.0	
Board & Pillar	meters	0	4,022	2,378	6,020	2,114	3,078	6,392	1,200	1,600	2,575	2,855	800	2,905	2,195	1,670	2,600	2,400	2,600	1,869	2,201	0	3,952	2,988	1,230			59,644.0
ROM (Open cut)	1,000 ton	3.6	61.7	59.5	103.5	59.5	57.3	106.1	41.0	36.2	58.4	52.9	23.2	45.1	37.6	28.1	41.9	40.3	35.9	30.1	31.8	11.9	41.7	27.7	12.8			1,050.8
ROM (Development, Board & Pillar)	1,000 ton	0.0	45.5	103.9	58.6	101.0	108.2	60.0	111.1	116.4	98.3	116.5	139.4	130.9	117.5	133.6	129.8	131.7	120.0	126.3	126.0	147.5	131.9	136.5	117.5			2,608.1
ROM (Longwall)	1,000 ton	3.6	107.2	163.4	162.1	160.5	165.5	166.1	152.1	152.6	156.7	169.4	162.6	176.0	155.1	161.7	171.7	172.0	155.9	156.4	160.8	159.4	173.6	164.2	130.3			3,658.9
ROM (Total)	1,000 ton	3.1	91.1	138.9	137.8	136.4	140.7	141.2	129.3	129.7	133.2	144.0	138.2	149.6	131.8	137.4	145.9	146.2	132.5	132.9	136.7	135.5	147.6	139.6	110.8			3,110.1
CC Production (YR=85%)	1,000 ton	3.1	91.1	138.9	137.8	136.4	140.7	141.2	129.3	129.7	133.2	144.0	138.2	149.6	131.8	137.5	146.0	146.2	132.5	132.9	136.7	135.5	147.6	139.6	110.8			3,110.1
CC Production (with sensitivity)	0 %	3.1	91.1	138.9	137.8	136.4	140.7	141.2	129.3	129.7	133.2	144.0	138.2	149.6	131.8	137.5	146.0	146.2	132.5	132.9	136.7	135.5	147.6	139.6	110.8			3,110.1
Investment (x 1,000US\$)																										3,912		
Permanent Facility		3,912																								3,912		
Transportation, others		1,000																								3,000		
Safety		894																								1,842		
U/G Transportation		1,150																								1,150		
U/G Development, B&P		844	2,458	94		94		94		94		844	2,175	94		94		94		94		844	2,175	94			10,186	
U/G Longwall			964		24		24	600	24		24		964		24		24		600	24		24		964		24		4,308
U/G Others		50	210																								680	
Total Investment		7,850	3,632	94	68	94	174	738	24	394	68	1,694	3,349	138	24	94	218	994	24	138	724	1,038	3,349	94	68	25,078	8.06 US\$/ton	
Operating Cost (x 1,000 US\$)	Cost factors																									24,103		
Labour Cost		344	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	9,048
Electricity		377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	292
Development (Rock)	451.3 \$/meter	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,225
Development (Coal) First stage	406.3 \$/meter	195	853	1,461	1,359	1,357		586	585	854	606	651	636	450	450	437	399	450	451	418	612	508	512	56	0	0	0	8,661
Development (Coal) Second stage	250.2 \$/meter	0	241	143	361	127		185	384	72	96	155	171	48	174	132	100	156	144	156	112	132	0	237	179	74	3,579	
Board & Pillar	60.0 \$/meter	0	182	416	234	404		433	240	444	466	393	466	558	524	470	534	519	527	480	505	504	590	528	546	470	10,433	
Longwall	4.0 \$/ton	250	500	500	500	500		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	11,750	
Spare parts																												
Transportation	0.5 \$/ton	2	46	69	69	68	70	71	65	65	67	72	69	75	66	69	73	73	66	66	68	68	74	70	55			1,556
Total Operating cost (x 1,000US\$)		1,460	3,232	3,999	3,933	3,866	3,184	3,190	3,345	3,143	3,176	3,255	3,035	3,133	3,015	3,012	3,108	3,105	3,030	3,205	3,122	3,080	2,805	2,705	2,509			74,647
Total Operating cost (with sensitivity)	0 %	1,460	3,232	3,999	3,933	3,866	3,184	3,190	3,345	3,143	3,176	3,255	3,035	3,133	3,015	3,012	3,108	3,105	3,030	3,205	3,122	3,080	2,805	2,705	2,509			74,647
Cash Outflow (x 1,000US\$)		9,310	6,864	4,093	4,001	3,960	3,358	3,928	3,369	3,537	3,244	4,949	6,384	3,271	3,039	3,106	3,326	4,099	3,054	3,343	3,846	4,118	6,154	2,799	2,577			99,725
Accumulative (x 1,000US\$)		9,310	16,174	20,267	24,267	28,227	31,585	35,513	38,882	42,419	45,662	50,611	56,995	60,266	63,305	66,411	69,736	73,835	76,889	80,232	84,078	88,195	94,349	97,148	99,725			
Production cost (US\$)	US\$/ton	3,042	75	29	29	29	24	28	26	27	24	34	46	22	23	23	23	28	23	25	28	30	42	20	23			32.06 US\$/ton
Cash Inflow																												
COAL PRICE (US\$/ton)	30.00 US\$/t	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
Coal Sales (x 1,000\$)		92	2,734	4,167	4,134	4,093	4,220	4,236	3,879	3,891	3,996	4,320	4,146	4,488	3,955	4,124	4,379	4,386	3,976	3,988	4,100	4,065	4,427	4,187	3,323			93,306
Subsidy (x 1,000\$)	0.00 US\$/t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Less Royalty		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REVENUE (x 1,000\$)		92	2,734	4,167	4,134	4,093	4,220	4,236	3,879	3,891	3,996	4,320	4,146	4,488	3,955	4,124	4,379	4,386	3,976	3,988	4,100	4,065	4,427	4,187	3,323			93,306
CASH FLOW		-9,218	-4,130	74	134	133	862	309	510	354	753	-629	-2,238	1,218	916	1,018	1,054	287	922	646	254	-53	-1,727	1,388	747			-6,419
ACCUMULATE		-9,218	-13,348	-13,274	-13,140	-13,007	-12,145	-11,837	-11,327	-10,973	-10,220	-10,849	-13,087	-11,870	-10,954	-9,936	-8,882	-8,595	-7,673	-7,028	-6,774	-6,826	-8,553	-7,165	-6,419			
(DCF factor)	IRR = -4.59 %																											
NPV	(i = 0.954)	1,000	1,048	1,099	1,151	1,207	1,265	1,326	1,389	1,456	1,526	1,600	1,677	1,757	1,842	1,931	2,023	2,121	2,223	2,330	2,442	2,559	2,682	2,811	2,947			3
	(i = -4.59 %)	-9,218	-4,329	81	154	161	1,090	409	709	516	1,149	-1,006	-3,753	2,140	1,687	1,965	2,132	609	2,049	1,501	620	-134	-4,633	3,902	2,200			





表8-17 経済分析

## 南西マリバウ炭鉱 (ベースケース)

SW Mahbau Financial Analysis		(Case-1)																			
TOTAL CASHFLOW (before TAX)		Projected 99-7																			
Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
<b>Production Factor</b>																					
Development (Rock)	meters	848.9	631.6	442.4	681.6	1,068.6			456.0	1,045.8	395.2	429.0	669.6								6,608.7
Development (Coal)	meters	1,880	1,875	2,380	2,009	1,280	919	3,536	2,514	1,097	2,666	2,561	2,010	2,988	2,193						29,911.0
Raise	meters	91	206	200	100	100	300	159	141	0	100	200	200	500	200						2,500.0
ROM (Open cut)	1,000 ton																				0.0
ROM (Development, Raise)	1,000 ton	16.6	17.2	21.5	17.7	11.6	28.1	27.1	19.6	8.3	20.0	20.2	16.1	24.8	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	266.6
ROM (Longwall)	1,000 ton	0.0	90.6	91.1	90.8	90.8	91.1	91.0	86.1	80.5	77.2	81.5	76.8	81.0	85.9	91.7	97.9	92.3	97.9	53.9	1,551.1
ROM (Total)	1,000 ton	16.6	107.8	112.6	108.5	102.4	119.2	118.1	105.7	88.8	97.2	101.7	92.9	105.8	103.7	91.7	97.9	92.3	97.9	53.9	1,817.7
CC Production (YR=85%)	1,000 ton	14.1	91.6	95.7	92.2	87.0	101.3	100.4	89.8	75.5	82.6	86.4	79.0	89.9	88.1	80.5	83.2	78.5	83.2	45.8	1,545.0
CC Production (with sensitivity)	0 %	14.1	91.6	95.7	92.2	87.0	101.3	100.4	89.9	75.5	82.6	86.5	79.0	89.9	88.2	80.5	83.2	78.5	83.2	45.8	1,545.1
<b>Investment (x 1,000US\$)</b>																					
Permanent Facility		3,561																			3,561
Transportation, others	1,000									300		700						300			2,300
Safety		822			36		125	36			36	125		36			161			36	1,413
U/G Transportation		1,150																			1,150
U/G Development, B&P		1,066		56		56		56		56		56	750	56		56		56		56	2,320
U/G Longwall			282	30	54	30	51	30	54	30	54	30	282	30	54	30	54	30	54	30	1,212
U/G Others		50	210										210								470
<b>Total Investment</b>		<b>7,652</b>	<b>492</b>	<b>86</b>	<b>90</b>	<b>86</b>	<b>179</b>	<b>122</b>	<b>54</b>	<b>386</b>	<b>90</b>	<b>911</b>	<b>1,242</b>	<b>122</b>	<b>54</b>	<b>86</b>	<b>215</b>	<b>386</b>	<b>54</b>	<b>122</b>	<b>12,429</b>
																					<b>8.04 US\$/ton</b>
<b>Operating Cost (x 1,000 US\$)</b>																					
Cost factors																					
Labour Cost		243	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	437	13,056
Electricity		127	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	226	6,762
Development (Rock)	451.3 \$/meter	383	285	200	308	455	0	0	206	472	178	194	302	0	0	0	0	0	0	0	2,983
Development (Coal) First stage	406.3 \$/meter	764	762	967	816	520	373														4,202
Development (Coal) Second stage	250.2 \$/meter							885	629	274	667	642	503	748	549	0	0	0	0	0	4,897
Raise	68.0 \$/meter	6	14	14	7	7	20	11	10	0	7	14	14	34	14	0	0	0	0	0	172
Longwall	10.3 \$/ton	0	933	938	935	935	938	937	887	829	795	839	791	834	885	975	1,008	951	1,008	555	15,973
Spare parts		100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	120	3,620
Transportation	4.5 \$/ton	63	412	431	415	392	456	452	404	340	372	389	355	405	397	362	374	353	374	206	6,952
<b>Total Operating cost (x 1,000US\$)</b>		<b>1,686</b>	<b>3,711</b>	<b>3,855</b>	<b>3,786</b>	<b>3,614</b>	<b>3,092</b>	<b>3,590</b>	<b>3,441</b>	<b>3,220</b>	<b>3,324</b>	<b>3,383</b>	<b>3,270</b>	<b>3,326</b>	<b>3,150</b>	<b>2,642</b>	<b>2,687</b>	<b>2,609</b>	<b>2,687</b>	<b>1,544</b>	<b>58,617</b>
<b>Total Operating cost (with sensitivity)</b>	0 %	<b>1,686</b>	<b>3,711</b>	<b>3,855</b>	<b>3,786</b>	<b>3,614</b>	<b>3,092</b>	<b>3,590</b>	<b>3,441</b>	<b>3,220</b>	<b>3,324</b>	<b>3,383</b>	<b>3,270</b>	<b>3,326</b>	<b>3,150</b>	<b>2,642</b>	<b>2,687</b>	<b>2,609</b>	<b>2,687</b>	<b>1,544</b>	<b>58,617</b>
<b>Cash Outflow (x 1,000US\$)</b>																					
Accumulative (x 1,000US\$)		9,338	4,203	3,941	3,876	3,700	3,271	3,712	3,495	3,606	3,414	4,294	4,512	3,448	3,204	2,728	2,902	2,995	2,741	1,666	71,046
Production cost (US\$)	US\$/ton	662	46	41	42	43	32	37	39	48	41	50	57	38	36	34	35	38	33	36	45.98 US\$/ton
<b>Cash Inflow</b>																					
COAL PRICE (US\$/ton)	30.00 US\$/t	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Coal Sales (x 1,000\$)		423	2,749	2,871	2,767	2,611	3,040	3,012	2,696	2,264	2,479	2,594	2,369	2,698	2,645	2,415	2,497	2,354	2,497	1,375	46,356
Subsidy (x 1,000\$)	0.00 US\$/t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Less Royalty		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>REVENUE (x 1,000\$)</b>		<b>423</b>	<b>2,749</b>	<b>2,871</b>	<b>2,767</b>	<b>2,611</b>	<b>3,040</b>	<b>3,012</b>	<b>2,696</b>	<b>2,264</b>	<b>2,479</b>	<b>2,594</b>	<b>2,369</b>	<b>2,698</b>	<b>2,645</b>	<b>2,415</b>	<b>2,497</b>	<b>2,354</b>	<b>2,497</b>	<b>1,375</b>	<b>46,356</b>
<b>CASH FLOW</b>		<b>-8,915</b>	<b>-1,454</b>	<b>-1,070</b>	<b>-1,109</b>	<b>-1,089</b>	<b>-231</b>	<b>-700</b>	<b>-799</b>	<b>-1,342</b>	<b>-935</b>	<b>-1,700</b>	<b>-2,143</b>	<b>-750</b>	<b>-559</b>	<b>-313</b>	<b>-405</b>	<b>-611</b>	<b>-244</b>	<b>-291</b>	<b>-24,690</b>
<b>ACCUMULATE</b>		<b>-8,915</b>	<b>-10,369</b>	<b>-11,439</b>	<b>-12,548</b>	<b>-13,637</b>	<b>-14,868</b>	<b>-16,168</b>	<b>-17,517</b>	<b>-18,917</b>	<b>-20,366</b>	<b>-21,865</b>	<b>-23,414</b>	<b>-24,963</b>	<b>-26,512</b>	<b>-28,061</b>	<b>-29,610</b>	<b>-31,159</b>	<b>-32,708</b>	<b>-34,257</b>	<b>-35,806</b>









# Sensitivity Analysis (1) Silimpoon Mine

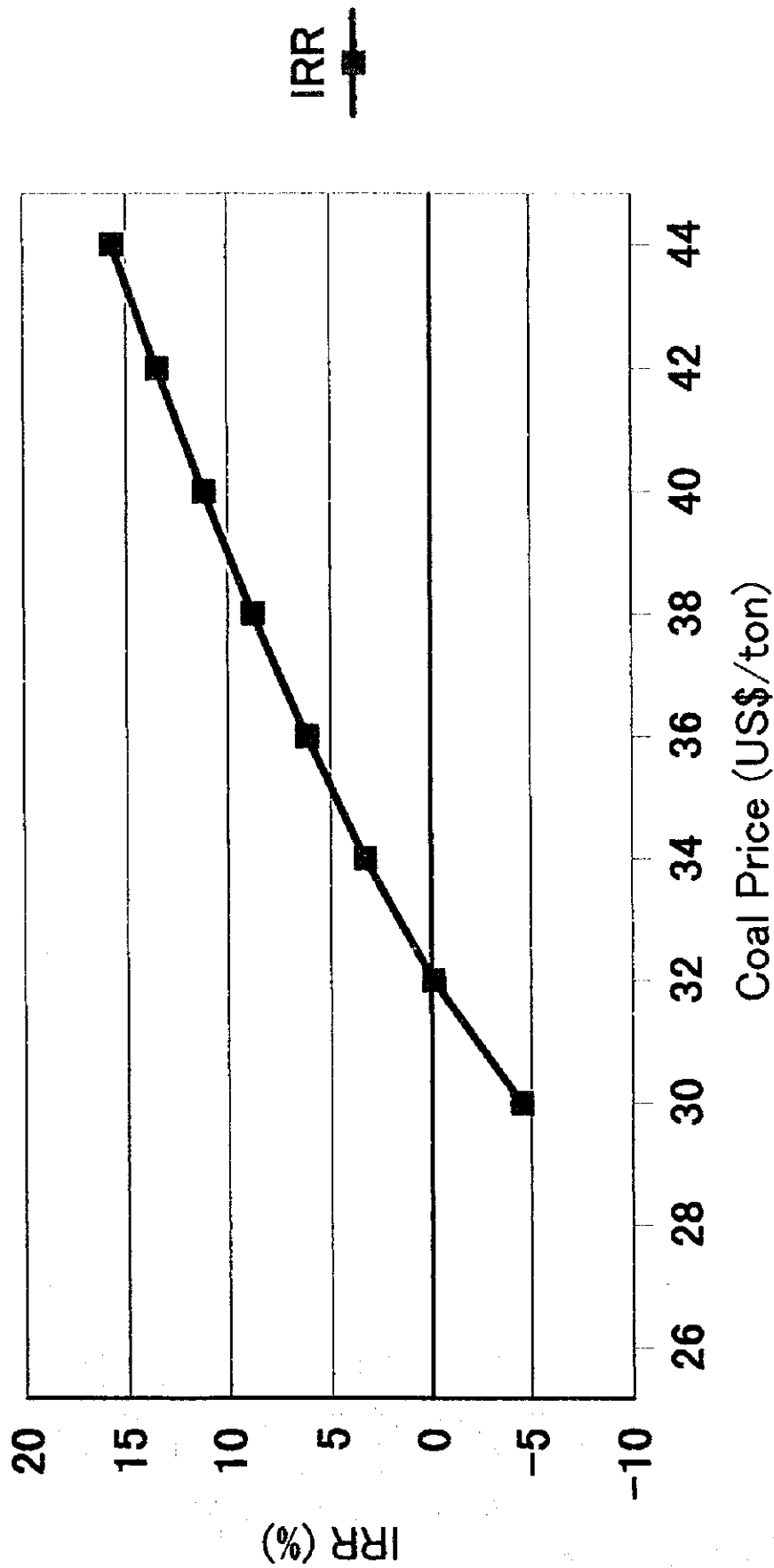


图8-1-1 敏感度分析(1) - シリムポーン炭鉱



# Sensitivity Analysis (2)

## Silimpoon Mine

(Base Coal Price : 30US\$/ton)

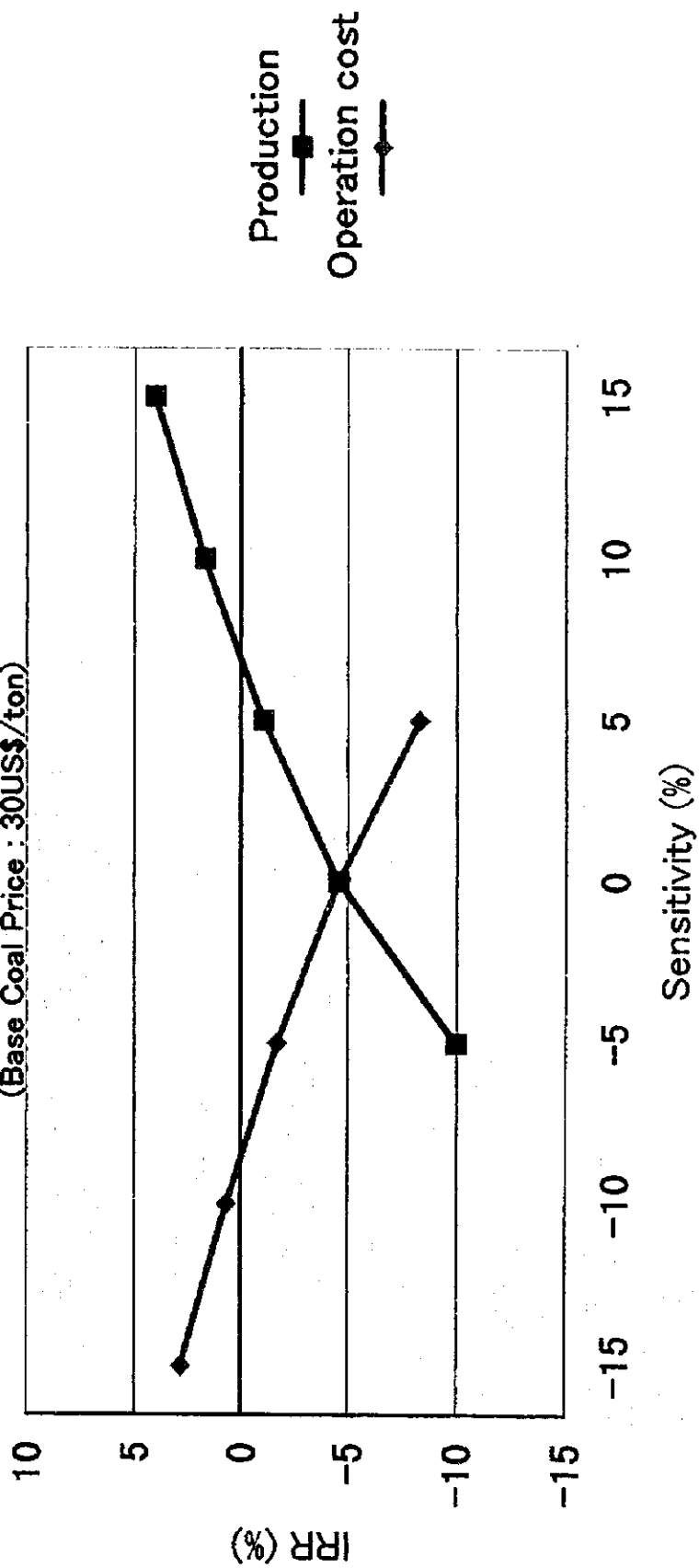


図8-1-2 感度分析(2) - シリムポーン炭鉱



炭の基準価格は、1997年37.35 \$/t、1998年34.50 \$/tと毎年3～4 \$下がり、1999年度価格は30 \$/tを切るに至った。これは、現在の石炭貿易における買い手市場を反映したものであるが、日本を含むアジア諸国の経済不況により、新規発電所建設が先送りになる等、一般炭の需要の伸びが低迷していることが主な原因の一つである。30 \$/tのレベルは、石炭生産者特に坑内掘炭鉱にとって採算性の限界ともいわれており、また今後の経済見通しも考慮すれば、石炭価格はここ1～2年を底値として上向きになる可能性は大きい。

## (b) 年間生産量

### ① 採炭法の変更 (B/P → I/W)

シリムボボン地域においては、長壁式(I/W)と柱房式(B/P)の2つの採炭法の組合せを計画している。B/Pは、地表水の坑内への流入を防ぐため川の下での採掘率を低くする目的で適用するもので、能率および生産量はI/Wに比べて低い。従ってB/PをI/Wに代えることができれば、生産量は増加する。本計画では、安全のため古い地形図に示された全ての川の下をB/Pの適用範囲としているが、現状の川の位置や水量等を調査すれば、実際の適用範囲はより小さくなる可能性が大きい。

### ② 習熟による能率の向上

採炭・掘進の能率は、坑内掘の経験がないことを考慮して比較的低くし、操業全期間を通じて一定の能率で計画している。しかしある程度の期間の経験の後には、学習効果による能率の向上が期待できる。

## (c) 操業コスト

- ① 生産量の増加はトン当たりコストの減少につながる。但し、生産用電力費、消耗品費、運搬費等は出炭に比例するため、トン当たりコスト減は殆ど労務費分(全体の1/3)のみとなるが、単純に計算すれば、生産量が10%増加すればトン当たりコストは3.3% ( $33\% \times 10\%$ ) 減少することになる。



- ② 前述の如く、B/P を I/W に切り替えられれば、或いは一部 B/P が必要な箇所があってもその部分は採掘せず B/P採炭は本地域では適用しないことになれば、B/P のための設備は不要となり、設備投資額は減少する。
- ③ 設備投資に含む機械類は全て新品の価格で計上し、一定の耐用年数で更新する計画である。しかし本計画の様な小規模炭鉱における実際の操業にあたっては、中古品の活用や、更新時期の延長も可能である。
- ④ データ不足のため本計画には含めなかったが、本地域には部分的な露天掘りの可能性も残されている。今後の探査により、もし少量でも露天掘り可能な炭量があれば、投資額が大きく出炭の少ない開発初期に採掘し、収支を改善することができる。

### (3) 代替案（ハイケース）の検討

感度分析の結果および各分析項目の変動の可能性を考察した結果、シリムボボン地域については、いずれの項目も炭鉱開発の経済性にとって有利な方向へ変動する可能性があることが示された。従って、ベースケースの条件を変更し、各項目の条件がそれぞれ10 %改善された場合のケース（ハイケース）について経済効果を試算した。

石炭価格	:	+10 % (30 → 33 \$/t)
生産量	:	+10 % (3,110,100 → 3,421,100 \$)
操業コスト	:	-10 % (74,647,000 → 67,187,000 \$)

上記の総生産量は、開発計画で計上した可採炭量の総量を超えることとなるが、このケースでは B/P を I/W に切り替えることを想定しており、採掘率の上昇により可採炭量も増加するため問題はない。また、操業コストのみ10%減らしているが、前述のように、設備投資額も減少する可能性がある。従ってコスト減の中には投資額の減少も含まれている想定での試算である。

このケースの経済分析は表8-18に示し、以下はその結果である。



表8-18 経済分析 シリムポポン炭鉱 (ハイケース)

Siliupopon Financial Analysis		(Case-2) with sensitivity																								Projected 99-7			
TOTAL CASHFLOW (before TAX)																													
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	Total			
<b>Production Factor</b>																													
Development (Rock)	meters	648																							648.0				
Development (Coal)	meters	480	2,100	3,595	3,345	3,340	2,341	2,339	3,414	2,421	2,601	2,513	1,800	1,800	1,745	1,596	1,800	1,803	1,671	2,448	2,031	2,018	224			47,485.0			
Board & Pillar	meters	0	4,022	2,378	6,020	2,114	3,078	6,392	1,200	1,600	2,575	2,855	800	2,905	2,195	1,670	2,600	2,400	2,600	1,869	2,201	0	3,952	2,988	1,230			59,614.0	
ROM (Open cut)	1,000 ton																								0.0				
ROM (Development, Board & Pillar)	1,000 ton	3.6	61.7	59.5	103.5	59.5	57.3	106.1	41.0	36.2	58.4	52.9	23.2	45.1	37.6	28.1	41.9	40.3	35.9	30.1	34.8	11.9	41.7	27.7	12.8			1,050.8	
ROM (Longwall)	1,000 ton	0.0	45.5	103.9	58.6	101.0	108.2	60.0	111.1	116.4	98.3	116.5	139.4	130.9	117.5	133.6	129.8	131.7	120.0	126.3	126.0	147.5	131.9	136.5	117.5			2,608.1	
ROM (Total)	1,000 ton	3.6	107.2	163.4	162.1	160.5	165.5	166.1	152.1	152.6	156.7	169.4	162.6	176.0	155.1	164.7	171.7	172.0	155.9	156.4	160.8	159.4	173.6	164.2	130.3			3,658.9	
CC Production (YR=85%)	1,000 ton	3.1	91.1	138.9	137.8	136.4	140.7	141.2	129.3	129.7	133.2	144.0	138.2	149.6	131.8	137.4	145.9	146.2	132.5	132.9	136.7	135.5	147.6	139.6	110.8			3,110.1	
CC Production (with sensitivity)	10 %	3.4	100.2	152.8	151.6	150.1	154.7	155.3	142.2	142.7	146.5	158.4	152.0	164.6	145.0	151.2	160.5	160.8	145.8	146.2	150.4	149.0	162.3	153.5	121.8			3,421.1	
<b>Investment (x 1,000US\$)</b>																													
Parmanent Facility		3,912																							3,912				
Transportation, others		1,000																							3,000				
Safety		894																							1,812				
U/G Transportation		1,150																							1,150				
U/G Development, B&P		844	2,458	94		94		94		94		844	2,175	94		94		94		94		844	2,175	94			10,186		
U/G Longwall			964		24		24	600	24		24		964		24		600	24		24		964		24			4,308		
U/G Others		50	210																							680			
<b>Total Investment</b>		<b>7,850</b>	<b>3,632</b>	<b>94</b>	<b>68</b>	<b>94</b>	<b>174</b>	<b>738</b>	<b>24</b>	<b>394</b>	<b>68</b>	<b>1,694</b>	<b>3,349</b>	<b>138</b>	<b>24</b>	<b>94</b>	<b>218</b>	<b>994</b>	<b>24</b>	<b>138</b>	<b>724</b>	<b>1,038</b>	<b>3,349</b>	<b>94</b>	<b>68</b>			<b>25,078</b>	7.33 US\$/ton
<b>Operating Cost (x 1,000 US\$)</b>																													
Labour Cost	Cost factors	344	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033	1,033			24,103	
Electricity		377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377			9,048	
Development (Rock)	451.3 \$/meter	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			292	
Development (Coal) First stage	406.3 \$/meter	195	853	1,461	1,359	1,357																							5,225
Development (Coal) Second stage	250.2 \$/meter						586	585	854	606	651	636	450	450	437	399	450	451	418	612	508	512	56	0			8,661		
Board & Pillar	60.0 \$/meter	0	241	143	361	127	185	384	72	96	155	171	48	174	132	100	156	144	156	112	132	0	237	179	74			3,579	
Longwall	4.0 \$/ton	0	182	416	234	404	433	240	444	466	393	466	558	524	470	534	519	527	480	505	504	590	528	546	470			10,433	
Spare parts		250	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500			11,750	
Transportation	0.5 \$/ton	2	46	69	69	68	70	71	65	65	67	72	69	75	66	69	73	73	66	66	68	68	74	70	55			1,556	
<b>Total Operating cost (x 1,000US\$)</b>		<b>1,460</b>	<b>3,232</b>	<b>3,999</b>	<b>3,933</b>	<b>3,866</b>	<b>3,184</b>	<b>3,190</b>	<b>3,345</b>	<b>3,143</b>	<b>3,176</b>	<b>3,255</b>	<b>3,035</b>	<b>3,133</b>	<b>3,015</b>	<b>3,012</b>	<b>3,108</b>	<b>3,105</b>	<b>3,030</b>	<b>3,205</b>	<b>3,122</b>	<b>3,080</b>	<b>2,805</b>	<b>2,705</b>	<b>2,509</b>			<b>74,647</b>	
Total Operating cost (with sensitivity)	-10 %	1,314	2,909	3,599	3,540	3,479	2,866	2,871	3,011	2,829	2,858	2,930	2,732	2,820	2,714	2,711	2,797	2,795	2,727	2,885	2,810	2,772	2,525	2,435	2,258			67,187	19.64 US\$/ton
<b>Cash Outflow (x 1,000US\$)</b>																													
Accumulative (x 1,000US\$)		9,164	6,541	3,693	3,608	3,573	3,040	3,609	3,035	3,223	2,926	4,624	6,081	2,958	2,738	2,805	3,015	3,789	2,751	3,023	3,534	3,810	5,874	2,529	2,326			92,265	26.97 US\$/ton
Production cost (US\$)	US\$/ton	2,719	65	24	24	24	20	23	21	23	20	29	40	18	19	19	19	24	19	21	24	26	36	16	19				
<b>Cash Inflow</b>																													
COAL PRICE (US\$/ton)	36.00 US\$/t	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00				
Coal Sales (x 1,000\$)		121	3,608	5,500	5,456	5,403	5,571	5,591	5,120	5,136	5,274	5,702	5,473	5,924	5,221	5,443	5,779	5,790	5,248	5,264	5,413	5,365	5,844	5,527	4,386			123,159	
Subsidy (x 1,000\$)	0.00 US\$/t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
Less Royalty		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
REVENUE (x 1,000\$)		121	3,608	5,500	5,456	5,403	5,571	5,591	5,120	5,136	5,274	5,702	5,473	5,924	5,221	5,443	5,779	5,790	5,248	5,264	5,413	5,365	5,844	5,527	4,386			123,159	
<b>CASH FLOW</b>																													
ACCUMULATE		-9,043	-2,933	1,807	1,849	1,830	2,531	1,983	2,085	1,913	2,319	1,078	-608	2,967	2,483	2,638	2,765	2,001	2,497	2,242	1,879	1,556	-30	2,998	2,061			30,894	
		-9,043	-11,976	-10,169	-8,320	-6,490	-3,959	-1,977	108	2,021	4,370	5,448	4,840	7,806	10,289	12,927	15,692	17,693	20,190	22,431	24,310	25,866	25,836	28,834	30,894				
(DCF factor)		1.000	0.879	0.772	0.679	0.596	0.524	0.461	0.405	0.356	0.313	0.275	0.241	0.212	0.186	0.164	0.144	0.127	0.111	0.098	0.086	0.075	0.066	0.058	0.051				
NPV	(i= 13.79 %)	-9,043	-2,578	1,396	1,255	1,092	1,327	913	844	681	734	296	-147	629	463	432	398	253	278	219	161	117	-2	175	106			-0	







	<u>ベースケース</u>	<u>ハイケース</u>
B - C :	-6,419,000 \$	+30,894,000 \$
B / C :	0.94	1.33
EIRR :	-4.59 %	+13.79 %

### 8.2.3. 炭鉱開発の可能性評価

#### (1) 経済性評価

一般に開発計画の経済性は、開発が行われる時点における経済・社会状況に影響されるので、探査も途中であり、開発も未定である本プロジェクトの経済評価を行うことは困難である。しかし本調査で実施した予備的な開発計画に基づき、また将来の動向もある程度想定して試みた評価の結果は、次のようにまとめらる。

- ① 計画の対象とした2地域のうち、南西マリバウ地域は、たとえば石炭価格等の条件の大幅な改善等がなければ、経済的な開発は困難であると判断される。この理由は、不利な地質条件（急傾斜）と立地条件（遠隔の山地）のため、採掘コストおよび運搬コストが共に高くなるためである。
- ② シリムポボン地域は、ベースケースに適用した条件の下では、やはり現時点では経済性があるとはいえない。しかし感度分析とその考察の項で記したように、諸条件は将来有利な方向に変動する可能性が大きいと判断され、ハイケースに適用したような条件が実現されれば、十分に経済性のあるプロジェクトといえる。従って本地域の探査・開発の検討は今後も継続するに値するものと考えらる。

#### (2) 炭鉱開発の間接的効果

以上の記述は、調査地域における炭鉱開発計画を経済性の観点からのみ評価したものであるが、開発に伴い派生する間接的な効果も当然考慮されねばならない。以下に予測される効果を挙げる。

#### ① 国内石炭資源の活用

国内資源の開発・利用はマレーシア政府のエネルギー政策の基本であり、石炭については、石油依存度を減らす重要な代替エネルギー源として位置づけられている。石炭の需要の大幅な伸びが見込まれるなかで、本計画が実施された場合に供給される量の割合は大きくはないが、その分輸入炭に支払う外貨の節約になる。また、この開発を契機として、他の開発を誘発する効果が期待される。

#### ② 雇用機会の創出

シリムポボン地域の開発では、460名の人員が計画されており、関連する仕事も含めれば数百名の新規雇用が発生することとなる。この人数はその家族も含めて考えれば本地域にとっては決して少なくない数といえよう。

#### ③ インフラストラクチャーの開発

炭鉱開発に伴い、道路や電力供給網或いは労務者の居住区など、地域のインフラストラクチャーの整備が促進される。

#### ④ 地域経済の活性化

雇用の増大やインフラ開発に加え、炭鉱関連分野の企業活動が活発となり、全体として地域経済の活性化に寄与する。特にマレーシアのなかでも後進地域であるサバ州の地域振興に貢献する効果は大きいと考えられる。

#### ⑤ 炭鉱技術の活用

本計画の実施により新たに習得した坑内炭鉱技術は、炭鉱に限らず類似の業務において今後活用され、熟練技術者の育成に寄与することが期待される。



## 9. 初期環境調査



## 9. 初期環境調査

### 9.1. 環境関連法および行政組織

#### 9.1.1. 環境質法および関連法規/制令

マレーシア国における具体的かつ包括的な環境質法は、1974年3月の環境質法 (Environmental Quality Act) の制定に始まる。同法は連邦レベルでの環境基本法として理解されている。環境質法は1985年に修正法が公布され、また逐次、関連法規および制令が決められている。環境質法は以下の各章によって構成されている。

第一章 語句の定義

第二章 環境局長および環境審議会の規定

第三章 免許制度の規定

第四章 環境汚染の禁止および規制に関する規定と複合汚染時の処理法

第五章 行政行為などに対する不服申し立てに関する規定

第六章 罰金および雑則

環境質法は、前文で汚染の防止、減少、規制および環境質の向上、さらにそれに関連する諸目的達成に関する法であることを明らかにしている。また、規制方法として、公害発生施設を設置しようとするものは、環境局長に免許交付の申請を行わなければならないこと、また所定の免許料を支払うとともに、必要な情報を提出しなければならないことが規定されている。さらに、同法および関連規則、免許交付条件に関する違反についての罰則が規定されている。

環境質法および関連法規/制令の内容は Environmental Quality Act 1974 (ACT127) & Subsidiary Legislations, as at 25th August 1998, International Law Book Services, Kuala Lumpur にまとめられて公刊されている。

開発に先立って、事業者による環境影響評価 (EIA, Environmental Impact Assessment) が必要な企業活動が1987年に制定された環境質制令 (Environmental Quality Order) に規定されている。これによれば農業、漁業、空港、港湾、採石、鉱業など19種の企業活動

がこの対象になっている。また規制の対象になる活動の規模もそれぞれ規定されている。

このうち鉱業では以下の項目に該当する活動で、開発計画の作成に先立って環境影響評価を行うことが義務づけられている。

- (a) 鉱区面積の合計が 250ha を越える新たな地域での鉱物資源の開発
- (b) アルミニウム、銅、金、タングstenの選鉱を含む鉱石の処理
- (c) 50ha を越える地域での砂の採取

環境影響評価の時期および方法に関しては

- Environmental Impact Assessment (EIA) Procedure and Requirements in Malaysia  
(Department of Environment, Governments of Malaysia, 1994)
- Environmental Requirements: A Guide For Investors  
(Department of Environment, Governments of Malaysia, 1994)
- A Handbook of Environment Impact Assessment Guidelines  
(Department of Environment, Governments of Malaysia, 1987)

に詳述されている。

鉱山開発に関係する主な環境関連法は以下の通りである。

1) 大気汚染

Environmental Quality (Clean Air) Regulations (1978).

2) 水質汚染

Environmental Quality (Sewage & Industrial Effluents) Regulations (1979).

Development of Criteria and Standards for Air Quality (1989).

3) 森林保護

National Forestry Act (1984)

4) 野生動植物保護

Wild Animals and Birds Protection Ordinance (1995).

The Protection of Wild Life Act (野生生物保護法, 1972)

The Fisheries Act (漁業法, 1985)

National Park Act (国立公園法, 1980)

5) 騒音

Guidelines for Siting and Zoning of Industries (1995)

Factory and Machinery (Noise Exposure) Regulations (1989)

9.1.2. 行政組織

マレーシア国連邦政府の環境局 (DOE, Department of Environment) は、科学技術環境省 (Ministry of Science, Technology and The Environment) にあって、環境質法(1974)を基本法として連邦全域に統一した環境基準をもとに環境保全政策を施行している。

環境質法によれば、環境局長が公害の規制に関する権限と責任を負うとされている。また科学技術環境大臣への諮問機関として関係閣僚と学識経験者により構成された環境質審議会 (The Environmental Quality Council) の設立が規定されている。

また環境局は全国を8地域に区分して、それぞれの地域に事務所を設置して、環境に関する観測データの収集、環境規制の実行監視、苦情の調査および総合的な環境政策実施に関する州政府との調整を行っている。サバ州の事務所は州都のある Kota Kinabalu に置かれている。

環境行政の連邦政府と州政府の役割はおおむね以下の様に分担されている。

連邦政府：大気汚染、水質汚染および有害廃棄物に関する規制。

州政府：土地利用および開発行為の規制、野生動植物保護、公園/保護区の指定。

サバ州政府は環境保護条例 (Conservation of Environmental Enactment, 1996) を制定し、文化観光環境省 (Ministry of Culture, Tourism and Environment) に環境保護局 (Department of Environmental Conservation) を設置して、連邦政府環境局の環境基準を基として、サバ州の環境行政を行っている。

この他、サバ州政府には Forestry Department があって森林の伐採には当局の許可を必

要とする。調査地域は Yayasan Sabah (サバ基金) による森林開発権益地域内 (Yayasan Sabah Concession Area) にある。Yayasan Sabah はサバ州南東部に約1百万ヘクタールにおよぶ広大な地域の権益を有し、森林の伐採・植林の管理を行っているサバ州政府機関である。

## 9.2. 調査地域の自然・社会環境

### 9.2.1. サバ州の自然環境の特徴

サバ州はボルネオ島 (カリマンタン島) の北部に位置する。ボルネオ島は面積 740,000 km<sup>2</sup> をしめる世界で3番目に大きな島である。

ボルネオ島は生物地理学上のインド-マラヤ帯に属し、ボルネオ島の生物種は進化の系統からみて、隣接するスラウェシ島よりもジャワ、スマトラおよび半島マレーシアの生物種に類似している。

熱帯林には全世界に分布する植物種の 50% が生息すると報告されている。またボルネオ島北部のサバ、サラワクおよびブルネイでは 3500種 (生息する種の 39%) がこの地域固有の種であると報告されている。

ボルネオ島では生息する動物種も多種にわたり、たとえば、北部ボルネオには 137種の両生類が生息している。この数は他の地域 (半島マレーシア 89 種、スマトラ 80 種、ジャワ 50 種、フィリピン 38種) に比較してきわめて大きい。

これらの生物種を育ててきた原生熱帯林の多くは、今日すでに伐採されているが、この中であってサバはいまだ比較的原生熱帯林の保存されている地域といえ、マレーシア連邦政府およびサバ州政府は自然の保護に積極的に取り組んでいる。

調査地域の西部に隣接するマリアウ盆地では、1980 年代の後半に BHP-Minerals によって石炭の探査が行われたが、この盆地はいまだ手つかずの原生林の発達する地域であり、EIA (環境影響評価) 調査の結果、開発が見送られている。マリアウ盆地は 1997年に自然保護地域に指定されている。

### 9.2.2. 調査地域の自然環境の現状

調査地域の森林型は、ボルネオ島の標高 1,000m 以下の平原および山地にもっとも一般的なフタバガキ科森林 (Dipterocarp Forests) に属する。この型の森林では樹高 50m を越えるフタバガキ種の高木をともなうことを特徴としている。後述するように、調査地域ではすでに木材の伐採が行われており、原生熱帯林は保存されていない。

開発計画対象の 2 地域 (シリムポボン地域および南西マリバウ地域) の内、シリムポボン地域の水系はシリムポボン川につながり Cowie 湾に注いでいる。南西マリバウ地域の水系は北流して Kinabatangan 川につながり、北部の Sulu 海に注いでいる。シリムポボン川およびカラバカン川は、上流地域での木材の伐採作業などの影響により、シルトを含んで黄褐色に濁っている。Kinabatangan 川の流域の踏査は行っていないがカラバカン川などと同様の状況にあると推定される。

調査地域の内、シリムポボン地域およびその周辺地域では Yayasan Sabah (60%) と Northern Borneo Timber Bhd. (40%) との J/V である Sabah Softwoods Sdy. Bhd. により盛んに油椰子の栽培が行われており、植栽および収穫用の道路がきめ細かく建設されている。原生の森林はほとんど残されていない。また、生息する動物種も原生のものはほとんど失われていると判断される。これらのプランテーション用の道路から流出するシルトの影響などによってシリムポボン川は黄褐色に濁っている。

南西マリバウ 地域はかつて選択伐採の行われた地域で現在は二次森林の様相を呈しており、自然の回復が進んでいる地域である。伐採当時失われた動物種も現在回復しつつあるものと判断される。また当時開発された林道は、各所で斜面崩壊および敷設された橋の流失あるいは破損によって寸断され、現在はかろうじて徒歩によって通行可能な状況となっている。また地域を流れる河川は、かつての林道建設による斜面崩壊および道路に沿った土壌の流出が進んでおり、シルトを含んで黄褐色に濁っている。調査地域には土着の原住民は全く認められない。現在プランテーションおよび木材の集積基地などに合計数百人程度の住民が生活していると推定される。