

インドネシア共和国

石炭生産拡大のための人材育成M/P調査

最終報告書
メインレポート

平成9年3月

108
667
1PN
RARY

国際協力事業団
インドネシア共和国
石炭局

No. 02

インドネシア共和国

石炭生産拡大のための人材育成M/P調査

最終報告書

メインレポート

JICA LIBRARY



平成9年3月

財団法人石炭開発技術協力センター
三井鉱山エンジニアリング株式会社

鉱 調 資
J R
97-097

国際協力事業団
インドネシア共和国
石炭局

インドネシア共和国

石炭生産拡大のための人材育成M/P調査

最終報告書

メインレポート

平成9年3月

財団法人石炭開発技術協力センター
三井鉱山エンジニアリング株式会社



1135599(7)

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国の石炭生産拡大のための人材育成マスタープラン調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成8年1月から平成9年2月までの間、3回にわたり（財）石炭開発技術協力センターの岡崎孝雄氏を団長とし、（財）石炭開発技術協力センター及び三井鉱山エンジニアリング（株）の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

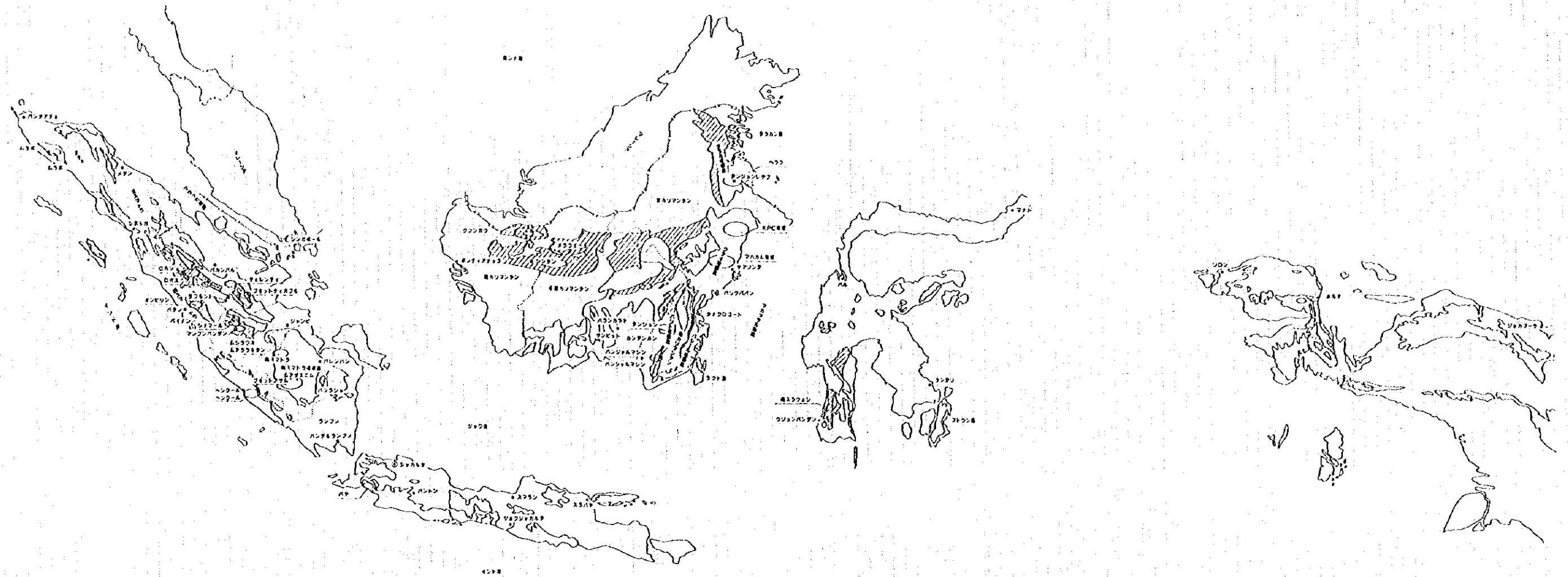
調査団は、インドネシア共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。



この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成9年3月

国際協力事業団
総 抜 藤 田 公 郎



-  新第三系
-  古第三系

目 次

第1章 調査の概要	
1. 1 調査の背景	1
1. 2 調査の概要	1
1. 3 本調査の目的	2
1. 4 調査の内容	2
1. 5 調査の基本方針	3
1. 6 期 間	4
第2章 インドネシアの経済趨勢	
2. 1 経済趨勢	7
2. 2 経済構造	8
第3章 石炭産業の現状	
3. 1 石炭産業の歴史的変遷	10
3. 2 石炭資源	14
3. 3 生産方式	16
3. 3. 1 露天掘 (O/C)	17
3. 3. 2 坑内掘 (U/G)	17
3. 3. 3 その他の採掘方式	17
3. 4 環境保護	19
第4章 坑内採掘技術の現状	
4. 1 現状の坑内採掘技術	20
4. 1. 1 PTBA炭鉱	20
4. 1. 2 CCOW炭鉱	26
4. 1. 3 KP炭鉱	26
4. 1. 4 KUD炭鉱	35

第5章	坑内掘炭鉱の今後の動向	
5.1	坑内開発計画	36
5.1.1	PTBA炭鉱	36
5.1.2	CCOW炭鉱	37
5.1.3	KP炭鉱	38
5.1.4	KUD炭鉱	40
5.2	インドネシアの各炭鉱に適した坑内採掘技術の選択	41
5.2.1	適応可能な坑内採掘技術	41
5.2.2	推薦される坑内採掘技術	50
5.3	保安管理のあり方	52
5.3.1	石炭各社	52
5.3.2	救護隊ステーション	52
5.3.3	政府機関	52
第6章	石炭生産計画	
6.1	エネルギー政策	53
6.2	石炭生産計画	54
6.2.1	既存炭鉱	54
6.2.2	新規炭鉱	55
6.3	石炭生産予想の分析・評価	56
6.3.1	形態別石炭生産の分析	59
6.3.2	地域別石炭生産の分析	59
6.3.3	採掘法別石炭生産の分析	60
6.3.4	3シナリオ	61
6.3.5	評価	61
第7章	石炭需要予測	
7.1	エネルギー動向	65
7.2	電力分野	66
7.2.1	現状の石炭火力発電所	69
7.2.2	電力分野の展望	69
7.3	セメント分野	82
7.4	その他工業分野	85
7.5	民生部門	85
7.6	石炭流通	88
7.7	石炭需要見通し	91

第8章	現状の人員および人材育成	
8.1	石炭会社の労働力と組織の現状	93
8.1.1	国営石炭会社（PTBA）	93
8.1.2	生産分与契約会社（CCOW）	97
8.1.3	民間炭鉱（KP）	97
8.1.4	協同組合炭鉱（KUD）	99
8.2	生産形態別技術レベルの現状	100
8.3	石炭産業の労働力教育と訓練の現状	104
8.3.1	学校における採炭と関連技術の教育	104
8.3.2	炭鉱及び関連技術の訓練	112
第9章	必要人員の予想	
9.1	労働力予想	122
9.1.1	既存炭鉱	122
9.1.2	新規炭鉱	125
9.2	必要人員予想の分析・評価	131
9.2.1	形態別人員予想の分析	131
9.2.2	採掘法別人員予想の分析	131
9.2.3	3シナリオ	134
9.2.4	評価	134
9.3	階層別人員予想	138
第10章	提案実行計画の概念	
10.1	長期生産計画と人員計画	141
10.2	人材育成の必要性	141
10.3	人材育成における階層の設定	142
10.3.1	階層別技術レベル	144
10.3.2	階層別育成必要人員	148
10.3.3	人材育成機関と階層別育成	150
10.3.4	講師の評価	153
10.4	今後の人材育成機関の問題点	155
10.4.1	学校教育	155
10.4.2	訓練センター	159
10.4.3	企業内訓練	162
10.4.4	育成機関別の問題点と今後の対策	164

第11章 提案実行計画	165
11.1 学校教育(大学・専門学校)	167
11.1.1 講師の養成	167
11.1.2 共同研究の実施	168
11.2 訓練センター	170
11.2.1 既存センターの増強	170
11.2.2 新規センターの設立	173
11.2.3 石炭鉱業訓練センターとLPPTの位置づけ	195
11.2.4 訓練センター設立と将来における留意点	197
11.3 企業内訓練	202
11.3.1 教育部門の整備	202
11.3.2 専属講師の育成	204
11.3.3 カリキュラムの整備	205
11.4 制度	208
11.4.1 資格制度	208
11.4.2 石炭関連団体の設立	209
11.4.3 奨学金制度	210

表 目 次

表2-1	第2次25ヵ年長期開発計画総括表	9
表3-1	形態別炭鉱数	11
表3-2	地域別・確度別炭量表	15
表3-3	炭種別石炭埋蔵量	16
表3-4	第一世代コントラクターの出炭実績	18
表3-5	坑内掘出炭量表	18
表6-1	石炭生産予想総括表(1995-2020)	57
表6-2	2020年の石炭生産予測についての3シナリオ	62
表6-3	2020年までの3シナリオについての隔年生産量予想	63
表7-1	一次エネルギー供給量と消費量	65
表7-2	化石燃料埋蔵量	66
表7-3	電力消費構成	69
表7-4	燃料別発電量	70
表7-5	石炭火力発電計画	73
表7-6	2020年までの石炭火力発電	74
表7-7	石炭火力電力量および石炭消費量	74
表7-8	送配電線建設計画	76
表7-9	石炭火力発電所における大気排出基準	80
表7-10	省エネ目標値	81
表7-11	石炭火力発電設備の発電効率	81
表7-12	セメント生産量推移	82
表7-13	セメント工場新設及び拡張計画	82
表7-14	セメント生産量予想	83
表7-15	1人当たりのセメント消費予測	84
表7-16	セメント生産量予想	84
表7-17	ブリケット工場建設計画および生産規模	86
表7-18	ブリケット生産計画	87
表7-19	ブリケット生産予想	88
表7-20	石炭積出港の概要	90
表7-21	石炭消費量予測	91
表8-1	インドネシアにおける現在の労働力構成と生産能率	94
表8-2	形態別技術水準	103
表8-3	石炭採掘と関連コースを実施している学校	105
表8-4	キタディン炭鉱の1995年における労働力構成	120

表9-1	P T B A および第一世代コントラクターの人員予想 (1995-2020) ..	123
表9-2	K P 炭鉱の人員予想 (1995-2020)	124
表9-3	K U D 炭鉱の人員予想 (1995-2020)	124
表9-4	1995年における採炭法・生産量別5グループの平均生産性	126
表9-5	2020年における採炭法・生産量別5グループの平均生産性予測 ..	127
表9-6	現在と将来の採炭法及び生産量別平均生産性の比較	128
表9-7	必要人員予想総括表 (1995-2020)	132
表9-8	2020年までの3シナリオについての隔年人員予想	134
表9-9	生産能率見通し	135
表9-10	人員構成における職種別構成割合	138
表9-11	3シナリオについての職種別年間人員および増加数	139
表10-1	2020年までのベースシナリオ生産量と人員	141
表10-2	人材育成の階層分類	142
表10-3	現状の人材育成方法の特徴	151
表10-4	階層別育成機関	152
表10-5	講師の調達	153
表10-6	石炭産業における現在の人材開発概況	155
表10-7	階層別教育レベル	156
表10-8	訓練センターの概要	159
表10-9	人材育成機関の問題点および対策	164
表11-1	L P P T の実行計画	171
表11-2	M D C M の実行計画	172
表11-3	訓練カリキュラム	176
表11-4	スーパーバイザーコース概要	177
表11-5	熟練作業職コース概要	178
表11-6	スーパーバイザーのカリキュラム	179
表11-7	熟練作業職のカリキュラム	180
表11-8	訓練用機材	185
表11-9	石炭鉱業訓練センターの推定投資額	186
表11-10	石炭鉱業訓練センターの予想運営費	189
表11-11	石炭鉱業訓練センター資金調達案	189
表11-12	石炭鉱業訓練センターケース別キャッシュフロー	192
表11-13	石炭鉱業訓練センターとL P P T の比較	196
表11-14	2訓練センターのケース別キャッシュフロー	199
表11-15	新規採用者教育カリキュラム例	205
表11-16	既作業職教育用カリキュラム例	206

表11-17 標準作業例	206
表11-18 必要な資格の種類	208
表11-19 受験資格	209
表11-20 石炭関連人材育成のアクションプラン総括表	212

目 次

図3-1	石炭コントラクター（第一世代、第二世代）	12
図3-2	石炭コントラクター（第三世代）	13
図3-3	形態別石炭生産実績	14
図5-1	採掘方法の概念	45
図5-2	露天掘と坑内掘の生産コスト比較	46
図5-3	ロングウォール、柱房式採炭のマクロ的生産コスト比較	47
図5-4	ロングウォール、柱房式採炭のミクロ的生産コスト比較	48
図5-5	採掘方式による生産コスト比較	49
図6-1	既存炭鉱の生産量予想	54
図6-2	新規炭鉱の生産量予想	56
図6-3	形態別石炭生産量予想	59
図6-4	地域別石炭生産量予想	60
図6-5	採掘法別石炭生産量予想	61
図7-1	PLNの供給区域区分	68
図7-2	エネルギー源別発電電力量見通し	70
図7-3	石炭火力発電所増設計画	72
図7-4	ジャワ-バリ-マドウラ送電系統	77
図7-5	スマトラ送電系統	78
図7-6	カリマンタン送電系統	79
図7-7	アジア主要国のセメント消費量	83
図7-8	セメント生産量予想	85
図7-9	ブリケット生産量伸び率	87
図7-10	主要石炭積出港	89
図7-11	石炭消費予想	92
図8-1	PTBA本社の組織図	95
図8-2	PTBAオンピリン炭鉱組織図	96
図8-3	PTBAタンジュン・エニム炭鉱組織図	96
図8-4	カルティム・プリマ炭鉱組織略図	97
図8-5a	ファジャル・ブミ・サクティ炭鉱本社組織図	98
図8-5b	ファジャル・ブミ・サクティ炭鉱組織図（財務・総務関係）	98
図8-5c	ファジャル・ブミ・サクティ炭鉱組織図（炭鉱現場）	99
図8-6	バンドン工科大学、鉱物技術教室の組織図	106
図8-7	採鉱エンジニアリング部における選択とグループの関係図	107
図8-8	オンピリン鉱山学校訓練施設平面図	111

図8-9	鉱山人材開発センターの組織図	113
図8-10	訓練と教育実施機関としての鉱山人材開発センターの連絡網	114
図8-11	鉱物技術調査開発センターの組織図	117
図9-1	既存炭鉱の必要人員予想	122
図9-2	新規炭鉱の必要人員予想	129
図9-3	日本の石炭鉱業における生産量・人員・生産性の変遷	130
図9-4	形態別必要人員	131
図9-5	採掘方式別必要人員	134
図10-1	人材育成の効果	142
図10-2	炭鉱組織図	143
図10-3	技能の習熟段階（管理職クラス）	144
図10-4	技能の習熟段階（監督職クラス）	145
図10-5	技能の習熟段階（作業職クラス）	145
図10-6	階層別習得技能	147
図10-7	管理職クラス育成必要人員	148
図10-8	監督職クラス訓練必要人員	149
図10-9	作業職クラス訓練必要人員	150
図10-10	大学卒管理者クラスの卒業学科	156
図10-11	大学卒管理者クラスの外国人割合	154
図10-12	大学卒業者の石炭産業への供給フロー	157
図11-1	階層別育成法	165
図11-2	石炭関連大学の講師育成	167
図11-3	共同研究の実行図	168
図11-4	地域別CCOW炭鉱数	174
図11-5	講師の養成	181
図11-6	石炭鉱業訓練センターのカリキュラムと講師計画	182
図11-7	訓練センターレイアウト	183
図11-8	訓練センター間取り図	184
図11-9	センター運営関係組織	185
図11-10	訓練センターの組織	188
図11-11	訓練人員および訓練センターの設置計画	198
図11-12	OJTのステップ	202
図11-13	企業内教育講師の育成	204
図11-14	石炭協会の役割	210

付 録

付録 V-I	ロングウォール採炭方式の比較調査	220
付録 V-II	柱房式採炭の比較調査	221
付録 V-III	ロングウォールおよび柱房式採炭の投資・運営コスト	222
付録 VI-I	インドネシア石炭生産量予想総括表	224
付録 VI-II	質問状及びヒアリングの総括表	226
付録 VIII-I	採鉱エンジニアリング学科のカリキュラム	229
付録 VIII-II	L P P Tの入学者、卒業生数	233
付録 VIII-III	L P P Tの学期毎のカリキュラム	235
付録 VIII-IV	L P P Tのトレーニング用設備	236
付録 VIII-V	M D C Mのコースプログラム	237
付録 VIII-VI	1995/96年に実施したM D C Mのプログラム	238
ANEX I		239
ANEX II		240

第1章 調査の概要

1.1 調査の背景

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に応じ、「石炭生産拡大のための人材育成に関するマスタープラン調査」（以下“本調査”）を実施することに同意した。国際協力事業団（以下“JICA”）及び鉱山・エネルギー省鉱山総局（以下“DGM”）は本調査のスコープ・オブ・ワークに同意した。

JICAは財団法人石炭開発技術協力センターと三井鉱山エンジニアリング株式会社に日本側が行う調査を委託した。

1.2 調査の概要

インドネシア共和国は環境への影響の少ない一般炭資源に恵まれており、石炭の潜在的埋蔵量は360億トンにおよぶ。インドネシア国内およびアジア太平洋地域における石炭需要は飛躍的に増加することが予想され、インドネシアもその石炭生産を現在の約4,000万トンから2020年には2億トンに拡大させる計画である。

この目標値を達成するためには、既存の炭鉱の開発強化と坑内採掘を含む新規炭鉱の開発は不可欠であり、関連する技術分野における人材育成が重要なポイントとなる。インドネシア政府は人材育成と炭鉱技術の更なる開発を既存、あるいは新規に設立する教育機関を通して促進する計画を持っている。

しかし、現在までのところ、この問題に関する将来計画や勧告をまとめあげるための包括的な調査はなされていないのが実状である。従って、本調査においてはインドネシア共和国の石炭産業の現状、長期生産計画の実態を調査すると共に、国内消費における石炭需要について予測を行った上で、既存炭鉱の増産、新規炭鉱の開発に必要となる人材の育成についてのマスタープランをまとめる。

その中で、炭鉱の経営形態に応じた自社の人材育成の取り組み方を明示すると共に、人材育成を行う上で、対象となる階層について十分な検討を行い、人材育成機関のあり方を提言する。

1. 3 本調査の目的

本調査の目的はインドネシア国の要請に基づき、石炭生産拡大のために必要な炭鉱の現状を把握し、需給見通しによる新規炭鉱の開発に必要な人材の数、種類を分析し、必要とされる教育方法、施設・設備の数を割り出し、実行計画をとりまとめ報告書を作成する。同時に、坑内掘技術の導入方法および保安面についての政策提言を行う。

1. 4 調査の内容

本調査の要点は下記のとおりである。

- (1) 石炭需給予測を含む石炭鉱業の現状調査
- (2) 人材育成に関する調査
- (3) 石炭生産拡大のための人材育成、アクションプランの策定
- (4) 坑内採掘技術に関するセミナーの実施

本調査の内容を以下に詳述する。

(1) 石炭需給予測を含む石炭鉱業の現状調査

- ① 石炭産業の現状 — 石炭資源、生産方式
- ② 坑内採掘技術の現状 — 開発形態別
- ③ 坑内掘炭鉱の今後の動向
- ④ 石炭生産計画の分析と評価
- ⑤ 石炭需要予測

(2) 人材育成に関する調査

- ① 現在の人員および人材育成
- ② 労働力予測

(3) 石炭生産拡大のための人材育成に関する実行計画の策定と提言

① 実行計画の概念

長期生産計画と人員計画

階層別技術レベルと育成必要人員

人材育成機関と階層別育成

人材育成計画の問題点と対策

②提案実行計画

学校教育

訓練センター

企業内訓練

制度

③提言

(4) 坑内採掘技術に関するセミナー

①日本のエネルギー情勢、日本の石炭事情

②石炭鉱山開発と採掘法

③日本の石炭需要

④長期需給計画達成のための問題点

1. 5 調査の基本方針

マスタープランにおいては、炭鉱の経営形態に応じた人材育成の取り組み方を明示し、併せて人材育成を行う上で、対象となる階層について十分な検討を行い、人材育成機関のあり方を提言する。インドネシア側が人材育成機関をどのような形で設立し、運営するのが最も合理的か検討し、そのあり方を示した上で、以下の項目について本調査の結果をまとめる。

(1) 人材育成事業に関する（民間会社、政府ベース）役割分担

(2) 研修、専門教育機関としての位置付け

(3) 教育訓練内容及び方法

(4) 講師の養成

(5) 必要となる機材、設備

(6) 炭鉱の保安管理制度、資格制度について提言

(7) インドネシア炭鉱に適する坑内採掘技術の選定と提言

(8) 提案人材育成機関（新設訓練センター）実行の場合の概算費用積算を行い、その財務分析を行う。実行のための支援体制、資金調達法の検討を行う。

1. 6 期間

- ・平成8年1月から平成9年3月までとする。
- ・第1フェーズ（1月から3月）では資料収集を行い、石炭需給予測、炭鉱開発等をレビューし、インテリム・レポート、ドラフト・アクションプランを作成する。
- ・第2フェーズ（7月から10月）ではインテリム・レポート、ドラフト・アクションプランを基にインドネシア側と協議を行い、アクションプラン、ドラフト・ファイナル・レポートを作成する。
- ・第3フェーズ（11月から翌年3月）では、現地において日本の石炭技術の紹介を目的としたセミナーを開催すると共に、人材育成マスタープランについてのファイナル・レポートを作成する。

表 1-1 作業工程表

1 / 2

作業項目	平成7年度			平成8年度			平成9年度								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
I. 国内準備作業															
1. 関連資料・情報の収集整理														
2. インベリジョン・レポートの作成														
II. 第1次現地調査															
1. インベリジョン・レポート提出、協議	**														
2. 石炭鉱業の現状調査	——														
3. 人材育成調査	——														
4. アクシヨンプランの構想協議	——														
III. 第1次国内調査															
1. 石炭鉱業の現状分析			——												
2. 人材育成の現状分析			——												
3. アクシヨンプランの啓子作成			——												
4. インテリム・レポート作成			——												

凡例： 事前準備 —— 現地調査 —— 国内作業 **** 報告書等の説明

表 1-1 作業工程表

作業項目	平成7年度			平成8年度						平成9年度						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
IV. 第2次現地調査																
1. インタビュー・ト説明・協議							***									
2. 追加事項の調査							—									
3. 経費・財務データ収集							—									
4. 人材育成計画調査							—									
V. 第2次国内作業																
1. 必要な人材の検討								—								
2. アクションプランの策定								—								
3. セミナー実施計画の作成								—								
4. ドラフト・ファイナルレポート作成								—								
VI. 第3次現地調査																
1. ドラフト・ファイナルレポート説明・協議														**		
2. セミナー開催														—		
報告書の提出															ADF/R	ΔF/R

凡例： 事前準備 ——— 現地調査 ——— 国内作業 ***** 報告書等の説明

第2章 インドネシア経済の趨勢

2.1 経済趨勢

1980年代の前半まで、石油とガスによる収入はインドネシア全体の外貨収入の70%近くを占めていた。世界的な供給過剰による石油価格の低下傾向は、雑貨や工業製品を含む非石油製品の輸出への傾斜をインドネシア政府に余儀なくさせるものであった。1986年以降、実施されているインドネシア政府の規制緩和政策は、このような輸出を刺激し、金融サービスや貿易、石油やガス、及び国内国外の資本投資に影響を及ぼすことを狙いとしているものである。

長い期間で見たインドネシアの成長は、石炭・石油などの採掘、農業や製造業などの部門によってもたらされると思われる。

インドネシア政府の大きな経済上の目的は、国富を増大させ、安定した社会政治環境のなかで、公正な基盤をもった共同社会の繁栄を築き上げることである。この目的は1960年代後半に新大統領令として公布されて以来、変わっていないが、目的を達成するための方法は変化してきた。とりわけ、1980年代の中盤以降、インドネシア政府は民間部門を発展させるための様々な政策を行ってきた。これらは幾つかの州による貿易独占企業体への援助の廃止、金融部門の改革、新しい部門への外国投資の門戸開放、特に貿易部門に関係した行政手続きの簡素化などを内容としている。

総合的に、インドネシア政府は、規制緩和、輸入代替、輸出志向、州や民間部門の活動奨励策などを内容とした複合的発展戦略を追求してきている。成長の優先、安定及び公正は、インドネシアの発展を導く経済政策を支え続けていく。

インドネシア経済は過去5年間の間に急速に発展してきた。1989年から93年までの年平均のGDP成長率は6.9%に達している。インドネシアの1993年度のGDPは約1420億ドルにのぼっている。1993年度のインドネシアの人口は189百万人となっている。1980年から90年の年平均の人口増加率は2%で、現在は1.8%で減少している。大都市圏の人口の増加は地方圏よりもはるかに急速であり、また主な島どうしの間でも成長率には際立った違いが見られる。長期的には成長率は次第に鈍化していくものと見られ、2000年には1.6%、2010年には1.0%と予測されている。

インドネシアの製造業と建設部門の成長がインドネシアのGDPの成長を支えている。鉱業や農業と比較して急激な製造業の成長が、インドネシア経済の実質的な構造変化を導いている。1988年には農業と鉱業を合わせたGDPに占める割合は38%であった。1992年にはこの割合は33%に低下した。同じ時期に製造業、公共事業、建設業を合わせたGDPに占める割合は24%から33%に上昇した。1993年の工業部門と建設部門の成長はGDPの平均成長を上回り続けている。

インドネシア経済の急速な成長とそれに伴うGDP構造の構造的変化は、輸出構造の著しい変化を引き起こした。1988年には石油と天然ガスは輸出総収入の40%を占めていた。しかしながら、1993年にはそれらの輸出収入に対する貢献は26.5%に低下した。インドネシアの総輸出収入は1993年度には8.2%増加した。1992年からの成長の鈍化は主として石油価格の下落と、今日、インドネシア最大の輸出収入源である織物と衣類の輸出収入の伸びの減少によって引き起こされた。

インドネシアの対外借款は約830億ドルにのぼっており、なお増え続けている。これは輸入と深く関係している。対外借款の増加は、主として総対外借款の約40%を占める民間部門の借金の急激な拡大に拠るものである。政府は輸出割合に対する借款の比率を1989年の34%から2000年には20%まで削減しようとしている。その結果として厳しい資金上の制約が生じると予想される。

2. 2 経済構造

インドネシア政府は、経済及び社会的な戦略と広範の開発目標をリペリタとして知られている5カ年開発計画を通じて実施する。これらはより広範に定められた25カ年計画と関連して構成されている。政府はリペリタ6と呼ばれている第6次開発5カ年計画を発表したが、この計画は1994年4月1日から実施されている。この計画で、政府は年平均6.2%の経済成長率を達成することを狙いとしている。近年において達成された成長率を基にすると、これは実現可能な目標と思われる。この目標レベルを超える経済成長率は、インフレ、資金勘定の困難などの問題を引き起こすであろう。

現在、政府はまた次の25カ年計画の策定を計画している。その計画では年平均の経済成長率は7%を想定している。これによれば、インドネシアの一人あた

りの国民所得は1999年に1000ドル、2010年までに2600ドルにそれぞれ増加することになる。しかしながら、これらは土地所有制度の改革、労働者の技術水準の向上や経済基盤の拡充などの経済改革が続いていくことが前提となっている。

表2-1 第2次25カ年長期開発計画総括表

	単位	93年度 実績 見込み	各5カ年開発計画期末年度値				
			第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
I. 人口							
1. 総人口	百万人	189.1	204.4	219.4	233.6	246.5	258.1
2. 人口増加率	%	1.66	1.51	1.37	1.20	1.01	0.88
II. 労働力							
1. 労働人口	百万人	7.88	91.4	105.2	119.7	133.9	147.9
III. 国内総生産							
1. GDP成長率	%	6.6	6.2	6.6	7.1	7.8	8.7
a. 農業	%	2.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5
b. 製造業	%	10.0	9.4	9.4	9.4	9.1	8.7
内、非石油・ガス	%	11.0	10.3	10.2	10.0	9.5	9.0
c. その他	%	7.2	6.0	6.3	6.8	8.0	9.5
2. 一人当たりGDP	千ドル	1,188	1,487	1,908	5,525	3,483	5,046
3. 産業構成比							
a. 農業	%	20.2	17.6	15.2	12.8	10.5	8.2
b. 製造業	%	20.8	24.1	27.4	30.5	32.4	32.5
内、非石油・ガス	%	17.6	21.3	25.1	28.7	31.0	31.5
c. その他	%	59.0	58.3	57.4	56.7	57.1	59.4

第3章 石炭産業の現状

インドネシアは、約一世紀半の石炭生産の歴史を有するが第一次オイルショックを契機として政府は石炭の開発を推進する事となった。

国営炭鉱及び外資を主とする請負契約会社は、採掘技術は殆ど不要で保安上も安全なしかも採掘コストの安い露天採掘を手がける事により、1980年の年産34万トンから僅か15年で125倍の年産4,200万トンを達成し、この増産傾向を当分続ける事を計画している。

しかし、現在の採掘炭量は瀝青炭が主であり、露天採掘による可採埋蔵量には限界があるため、このまま露天採掘を継続していく事は不可能となり、早晩坑内採掘に移行しなければならない。

炭鉱会社は当面の利潤追求もあり、また定着した坑内採掘・保安技術を有しないので、坑内採掘を計画・実行させるためには、行政面では13.5%のロイヤルティの積極的運用により会社にとって魅力ある水準まで下げるとか、また相当の期間をかけて今後の技術導入と適用を図ってゆく体制を造る必要がある。

3.1 石炭産業の歴史的変遷

インドネシアにおける石炭開発は1849年に始まる長い歴史を有するが、第二次世界大戦中の約200万トンをピークに100万トン以下で低迷していた。エネルギー革命により石油がエネルギー・燃料の主役になり、産油国としてインドネシアもその例外でなかった。インドネシア政府は1973年の第一次石油ショックを契機に、石油代替エネルギーとして石炭の重要性を見直し、枯渇してゆく石油資源の依存度を低下させエネルギーの多様化を図るべく、1974年に新しく国家エネルギー政策を策定し石炭資源の開発を積極的に推進してきた。

インドネシアの国家エネルギー政策の下、政府は1981年以来、大規模な炭鉱を確保するため、国営炭鉱会社（PTBA）を設立すると共に、同年に布告された大統領令第49号により、炭鉱開発、石炭輸出を目指し外資系会社9社、民族系会社2社の計11社とのP/S（Production Sharing）コントラクト契約を締結した。……（第一世代と言う）

これら11社のP/Sコントラクターの内、9社が既に生産しており、残り1社は1997年3月から生産開始の予定であり他1社は探査を終了しF/Sの段階にある。

引き続きインドネシア政府は将来の石炭需要を見込み、1992年CCC（Coal

Cooperation Contract) を発表し、1993年には新しいP/Sコントラクト契約を締結すべく大統領令第21号を布告し、これにより、翌年の1994年8月に民族系会社19社と新規P/Sコントラクト契約(21鉱区)を締結した。…(第二世代と言う)

これらP/Sコントラクターは現在探査、F/Sの段階にあり、生産までにはまだ5年の期間は必要であり、2000年以降の生産開始となると予想される。既にPT. Supra Blakindo Mineral社は、資金難から脱落したことから現在は18社になっている。

さらに、132社がP/Sコントラクターとして参加すべくPTBAと交渉中であり、53社が基本契約を締結し、うち19社は既にPTBAと基本契約を締結し1年間の探査許可を受けた。……(第三世代)

第一世代、第二世代コントラクターを図3-1に、第三世代コントラクターの一部を図3-2に示す。

前述のP/S契約は内容が見直され、1996年度以降は後述するCCOW (Coal Contract of Work) に基づいて行われている。

これらP/Sコントラクターの他にPTBA傘下の2炭鉱(オンピリン炭鉱: Tambang Batubara Ombilin、タンジュン・エニム炭鉱: Tambang Batubara Tanjung Enim)がある他、小規模の民間の炭鉱会社(KP: Kuasa Pertambangan)及び年産数万吨規模の村単位共同組合(KUD: Koperasi Unit Desa)の経営する炭鉱がある。表3-1に既存および計画中の形態別の炭鉱数を示す。

表3-1 形態別炭鉱数

形態	既存	計画			
	生産中	計画中	探査中	契約済	申請中
PTBA	2				
CCOW					
1st	9	2			
2nd			18		
3rd				51	40
KP	10+				
KUD	6+				
計	27+	2	18	51	40

注) KP、KUDの計画については不明

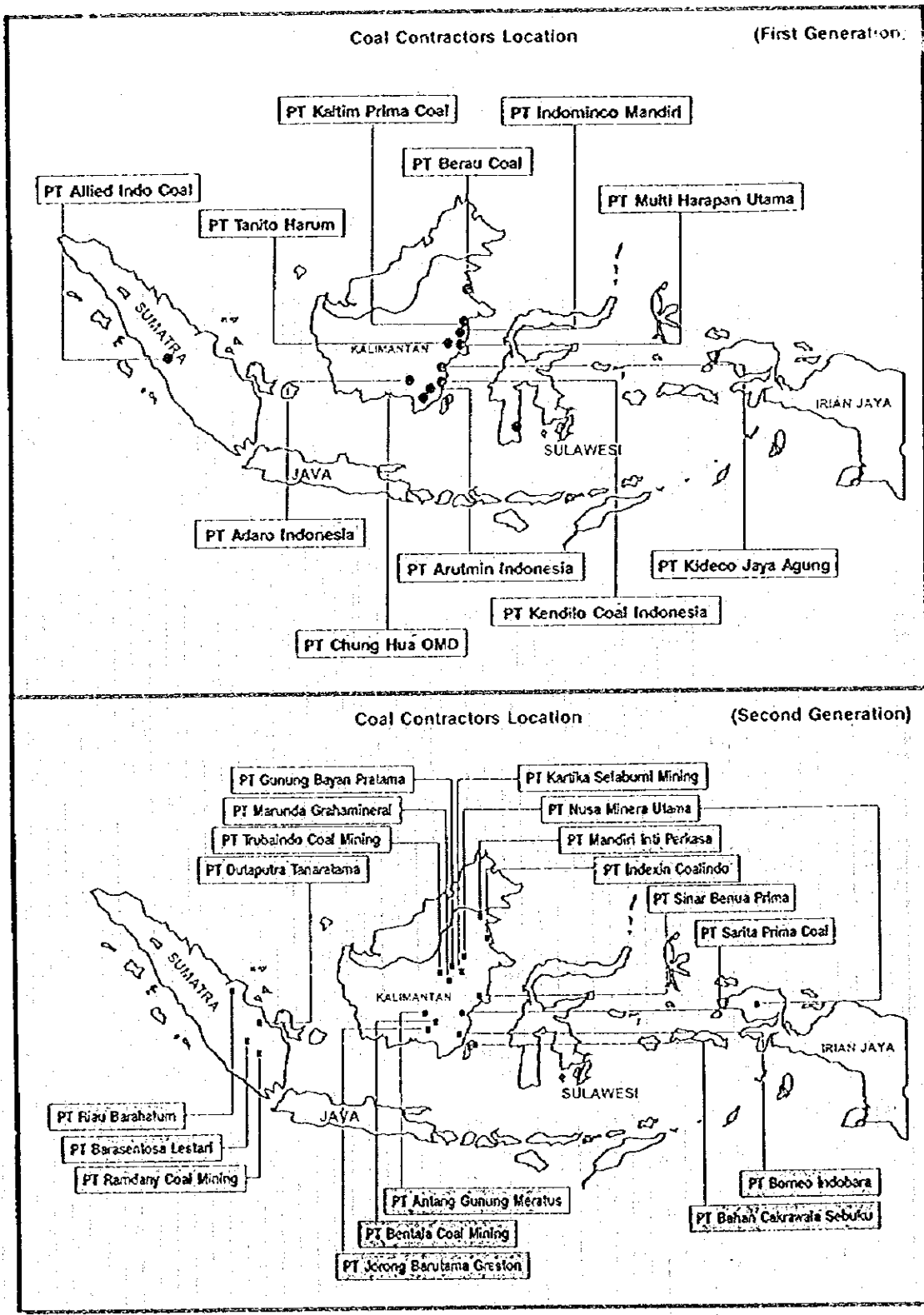


図3-1 石炭コンストラクター（第一世代、第二世代）

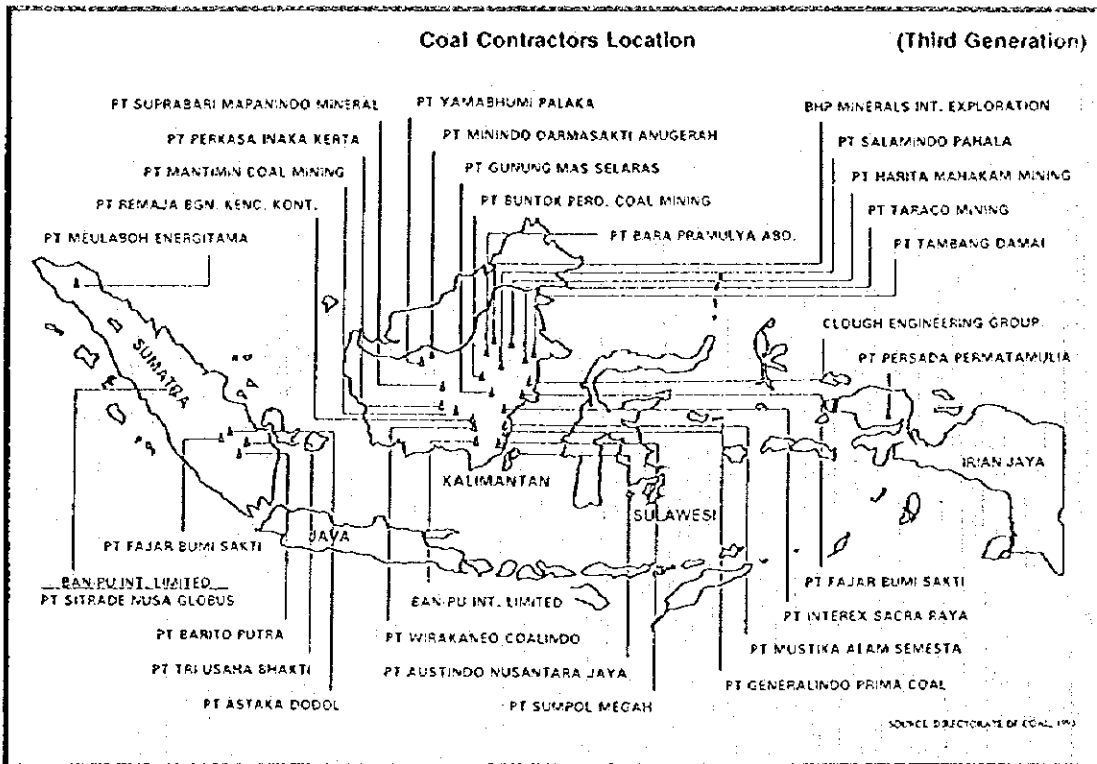
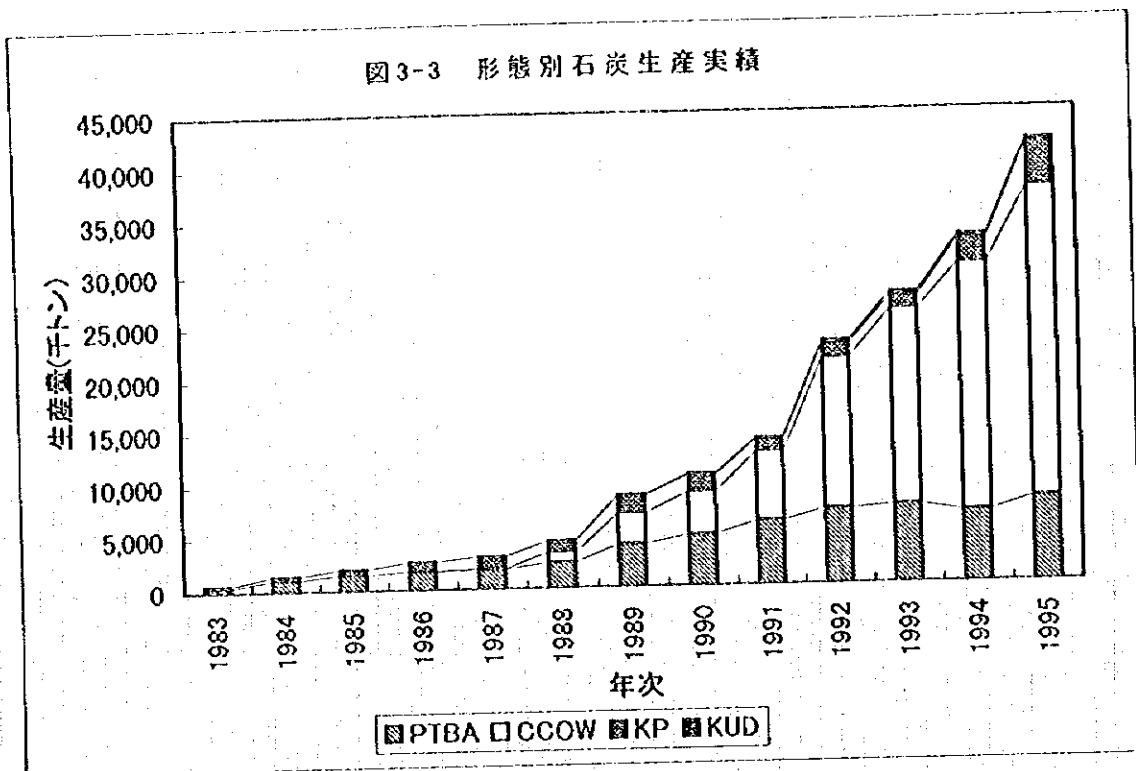


図3-2 石炭コンストラクター（第三世代）

石炭生産量の推移については図3-3に示す開発形態別石炭生産実績に見るように1989年以降石炭生産は急激に増加しており、増産の主力はスマトラのPTBA、東・南カリマンタンの第一世代コントラクターの大規模露天掘である。



3. 2 石炭資源

インドネシアの石炭は、一部に古生代（二疊・石炭紀）の石炭が見られるものの、経済的な意義のあるものはすべて第三紀層中に賦存する。

同国における炭田の広がりや炭層の層厚は中新世中・後期～鮮新世のものがもっとも優れている。一般的には、地質時代の古いものが地質構造が複雑で、炭層傾斜もある（40°以上の急傾斜は稀）。炭質は、一般的に火成岩の影響のあるものを除けば、地質時代が古いほど炭化度が進み、低水分で高発熱量である。

地域によって炭質に特徴があり次に示す。

地域名	発熱量 (kcal/kg)	灰分 (%)	硫黄分 (%)	全水分 (%)
南スマトラ	3,700~5,700	3~12	<1	11~27%
中央スマトラ	4,500	11~14	0.5	17
東カリマンタン	5,000~6,900	1~15	1	4~22

石炭の埋蔵量については、石炭局より発表されている。

表3-2の地域別・確度別炭量表に見るごとく、インドネシアの石炭埋蔵量は約360億トンで、約68%がスマトラ島、32%がカリマンタン島に存在し、その他の地域には1%以下の過ぎないが探査の不十分なイリアンジャヤ等の調査が進めば更に増えるものと予想される。

総石炭埋蔵量のうち、確定炭量は約48億トンである。

表3-2 地域別・確度別炭量表

(百万トン)

地 域	確	Measured (確定)	Indicated (推定)	Inferred (予想)	Hypothetic (仮定)	Total	%
SUMATRA		2,888	11,166	2,280	8,343	24,677	68
North		-	1,272	2	433	1,707	5
Central		718	2,371	58	1,019	4,166	11
South		2,143	7,506	2,204	6,891	18,744	52
Bengkulu		27	17	16	-	60	0
KALIMANTAN		1,986	1,494	3,789	4,231	11,500	32
West		2	69	211	1,838	2,120	6
South		1,113	668	1,848	-	3,629	10
East		871	757	1,730	1,957	5,315	15
Central		-	-	-	436	436	1
JAYA		12	29	-	20	61	0
SULAWESI		5	12	7	-	24	-
IRIAN JAYA		-	79	4	-	83	0
Sub-Total		4,891	12,780	6,080	12,594	36,345	100
Total Production(1965-1993)		75	-	-	-	75	
Total		4,816	12,780	6,080	12,594	36,270	

出典：石炭局、1993

表3-3の炭種別石炭埋蔵量に示すように炭質は亜瀝青炭および褐炭が約85%を占め、輸出向きの瀝青炭は15%にすぎない。

表3-3 炭種別石炭埋蔵量

(百万トン)

地域名	無煙炭	瀝青炭	亜瀝青炭	褐炭	合計
SUMATRA	132	651	2,585	21,309	24,677
North			1,707		1,707
Central	4	473	380	3,309	4,165
South	128	178	438	18,000	18,744
Bengkulu			60		60
KALIMANTAN		4,560	6,940		11,500
West		1,976	144		2,120
South		1,323	2,306		3,629
East		825	4,490		5,315
Central		436			436
JAVA		15	46		61
SULAWESI			24		24
IRIAN JAYA			83		83
合計	132 (0.4%)	5,226 (14.4%)	9,678 (26.6%)	21,309 (58.6%)	36,345

出典：石炭局、1993

3. 3 生産方式

生産は前述の通り大別してPTBA、CCOW、KP、KUDに分類され、近年の実績は図3-3の通りである。増産の主力はPTBA、CCOWである事が解る。

インドネシアの石炭採掘は後述するようにオンピリン炭鉱の一部および東カリマンタン・マハカム河流域の2つのKP炭鉱(115社中10社のみ操業)以外はすべて露天採掘により実施されている。

3. 3. 1 露天掘 (O/C)

PTBAおよびCCOWによる大規模露天採掘はトラック&ショベルによるオープン・ピット方式での剥土、採炭、運搬で操業している。BWE (バケット・ホイール・エクスキャベータ)方式を採用しているのはタンジュンエニム炭鉱のアイル・ラヤ (Air Laya) 坑のみである。

インドネシアの全生産量の約7割はCCOWに依存している状況である。表3-4に第一世代コントラクターの出炭実績を示す。

3. 3. 2 坑内掘 (U/G)

現状の坑内掘は、スマトラ島にある石炭公社PTBAのオンピリン炭鉱、東カリマンタンのマハカム河流域にあるキタディン (PT. Kitadin Corporation) 社のウンバルト (Embalut) 炭鉱並びにファジャール・ブミ・サクティ (PT. Fajar Bumi Sakti) 社のクタイ (Kutai) 炭鉱の3炭鉱のみで、現在年産70万トン程度である。表3-5に坑内掘出炭実績を示す。

CCOWによる坑内掘炭鉱の開発は未だ実施されていない。

3. 3. 3 その他の採掘方式

- ・バンジャルマシン (Banjarmasin) 付近のKUD炭鉱
 - ブルドーザー&人力併用の露天掘
 - 人力による狸掘
- ・西ジャワのKUD炭鉱
 - 人力による狸掘

表3-4 第一世代コントラクターの出炭実績

(1,000トン)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
ARUTMIN INDONESIA			60		105	687	1,297	2,215	3,342	4,158	4,606	5,355
ALLIED INDO COAL				53	444	513	455	542	451	599	798	1,190
ADARO INDONESIA									934	1,353	2,414	5,553
KALTIM PRIMA COAL						344	655	2,104	7,014	8,872	9,932	10,208
MULTI HARAPAN UTAMA					240	761	859	810	1,307	1,629	1,651	1,974
BERAU COAL											301	666
TANITO HARUM					184	673	794	921	1,233	1,087	1,115	1,108
UTAH INDONESIA											701	1,022
KIDECO JAYA AGUNG									82	1,171	2,038	2,501
INDOMINCO MANDIRI												
CHUNG HUA OMD												
TOTAL	0	0	60	53	973	2,978	4,060	6,592	14,363	18,869	23,556	29,557

表3-5 坑内掘出炭量表

(トン)

	1991	1992	1993	1994	1995
Ombilin(PTBA)	147,000	150,000	75,000	104,000	60,000
Embalut(PT. KITADIN)	249,000	359,000	398,000	386,000	420,000
Kutai(PT. FBS)	176,000	185,000	179,000	169,000	176,000
Total	572,000	694,000	652,000	659,000	656,000

3. 4 環境保護

環境基準に関してはCCOWの規定、保安規則等により規定されている。

監督官庁の巡回は、保安と環境についてそれぞれ年2回程度行われ、双方とも同程度に重要視されていることをうかがわせる。

排水処理の技術は先進国から学ばねばならぬ点が多い。選炭排水は一般的にシックナーやポンドで固形物を沈降させて河川に放流させる方法が取られている。処理が不十分な炭鉱もあるが、露天掘り跡地を利用する等により沈殿地を造成し廃水管理している炭鉱が増加しつつある。

露天採掘に伴う復元工事は義務づけられている。一般的には跡地の埋め戻しを行った後、植林による緑化が行われているが、不十分な箇所も散見される。今後復元技術に関しても先進国から学ぶべき点は多い。

第4章 坑内採掘技術の現状

現在、坑内採掘を行っている炭鉱は3炭鉱であり、それぞれの炭鉱の技術レベル等が調査された。現場管理や技術的問題等から、生産は設備能力を大きく下回っているのが現状である。

4.1 現状の坑内採掘技術

4.1.1 P T B A炭鉱

1) オンビリン炭鉱

オンビリン (Ombilin) 炭鉱はP T B Aの運営する炭鉱の1つで、露天採掘および坑内採掘が行われている。オンビリン炭鉱は西スマトラ州のほぼ中央に位置するサワルント (Sawahlunto) 市にあり、州都パダン (Padang) の北北東、道路距離で約95kmに位置する。石炭積出港であるテルクバユール (Teluk Bayur) とは約155kmの専用鉄道で結ばれている。

鉱区面積は15,499.32haであり、9の区域に分けられている。1992年に開坑100年を迎えたインドネシアで最も古い炭鉱である。従来は人力主体の採炭が行われていたが、現在は完全機械化採炭が行われている。

日本の他ポーランド、オランダ、カナダ、オーストラリア、英国等からの協力実績がある。

炭層は新生代第三紀 (始新世) のオンビリン炭田、サワルント夾炭層に属する。上層からA層、B層、C層があり、層厚はそれぞれ2m、0.8~1m、6~8mである。炭層傾斜は8~25°でオーバーバーデン、インターバーデンは粘土、シルト、砂岩である。埋蔵炭量は155百万トンで露天対象が約2割を占める。

炭鉱長の配下に保安監督室、坑内採掘、露天採掘、技術、企画、総務、経理、出荷担当の部署がある。

インドネシアで唯一完全機械化採炭設備を有しているが年産20万トンにも達しない現状である。

現在はサワルン (Sawahlung) 区域が坑内採掘対象となっており、維持坑道長は約12km、長壁式採炭切羽1面を有する。払面長は70~150m、片盤長は600mである。坑内人員は306人 (内60係員以上)、サポート人員125名である。

a) 採 炭

約10年前、英国ダウティ（Dowty）社製 セミ・メカナイズド（半機械化採炭 Semi-Mechanized）設備が2セット、フル・メカナイズド（Full-Mechanized 完全機械化採炭）設備が1セット導入された。スライドバー方式のセミ・メカナイズドは1985年から1989年まで使用されたが、現在は自走枠採炭設備1セットのみが稼働している状況にある。4レグの自走枠は前柱が極端に後方にさがっており、主カップのみで先端カップを有さない。One Web Back方式の採掘が行われており、切削後ただちに枠出しが行われるがあき天は大きい。整備の問題も否定は出来ないが、前柱を支点とした回転モーメントによりカップ前方が下がり、シェアラーの通行が不可能となるといった状況を経験している。

採炭切羽（払）内チェーンコンベヤー（AFC）はシグマセクション型、シェアラーはダブルホーレージのチェーンレス型である。ベルトコンベヤー等揚炭設備の管理の問題等も原因して低い生産性に甘んじている。払生産性向上のためには、掘進速度の向上が不可欠である。下記に払採炭設備のリストを示す。

自走枠	Dowty 4 Lx 325 ton	102 unit
シェアラー	Anderson AB 200kW	1 unit
AFC	MECO TOC 600-FM 90kW	1 unit
Power Pack	Dowty 327-FM 150kW	2 unit

b) 掘 進

岩盤掘進はアルパイン（Alpine）社製 F-6A ロードヘッダー（75kW）による切削、あるいは穿孔発破・ロードホールダンプ（LHD）でチェーンコンベヤー（PC）に積み込みといった方法で行われている。現状は岩盤掘進箇所は無い。

岩層掘進にはドスコ（Dosco）社製 MK-2A型ロードヘッダー（総出力75kW、切削68kW）あるいはアルパインF-6A型が用いられている。ドスコ、アルパインの保有台数はそれぞれ4台、1台である。

1993年から豪州人の指導を受けループボルトが導入され、すでに約2,500mの施工が行われている。従来の目伸び3枠から、目伸び5ストラップに改善された。1996年1月の掘進伸びは78m/切羽である（記録は120m）。作業員のメンタル的

な面も取り扱われており、ルーフボルトに対する不安感を持たれていない。本線坑道付近でテルテール（天盤変位量測定器）による天盤挙動の測定が行われているが、2年間の変異は約5mmであり、ボルトが効果的である事がわかる。資材が少なくなり、金梁等重量物の取扱いから解放され、さらに掘進コストの削減が実現した。ボルトは直径24mm、長さ2.4mのAXボルト（エクストラ・ハイテンション）が5本とWストラップは4.5mの物が使用されている。通常ストラップの間隔は0.8mであり、レジンは全面接着である。穿孔は豪州CRAM社製の圧気動ハンドヘルドボルター ウォンパットで行われている。1切羽に2台のウォンパットが配置されており、ドスコマイナーによる掘削後、後退させての穿孔となる。圧気は可搬式坑内コンプレッサーで供給されている。剥離しやすい天盤、炭丈の問題、炭層傾斜の問題、ボルト孔穿孔の問題、運搬上の問題等から天盤・下盤が切削されるが、ドスコマイナーの切削動力の問題から掘削には時間がかかっているのが実状である。ボルト導入当初は、側壁補強のためリブボルトも使用されたが、炭柱強度が高いので現在リブボルトは使用されていない。また8m長のSingle strand Birdcaged型ケーブルボルトが交差部の補強用に使用されて、セメント注入による固定方式が取られている。

ドスコマイナーの2次コンベヤーはモノレールで吊るされており、石炭はベルトコンベヤーへ直積みされている。掘進用伸縮ベルトコンベヤーは導入されておらず短いベルトがレーシングで接合され、ベルト破損の原因となっている。局部通気は押し込み・吸い出しの併用で風量は7m³/秒程度である。材料の後方運搬はベルト逆転という方法が取られている。切羽でのガス測定は携帯式ガス検知器および安全灯（ランプ）によるものである。現在の掘進機器は下記である。

ロードヘッダー	Dosco MK-2A	75kW	4 unit
	Alpine F-6A	75kW	1 unit
ロードホールダンプ	EIMCO 811-FD	39kW	3 unit
サイドダンプ	EIMCO 625		1 unit

c) 運 搬

・資材運搬

資材・坑内機器は台車・鉱車に乗せられ、サワルーンの水平坑口から下綱式エンドレス巻で搬入される。カーブドエンドレス巻も使用されている。ワイヤーロ

ープはロングスプライス接合された物であり、コース台車はロープのあらゆる箇所にクランプで固定できる。操作は竿取りからの信号による有人運転である。坑内に複線は無く、台車の入れ替え操作は分岐を利用して行われる。エンドレス間の付け替えには小型ウインチが用いられる。斜坑には小型巻揚機が設置されているが、複線の巻立は無く、いわゆる“流し込み車道”方式も散見される。巻揚機の設置位置はフリーアングル等が考慮されていない。体系的な骨格構造の設計がなされていないため、深部移行時の運搬はさらに問題となる事が憂慮される。人員輸送設備はない。

・石炭運搬

坑内で採掘された石炭・岩石はすべてベルトコンベヤーで坑外に搬出される。本線ベルトコンベヤーは旧採掘部内であるサワラソーV (Sawah Rasau V) 区域を通過して選炭設備へ送られる。旧採掘部内は揚炭のためのみに維持されており、坑外コンベヤーに切り替える事により廃棄する事が出来るが、オンピリンIからオンピリンIIの展開を断念した現状では切り替えの工事の価値は薄れたと考えられる。岩盤掘進時の硬も同じベルトで輸送されるため、坑口には手動切り替えダンパーがあり、硬は専用ビンに送られ、トラック積みされる。自動停止装置はあるものの、自動運転設備は無く、ベルト毎に運転要員が配置されている。本線ベルトコンベヤーを除き、レーシングによる接合箇所が多く、強度には問題がある。非常停止はフレーム脇に設置された匹綱ワイヤーで行われる。起動方式は直起動である。

掘進等に使われている部内ベルトコンベヤーはポーランド製で幅800mm、速度は1.36m/秒、運搬能力200トン/時、出力30kWの物である。

払片盤ベルトコンベヤー、本線ベルトコンベヤーはダウティ・メコ (Dowty Meco) 社製で幅1,000mm、速度2.71m/秒、運搬能力900トン/時、出力は機長・勾配により90~180kWである。同ベルトは全部で12基である。

チェーンコンベヤーは一部の掘進で使用されるのを除き利用頻度は高くない。

d) 通 気

通気方法はサワルーンに設置された150HPの主扇2台を用いた吸い出し式通気である。主扇の能力は40 m³/秒で、ベルト駆動方式の物である。入気は水平材料運搬坑道とベルトコンベヤー揚炭坑道である。旧採掘部内を揚炭坑道に維持し

ているので旧部内への風量も多い。風橋を持たず、流し通気が行われているので掘進箇所風の風が払に流れるといった問題がある。風門は木製が主である。

掘進箇所の局部通気は局部扇風機・風管を用いた押し込み・吸い出し併用通気である。

e) 排水

主要排水は多段式ポンプで行われている。ローカル排水は小型水中ポンプで行われている。総排水量は 50m^3 /時程度である。

f) 保安

ガス検定、通気測定等が行われている。定期的に保安日点検が行われる。岩粉散布は行われているが、爆発伝播防止設備等は設置されていない。救急センター無し。COマスクは携帯される。安全灯は充電式である。

救護隊が組織されており、酸素呼吸器が保有されている。訓練用の模擬坑道もあり、定期的に訓練が行われている。

近年、爆発等の大きな災害は報告されていない。1990年代初頭、採掘跡の自然発火を経験している。測定のまずさから、掘進箇所が採掘跡と近づきすぎ、保安炭柱に亀裂を入れてしまった事が原因である。水没消化を余儀なくされ、密閉・窒息消火が行われ、鎮火が確認されてから取り開け作業が行われた。

g) 配電・通信

石炭焚きの自家用サラック (Salak) 発電所 (3MW x 2, 6MW x 1) から電力が供給されている。坑内には高圧ケーブルで送電され、坑内変電設備で運転電圧まで落とされる。メタンガスは少ないとされているが、ガスセンサーは未設置で、ガス警報器との連動で電源を遮断するガスインターロックは行われていない。

無線機も使用されておらず、ページングあるいは電話による通信が行われている。

h) 選炭・輸送・サイジング

坑内生産された石炭は旧採掘部内であるサワラソー V の坑内ベルトで選炭設備へ送られ全量選炭されている。露天採掘の石炭は品質に応じて選炭される。豪州の設備が導入されている。バウムジグ、スパイラルをはじめ手選を含む。排水処理に関しての問題がある。選炭の歩留は 80~84% である。選炭は 2 系統あり、能力は 200トン/時 x 2 unit である。

i) 坑外設備

・山元設備

鉱業所の本所はサワルト中心部にある。本所に隣接して、鉄道積み込み設備、整備工場、サイジング設備がある。選炭設備からサイジング設備まではオーバーランドコンベヤーで石炭輸送が行われている。

坑内採掘の坑口事務所はサワラソー V からサワルーンに移されている。資材置き場、坑内機器整備工場がサワラソー V にある。

露天採掘区域に近いオンピリン川の河岸にサラック発電所がある。発電能力は 12MW であるが、通常 6MW 程度で運転されている。建設後 30 年近くたっており、チェーンストーカー方式のボイラーの効率は低い。

整備工場は中央整備工場、露天重機整備工場、坑内機器整備工場の 3 つがある。

・積出港

パダン市の南側に位置するテルクバユールが石炭の積出港である。積出港までの輸送は鉄道を利用している。単線・急傾斜等の制約から、鉄道の輸送能力は年間約 100 万トンであり、その他の輸送はトラックに頼られている。トラックの輸送コストは鉄道輸送コストよりトン当たり 1 ドル程度高いとされている。

j) 露天採掘

カンディ (Kandi) 区域、タナヒタム (Tanah Hitam) 区域でコントラクターによる露天採掘が行われている。採掘方式はトラック & ショベルで、剥土比は 9:1 前後である。可採炭量は残り少なく、1998 年で終掘 (1999 年までは小規模採掘) の見込みである。

約35%のオーバーバーデン、インターバーデンが発破され、薬量係数は0.26 kg/BCMである。

4. 1. 2 C C O W炭鉱

現状坑内採掘を行っている炭鉱は無いが、1998年末にはクニトハルム社（PT. Hanito Hartum）がスコダデ（Sukodadi）、ポンドック・ラブ（Pondok Labu）地区において坑内採掘に着手する計画である。

4. 1. 3 K P 炭鉱

キタディン（PT. KITADIN）社ウンバルト（Embalut）炭鉱および、ファジャール・ブミ・サクティ（PT. Fajar Bumi Sakti）社クタイ（Kutai）炭鉱の2つが坑内採掘を行っており、いくつかの炭鉱が坑内採掘を計画している。

1) キタディン社ウンバルト炭鉱

同社は華僑系のサリムグループに属する。同炭鉱は東カリマンタン州の州都サマリダ市の北約20kmのマハカム河岸に位置し、サマリダ市からの交通は水・陸両方の便がある。陸路はサマリダから約25kmでマインサイトに、水路はマハカム河をサマリダから約40kmさかのぼるとローディングポイントに着く。

台湾の採鉱技術者の協力により、1982年8月開発に着手、1983年7月から坑内採掘による生産を開始した。一時は40名以上いた台湾人技術者は全員帰国している。1990年から日本セメント社に代わり三井鉱山エンジニアリング社が技術協力関係を結び採業指導を行っている。

クタイ炭田に位置し鉱区面積約930haを有する。隣接炭鉱と鉱区を交換して969haにする計画がある。1～23番層と数枚の分離層が確認されている。1～7番層がプラウ・バラン夾炭層 第三紀中新世中期（Pulau Balang Formation : Middle Miocene）に、8～23番層が下部バリクパパン夾炭層 第三紀中新世後期（Lower Balikpapan Formation : Late Miocene）中に含まれる。炭層の厚みは1～7mである。ストライキ方向はほぼ南北であり、鉱区西部に南北方向の向斜軸がある。炭層は東から西に傾斜（15～30°程度）している。最下位層が1番層である。層

の分離あるいは消失が一部で確認されているが大きな断層等は認められていない。上下盤に軟質の砂岩あるいは泥岩を伴う炭層が多い。坑口レベルは +35m 前後である。

1995年の生産量は原炭ベース坑内380,817トン、露天458,110トン、計838,927トン、精炭ベースで計718,236トンである。一般炭として国内、海外（台湾、日本、香港、フィリピン、マレーシア、タイ、バングラデッシュ等）に出荷されている。

a) 炭量・品質

埋蔵炭量は約3,300万トンであり、可採炭量は約1,600万トンである。炭質は亜歴青炭に属する。一般的な特徴は低灰分・低サルファーの一般炭である。選炭のプロセスにおいて若干の品位の調整は可能である。発熱量 (adb) は6,300~6,500 kcal/kg、サルファーは最大0.8%である。

b) 組織・人員

炭鉱には技術関係に生産、企画、施設が、事務関係に資材、総務、人事がある。そのほかに炭鉱長直属の形で保安と Special Teamがある。それぞれ Department Head, Vice Department Head, Superintendent, Section Chief (Shift Coordinator), Supervisor, Assistant Supervisor, Worker で構成される。技術者構成は unskilled が2,450名（内坑内人員約1600）、Skilled が250名（内坑内人員約100）である。坑内100人の Skilled の内、Mining Engineer は25%のみである。

本店等を含めると約3,000名である。係員の50%以上は Academy level で、30~40才代が中心である。Unskilled worker は50~100人/月の入れ替わりがある。

c) 露天採掘

採掘方式はトラック&ショベルによるオープンピット方式で行われている。現状直轄および請負で生産が行われており、生産比率は3:1である。剥土比は7:1（最大で15:1）程度である。表土は発破不要であり、ブルドーザーによるリッピングで起砕している。ブルドーザーによるプレストリッピングを行った後、トラックとショベルで剥土を行う。石炭はバックホーで採掘されダンプトラックに積載される。

d) 坑内採掘

坑内採掘は第1坑、第2坑、第3坑の3坑口で行われている。操業は三交代（平日8時間／方、土曜5時間／方）である。年間操業日数は275日程度である。生産コストは露天採掘より若干高めとされている。

第1坑、第2坑口は7～10番層、第3坑は3～5番層を稼行対象としている。採掘深度は第1坑が最深で坑口より約240mである。斜坑長は約750mに達する。

e) 採炭

盤下坑道で掘削されたメイン斜坑から、立入坑道で着炭し、片盤坑道が展開されている。片盤長は最長で1,000m程度である。上添坑道と下添坑道がレイズで連結され、切羽面となる。掘進時の通気確保のためレイズが約200mで掘削されている。

ロングウォール後退式の採掘を原則とし、最大の払面長は108mである。上添坑道側の保安炭柱は残さずに採掘している。

以前は木柱払が主力であったが、鉄柱カップ払が1990年度から逐次導入され全払が鉄柱カップ払となっている。立柱間隔は0.8m、カップ長は1.2mである。鉄柱はダウティ製のポンプ内装型マニュアル鉄柱および中国製フェロ型鉄柱である。稼行丈は最高約1.8m、および2.25mである。鉄柱の沈み込み防止のため足元は掘り込んで木製のゲタを敷き立柱している。払跡総ぼらし方式で、ぼれ込み防止に竹すを使用している。採炭は発破・ピック併用で、塩化ビニール製トラフ（樋）によって切羽内を重力運搬した後、木製炭車に積載される。切羽人員は鉄柱カップ払で40～50名である。圧気は坑外コンプレッサーから配管で供給されている。第3坑ではサブレベルにチェーンコンベヤーも使用されている。

f) 掘進

坑道掘進はエア－ピックあるいは発破により行われる。発破の穿孔はレッグハンマーによる乾式穿孔である。支保は木脚木梁の三組枠が主である。炭車への積み込みは手積みが主である。人員は一先当り7名（後方運搬を含む）程度である。

沿層掘進はレベルを追いかける方式をとっているため曲がりが多い。坑道規格（梁下高さ x 敷幅）は片盤で 2.1m x 2.1m、メイン斜坑で 2.4m x 2.4m、5部

材での断面は 3.1m x 4.7m である。掘進の月延びは浴層で平均 40~50m (最大で 98m)、岩盤で平均 20m~30m (最大で 45m) 程度である。

g) 通 気

中央式の通気で主要扇風機による吹出し強制通気を行っている。払通気は上向き通気である。局部通気にはビニール風管・小型扇風機が使用されている。

主要扇風機の出力は 100HP で風量は $1,800\text{m}^3/\text{min}$ 、負圧は 140mmAq である。各坑に 1 台ずつ設置されている。

メイン斜坑を盤下坑道で展開しているので風橋はない。作業現場における最高温度は 30℃ 程度である。風門は鉄製の物と木製の物が使用されている。

h) 運 搬

石炭・硬・材料・人員の斜坑運搬は大型電動巻揚機によって行われている。主要巻きは 300HP ないし 200HP で、巻き上げ函数は 10 函程度である。

その他主要排気斜坑、水平坑道、坑外等に 35~20HP の小型巻揚機が使用されている。レールは 15kg/m ないし 9kg/m でゲージは 600mm である。巻の信号は全線に張られたワイヤーによる引き綱方式である。水平坑道の運搬には横綱式エンドレスが使用されている。木製炭車の積載容量 1 車当り約 0.93 トン (原炭) である。鋼製炭車の導入計画がある。坑口へ巻き揚げられた炭車は電動チップラーでコールビンに転換される。

第 1 坑では簡易型斜坑人車が斜坑の人員輸送に使用されている。

i) 排 水

排水量は 3 坑合計で 1 分当り 1m^3 に満たない。水平坑道の排水は主に側溝で行われる。主要排水はメイン斜坑脇のポンプ座から 75HP ポンプで斜坑を段継ぎして揚水される。揚水管は主に 4 インチ鋼管が使用されている。

j) 配 電

坑外に計 3MW のディーゼル発電機を有する。今後は 1MW 追加する予定である。発電電圧は 380V であるが、3,000V に昇圧され坑内へ送電される。一部の主要機器を除き坑内機器は 380V にて運転されている。

坑外での連絡は電話機および携帯用無線機による。坑内の連絡には電話機および誘導無線器が一部で使用されている。

k) 保 安

各坑の係員が携帯用ガス検知器で可燃性ガスの測定を実施するほか、保安課がガス・通気測定及び坑内の状況を調査、改善勧告を行う。月に一回、保安巡検が実施される。酸素呼吸器6式を有するが、救護隊編成には至っていない。

ガス爆発・坑内火災等の災害は起こしていない。自然発火を起こし、密閉消火した経験はある。

l) 教 育

有資格制度は発破資格以外はない。1st Class Certificate 保有者1名、2nd Class Blaster 資格保有者40名が在籍している。

新入社員教育のほか巻揚機の運転手等に対する教育が実施されている。その他状況に応じて機会教育が実施されている。

m) 坑外施設

鉱事務所、坑事務所、資材倉庫、整備工場、パワーセンター（発電機・圧縮機）、火薬庫、浄水施設、職員社宅等を有する。

n) 輸送・選炭

坑内および露天で採掘された石炭は貯炭場あるいは選炭場まで10トン積みリヤダンプトラックで輸送される。輸送距離は約6kmである。

選炭設備は2系統あり、バウムジグおよび手選によって選炭が行われている。混炭、サイズ調整は需要に応じて行われる。坑内炭の選炭歩留まりは約89%前後、露天炭は約90%前後である。

o) 貯炭・船積み

精炭ストックパイルに貯炭された石炭は船積みホッパーに投入され、バージに積載される。使用可能なバージは最大8,500トンで、船積み能力は時間当たり500トンである。レンタルバージ3隻(8500, 7000, 5500トン)を使用している。バージはタッグボートで外洋まで曳航され本船に積み替えられる。積み出し港から外洋まで約100kmの距離があり、輸送に1日を要する。国内のユーザーあるいはフィリピンに対してはバージで直接納入する場合もある。

p) 探査

坑外探査用に最大500m級のフルコア試錐機がある。また坑内用の100m試錐機2台(圧気動)がある。

2) ファジャール・ブミ・サクティ社クタイ炭鉱

バクリグループに所属する。東カリマンタン州サマリダから陸路35kmのマハカム河岸に位置する。6750~6800kcal/kgの良質一般炭が坑内採掘および露天採掘により生産されている。1983年から坑内採掘が開始され、最大出炭実績は1992年の185,199トンである。露天採掘は1993年から開始され、1995年で一応終掘したが、価格の好転から再開したい考えがある。現坑内区域は可採炭量が少なくなっており、新坑口の開発が行われている。

1995年の生産実績は坑内176,000トン、露天480,000トンである。1996年の生産は現坑内で199,000トン、新坑口で139,000トン、露天220,000トン、計558,000トンの計画である。坑内生産の目標は800トン/日であるが運搬能力は900トン/日であり、坑内生産能力は最大20万トンとされている。

炭層は上からAA、A、B、C、D、E、F、層で炭層傾斜は6~7°である。現坑口の稼行対象炭層はC層、D層で採掘深度はマハカム河レベルで-140m、坑口標高は+41.5mである。

人員はジャカルタに20名、山元には1,175名である。山元人員の内、坑内Foreman 14名、Assistant Foreman 14~17名、Supervisor 5名である。

a) 採 炭

D層の北部・南部に各1払、計2払のロングウォールがあり、内1払が稼働されている。1方操業・1方メンテナンスの操業形態が取られている。片盤は沿層を一定勾配で掘削しており、曲がりくねっている。後退式ロングウォールで払面長は50~60mである。内装型マニュアル単鉄柱と連結型カップが支保に使用され、払跡はリリース・チョックが使用されている。鉄柱には沈み込み防止のため木のゲクが敷かれる。鉄柱の回収はレバーブロックで行われる。カップは先端にチェーンの付いたものである。

採炭方式はセミ・メカニズドでコールピック採炭し、ショベルでAFCに積み込まれる。AFCは鉄柱の間に設置されており、前進には鉄柱の打ち替えが必要である。AFC駆動部は木積みで持ち上げられ、炭車の高さを確保している。圧気は坑外コンプレッサーから配管で送られている。

払人員は70m払で片盤を含め60人である。3~4m 毎に2名（ピック1、ショベル1）を配置し、7m毎に支保人員1名を配置している。生産量は650トン/日である。

運搬能力に限界があるので発破や2払同時稼働での増産は無意味であるとしている。人員は南部部内・北部部内計で約300人である。

b) 柱房採炭

C層は炭層傾斜が一定でないのでロングウォール向きではなくルーム&ピラー採掘が行われている。コールピックにより採炭され、木柱で支保が行われている。運搬は車道の有る所まで袋を用いた人力運搬で行われている。3方操業で人員は9切羽計約300名である。1グループの人員は6人で1切羽にピック2台である。生産性は15トン/方/グループである。採炭実収率は約75%である。ピックには3/4インチホースで圧気が供給される。採掘後2~3日で崩落（安全作業手順に準拠しており危険は無い）する。

c) 運 搬

斜坑巻、エンドレス巻を用いた炭車運搬が行われている。

第1斜坑の斜坑長は600m（14° 区間200m、6° 区間400m）で、300HPの巻揚機が設置されている。巻き上げ両数は石炭15両、硬10両である。木製炭車の容量

は原炭0.91トン/車である。坑内に第2斜坑、第3斜坑がありそれぞれ100HPの巻揚機が設置されている。地表から採掘区域までの距離は1,400mになっており、炭車の付け替えは6回必要である。B層、C層から炭車が集まる第1斜坑の巻立が運搬のネックであり、年間20万トンが運搬の限界となっている。

レールは12kg/mあるいは9kg/m程度の小さな物である。斜坑には鉄製道中車が付けられている。引き綱式信号が用いられている。巻立設計、複線の設計は比較的良好である。分岐部は金梁（Iビーム：15cm、30cm）、他は木梁が使用されている。

片盤エンドレス巻は2台のウインチを使ったメイン・テール巻きである。

人員は斜坑は炭車で輸送され、水平は徒歩で移動する。

d) 散水・排水

坑内散水は4インチ配水管で坑外から送水されている。

主要排水は150HPの排水ポンプで行われ、ローカル排水は1.5kW電動水中ポンプで行われている。

e) 配電・通信

坑外に自家発電所を有する。坑内へは3,300Vの電圧で、防爆ケーブルを用いて送電されている。坑内には変電設備が設置されている。通信には要所に設置された電話が用いられている。

f) 通 気

主扇を用いた吸い出し式通気で、主扇の出力は75HP、風量は2,000m³/分。通気量確保のため補助（60HP）扇風機も使用されている。掘進の局部通気には小型扇風機およびビニール風管が使用されている。

g) 保 安

過去に重大災害を経験しているが、保安成績は向上しつつある。救護隊は編成されていない。

同炭鉱ではガス爆発事故の経験がある。C層の掘進現場で風管切り替えを行い

通気無し状態で、排水ポンプに送電が行われた。スイッチが防爆構造でなかったため火花が出てメタンガスに着火し、作業員5名が被災した。またB層下部でガス突出事故を起こした経験がある。40%濃度のメタンが突出したが、被災者は出なかった。すでにグラウト済みであり、危険は無くなっている。

h) 人材育成・教育

入社時に Safety Introduction、 Safety Operation Procedure の教育が行われる。毎年政府の法規に基づき5日間の Refreshing training(7am-17pm) が行われる。

係員に対する保安教育は各種セミナー、政府の教育あるいはA O T SやJ A T E C等といった外国組織支援による研修を通して行われており、主に座学である。

i) 坑外設備

事務所・火薬庫(18トン)・選炭・船積み・発電所等がある。従業員は鉱区近傍に生活している。

未選炭用に300トン/時のクラッシャーがある。1995年7月に新バウムジグが完成している。中国製で能力は処理サイズ0~50mmで100~150トン/時である。約35%の石炭が選炭されるが、セトリングポンドに流れる微粉炭が約10%ある。

選炭後の石炭はトリッパー付き貯炭コンベヤーで貯炭場に送られる。コンベヤーは貯炭場の両脇に各1本、計2本設置されている。輸送能力は200トン/時である。貯炭能力は75,000トンである。

払い出しは地下ベルトで行われる。3箇所のホッパーがあり、ドーザーで石炭を押し込む。船積みベルトコンベヤーは1,000トン/時の能力でマグネット・キャッチャー、サンプラーを設置している。ベルトの幅は1,200mmで、運転速度は3m/秒である。

j) 露天採掘

1993年からサブ・コントラクターによる採掘が行われている。採掘方式はトラック&ショベルである。C層、D層が採掘対象となっている。ブルドーザーによるリッピングが行われているが、一部の固い岩石においては発破を必要としている。採掘跡復元のためバックフィルが行われている。

4. 1. 4 K U D 炭 鉱

K U D 炭 鉱 は 鉱 区 面 積 も 小 さ く、 埋 蔵 炭 量 も 多 く は な い。 ま た 需 要 が 少 な か っ た 事 も あ り、 1980 年 代 初 頭 は 生 産 量 も 少 な か っ た。 一 部 で は 人 力 に よ る 露 天 採 掘 も 実 施 さ れ て い た。 需 要 が 伸 び、 露 天 重 機 の 導 入 が 行 わ れ 生 産 が 伸 び て い る が、 十 分 な 探 査 が 行 わ れ て お ら ず、 ま た 体 系 的 な 採 掘 設 計 が な さ れ て い る と も 言 い が た い。 南 カ リ マ ン タ ン の K U D 炭 鉱 で は、 採 掘 経 験 の 不 足 や 重 機 の 不 足 等 か ら 実 収 率 の 低 い 採 掘 を 強 い ら れ て お り、 短 期 間 で 露 天 炭 量 が 枯 竭 す る 可 能 性 が あ る。 そ の 後 坑 内 採 掘 に 移 行 し た い 考 え で あ る が、 資 金 ・ 技 術 の 問 題 を 抱 え て い る。

現 状 で も 小 規 模 な 坑 内 採 掘 が 行 わ れ て い る。 こ れ は 露 天 採 掘 の ハ イ ウ ォ ール か ら 入 り 込 む 狸 掘 り で あ り、 採 炭 は つ る は し、 無 支 保、 自 然 通 気、 運 搬 は 人 力 と い っ た 原 始 的 な も の で あ る。 雨 期 に は 雨 水 が 流 入 す る た め、 乾 季 の み の 採 掘 で あ る。 ま た 安 全 灯 も な い 事 か ら 操 業 は 昼 間 の み と な っ て い る。 大 き な 投 資 額 が 不 要 で あ り、 安 い 労 働 力 を 使 う 事 か ら 生 産 コ ス ト は 低 く 抑 え ら れ て い る と 思 わ れ る が、 切 羽 数 が 少 な く 1 切 羽 に 入 れ る 人 員 も 限 ら れ て い る た め 生 産 量 は 低 い。

第5章 坑内掘炭鉱の今後の動向

現在は、比較的簡単に経済的な生産が可能な露天採掘が主流となっはいるが、今後は資源の有効利用や雇用機会の創出といった観点から坑内採掘を増やす事が好ましい。この場合、技術的考察と経済的考察が同時に行われなければならない。地質的問題点や採掘条件等から先進国並の生産性をあげる事は難しいかも知れないが、教育等による技術力の向上で、露天採掘に対抗できる坑内生産が可能である事が各種採炭システムの比較検討からわかる。

経済的見地から見ると、当面は労働力集約型採炭システムが経済的であるとしても、今後の経済成長・労務費の上昇を考慮した場合、セミメカナイズドやフルメカナイズドといった方式が優位に立つものと見込まれる。したがって各企業は経済力・地質条件等を考慮し、長期的展望に立って採掘システムを検討する必要がある。

生産と保安は車の両輪のような物で、保安無しに安定生産は有り得ない。生産技術の向上のみならず、保安監督・管理システムを充実させる事が必要である。

5. 1 坑内開発計画

各形態別の坑内採掘計画は下記のとおりである。

5. 1. 1 PTBA炭鉱

1) オンピリン II

いくつかの開発調査が行われてきたが、最近の開発計画はフランスのCDFインターナショナルによるものである。CDFのF/Sは1994年9月に終了しており、推薦された採掘方式は厚層のC層のみを稼行対象としたサブレベル・ケーピング枠による長壁式採炭で、年産150万トン規模のものである。鉱山の寿命は、20年で総投資額は約1億7千万ドルであり、石炭販売価格を35ドルとした場合、12%のIRRが見込まれるというものであった。鉱業所裏手から斜坑掘削を行い、未選で販売する構想である。

CDFの担当採炭技術者は天盤の岩石一軸圧縮強度が25MPa程度、石炭の一軸圧縮強度は15~20MPaであり、理論的にケーピングが可能としている。

採掘はコントラクターに行わせる予定で、コントラクターの選定作業が行われている。3~4年で本格生産が開始となる。1998/99の生産目標は140万トンである。炭層は厚い所で19m程度あり、炭層下部2.75mを自走枠・シェアラで切削し、炭層上部は自走枠アーチフレームの小窓から払跡側AFCで回収する採掘方式である。メタンの問題も大きく、ガス抜きにも投資が必要とされている。本採掘方式はインド・中国では実績がある。設備は安価な中国製等の導入が考慮される可能性がある。PTBAによるとコントラクターはPTBAに最も利益をもたらす会社を選ばれるとの事であり、サブレベル・ケーシング方式に限定されたわけではない。販売・輸出はPTBAが行う構想である。

主斜坑の展開に2年、パネル展開に3年を要し、生産は35万トン、60万トン、100万トンと拡大していく計画である。生産量の最大値は150万トンであり、28年間の累計生産量は28,393,100トンが見込まれている。生産はサブレベル・ケーシングが2払と掘進が5切羽から行われる。選炭は必要ないとされている。必要人員は500~580名が見込まれている。

2) オンピリン III

NEDCO/住友石炭鉱業による探査は平成7年度で終了した。7年度の作業は物理探査および簡単な採掘計画を含まれ、報告書が提出された。別途オンピリンは経済性分析および、報告書のレビューを行い独自の採掘計画を立てている。オンピリンIからの移行であり、PTBAによる自社生産が計画されている。1996年に斜坑掘削を開始され、生産はオンピリンI同様の方式により30~50万トン/年(最大55万トン/年)の計画である。2001~2018年までロングウォールでの生産が行われ、1996~2018年の累計生産量は7,912,700トンが見込まれている。物理探査の結果、断層が多い可能性が指摘されており、パネル展開の方法には工夫が必要となる事も予想される。必要人員は500~625名が見込まれている。

岩盤斜坑掘進技術に関し、日本の支援が行われる計画である。

5. 1. 2 C C O W炭鉱

第一世代では露天炭量が十分な炭鉱が多く、坑内採掘の計画を持っている所は少ない。タニト・ハルム(PT. Tanito Harum)社が坑内採掘の計画を持っており、探査・坑内設計が行われている。建設は1997年末から開始され、1998年から小規

横採炭を開始する計画である。水圧鉄柱を用いたロングウォール採炭が計画されており、年産50万トン規模である。対象区域は2区域である。必要人員は坑内590名を含む650名である。坑内採掘の経験がない事から、外国人の支援をおおぐ考えがある。

アルトミン（PT. Arutmin）社のサツイ（Satui）地区は剥土が硬く、発破を必要とするため限界剥土比が低い。この区域においてオーガー型のハイウォール・マイニングを行う計画がある。

第二世代ではカルティカ・スラブミ・マイニング（PT. Kartika Selabuni Mining）が約7年間の露天採掘の跡、全坑内採掘へ移行する考えである。具体的計画はまだ立てられていない。人員の教育は早い時期から行う考えである。

第三世代ではワハナ・バラタマ・マイニング（PT. Wahana Baratama Mining）社がサツイ地区で全坑内採掘炭鉱を開く計画である。1999年からの生産を目指している。4坑口から年産各15万トンを生産する計画で、必要人員は最大3,200名とされている。外国人技術者の雇用も検討されている。

5. 1. 3 K P 炭鉱

K P 各社の坑内採掘計画を下記に示す。

1) キタディン社ウンバルト炭鉱

採の生産性は片盤・斜坑の運搬で限界に近くなっている。斜坑運搬のネックを解消するため斜坑ベルトコンベヤーを設置する計画がある。片盤運搬の改善のためチェーンコンベヤーの試験が開始された。また掘進強化のため、小型切削機の試験が行われている。第4坑開発の計画がある。

2) F B S 社クタイ新坑

カナダの Norwest 社が調査 F / S を実施した。11百万トンの可採炭量がある。10年間程度かけ、現坑から徐々に移行する計画である。人員は100人程度追加が必要である。現坑を教育現場に用いる考えである。操業は3方操業1方メンテナンス（6時間/方）が計画されており、日曜、祭日（12日/年）は休みである。

移行対象はA層、B層、C層で、炭丈は1.4m～2.7mである。当初はB層（2.2

m)が採掘対象となる。一部ウォッシュアウトが確認されており、上下盤は泥岩である。マハカム河から250m以内は採掘対象外としている。

採掘区域の地表部分ではすでに露天採掘が行われ、水も溜まっている。A層から地表までの距離は20m～60m程度であるため、採掘時における地表溜水の影響を予め検討する必要がある。

採掘方式は現坑口のシステムをアップグレードしたものが計画されている。払面長は120m、片盤長800～1,000mの設計である。片盤は2本坑道で展開される。払支保の方法が現坑と同様の鉄柱カッペである。採炭は発破・ピックを併用する。生産目標は3払で年産約80万トンである。

大きな変更点としては揚炭システムがある。現状は巻揚機による運搬がネックになっている問題を考慮してベルトコンベヤーが導入される計画である。払内には現在と同様にAFCが設置される。

斜坑2本の掘削が開始されており、斜坑Aは斜坑長312m、傾斜10.95°、巻揚機が設置され、入気坑道として用いられる。斜坑Bは斜坑長347m、傾斜12.4°、揚炭ベルトコンベヤーが設置され、排気坑道として用いられる計画である。両斜坑の坑道芯々距離は55mである。新斜坑の掘削は豪州のコントラクターに発注され、掘削には中古のS65型ロードヘッダーが、運搬にはスクープトラムが使用された。同社は軟岩の経験が無く右側の斜坑Aを約199m掘削した時点で天井崩落を起こし掘削を中断している。左の斜坑BはA層に着炭している。契約は7m/日であったが、実績はわずか1m/日に留まった。1月23日に契約解除され、FBS独自に掘削が行われている。車道を据え、発破による小断面掘削を行った後拡大する方法が検討されている。斜坑の坑口付近は金梁、下部は木柱で支保されている。通気は押し込み通気が計画されている。

人員は60万トン規模で1,736名の計画である。熟練労働者の雇川は簡単ではないことが予想される。外国を含めコントラクターを使う事は問題ないとしている。

3) ブキット・バイドリ (PT. Bukit Baiduri) 炭鉱

同社は一時坑内採掘を行っていたが、現在は露天採掘のみを行っている。しかし、坑内採掘を再開する計画がある。ポーランド製の摩擦鉄柱、Twin in-board型払チェーンコンベヤーを用いた長壁式採炭が計画されており、切削にはドイツ製のシングルシェアラが用いられるとされている。

4) ブキット・スヌール (PT. Bukit Sunur) 炭鉱

同グループは南カリマンタンに1つ東カリマンタンに2つのCCOW鉱区を持っているほか、20強のKP鉱区を保有している。現在生産しているのはスマトラ島ベンクル州の2つのKP炭鉱、ブキット・スヌール炭鉱およびブキット・バラ・ウタマ (PT. Bukit Bara Utama) 炭鉱である。

ブキット・スヌール炭鉱の鉱区は885haであり、Arantiga Selatan、Lubuk Bungin Utara、Seluang Baratの3つの採掘区域に分かれている。炭層勾配はそれぞれ8°、10°、8°である。現在はArantiga Selatan (SL:280m)、Lubuk Bungin Utaraでトラック&ショベルによる露天採掘が行われている。Seluang Barat (SL:450m)は剥土比が10:1まで上がったため一時採掘を中止している。現状の剥土比は6:1程度である。

同炭鉱の坑内計画はArantiga Selatan区域、Seluang Barat区域を対象としたものである。Arantiga Selatan区域の坑内計画はMorison Kunudson社により作製されている。探査は200m間隔で実施中である。600m級、コアボーリング機を3台保有(2台運転)している。

Seluang Barat区域の探査・F/Sは完了(Morison Kunudson, NEDO)している。現在剥土比10:1で露天採掘を中止しているが、石炭価格動向(30ドル以上)次第では剥土比14:1までは露天採掘が可能であるとの判断がされており、坑内採掘開始の時期は未定である。

Main Seamを対象としたルーム&ピラー採掘により、厚層を全層採炭する計画である。充填方式を採用し、炭柱引きにより採掘実収率を高める計画である。木枠で支保をする計画となっているが、坑木の入手は不安要因である。

開発当初約70名の中国人技術者を雇用する計画であるが、技術移転の後は逐次削減していく考えである。

将来坑内生産が開始された場合、天候に関係なく生産が行われるので、坑付近の山間部はロープウェイにより輸送する構想もある。

5. 1. 4 KUD炭鉱

KUD炭鉱でも露天採掘が主流となっている。しかし体系的な探査等が行われていない事もあり、炭量の把握、採掘計画の策定も十分なものとはなっていない。乱掘的な傾向も見られ露天炭量も早期に枯渇する可能性がある。したがって坑内採掘の重要性は感じているものの、資金的・技術的裏付けがなく、実行計画は立てられていないのが実状である。

5. 2 インドネシアの各炭鉱に適した坑内採掘技術の選択

5. 2. 1 適応可能な坑内採掘技術

適応可能な坑内採掘技術は長壁式採炭、柱房採炭、ハイウォール・マイニング (Highwall Mining) 等である。それぞれ労働力を有効に使った方法、セミ・メカナイズド、フル・メカナイズドが考えられる。これらに関しては、地質構造や採掘条件等の技術面だけでなく経済面からも検討される必要がある。実際に、露天採掘においてはすでに120トン級の大型ダンプトラックを導入しているコントラクターもあり、労働力が安いながらも大型化が経済性向上の一方法である事がコントラクターに認知されている事を示している。技術的面で適応できるかどうかの鍵は今後の人材育成と密接な関係を持つ事となる。

地質構造が豪州・米国等と比較して複雑であり、生産性に関しては同等のものは望めないと判断されるが、今後経済成長と同時に人件費の伸びが見込まれる状況であり、経済性も十分に検討しておく必要がある。

坑内採掘のモデルケースを想定して坑口原価の比較検討を行った。地質的には安定している平層での採掘を対象に検討を行ったもので、特定の炭鉱や特定の品質を想定してのF/Sではない。主にマニュアル、セミ・メカナイズド、フル・メカナイズドの比較を目的としたものである。すでに開発され、インフラが整っている露天掘炭鉱のサテライトピットとして坑内採掘が可能であるかどうかの判断基準とする事も可能であり、また坑内採掘単独で開発される場合の経済性評価の判断材料ともなる。内陸で輸送コストがかかる炭鉱、低品質炭の炭鉱等、低い剥土比でないと経済性の合わない炭鉱においては坑内採掘に関しては否定的な考え方もあるかもしれない。しかしながら、炭鉱近くで石炭が消費されるような状況に変化した場合、高い剥土比まで採掘しても経済性がある状況へと変化する。この場合、坑内採掘で資源の有効利用をはかる事の優位性が高まっていくわけで、こうした状況の変化は山元火力発電所の建設等で人為的に行う事が可能である。

下記にロングウォール採炭に関するモデルケースの諸元を示す。詳細、必要機器リストは付録V-I参照。地質条件等を考慮して切羽進行速度は遅目に想定した。

		Full- Mechanized	Semi- Mechanized	Manual
切羽支保		自走枠	鉄柱カッペ	鉄柱カッペ
切削機		ドラムカッター	コーンカッター	コーンビック
切羽面長	m	150	100	60
稼行丈	m	2	2	2
切羽進行	m/方	3	1.2	0.6
切羽生産量	ト/方	1,125	300	90
切羽数		1	2	4
切羽操業	日/年	250	280	300
精炭（掘進込）	1,000ト	893	547	358
必要人員		210	420	660
生産性	ト/人・年	4,250	1,300	540
初期投資額	百万 US\$	45	24	13

1切羽当たりの生産量はマニュアルでは低い数字となる。したがって、フル・メカナイズドに近い生産量を達成するには切羽数を増やす必要がある。一方、マニュアルでは多くの雇用機会創出に貢献するが、反面生産性は低い数字となる（直接生産人員のみ）。

下記に柱房採炭に関するモデルケースの諸元を示す。詳細、必要機器リストは付録 V-II 参照。

		Full- Mechanized	Semi- Mechanized	Manual
掘進機		ロートハッター	油圧切削機	コーンビック
支保		ルーフボルト	木枠	木枠
掘進断面	m ²	15	12	8
切羽進行	m/方	6	3	1.2
切羽生産量	ト/方	113	45	12
切羽数		2	5	15
切羽操業	日/年	300	300	300
精炭（掘進込）	1,000ト	187	186	149
必要人員		90	210	330
生産性	ト/人・年	2,100	890	450
初期投資額	百万 US\$	8	6	4

フル・メカナイズドの生産性が高い事は言うまでもない事である。しかし大量生産が望めないのも事実である。コンティニューアス・マイナー（Continuous Miner）の導入を行えばより高い生産が可能である。

次に生産コストの比較を行う。電力費・資材費等は同国の事情を考慮した。それぞれの方式の比較を目的としたもので、金利に関しては考慮していない。また石炭販売コストの想定が難しい事もあり、IRRの算出を目的としたものではない。下記に現状レベルの労務費を元に算出したコスト比較を示す。詳細は付録V-III参照。

		Full- Mechanized	Semi- Mechanized	Manual
Longwall				
労務費	百万 Rp.	630	1,200	1,700
その他	百万 Rp.	28,270	15,900	9,900
生産コスト	百万 Rp.	28,900	17,100	11,600
生産量	1,000ト	893	547	358
生産単価	US\$/ト	14.1	13.6	14.1
Room & Pillar				
労務費	百万 Rp.	270	590	830
その他	百万 Rp.	6,030	5,510	4,270
生産コスト	百万 Rp.	6,400	6,100	5,100
生産量	1,000 ton	187	186	149
生産単価	US\$/ト	14.6	14.3	14.9

試算においてセミ・メカナイズドが若干優位な数字となっているが3つの方式は、ほぼ同等の生産コストとみなされる。金利の状況によっては、若干異った答となる。剥土比の低い露天採掘とは比較にならないにしても、石炭販売価格を考慮すると、坑内採掘に経済性がある事がわかる。これはいくつかの炭鉱が坑内生産を行っており、またいくつかの炭鉱が坑内を計画している状況からすると妥当な結果であろう。当然の事ながら生産コストにおける労務費の割合の低さは注目に値する。

地質条件・採掘条件にもよるが露天採掘コストは剥土比の影響を大きく受ける。インドネシアにおける限界剥土比は石炭の販売価格や輸送費から逆算されたものであり、坑内採掘コストとの比較から算出されたものではない。一般的にインフラが整っている場合は限界剥土比は高くとれるが、インフラが整っていない場合は限界剥土比を高く取れない。坑内採掘コストは深度や炭層傾斜の影響は受けるものの剥土比によるコスト上昇ほど大きな影響は受けない。図5-2に示すように高い剥土比の露天採掘より坑内採掘が経済的な場合があり、露天採掘・坑内採掘の比較による限界剥土比が発生する。インフラが整っていない場合は坑内採掘に勝ち目は無いが、インフラは自然条件とは違い人為的に整備できるものである。

たとえば山元火力発電所ができれば限界剥土比は高くすることができ、坑内採掘が不利という状況から脱却することが可能となる。労務費が上昇すれば坑内採掘コストは上昇するが、露天採掘コストも労務費の影響を受け上昇する。

インドネシアは高度経済成長を目指しており、労務費の上昇もここ数年著しいものがある。それぞれの採掘方式において労務費を先進国並まで変化させて、将来の予想を立ててみる。他の見方をすると労務費の高い人間に入れ替えた場合どうなるかと言う比較である。言うまでもなく労務費の高い状況下ではフル・メカナイズドが有利となる。このマクロでの比較を図5-3に示す。労務費が高くなった場合、マニュアルはコストが上がりすぎ競争力がない事は明白である。またグラフの左で3つの線が交わっている。インドネシアの現在置かれている状況は、まさにこの交わっているあたりの状況であることが労務費レベルからわかる。

インドネシアの置かれた状況を分かりやすくするため、ミクロ的視野から低労務費レベルでのコスト比較を図5-4に示す。マクロでは1点で交差している様に見えるグラフが2点で交差していて、最も経済的な採掘方式には労務費上昇の途中で変局点のあることがわかる。つまり、極端に労務費の低い場合はマニュアルが有利となり、変局点を上回ればセミ・メカナイズドが有利となる。さらに労務費が上昇した場合フル・メカナイズドが有利となる。

年間労務費が3,000ドル前後となった場合、セミ・メカナイズドとフル・メカナイズドの間には大きな差は無いものの、マニュアルではすでに競争力が低い状況になっている事がわかる。経済成長の過程において労務費が上昇するのに伴って、採掘方式を変更して行くことが経済性追求のため必要となってくる。これは露天採掘機械の大型化傾向と共通するものであろう。

生活レベル・給与レベルの向上は国民の夢であろうが、国際競争力を維持するためには機械化も必要となってくる。先進国が経済発展途上に経験したスクラップ&ビルドも生産性の低い炭鉱から生産性の高い炭鉱への移行であった。

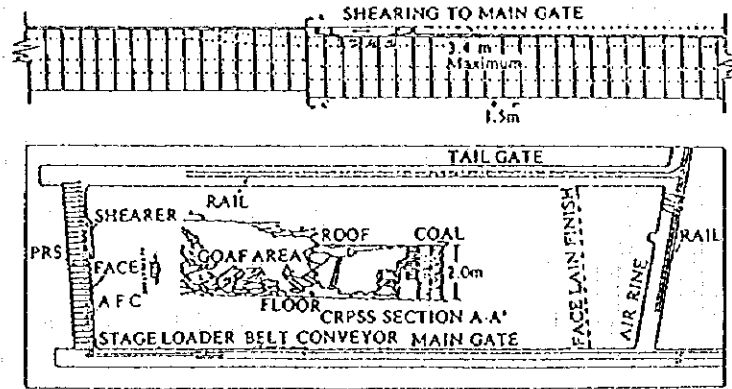


Fig.8. Conceptual planning of Longwall method Full-Mechanized System

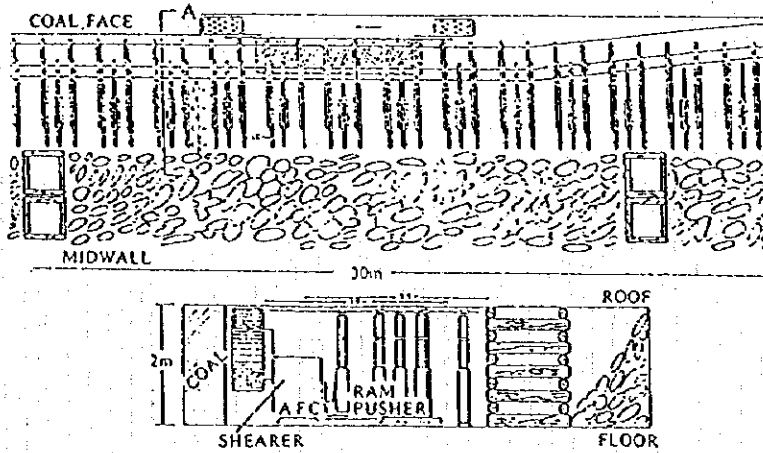
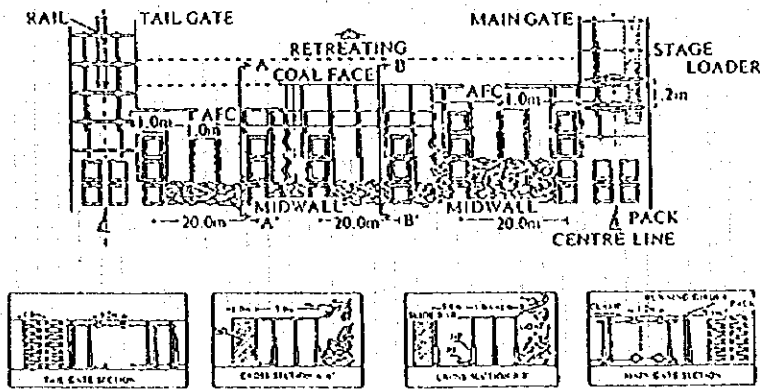
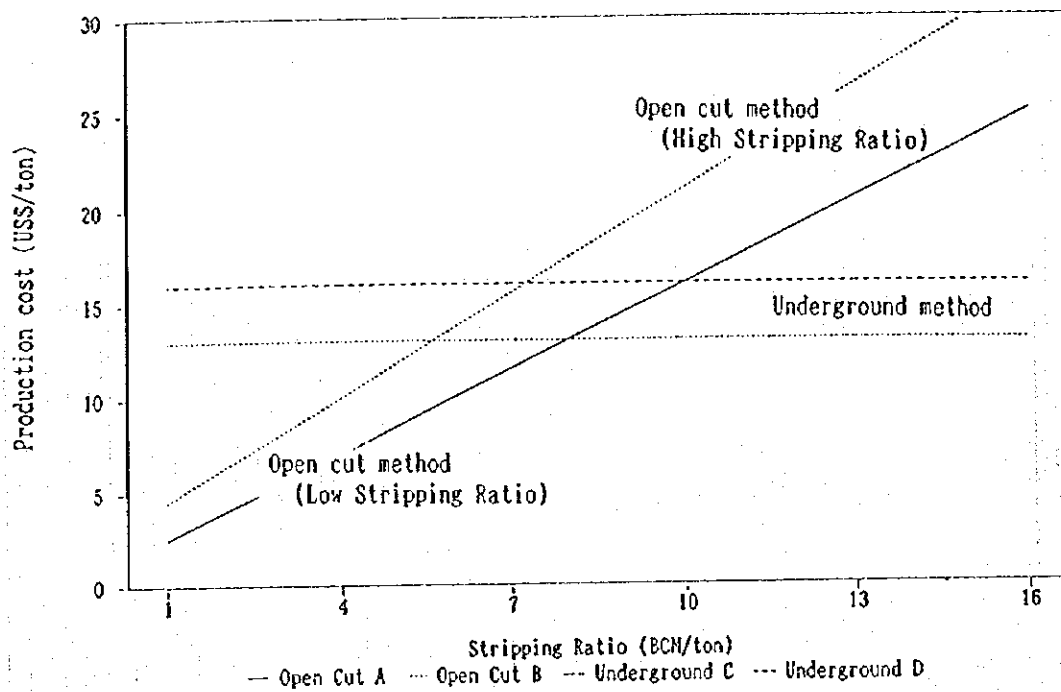


Fig.8. Conceptual planning of Longwall method Semi-Mechanized System



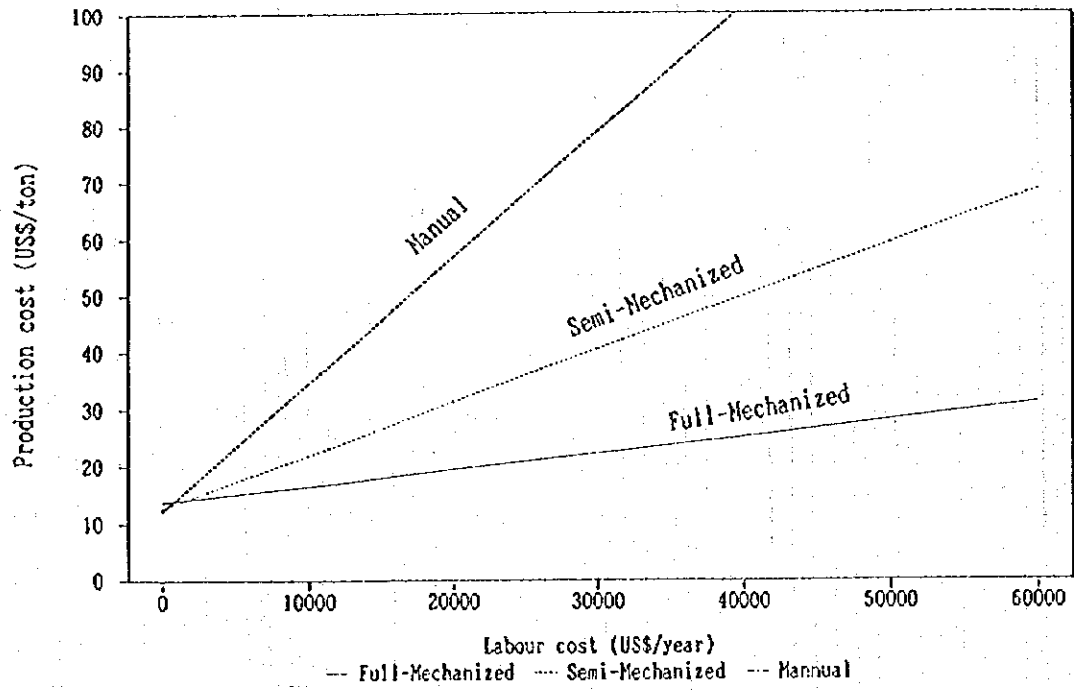
Conceptual planning of Longwall method Manual System

図5-1 採掘方法の概念

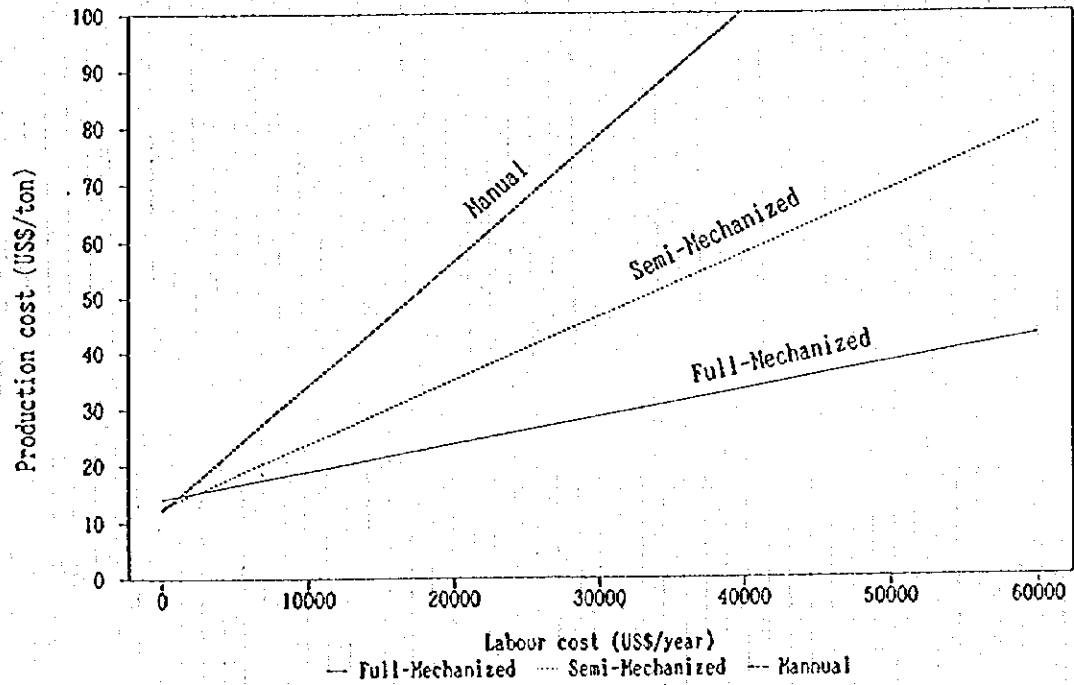


Production cost comparison (Indicative)
Open-cut vs Underground

図5-2 露天掘と坑内掘の生産コスト比較

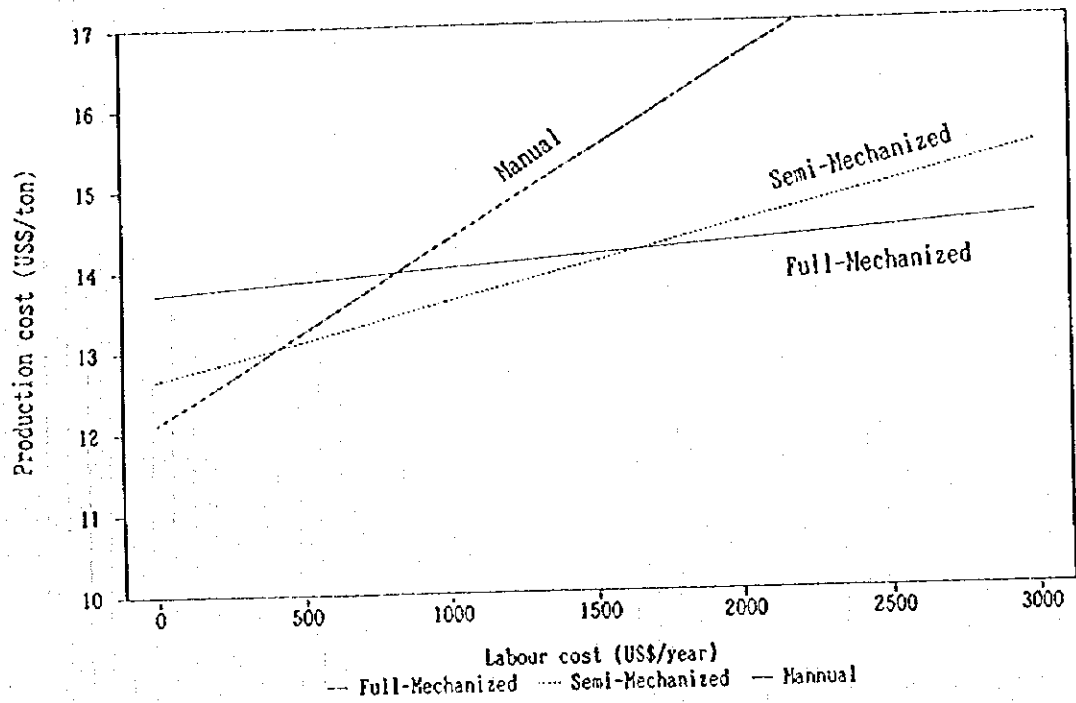


Production cost comparison
Longwall method, Macro view

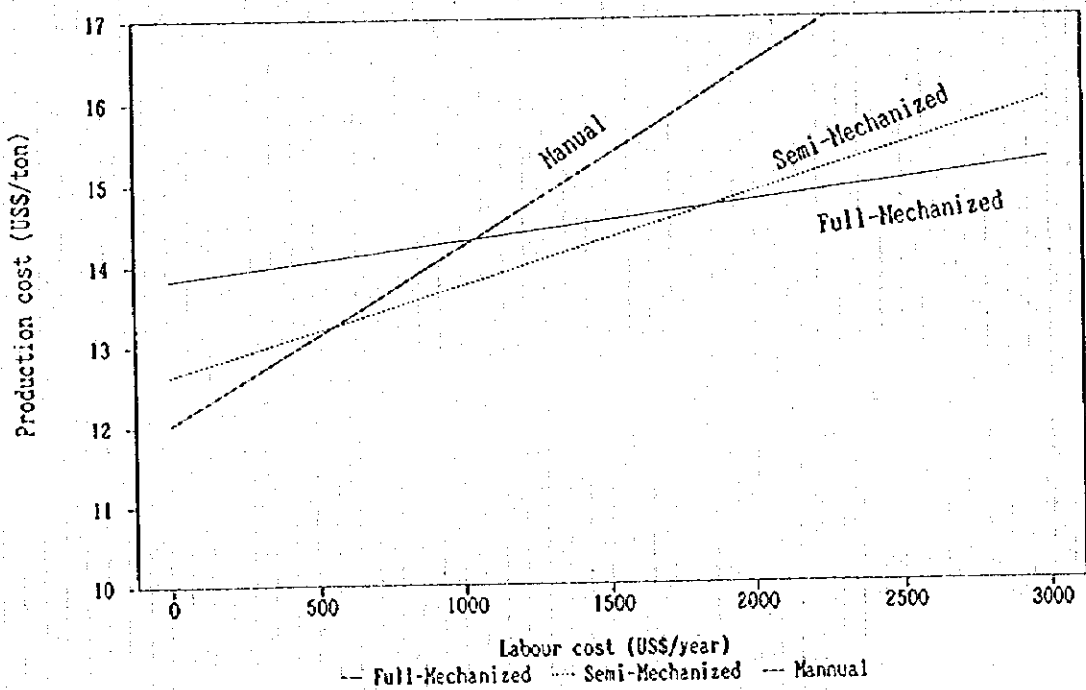


Production cost comparison
Room & Pillar method, Macro view

図5-3 ロングウォール、柱房式採炭のマクロ的生産コスト比較

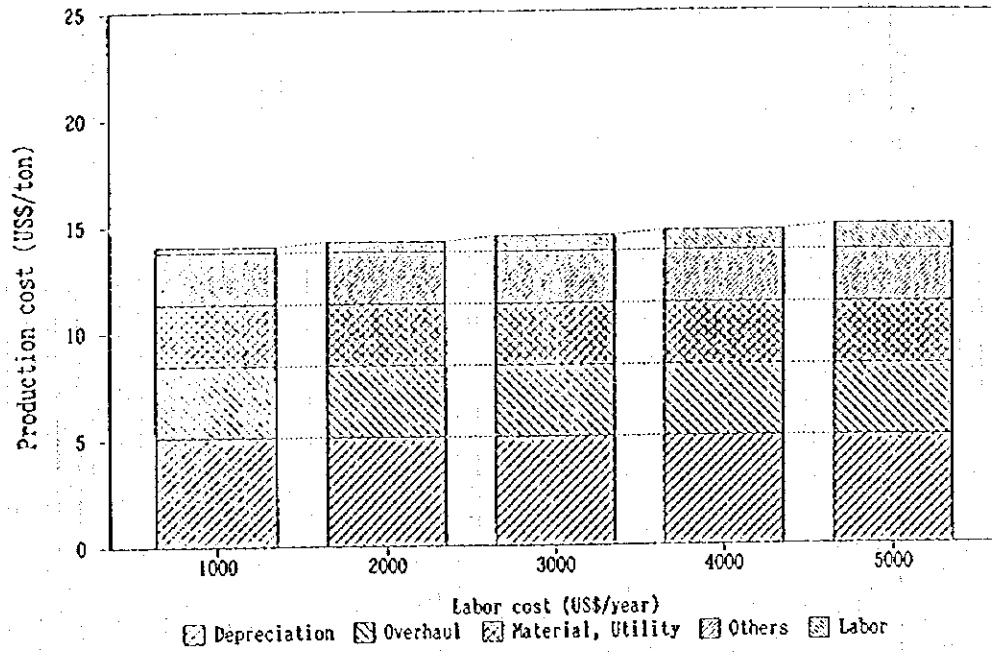


Production cost comparison
Longwall method, Micro view

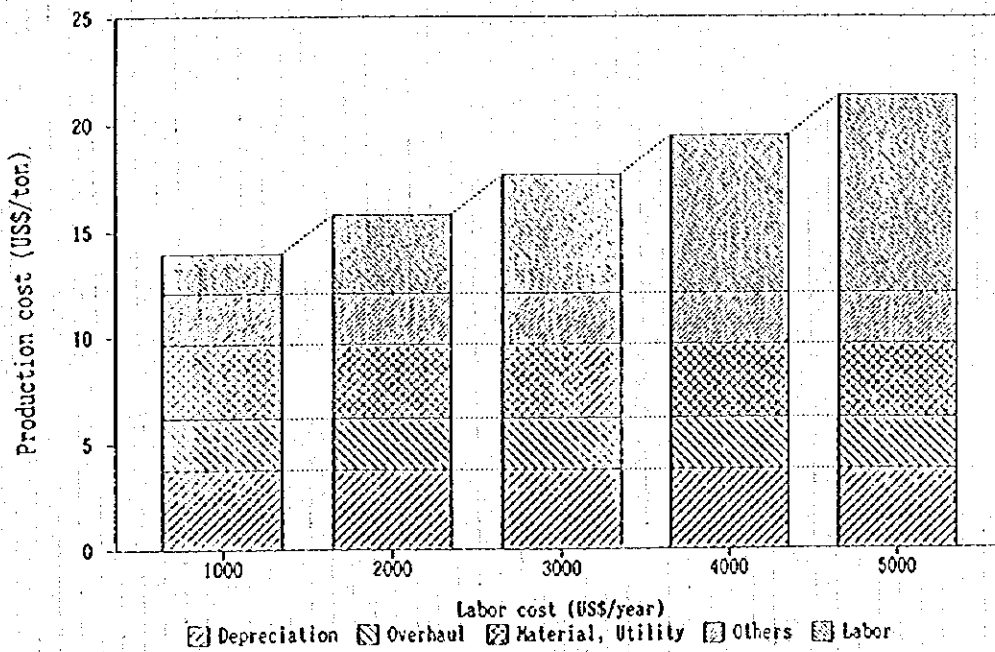


Production cost comparison
Room & Pillar method, Micro view

図5-4 ロングウォール、柱房式採炭のミクロ的生産コスト比較



Production cost component
Longwall, Full-Mechanized



Production cost component
Longwall, Manual

図5-5 採炭方式による生産コスト比較

5. 2. 2 推薦される坑内採掘技術

1) PTBA炭鉱

インドネシアのリーディングマインとして、将来の適切な生産技術を見つけるために、先進技術を導入する事が望まれる。オンピリン炭鉱はインドネシア石炭産業の訓練場所の1候補であると考えられる。

オンピリン炭鉱は、地元への石炭供給という責務を負ったが、高い生産コストでも受け入れられるメリットも持っている。技術修得、人材育成の場として早期に敢然機械化採炭をマスターする必要がある。

オンピリンIIの開発計画は、インドネシア最大の坑内掘炭鉱の開発計画である。また完全機械化採炭を指向したものである。サブレベルケービング法はインド、中国では実績があるものの、先進国で導入を検討している採掘方式では無い。技術の習得には相当の時間と努力が必要となることが予想される。

オンピリンIIIの技術はオンピリンIの技術を継承したものであり、適応可能な技術である。地質的な問題点もあろうが、生産性は現坑より向上させる必要がある。現在問題となっている掘進の能率も改善する必要がある。

2) CCOW炭鉱

大規模露天炭鉱では将来の大量生産を目指し、早い時期からセミ・メカナイズドの柱房あるいはロングウォールを導入することが好ましい。

露天採掘炭量は当面十分に有ると見込まれている。コントラクト契約によると、すべての炭量は採掘されなければならないとされている。したがってCCOW各社は資源を最大限に活用する努力をしなければならない。深部の採掘に関しては長期計画の中で検討されていなければならない。一度露天採掘跡を埋め戻してしまえばハイウォールからの坑内移行は困難となるが、降雨量の大きなことを考慮すると他の採掘方式の検討の余地がある。もし地質的条件が整っているならば、高能率生産のための完全機械化採炭の導入も検討されるべきである。

3) KP炭鉱

石炭産業に対する政府の考えは先進技術で雇用機会の少ない方式より、良い技術で多くの雇用機会を作る方が良いという考えである。当面は労働力を有効に使ったマニュアル方式の柱房、あるいはロングウォールが適した採炭方式である。

高生産は望めないものの、労働力を有効に用い、投資額を最小限に抑えられる事から、現時点においては経済性の高い方法である。各社が計画している坑内採掘計画は、現状の採掘方式を若干改善した方式となっている。地質条件、経済的環境等を考慮するとリーズナブルな方法と判断され、政府の考えとも一致している。しかしながら経済成長に伴う労務費の上昇も考慮されなければならない問題で、徐々にセミ・メカナイズドに移行していく必要がある。マニュアルの段階においても木材を大量に消費する採掘方式は、森林破壊のことも考え適切な選択では無いと思われる。

大規模炭鉱では難しい中傾斜・急傾斜や薄層採掘もK P炭鉱に期待されている分野である。採掘技術の改善、採掘技術の確立により、可採埋蔵量が増加することが期待される。K P炭鉱も機械化の方向性を持っており、技術者養成は不可欠である。

4) K U D炭鉱

一般的に鉱区が小さく、炭量も多くないことから、露天採掘・坑内採掘共に大規模採掘は望めない。まず、露天採掘に関しては実収率を向上させるため、探査・計画技術の向上と実施が望まれる。坑内採掘に関しては当面資本投下の少なくすむマニュアル方式の柱房採炭から始めることが勧められる。保安面での不安が解消され、保安設備が整った状況では、マニュアル方式のロングウォールへの移行も可能である。しかしながら労務費上昇に対応するため、ある時点からセミ・メカナイズドへ移行することが好ましい。品質管理技術に関しても向上させる必要がある。

5. 3 保安管理のあり方

5. 3. 1 石炭各社

作業員・スタッフに対する教育・訓練システムの充実が望まれる。保安課の能力に関しては設備と共に改善される必要がある。無線等の連絡システムの活用も保安確保にとって有効な手段である。集中監視システムの導入に関しても将来的には検討されるべき課題である。また特定の作業に対しては指定鉱山労働者制度を導入することが望ましい。鉱山に監督室を設置することも有効である。

5. 3. 2 救護隊ステーション

坑内採掘が増えるという見通しから、坑内掘炭鉱が位置する地域の適切な箇所に救護隊ステーションを置く事が望ましい。もちろん救護隊訓練も必要となる。

5. 3. 3 政府機関

炭鉱の安全な操業を維持するため、監督局も量的・質的に充実させる必要がある。鉱山機器の検定に関する部署の強化も必要となる。現場の係員等の資格制度設立に関しても将来は検討する必要がある。

第6章 石炭生産計画

6.1 エネルギー政策

インドネシアはエネルギー政策の中で、高度経済成長達成を目指し国内エネルギーの確保対策として豊富な国内エネルギー資源である石炭の生産・利用拡大を掲げている。

第6次5ヶ年計画（1994～1998）のインフラ投資計画は電源開発（石炭火力主体）に主力をおき、以降の5ヶ年計画も同様である。

電源開発には膨大なインフラ投資を必要とする為、外交投資等の規制緩和を図り、あるいはBOO方式活用による民間開発を採用している。

石炭生産についてはP/S契約はCCCからCCOWに移行し、PTBAの民営化をはかり、またロイヤリティの弾力的運用により増産体制の確立をめざしている。石炭を取り巻く情勢は足早に緩和の方向に向かっている。

今後も石炭生産の主力は、P/S契約コントラクターであり、下記のCCCからCCOWへの変更は、石炭生産会社にインセンティブを与えると共に、2020年において2億トンの生産を達成するための重要な政策の一つである。

- 1) PTBAから鉱山エネルギー省の管轄下へ
- 2) P/Sの支払い：支払いは石炭でPTBA経由であったが、現金で販売経費を差し引いて大臣の指定する口座に振り込む。
- 3) P/Sの割合：従来は13.5%を最小としていたが、企業と省の協議によりP/Sの結果に基づき決定される。
その理由としては
 - ①内陸に入り遠隔地となりインフラ整備が必要になる。
 - ②地質的に埋蔵量、炭質とも優位性を欠く。
 - ③企業母体が国内企業が主で経済力、技術力の実力が劣る。
 - ④坑内採掘への移行する。
- 4) 100,000ドルの供託金は半額が探査終了し、報告書が政府の基準を満たした時点で返還される。
- 5) 法人税が軽減される。
- 6) 許認可の手続きが簡素化される。
- 7) CCOWの有効期間は30年間で延長も可能である。（まだ詰め残り）

6. 2 石炭生産計画

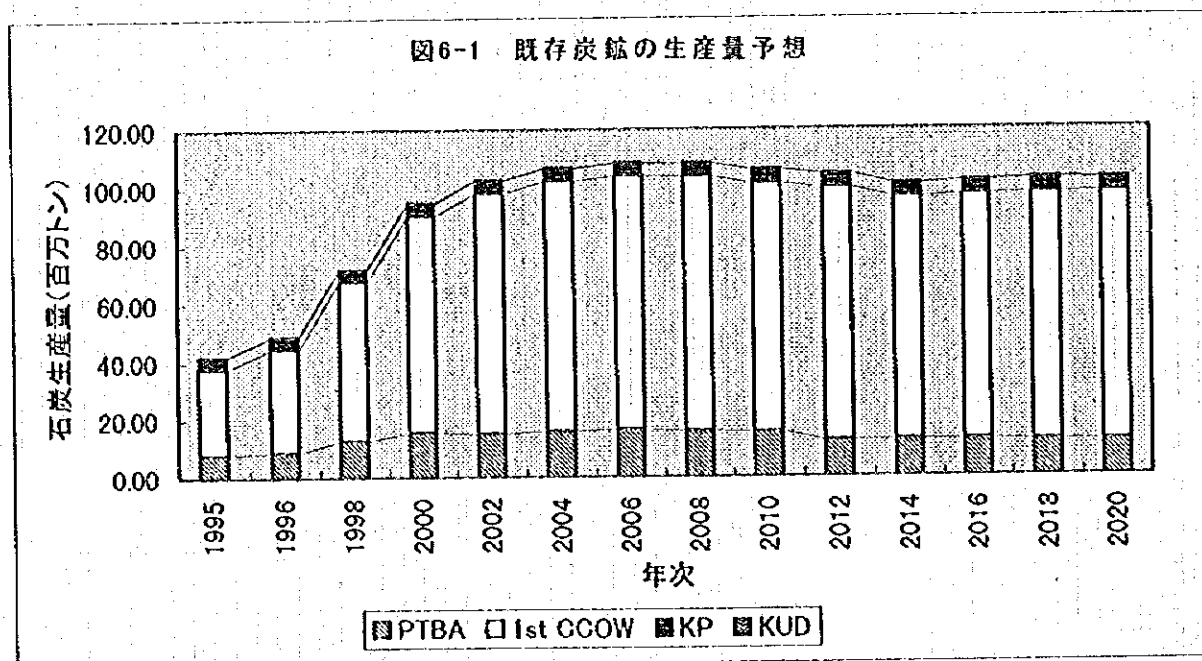
6. 2. 1 既存炭鉱

第3章で述べたとおり、現在操業中の炭鉱はPTBA 2社、CCOW 9社、KP約10社、KUD約6社である。総生産量は約4,200万トン、この中で70%はCCOW炭鉱より出炭されている。

既存炭鉱の2020年までの石炭生産量については、以下の方法で算出した。

石炭各社へ送付した質問状および訪問時のヒアリング結果

その結果を図6-1に示す。なお、詳細については付録 VI-I、VI-IIa、VI-IIb、VI-IIc 参照。



この結果、既存炭鉱の石炭生産量は2020年において、現状の2.4倍、約1億トンが見込まれる。特に、CCOW炭鉱は、海外マーケットをターゲットとした輸出量の拡大、およびインドネシア国内の新規石炭火力発電との長期供給契約を背景に現状の約3倍の増産体制を確立する見込みである。

また、既存炭鉱の増産において採掘方式は、変化が見られない。坑内採掘においては現存の主要坑内掘3炭鉱に加えて新規坑内掘の開発はCCOW1炭鉱、KP1炭鉱の計5炭鉱となる。

- 既存炭鉱の石炭生産量は、2020年で約1億トンとなる。
- 1億トンの80%はCCOW炭鉱より産出される。
- 坑内、露天の割合は96：4と現状と同様である。

6. 2. 2 新規炭鉱

新規炭鉱としては、第2、第3世代CCOW、KP、KUD炭鉱が挙げられるがKP、KUDの開発計画に関する情報が不足していること、石炭生産量が少ないことから、ここでは第2、第3世代CCOWの生産予想についてのみ検討することとした。

第2世代CCOW、および第3世代CCOW炭鉱はそれぞれ18社、91社ある。第2世代については現在探査中、第3世代についてはPTBAと契約締結または申請中の段階にある。

新規炭鉱の石炭生産量予想については、上述のとおり探査または契約段階にあることから、ほとんどの炭鉱については生産計画策定には至っていない。このため、これらの新規開発炭鉱についての生産量は以下の前提条件を基として算出した。

1) 第2世代コントラクターの2020年の生産量は次式で求める

$$18\text{社} \times \text{成功率} 50\% \times 200\text{万トン/年/社} = 1,800\text{万トン}$$

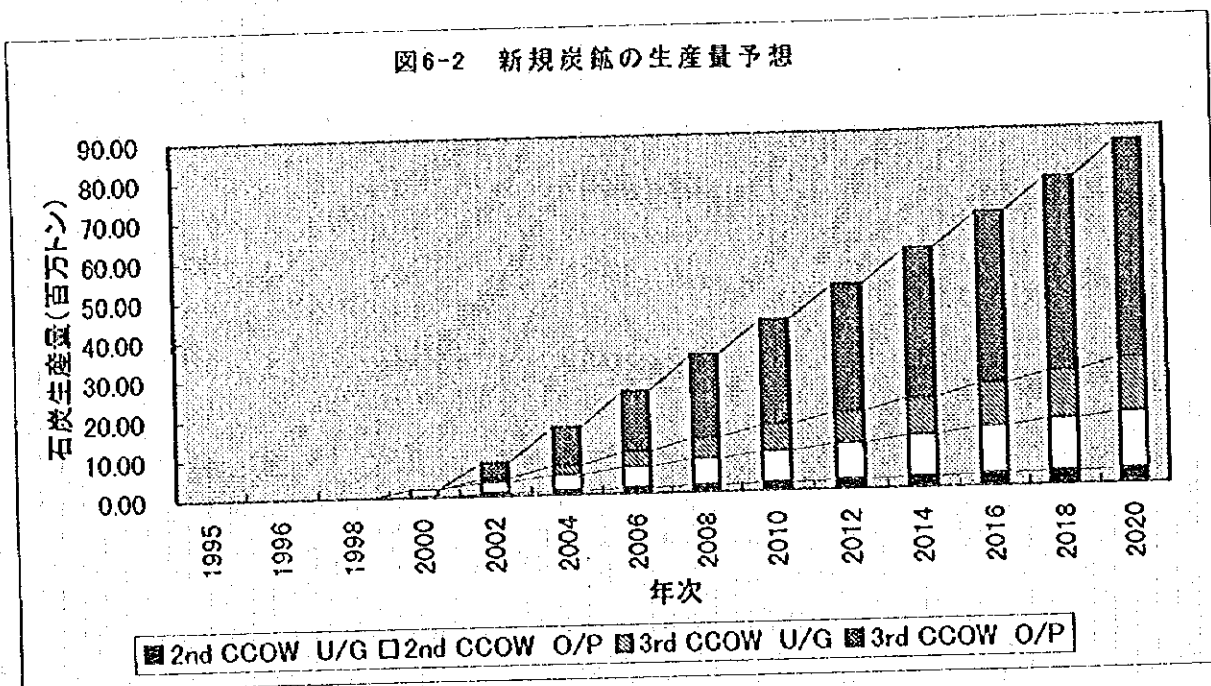
2) 第3世代コントラクターの2020年の生産量は次式で求める

$$91\text{社} \times \text{成功率} 50\% \times 150\text{万トン/年/社} = 6,825\text{万トン}$$

3) 第二、第三世代コントラクターの露天掘、坑内掘の出炭比率は8：2とする。

また、生産炭のマーケットにおける販売可能性については、現在各社が探鉱段階にあるため炭質データの入手が困難であり、今後の検討に待たなければならない。

なお、成功率および第二、第三世代コントラクターの年間生産量は石炭局と協議の上設定した値である。この結果を図6-2に示す。



この結果、新規炭鉱は2000年頃から立ち上がり、2020年において石炭生産量は、約9,000万トンに達すると見込まれる。

また、坑内掘炭鉱の開発については、露天掘と比較すると、生産コストが高いため、高品位炭の賦存割合の高いカリマンタンに集中すると思われる。

- 新規炭鉱の石炭生産量は、2020年で約9,000万トンとなる。
- 坑内、露天の割合は20:80となる。

6.3 石炭生産量予想の分析・評価

既存炭鉱および新規炭鉱の石炭生産予想総括表を表6-1に示す。

この結果、2020年における石炭生産量は約1億9,000万トンと見込まれる。

6. 3. 1 形態別石炭生産の分析

各形態別の生産量の予測を図6-3に示す。これによれば、PTBA及び第一世代グループの生産は2000年でほぼピークに達し、その後第二・第三世代の生産が増加し始める。従って、将来の生産量の確保は第二・第三世代の炭鉱の開発如何にかかるといってよい。

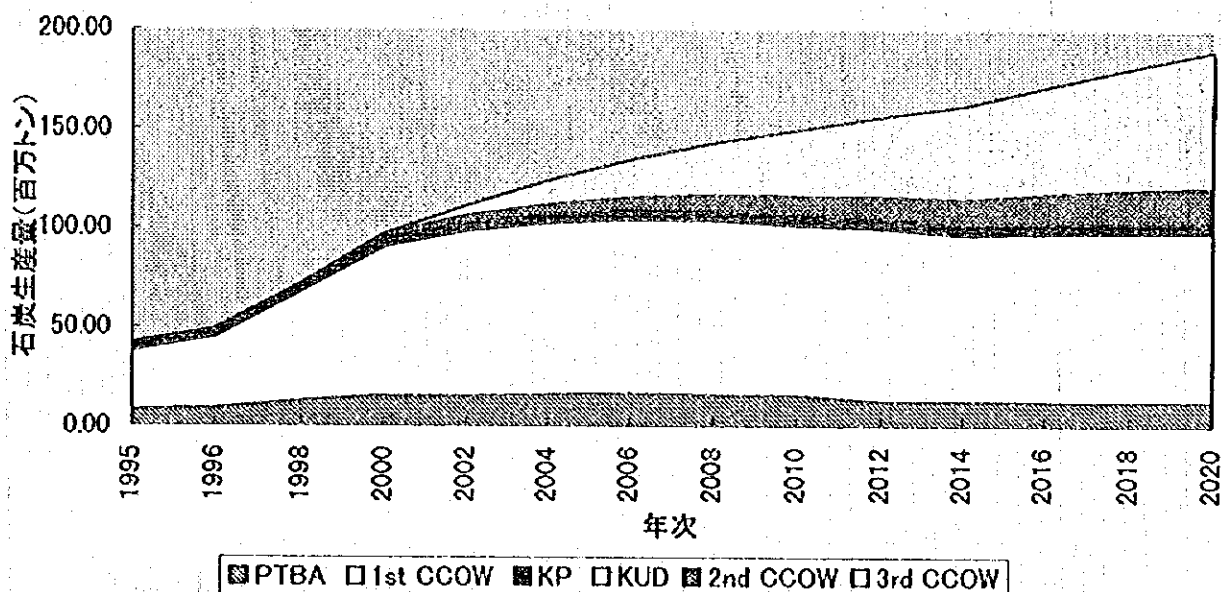


図6-3 形態別石炭生産量予想

6. 3. 2 地域別石炭生産の分析

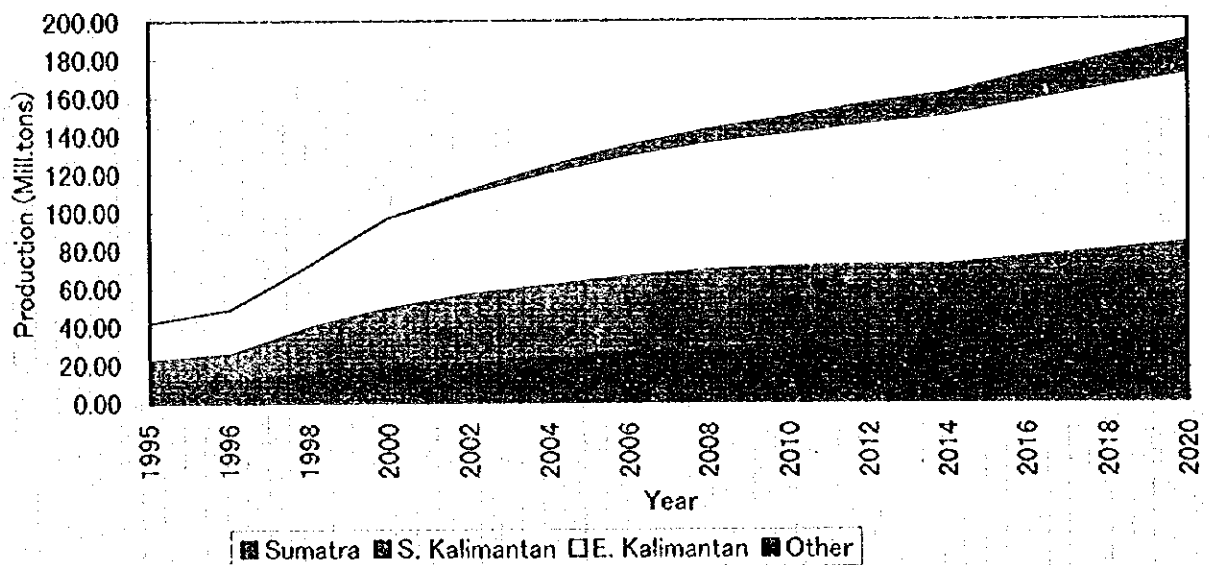
石炭産地はスマトラとカリマンタンとに大別されるが、カリマンタンはさらに東部、南部及びその他に区分できる。1995年には、スマトラから約1,106万トン（主にPTBA）、南カリマンタンから約1,114万トン（主にアダロとアルトミン）東カリマンタンから約1,978万トン（カルティム・プリマ他多数）を生産している。

第二、第三世代の生産量を炭鉱の数で地域別に振り分けて予測すると、次のようになる。

	1995	2000	2010	2020
スマトラ	11.06	18.81	30.38	38.90
カリマンタン				
*南カリマンタン	11.14	30.75	40.35	44.00
*東カリマンタン	19.78	47.19	70.22	89.20
その他	0	0.11	8.17	16.75
合計	41.98	96.86	149.13	188.85

詳細は、図6-4に示す。これからも分かるように、カリマンタンからの生産量が将来ともに増加の傾向にある。

2020年においてカリマンタンからの出炭は、総生産量の70%を占めると見込まれる。



6. 3. 3 採掘法別石炭生産の分析

現在、生産量の97%は露天掘炭鉱から出炭であり、この傾向は2020年までにおいても急激に変化するとは考えられない。しかし、露天掘採掘区域の剥土比の増加、コントラクト契約による鉱区内すべての炭量の採掘、露天掘採掘後の地表復元の強化に伴い、現在わずか3%程度の坑内出炭割合は、今後徐々に増加し、2020年には11%を占めると見込まれる。

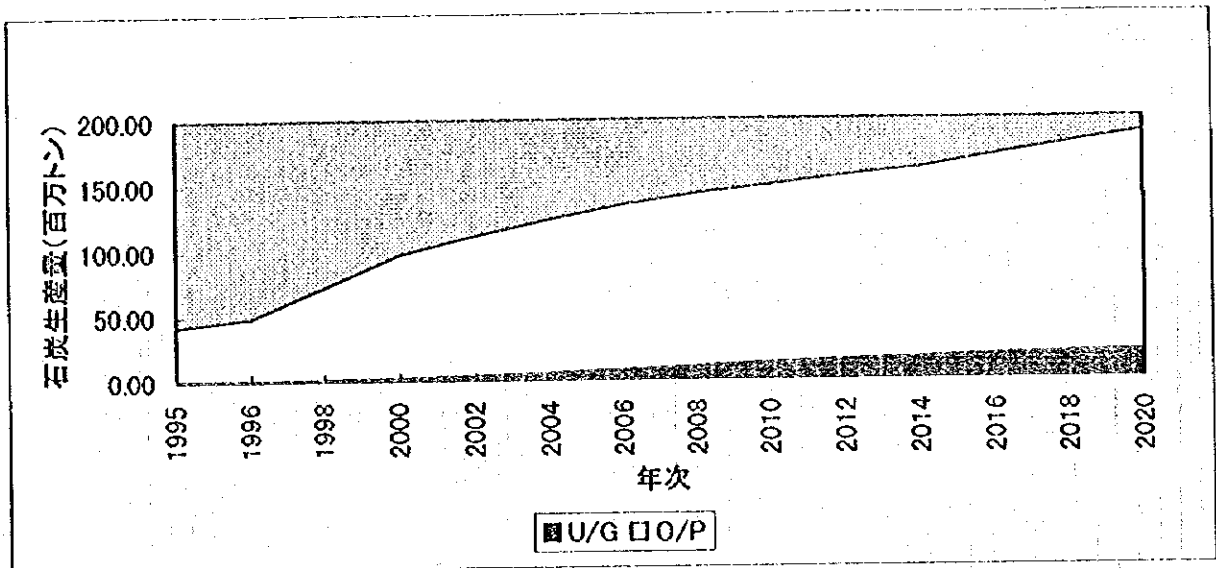


図6-5 採掘法式別石炭生産量予想

6. 3. 4 3シナリオ

石炭生産量予想については、2020年までを1つのシナリオで論議するのはリスクであるとの判断から、表6-1をベースシナリオとしてハイ（+20%）及びロー（-10%）の2シナリオを加え3つのシナリオを検討した。

この結果は表6-2に示すとおり、2020年におけるベース、ハイ、ローの3つのシナリオの生産量は、それぞれ1億8,900万トン、2億2,700万トン及び1億7,000万トンとなる。また、表6-3に隔年毎に展開した数字を示す。

6. 3. 5 評価

2020年の石炭生産量はベースシナリオで露天約1億7,000万トン、坑内約2,000万トン、計1億9,000万トンと見込まれる。

石炭埋蔵量に関しては、現在360億トン、今後探査が進むにつれて埋蔵量は増加する。このため、年間1億トンを生産するとしても300年以上は採掘が可能となる。

計画の達成には2000年以降の第二、第三世代コントラクターの円滑な開発が必要である。

表6-2 2020年の石炭生産予測についての3シナリオ

Base Scenario	No. of Contractor	Success Ratio	Production (Mill. tons/y)	Production (Mill. tons/y)	Remarks
PTBA	-	-	-	12.10	
1st Gen. CCOW	-	-	-	85.70	
KP Mines	-	-	-	4.50	
KUD Mines	-	-	-	0.30	
Sub-total				102.60	
2nd Gen. CCOW	18	50%	2.0	18.00	
After 3rd Gen.	91	50%	1.5	68.25	
Total Base Scenario				188.85 ≒ 189	
High Scenario (20% up of Base Scenario)					
PTBA	-	-	-	14.52	
1st Gen. CCOW	-	-	-	102.84	
KP Mines	-	-	-	5.40	
KUD Mines	-	-	-	0.36	
Sub-total				123.12	
2nd Gen. CCOW	18	60%	2.0	21.60	
After 3rd Gen.	91	60%	1.5	81.90	
Total				226.62 ≒ 227	
Low Scenario (10% down of Base Scenario)					
PTBA	-	-	-	10.89	
1st Gen. CCOW	-	-	-	77.13	
KP Mines	-	-	-	4.05	
KUD Mines	-	-	-	0.27	
Sub-total				92.34	
2nd Gen. CCOW	18	45%	2.0	16.20	
After 3rd Gen.	91	45%	1.5	61.43	
Total				169.97 ≒ 170	

表6-3 2020年までの3シナリオについての隔年生産量予想

(百万トン)

Year	Scen.	PTBA			CCOW(1st Generation)			KP & KUD Mines			CCOW(2nd Generation)			CCOW(After 3rd Generation)			Grand Total		
		U/G	O/P	Total	U/G	O/P	Total	U/G	O/P	Total	U/G	O/P	Total	U/G	O/P	Total	U/G	O/P	Total
1996	High	0.06	10.56	10.62	-	42.91	42.91	1.32	3.78	5.10	-	-	-	-	-	-	1.38	57.25	58.63
	Base	0.05	8.80	8.85	-	35.76	35.76	1.10	3.15	4.25	-	-	-	-	-	-	1.15	47.71	48.86
	Low	0.05	7.92	7.97	-	32.18	32.18	0.99	2.84	3.83	-	-	-	-	-	-	1.02	42.94	43.97
1998	High	0.06	15.12	15.18	0.36	65.76	66.12	1.32	3.78	5.10	-	-	-	-	-	-	1.74	81.66	86.40
	Base	0.05	12.60	12.65	0.30	54.80	55.10	1.10	3.15	4.25	-	-	-	-	-	-	1.45	70.55	72.00
	Low	0.05	11.34	11.39	0.27	49.32	49.59	0.99	2.84	3.83	-	-	-	-	-	-	1.31	63.50	64.80
2000	High	0.08	18.36	18.44	0.60	89.27	89.87	1.62	3.90	5.52	0.24	2.16	2.40	-	-	-	2.54	113.69	116.23
	Base	0.07	15.30	15.37	0.50	74.39	74.89	1.35	3.25	4.60	0.20	1.80	2.00	-	-	-	2.12	94.74	96.86
	Low	0.06	13.77	13.83	0.45	66.95	67.40	1.22	2.92	4.14	0.18	1.62	1.80	-	-	-	1.91	85.27	87.17
2002	High	0.07	16.20	18.07	0.60	99.00	99.60	1.62	3.90	5.52	0.84	3.36	4.20	1.20	4.80	6.00	4.33	129.06	133.39
	Base	0.06	15.00	15.06	0.50	82.50	83.00	1.35	3.25	4.60	0.70	2.80	3.50	1.00	4.00	5.00	3.61	107.55	111.16
	Low	0.05	13.50	14.36	0.45	74.25	74.70	1.22	2.92	4.14	0.63	2.52	3.15	0.90	3.60	4.50	3.25	96.79	100.04
2004	High	0.19	18.96	19.15	0.60	102.84	103.44	1.62	3.90	5.52	1.20	4.80	6.00	2.88	11.52	14.40	6.49	142.02	148.51
	Base	0.16	15.80	15.96	0.50	85.70	86.20	1.35	3.25	4.60	1.00	4.00	5.00	2.40	9.60	12.00	5.41	118.35	123.76
	Low	0.14	14.22	14.36	0.45	77.13	77.58	1.22	2.92	4.14	0.90	3.60	4.50	2.16	8.64	10.80	4.87	106.52	111.38
2006	High	0.78	19.08	19.86	0.60	101.16	101.76	1.62	3.90	5.52	1.68	6.48	8.16	4.56	18.24	22.80	9.24	151.86	161.10
	Base	0.65	15.90	16.55	0.50	86.80	87.30	1.35	3.25	4.60	1.40	5.40	6.80	3.80	15.20	19.00	7.70	126.55	134.25
	Low	0.59	14.31	14.90	0.45	78.12	78.57	1.22	2.92	4.14	1.26	4.86	6.12	3.42	13.68	17.10	6.93	113.89	120.82
2008	High	1.56	17.50	19.10	0.60	104.76	105.36	1.62	3.90	5.52	2.04	8.16	10.20	6.24	24.96	31.20	12.06	159.18	171.36
	Base	1.30	14.60	15.90	0.50	87.30	87.80	1.35	3.25	4.60	1.70	6.80	8.50	5.20	20.80	26.00	10.05	132.65	142.80
	Low	1.17	13.14	14.31	0.45	78.57	79.02	1.22	2.92	4.14	1.53	6.12	7.65	4.68	18.72	23.40	9.05	119.38	128.52
2010	High	2.32	16.32	18.64	0.60	102.24	102.84	1.74	4.14	5.88	2.40	9.60	12.00	7.92	31.68	39.60	14.98	163.98	178.96
	Base	1.93	13.60	15.53	0.50	85.20	85.70	1.45	3.45	4.90	2.00	8.00	10.00	6.60	26.40	33.00	12.48	136.65	149.13
	Low	1.74	12.24	13.98	0.45	76.68	77.13	1.31	3.10	4.41	1.80	7.20	9.00	5.94	23.76	29.70	11.23	122.98	134.22
2012	High	2.45	12.72	15.17	0.60	103.80	104.40	1.74	4.14	5.88	2.76	11.04	13.80	9.60	38.40	48.00	17.15	170.10	187.25
	Base	2.04	10.60	12.64	0.50	86.50	87.00	1.45	3.45	4.90	2.30	9.20	11.50	8.00	32.00	40.00	14.29	141.75	156.04
	Low	1.84	9.54	11.38	0.45	77.85	78.30	1.31	3.10	4.41	2.07	8.28	10.35	7.20	28.80	36.00	12.86	127.57	140.44
2014	High	2.47	12.72	15.19	0.60	99.84	100.44	1.74	4.14	5.88	3.12	12.72	15.84	11.28	45.12	56.40	19.21	174.54	193.75
	Base	2.06	10.60	12.66	0.50	83.20	83.70	1.45	3.45	4.90	2.60	10.60	13.20	9.40	37.60	47.00	16.01	145.45	161.46
	Low	1.85	9.54	11.39	0.45	74.88	75.33	1.31	3.10	4.41	2.34	9.54	11.88	8.46	33.84	42.30	14.41	130.91	145.31
2016	High	2.48	12.72	15.20	0.60	100.80	101.40	1.74	4.14	5.88	3.60	14.40	18.00	12.96	51.84	64.80	21.38	184.14	205.52
	Base	2.07	10.60	12.67	0.50	81.00	84.50	1.45	3.45	4.90	3.00	12.00	15.00	10.80	43.20	54.00	17.82	153.45	171.27
	Low	1.86	9.54	11.40	0.45	75.60	76.05	1.30	3.11	4.41	2.70	10.80	13.50	9.72	38.88	48.60	16.04	138.10	154.14
2018	High	2.04	12.72	14.76	0.60	101.88	102.48	1.86	4.14	6.00	3.96	15.84	19.80	14.64	58.56	73.20	23.10	193.14	216.24
	Base	1.70	10.60	12.30	0.50	81.90	85.40	1.55	3.45	5.00	3.30	13.20	16.50	12.20	48.80	61.00	19.25	160.95	180.20
	Low	1.53	9.54	11.07	0.45	76.41	76.86	1.39	3.11	4.50	2.97	11.88	14.85	10.98	43.92	54.90	17.33	144.85	162.18
2020	High	1.80	12.72	14.52	0.60	102.24	102.84	1.86	3.90	5.76	4.32	17.28	21.60	16.38	65.52	81.90	24.96	201.66	226.62
	Base	1.50	10.60	12.10	0.50	85.20	85.70	1.55	3.25	4.80	3.60	14.40	18.00	13.65	54.60	65.25	20.80	168.05	188.85
	Low	1.35	9.54	10.89	0.45	76.68	77.13	1.39	2.93	4.32	3.24	12.96	16.20	12.29	49.14	61.43	18.72	151.25	169.97

Remarks: High & Low scenarios are 20% up and 10% down of Base scenario