

中華人民共和国

能源部・華能精煤公司

神府東勝鉍区炭質管理システム計画調査

最終報告書

要約版

JICA LIBRARY



1222838 [3]

1992年 9月

三菱マテリアル株式会社

鉍調査

92-169

目 次（要約）

1. 序 論

1. 1 調査の背景と経緯	1
1. 2 調査の目的	1
1. 3 調査対象地域	1
1. 4 調査実施の方法	3
1. 5 調査項目	4
1. 6 調査団の構成	5
1. 7 調査工程	6
1. 8 大柳塔・活鶏兎鉦区の開発計画	7
1. 9 大柳塔・活鶏兎鉦区の開発スケジュール.....	9

2. 調査の結論

2. 1 中国の石炭の現状と展望	11
2. 2 鉦区の炭質と銘柄	12
2. 3 炭質管理センター導入の目的と役割	13
2. 4 大柳塔・活鶏兎炭鉦開発	17
2. 5 炭質管理センター計画	18
2. 6 設置効果	20
2. 7 提 言	21

3. 調査の内容

3. 1 地 質	23
3. 2 炭 質	29
3. 3 石炭銘柄の設定	38
3. 4 炭鉦開発計画	48
3. 5 炭質管理センター計画	61
3. 6 炭質管理システム計画	70
3. 7 財務分析	75



1222838 [3]

1. 序 論

1. 序 論

1. 1 調査の背景と経緯

- (1) 中国は、一次エネルギーの70%を占める石炭の生産量を1986年の約8億tから、2000年には14億tに拡大することを計画しており、このため大規模炭田開発の一環として、神府東勝鉦区の開発を計画、1986年からその開発に着手している。
- (2) 神府東勝鉦区の炭田開発は、中国の第8次5ヶ年計画の重点プロジェクトであり、政府が承認している生産規模は第1期 1,000万t/年、第2期 3,000万t/年、第3期 6,000万t/年を計画している。
- (3) 本調査は、第2期 3,000万t/年計画の中心となる大型坑内掘炭鉦である大柳塔炭鉦及び活鷄兎炭鉦から出炭される 1,000万t/年を対象とする炭質管理センターの設置等に関する調査協力を、1987年12月中国側から日本政府に要請して来た。
- (4) この要請を受けて、日本側は1988年10月に予備調査団を派遣し要請内容の確認、現地調査、調査計画等の打合せを行った。その後、事前調査団の派遣は、中国国内情勢により延期となったが、1990年1月に実施され、中国能源部及び華能精煤会社と合意署名を行った。
本調査は1990年1月13日付、神府東勝鉦区炭質管理システム計画調査実施細則により、実施したものである。

1. 2 調査の目的

前述の実施細則により、神府東勝鉦区の大柳塔坑内掘炭鉦及び活鷄兎坑内掘炭鉦から1995年に産出する 1,000万t/年を対象に、需要家のニーズに適應した国際的な品質規格ベースの輸出用精炭と国内用炭を生産加工する最適選炭システムの確立、効率的な輸送、販売促進等多機能の炭質管理センター設置計画を検討する。

1. 3 調査対象地域

(1) 神府東勝鉦区の位置

- i 陕西省北部の榆林地区と内蒙古自治区の伊克昭盟地区に位置する(1.3-1図)。
- ii 鉦区は南北に80km、東西に65kmの拡がりを持ち、含炭面積は25,600km²である。
- iii この鉦区は行政界及び探査状況によって4区分され、更に開発計画に沿って更に

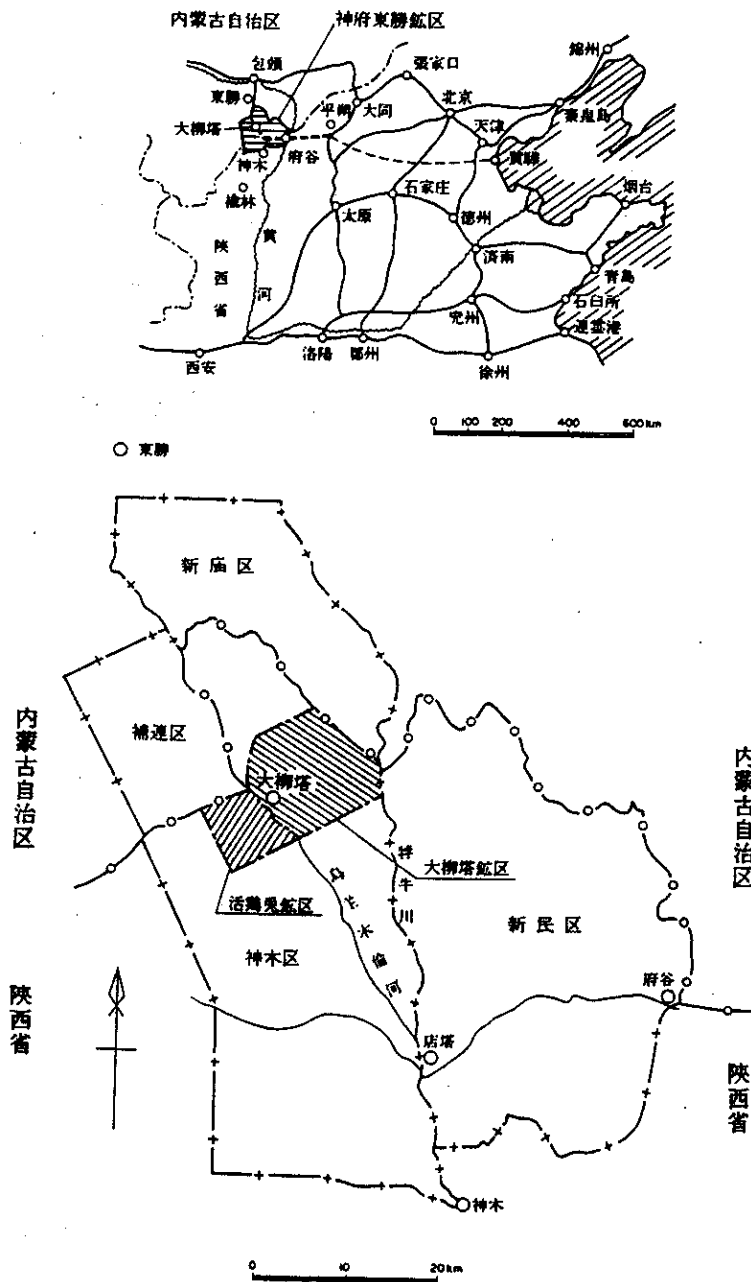
細分化されている。

(2) 大柳塔鉞区と活鷄兔鉞区

- i 両鉞区は神府東勝鉞区のほぼ中心部を占め、探査の進んだ神木区に位置している。
- ii 行政的には陝西省榆林地区神木県に属しており、鉞区の北側は内蒙古自治区である。

(1.3-1 図)

神府東勝鉞位置図



1. 4 調査実施の方法

調査実施の基本的な考え方は、業務フローチャート（1.4-1図）に示す通り2段階のフェーズに分けて実施した。

(1) 第1フェーズ

調査対象2炭鉱で、1995年に出炭1,000万t/年を計画しているが、本フェーズにおいては、出炭される炭質特性と需要性向等に適合した石炭銘柄を設定すること、長期的に品質の安定確保を図るため炭鉱開発計画及び生産体制等の総合的な検討を行う。

(2) 第2フェーズ

第1フェーズにおいて設定する石炭銘柄と生産計画（予測）に基づき、販売する石炭を安定的に生産するための効率的な炭質管理センター建設計画の総合的な検討を行う。

1. 5 調査の項目

(1) 石炭銘柄の設定

- ① 対象2炭鉱の地質及び現在の採炭状況の検討
- ② バルクサンプルの採取
- ③ 炭質の把握と石炭銘柄の設定

(2) 生産計画の検討

- ① 炭鉱別生産量
- ② 炭鉱別開発計画

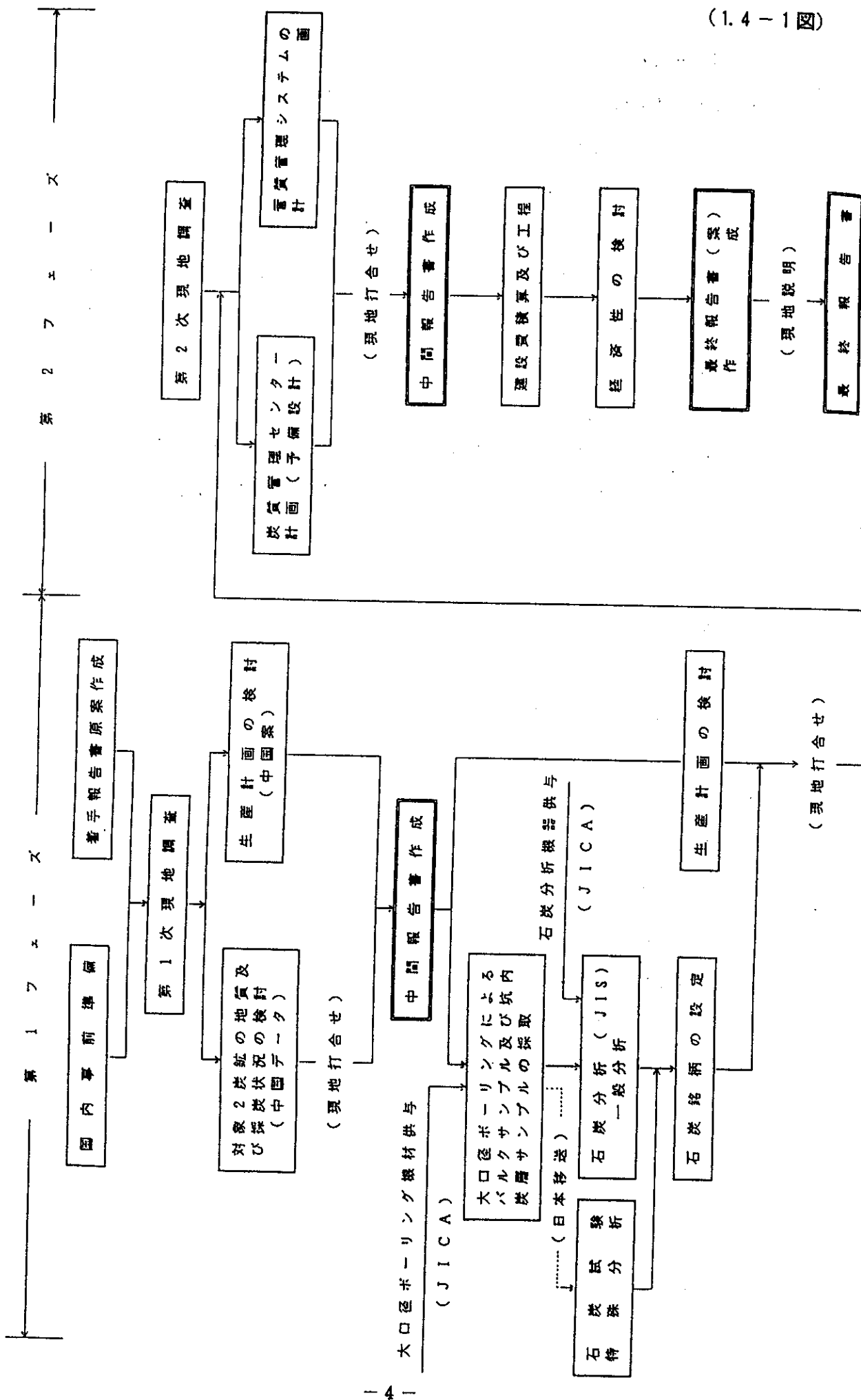
(3) 炭質管理センターの計画

(4) 炭質管理システムの計画

(5) 炭質管理センターの経済性の検討

神府東勝鉱区炭質管理システム計画調査 業務フローチャート

(1.4-1図)



(1.4-1図)

1. 6 調査団の構成

本調査業務に従事するメンバーとその担当職務は下記の通りである。

(1.6-1表)

担 当 職 務	氏 名
総括（団長）	栗 井 康 雄
炭 鉱 開 発 計 画	内 尾 宰
炭 鉱 開 発 計 画	梅 下 五 男
掘 削 指 導	那 小 屋 豊
地 質	山 本 文 博
炭 質 分 析	福 島 哲 也
選 炭 計 画	岡 崎 孝 雄
建 設 計 画	井 池 保 則
機 械 設 備	湯 本 修 一
電 気 設 備	富 樫 裕 茂
経 済	植 木 國 治

1. 7 調査工程

調査工程は（1.7-1図）に示す通り。

1. 8 大柳塔・活鷄兔鉈区の開発計画

(1) 華能精煤公司の設立

中国は神府東勝鉈区の炭鉈開発、品質管理、内陸輸送、港灣、山元発電等を一貫し実施するため、1985年5月に資本金8,000万元で設立した。

(2) 炭鉈開発計画

華能精煤公司是両炭鉈の開発計画のため、西安煤炭設計研究院等にF/Sを委託し、政府の審査承認を受け実施する。

- ① 1990年6月「大柳塔炭鉈斜坑のF/S報告」
- ② 1990年6月「活鷄兔炭鉈のF/S報告」
- ③ 1991年5月「大柳塔炭鉈平硯のF/S報告」(高産高効F/S)

当初(1990年6月)のF/Sは国産技術を基本とする開発方式であった。

上級指導部の指示に基づき、現在建設中の大柳塔炭鉈平硯開発は日本のエネルギー借款利用を前提とした外国先進技術を導入する高生産高効率の開発方式を検討している。

(3) 選炭工場計画

選炭工場は大柳塔炭鉈坑外に設置し、両炭鉈の出炭を全量集中選炭する方針で西安煤炭設計研究院で計画を行った。

- ① 1987年9月、大柳塔選炭工場初步設計
- ② 1990年7月、大柳塔選炭工場初步設計(改修)

選炭工場の建設は両炭鉈の出炭推移に合わせて段階的に建設し、現在第1期600万t/年の建設が進められている。

(4) 鉄道建設計画

(1.8-1表)

計 画	区 間	距離(km)	完工年度	輸送計画(万t/年)
(第1期) 包 神 線	包 頭-大柳塔	172	1989年4月 (完工)	1,000
(第2期) 神 朔 線	大柳塔-朔 県	272	1994年末 (予定)	2,000
(第3期) 新 線	朔 県-黄驛港	614	未 定	3,500

- ① 包神線は国内地域産業向に輸送する。
- ② 神朔線は輸出及び国内大消費地向に専用列車で輸送する。
輸出用 —— 秦皇島、将来は黄驛港(新港)
国内用 —— 華東沿海区域の大集荷駅
- ③ 新線は2000年以降の輸出及び国内大消費地向に輸送する。

(5) 火力発電所建設計画

(1.8-2表)

計 画	設置場所	発電計画(万kW)	完 工 年 度
第1期	店 塔	1.2×2基	1989年4月(完工)
第2期	店 塔	10×2基	1996年末(予定)
第3期	府 谷	35×2基	未 定

(6) 道 路

- ① 主要道路(2級幹線)、包神府線(包頭-店塔-府谷) 320km(90年開通)
- ② 鉞区道路、大柳塔-石圪台(90年開通)

1.9 大柳塔、活鶏兎鉱区の開発スケジュール

開発スケジュール表

(1.9-1図)

		1990	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	'01	'02	'03	
中国 開 発 計 画	炭 田 開 発 計 画	神府東勝鉱区		(第1期1,000万t/年)												
		開 発 計 画		(第2期3,000万t/年)												
				(第3期6,000万t/年)												
	鉄 道	第1期 包神線 (1,000万t/年)		'89年完工												
		第2期 神朔線 (2,000万t/年)		(建設中)												
		第3期 新線 (3,500万t/年)					(建設予定)									
発 電 所	第1期 店塔 (1.2万kw×2)		'89年完工													
	第2期 店塔 (10万kw×2)					(建設予定)										
	第3期 府谷 (35万kw×2)								(建設予定)							
プ ロ ジ ェ ク ト 開 発 計 画	炭 鉱 開 発	大柳塔	平 礪 (万t/年)	(建設中)			●									
			斜 坑 (万t/年)	(17)	(43)	(110)	(286)	(415)	(414)	(422)	(412)	(430)	(418)	(417)	(413)	(413)
	活 鶏 兎 (万t/年)			(5)	(20)	(30)	(109)	(209)	(208)	(208)	(208)	(208)	(211)	(210)	(214)	
選 炭 工 場 混 炭 設 備	第 1 期 (600万t/年)		(乾別設備完工)			(水選設備建設予定)			●							
	第 2 期 (1,200万t/年)					乾・水選設備建設			●							
	第 1 期 (600万t/年)					建設			●							
	第 2 期 (1,200万t/年)								建設			●				
	炭質管理システム								建設			●				

2. 調査の結論

2. 調査の結論

2. 1 中国の石炭の現状と展望

(1) 経済政策とエネルギー事情

- ① 中国経済は長期経済計画を基幹に政策運営されており、現在は第8次5ヶ年計画を実施中である。

数次に亘る長期経済計画の目標を略達成し、経済の着実な拡大と発展が継続しているが、国民一人当たりのGNPは低所得の水準にある。

政府は1989年を始点に2000年までに国民総生産を1980年度の4倍増とする「経済発展10ヶ年計画」を目標に掲げ、その実現に努力している。

経済発展のためには、基幹部門であるエネルギー政策の充実が重要な課題である。

- ② 一次エネルギー生産量は1989年約10億t(標準炭換算)であるが、人口の増加、工業の拡大、経済の発展等に伴い、増大するエネルギー需要に合せ増産を図り、エネルギーの自給体制を確立している。

また、一次エネルギー構成は、石炭の割合が約75%と極めて高く、先進工業国(米国24%、日本19%、独29%)と比べきわだった特色を有している。

- ③ 2000年の一次エネルギーの需要見通しでは、約16億t(標準炭換算)であり、石炭の割合も現状の70%以上となると推定され、今後も主要なエネルギー源である。

(2) 石炭生産

- ① 中国の石炭資源は膨大であり、世界の確認可採埋蔵量 1.3兆tの約50%を占め、6,500億tと世界最大の資源国(米国1,810億t、旧ソ連1,660億t)である。

- ② 石炭埋蔵量は地域的に大きく偏在しており、確定地質埋蔵量7,692億tのうち主要分布地域は、華北59%、西南10%、西北19%となっている。

- ③ 石炭生産量は1990年約10.6億tで世界の生産量約36億tの29%を占める最大の産炭国(米国8.6億t、旧ソ連5.4億t、豪州1.6億t)である。

- ④ 生産地も地域的に偏在しており、1988年の生産量9.8億tのうち、華北36.5%、東北、華東、中南が各14%以上を占め、工業化の進んだ需要地に近い炭田に生産が集中し、商品炭として出荷されている。

埋蔵量は豊富であるが、需要地に遠く、インフラ整備の不十分な西南、西北の炭田開発は遅れている。

- ⑤ 2000年の石炭生産目標は14億t（原炭）であるが、経済の発展に伴い、主エネルギー源として今後も逼迫した需給状況が続くものと想定される。

この為、産業構造の改善、省エネルギーの推進、新エネルギー源の確保等の総合エネルギー政策の導入による需給改善が必要になる。

- ⑥ 中国は石炭生産目標を達成し、国の経済発展に寄与すると共に石炭輸出の拡大を図り、1989年の輸出量 1,500万t/年を2000年には 6,000万t/年と4倍増とし国際収支の改善に貢献する方針である。

(3) 石炭輸出

- ① 1989年世界の石炭貿易量は 3.8億tであるが、その内、原料炭 1.8億t、一般炭 2.0億tであり、中国の輸出量は約4%と極めて少ない。
- ② 今後の需要見通しでは、原料炭は現状水準を維持又は若干の減量が見込まれるが、一般炭は日本、欧州の電力用炭の需要増を中心に拡大が見込まれ、2000年には 2.7億tになると推定される。
- ③ 世界の石炭貿易で拡大が期待される一般炭市場は、急速な経済発展と拡大を続ける日本を含むアジア諸国と自国の石炭産業から撤退し輸入炭を拡大する欧州の二大市場が中心となる。

また、主要輸出国は豪州、米国、南アフリカ、旧ソ連、ポーランド等であり極めて厳しい競争的市場となると予想される。

- ④ 中国の一般炭産出炭鉱に於ける選炭率は約4%と低く、石炭の品質に対する認識及び管理は低い水準にある。

一般炭の主要輸出基地である山東省大同炭田でも選炭（水洗）は実施されておらず輸出先の需要家より常に品質向上の要望が強い。

2. 2 鉱区の炭質と輸出銘柄

(1) 鉱区の地質

- ① 神府東勝鉱区は埋蔵量 280億tを有する国内最大級の炭田であり、この鉱区は行政境界及び探査状況により神木区、新民区、新廟区、補連区に4区分され、更に開発鉱区に細分割されている。
- ② 大柳塔鉱区（可採埋蔵量 9.9億t）と活鷄兔鉱区（可採埋蔵量 6.7億t）は地質探査の進んだ神木区に位置する開発鉱区であり、烏蘭木倫河を挟み隣接している。

- ③ 両鉱区内に分布する炭層は、5炭層群12炭層であるが、総合機械化採掘に適する稼行対象炭層は3炭層であり、平均で4m以上の層厚をもち、地表下300m以浅に安定賦存している。

炭層傾斜は略水平で、断層も少なく、大型機械化採炭に適した条件を有している。

- ④ 当該鉱区の石炭はジュラ紀に属し、炭化度がそれほど進んでいない亜瀝青炭の若い石炭に属する。

主要稼行炭層の炭質（原炭）は灰分5～9%、水分6～9%、発熱量6,400～6,800Kcal/kg、硫黄分1%以下等の良質の一般炭性状を有する。

また原炭の可選性も良好であり、選炭にて精炭灰分5%以下の生産が比較的容易である。

(2) 炭質と銘柄

- ① 神木精炭（灰分5%以下）の品質評価は世界の需要家の中で品質要求のきびしい日本の電力用炭及びセメント焼成用炭の品質基準に適合する良質な一般炭と評価されるが、水分、灰の熔融性、灰の組成等に若干の懸念が見られる。
- ② 神木精炭の石炭利用性状は、発電用燃料（微粉炭燃焼）の燃焼性は特に問題はない。ガス化性は噴流床方式では良好であるが、流動床方式のガス化には適していない。また、CWM化性は固有水分が高く高濃度化が困難（62.3%）である。
- ③ 多様な国際石炭市場の需要と競争に適確に対応するためには、神木精炭の優れた炭質特性を考慮した輸出銘柄として、精炭灰分5%、7%、9%の3銘柄を設定した。

2. 3 炭質管理センター導入の目的と役割

(1) 石炭輸出の拡大

- ① 中国の石炭輸出量は現在は少ないが、2000年には6,000万t/年と大幅に拡大する方針である。

世界の石炭貿易で拡大が見込まれる一般炭市場は厳しい競争市場であり、参入にあたっては需要に適合する品質、供給の安定性、価格等が重要な要素となる。

- ② 現在の一般炭の主力輸出基地である山西省大同炭田の統配炭鉱は永年採掘が進み、生産費も高く、増産の余地は少なく品質管理も十分ではない。今後中国は輸出量の拡大に対応するため、増産余力があり、炭質も優れ、全量選炭する大柳塔・活

鶏兎炭鉱の石炭を向けたいと考えている。

(2) 炭鉱と炭質管理センター

- ① 両炭鉱の鉱区は隣接し、類似の炭層群を採掘するが、両炭鉱の開発時期、出炭規模、採掘炭層等は異なる。

両炭鉱の原炭を現在建設中の選炭工場(600万t/年)に一括受入れ選炭を行なうには操業方針、販売等に関する調整が必要となり、単なる選炭工場のみでの対応は難しく、炭鉱と分離独立した形態の炭質管理センターの設置が必要となる。

石炭生産部門と製品炭の生産加工部門の専門化を図り、総合的運営効率の向上を期待する。

- ② 両炭鉱からの出炭量 1,100万t/年は多量であり、その受入、選炭、貯炭、積込輸送等の取扱いには専門的な技術が要求される。
- ③ 大柳塔地区は中国国内でも遅れた未開発地域であり、鉱区内の整備が進められている。国内消費地及び輸出港とも約 900kmと遠隔の地にあり立地条件が悪く、内外の石炭市場の動向、輸送等の情報入手が困難なため確な対応は難しく、多機能な炭質管理センター(2.3-1図)が必要である。

(3) 炭鉱操業の安定化

- ① 一般的に石炭鉱業は需要に対する生産の弾力性が少ないため、開発の進展に伴い拡大する生産力を安定的にカバーし、需要を確保することは困難であるが、炭質管理センターが独立の組織として両炭鉱及び近隣の地方炭鉱から適正炭価での購入を保証することで、炭鉱は生産に専念でき生産性の向上が期待される。

- ② 国内の石炭価格は、国家による統制価格と自由市場価格の二重価格制となっている。

統制価格で販売される炭価は、国民経済の観点から低価格(20~30元/t)に抑制されていたが、1992年7月に炭価改正が実施され、自由市場価格に移行された。

この様に国内市場は好転しつつあるが、外貨導入を含めた新鋭炭鉱の建設を進めている両炭鉱の経営環境は厳しいと予測されるため、炭質管理センターでの高品質の精炭を生産し、輸出比率を高め、収益を確保することが重要となる。

- ③ 炭質管理センターが両炭鉱及び近隣の地方炭鉱から購入する原炭の価格は、原炭品位に基づく国内統制価格に炭鉱開発基金を上乗せする。

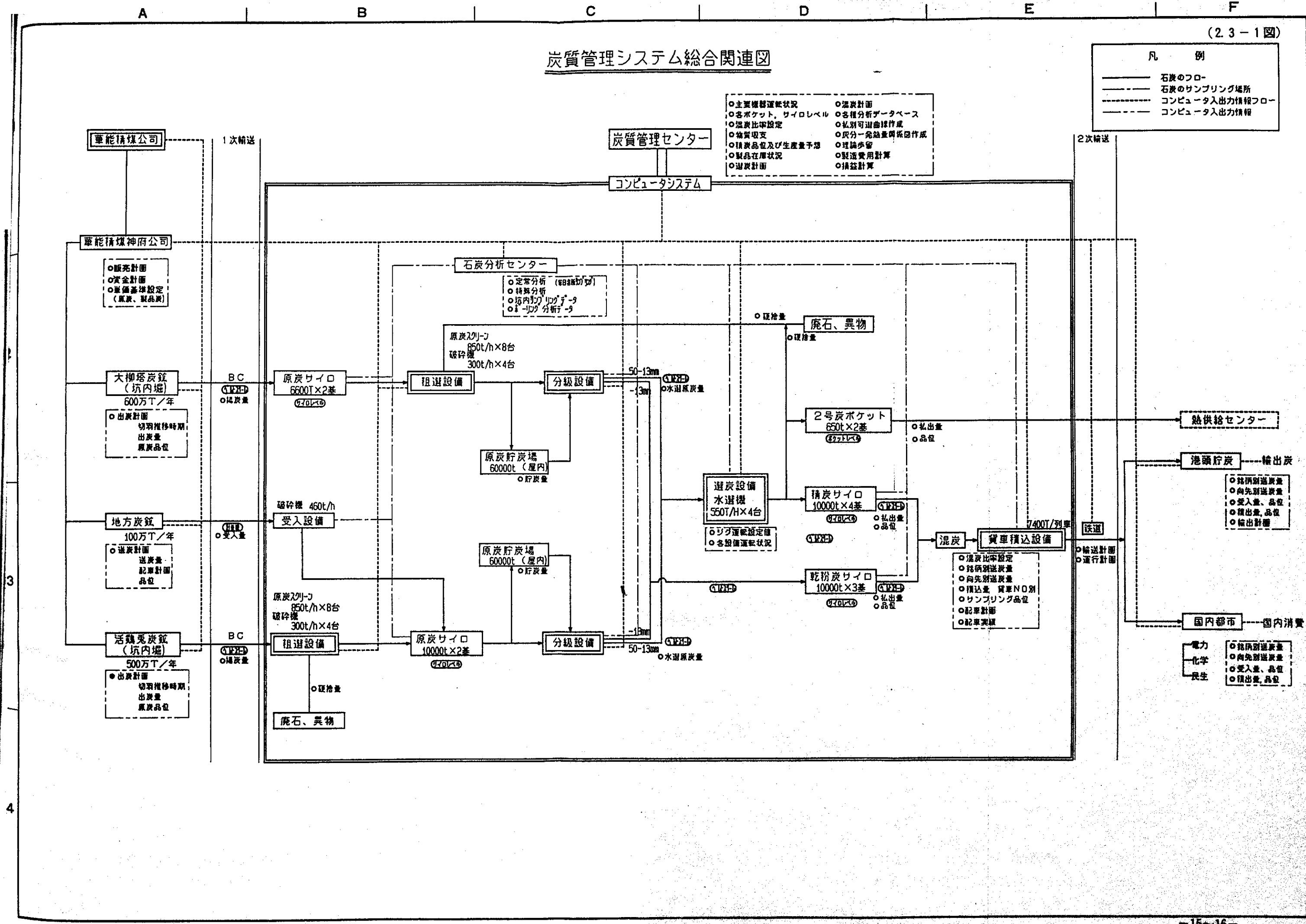
この結果、炭鉱は有利な価格での販売が可能となり需要の確保と合わせ炭鉱経営

炭質管理システム総合関連図

(2.3-1 図)

- 凡 例
- 石炭のフロー
 - - - 石炭のサンプリング場所
 - コンピュータ入出力情報フロー
 - コンピュータ入出力情報

- 主要機器運転状況
- 各ポケット、サイロレベル
- 混炭比率設定
- 物質収支
- 積炭品位及び生産量予想
- 製品在庫状況
- 選炭計画
- 混炭計画
- 各種分析データベース
- 個別可選曲線作成
- 灰分-発熱量関係図作成
- 理論歩留
- 製造費用計算
- 損益計算



華能精煤公司

1次輸送

華能精煤神府公司

炭質管理センター

コンピュータシステム

2次輸送

石炭分析センター

- 定常分析 (ESB取付)
- 特殊分析
- 坑内フローリグデータ
- 1-100分析データ

原炭スクリーン
850t/h×8台
破砕機
300t/h×4台

原炭サイロ
6600t×2基
(貯炭)

粗選設備

分級設備

原炭貯炭場
60000t (屋内)
○貯炭量

○選拾量 廃石、異物

○選拾量

2号炭ポケット
650t×2基
(貯炭)

熱供給センター

港頭貯炭 --- 輸出炭

大柳塔炭鉱 (坑内堀)
600万T/年
○出炭計画
切羽推移時期
出炭量
原炭品位

BC
○選炭量

破砕機 460t/h
受入設備

原炭貯炭場
60000t (屋内)
○貯炭量

選炭設備
水選機
550T/H×4台
○シグ運転設定値
○各設備運転状況

精炭サイロ
10000t×4基
(貯炭)

混炭

貨車積込設備
7400T/列車

○輸送計画
○運行計画

- 銘柄別送炭量
- 向先別送炭量
- 受入量、品位
- 積出量、品位
- 輸出計画

地方炭鉱
100万T/年
○選炭計画
送炭量
配車計画
品位

○受入量

原炭スクリーン
850t/h×8台
破砕機
300t/h×4台

原炭サイロ
10000t×2基
(貯炭)

分級設備

○水選原炭量

乾粉炭サイロ
10000t×3基
(貯炭)

- 混炭比率設定
- 銘柄別送炭量
- 向先別送炭量
- 積込量、貨車NO別
- サンプリング品位
- 配車計画
- 配車実績

国内都市 --- 国内消費

- 銘柄別送炭量
- 向先別送炭量
- 受入量、品位
- 積出量、品位

活鶏炭炭鉱 (坑内堀)
500万T/年
○出炭計画
切羽推移時期
出炭量
原炭品位

BC
○選炭量

粗選設備

○選拾量 廃石、異物

- 電力
- 化学
- 民生

- 銘柄別送炭量
- 向先別送炭量
- 受入量、品位
- 積出量、品位

が安定する。

2. 4 大柳塔・活鷄免炭鉱開発

(1) 生産計画

(2. 4 - 1 表)

	大柳塔	活鷄免
出炭規模 (万t/年)	600	500
採掘年数 (年)	118	96
開発時期	第Ⅰ期 '87年9月 着工 '93年 完成予定 第Ⅱ期 '92年 着工予定 '96年 完成予定	目 途 { '92年 着工 } { '97年 完成 }
切羽数 (当初設定)	長壁式 4	長壁式 2, 柱房式 1
生産人員 (人)	1,458	2,788
総投資額 (万元)	115,494.35	104,686.77
t 当たり投資額 (元)	192.49	209.37
出炭原価 (元/t)	38.57	44.92

(2) 炭鉱開発の評価

- ① 両炭鉱は、地理的には必ずしも良好な立地条件とは言い難いが、豊富な埋蔵量と低灰分・低硫黄分の優れた炭質、そして良好な地質的採掘条件を有し、総合機械化採掘に適している。
- ② この最良の採掘条件を基に国内外の高度の技術と設備を導入しての近代的炭鉱開発計画は評価される。
尚、国内にはこの様な生産規模を有する坑内掘炭鉱はない。
- ③ 炭鉱の立地条件、労働事情、最新設備に対する技術・技能等総合的に検討すると、当初の出炭計画の安定的確保が懸念される。
- ④ 安定出炭確保のためには、次項の要件を満足させ、万全を期すことが肝要である。
 - ・人的面 : 優秀な管理者及び熟練技能労働者の早期確保、育成の強化
 - ・設備面 : 適正な高層用採炭設備、運搬設備等の選定と導入後の操作保守管理の徹底

- ・作業体制 : 出炭状況により柔軟性を持たせた作業体制の確立
- ・資材等の確保 : 保守管理用資材の補充体制及び資金確保
- ・保全管理 : 坑道及び設備の保全管理と故障防止対策の確立
- ・事故防止 : 集中地圧による炭壁崩壊、自然発火等の事故防止対策の確立
- ・教育 : 技術教育及び保安教育の強化徹底

- ⑤ 特に導入する高効率炭鉱設備の操作・保守管理の為に多くの熟練技能者及び管理者の確保・育成等が課題である。
- ⑥ よって次項「3. 4 炭鉱開発計画」に示唆した技術的諸問題解決を含め、現場管理技術の具体的方策を確立し推進することにより、国家的目標は達成されるものと思料する。

2. 5 炭質管理センター設置

炭質管理センターにおいては品質管理の推進と共にコンピュータシステムの導入により、炭鉱、選炭工場、鉄道、港湾等からの各種情報を収集し、データ蓄積、情報分析により品質と供給の安定化を図る。

(1) 構成

- ① 炭質管理センターは選炭工場、混炭設備、積込み設備等の石炭加工部門と石炭分析センター、コンピュータ室等の管理部門とからなる。
- ② 選炭工場においては両炭鉱及び近隣の地方炭鉱から受入れた原炭(1, 200万t/年)を50mm以下に粒度調整の後、13mmで分級する。
- ③ +13mm炭はジグ水選により、ジグ精炭(灰分5%)と2号炭を生産する。
- ④ -13mm炭は乾粉炭として一部が混炭プロセスの原料となる。
- ⑤ 混炭は水選精炭と乾粉炭を別々のサイロに貯炭した後、銘柄に応じて適正比率で混炭を行う。

(2) 生産銘柄、山元炭価

1993年より2020年に至る全生産量に対し輸出比率50%とした場合の銘柄別生産割合と炭価を以下に示す。

(2.5-1表)

		※ 山元炭価 (元/t)	産出割合 (%)	混炭比率	
				ジグ精炭	乾粉炭
輸 出 用 炭	5.0 A精炭	95.8	48.6	100	0
	7.0 A精炭	93.0	0	70	30
	9.0 A精炭	87.3	0	40	60
	10.5A精炭	83.1	0.6	0	100
	小計	95.6	49.2		
国内用炭 (乾粉炭)		85.3	50.8		
合計		90.4	100		

※1992年 7月訪中時、中国の提供値

(92年 7月 1日発令の石炭出荷価格ベース)

(3) 工期、投資額

(2.5-2表)
(単位 千元)

		1991~1992年	1993~1994年	1995~1997年	合計
工 期	建設設備	乾式設備 (600万t/年)	水選設備 炭設備 (600万t/年)	水選設備 炭設備 管理システム (1,200万t/年)	
	投資額				
	選炭設備	133,159	8,088	18,929	160,176
	混炭設備		39,675	23,780	63,455
	管理システム			18,803	18,803
	合計	133,159	47,763	61,512	242,434

(4) 加工費

各年度によって異なるが、2000年以降、3.94元/tとなり、この内訳は固定費2.70元/t変動費1.24元/tである。

2. 6 設置効果

- ① 競争的な国際石炭貿易に於いて、品質安定と供給能力の向上により輸出の拡大が可能となる。
- ② 神木炭は低灰分、低硫黄の優れた一般炭であることに加え、品質の安定化と供給体制の整備により中国を代表する輸出炭となり中国の国策（輸出拡大）に貢献できる。
- ③ 輸出比率の拡大が期待され外貨収入増による国家経済への寄与と借款の返済が容易となる。
- ④ 両炭鉱に於いても、炭質管理センターへの販売価格が有利となる他、需要の確保により炭鉱経営の安定が図られる。
- ⑤ 炭質管理センターと両炭鉱の財務分析指標を以下に示す（2.6-1表）。

財務指標

(2.6-1表)

評価指標	炭質管理センター	大柳塔炭鉱	活鷄兔炭鉱
内部収益率（IRR）	16.5	13.3	7.6
営業収支比率*	0.853	0.369	0.416
経常収支比率*	0.892	0.425	0.616
回収期間（年）	11.9	15.6	24.5
単年度収支黒字転換年	2	4	7
累積収支黒字化年	3	5	13
債務返済能力比率*	2.6	1.4	0.7
投資利益率*	14.9	10.7	4.0
営業利益率*	12.5	40.2	33.1
経常利益率*	8.7	31.8	13.1
当期利益率*	3.9	31.8	13.1

- 注1) 大柳塔炭鉱と活鷄兔炭鉱の原炭販売価格は25元/tを上乗せする。
 注2) 炭質管理センターの輸出率は50%で、炭鉱からの原炭買入価格は25元/t上乗せされたものとする。
 注3) *を付した指標は2000年時点のものである。

2. 7 提 言

(1) 地質探査の推進

炭層賦存状況を適確に把握するため大柳塔北東部と活鷄兔南西部地区の精査が必要である。特に断層予定位置の探査が重要である。

(2) バルクサンプリングの実施

大口径ボーリングによるバルクサンプリングを実施し、原炭品位の分布を事前に精査し、採掘原炭品位の安定化を図る。

(3) 炭鉱技能者の訓練センターの設置

多数の熟練技能者の確保、育成のため技能者養成機関の設置が望まれる。

(4) 炭質管理センターの設置と運営形態

神木炭の輸出拡大を図るため炭質管理センターの設置が望まれる。

独立した組織とすることにより、各炭鉱の原炭品位に見合った適正価格と安定した生産量を保証し、炭鉱の採算性確保を可能にする。

(5) 石炭分析センターの効率化

供与分析機器の活用により、分析センターの効率化を図る必要がある。

(6) コンピュータシステムの適正化とシステムエンジニアの専任

中国における最適システムを導入し、これを運営するシステムエンジニアを専任する。また遠距離データ通信システムの確立が必要である。

(7) 品質管理システムの確立

品質規格の維持と経済性の向上並びに納期達成のため、下記の項目の推進が望まれる。

- ・ QCサークルの編成
- ・ 品質管理技術者の専任
- ・ 生産、保守、品質管理等の作業標準化
- ・ OJTの徹底

3. 調査の内容

3. 調査の内容

3. 1 地 質

3. 1. 1 神府東勝鉱区の地質

(1) 探査状況

(1.3-1図)の様に4探査区に分割し、試錐調査を主力とする探査が実施されている。試錐の密度は地域によりばらついている。

(2) 地質状況

- i 神府東勝鉱区はジュラ紀の炭田であり、延安組が唯一の夾炭層である。
- ii 主要な炭層は5炭層群9炭層であり、炭層の発達状況は(3.1-1表)の様に地域によって差異がある。
- iii 地質構造は簡単で炭層の傾斜は緩く(1°以下)、落差のある断層も5~6本確認されているにすぎない。
- iv 炭層の賦存深度は浅く全域の埋蔵炭量は282億tと推定されている。

3. 1. 2 大柳塔並びに活鷄兎鉱区の地質

(1) 探査状況

- i 両鉱区は、神府東勝鉱区の中では最も探査が進んでいる地域の一つで、中国側より提供された試錐資料は220孔である。
- ii 試錐密度は両鉱区の中心部(烏蘭木倫河周辺)より離れるにつれ粗となっている。

(2) 地質状況

- i 両鉱区に分布する地層の状況を(3.1-1図)に示す。
- ii 両鉱区の地質構造は簡単で、一般走向はNW-SE、1°以下でSWに傾斜している。大柳塔鉱区の北部並びに活鷄兎鉱区の南部に、それぞれ1条の断層が推定される(3.1-2図)。
- iii 大柳塔鉱区精査区と活鷄兎鉱区の稼行対象炭層(1⁻¹層、1⁻²層、2⁻²層及び5⁻²層)の埋蔵炭量は17億余tである。

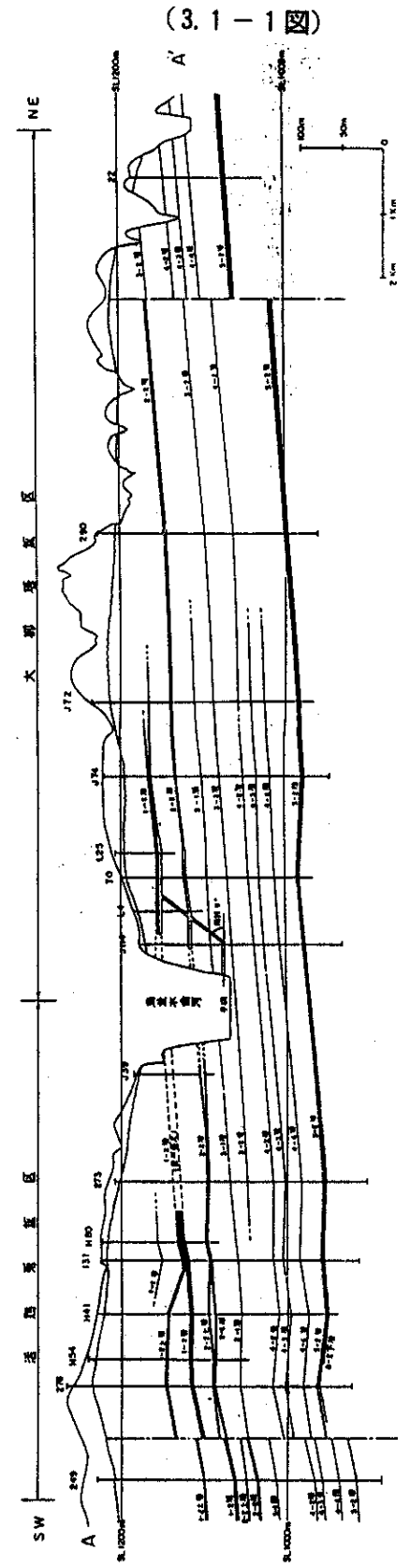
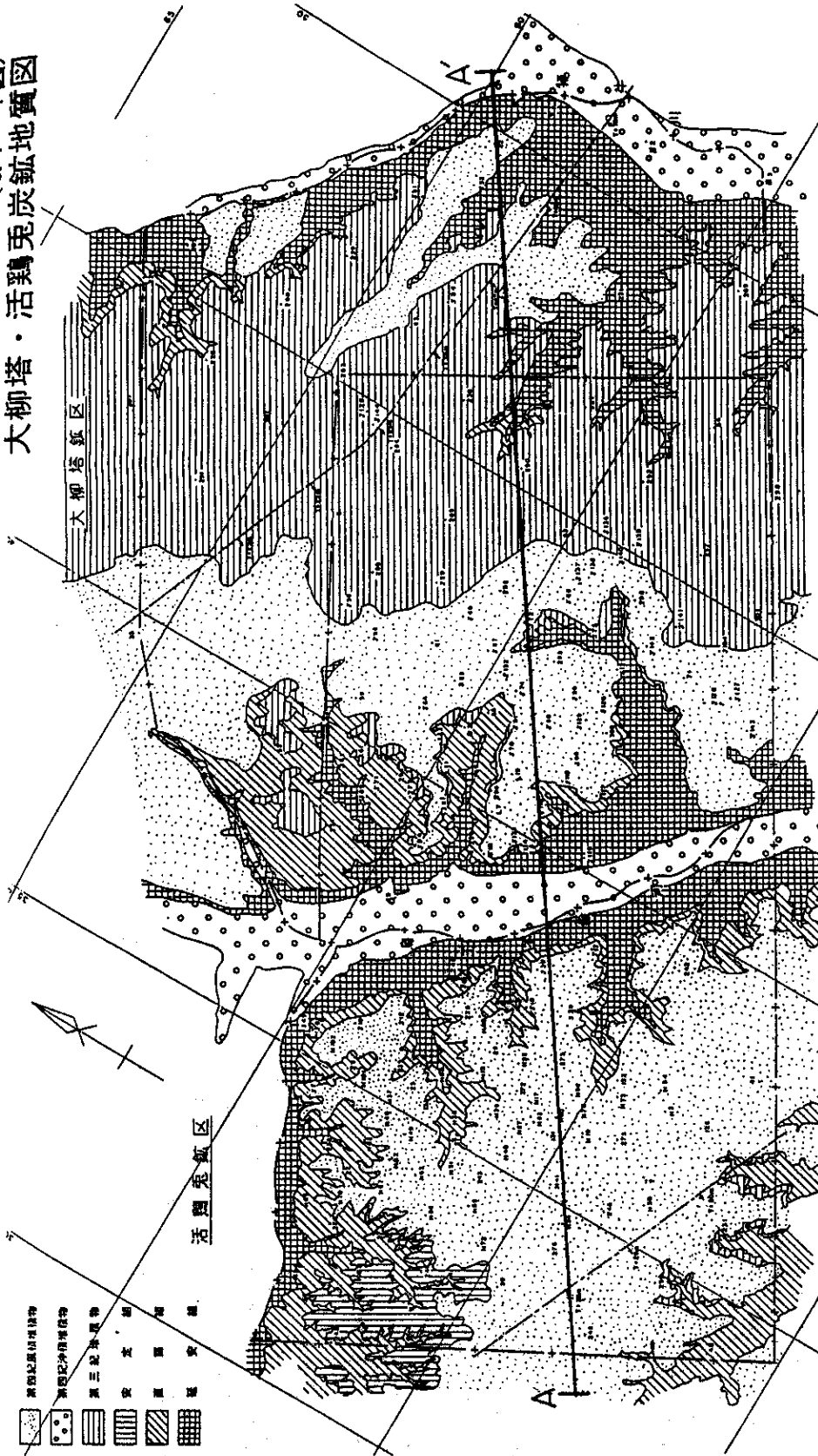
神府・東勝鉱区炭層状況一覽表

(3.1-1 表)

(3.1-1 表)

注 状 園	新 興 調 査 区 (北 西 路)				浦 通 調 査 区 (北 西 部)				神 木 調 査 区 (中~南 西 部)				新 民 調 査 区 (中~南 東 部)				備 考
	炭 層 厚	灰 分	硫 黄 分	備 考	炭 層 厚	灰 分	硫 黄 分	備 考	炭 層 厚	灰 分	硫 黄 分	備 考	炭 層 厚	灰 分	硫 黄 分	備 考	
	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	最小~最大	平均	
1-2 上炭層	0~1.8 (16)			ほぼ全域に分布。炭層酸化激しい。詳細は不明。	0~2.5 (12)	3.2~30.0 14.1	0.26~0.97 0.60	ほぼ全域に安定賦存。炭層厚1.5m前後。	0~4.1 (14)	3.6~21.6 10.8	0.28~3.64 1.38	西端部のみ分布。北西部范端地区で3.5mに肥厚。南西方向へ薄化。	0.1~2.8	4.3~21.7	0.14~1.54	0.20~1.20	詳細は不明。 地表の連続によりほとんど分布しない。
1-2 炭層	0.1~8.4 (23)	5.5~10.1 7.7	0.31~1.10 0.60	全区域に広く分布。南端の一部に炭層薄化区域あり。	0~10.3 (32)	2.7~16.2 8.0	0.19~1.53 0.52	北東部は薄化により炭層対象外。中部部で6.0m以上に肥厚。	0~11.0 (16)	3.6~21.0 10.0	0.19~2.29 0.56	西部のみ分布。北で厚く(6.0m)薄へ向って徐々に薄化。	0.1~2.8	4.3~21.7	0.14~1.54	0.20~1.20	
2-2 上炭層	0.2~3.1 (23)	3.7~21.6 7.2	0.16~1.56 0.65	詳細不明。一部の炭層で横行対象。	1.3~8.6 (28)	4.3~21.7 7.7	0.14~0.54 0.34	詳細不明。北端部一部地区で炭層対象。	0~6.0 (12)	3.1~23.6 9.7	0.21~1.49 0.47	中部部に分布。南中部で薄く、南中部に厚くなる。北中部に炭層2.5m以上に発達。	1.3	7.7	0.34	0.34	
2-2 炭層	0.1~4.6 (33)	4.2~13.6 6.6	0.18~0.93 0.50	中西部で炭層薄化。南側に肥厚し、南端部で6.0m以上に。	0.5~4.3 (30)	3.4~19.5 6.6	0.18~1.34 0.41	北端部を除き、全地区で発達。炭層厚は大半が6.0m以上。	0~10.2 (28)	3.7~14.9 7.9	0.21~1.07 0.45	南東部を除き、広く分布。中部部に北東部は4.0m以上。南部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。	0.1~2.8	4.3~21.7	0.14~1.54	0.34	北部のみ分布。北側に肥厚し、6.0m以上。詳細は不明。
3-1 炭層	0.1~1.7 (12) 1.2 1.0.1~1.8 (45)	4.3~17.6 8.5 3.8~15.6 7.1	0.17~1.02 0.38 0.18~0.51 0.20	厚さ1.2m前後で広く賦存するが詳細は不明。 安定賦存すると推定できるが、詳細は不明。	0.1~3.4 (1) 1.0~2.1 (31)	3.4~11.9 6.5 3.5~19.9 9.1	0.20~1.20 0.36 0.22~0.42 0.33	西部は分枝する。東側のみ炭層対象。	0~4.5 (12) 1.0~2.7 (18)	3.7~24.0 7.5 2.1~21.8 9.3	0.19~0.88 0.34 0.15~0.75 0.34	中部部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。中北部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南中部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南西部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南東部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南中部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南西部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南東部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。	0~2.6	3.4~19.5	0.18~1.34	0.18~1.34	北部に分布。中心部で2.0m以上あるが、東、西両側に薄く薄化。
5-1 炭層	0.3~1.6 (45)	8.0~13.1 10.5	0.18~0.25 0.22	薄化により、採掘対象外。南に厚く1.3~1.7mとなる。安定賦存すると推定できるが、詳細は不明。	0~3.4 (16)	4.0~28.7 10.7 4.5~24.4 8.4	0.23~0.87 0.36 0.18~1.87 0.47	中部部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南中部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南西部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南東部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。	0~3.4 (16)	4.0~28.7 10.7 4.5~24.4 8.4	0.23~0.87 0.36 0.18~1.87 0.47	中部部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南中部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南西部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南東部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。	0.3~1.9	3.4~11.9	0.20~1.20	0.20~1.20	炭層分枝による採掘対象外が広く、対象区域は北西部(2.0m以下)と中部(2.0~3.5m)に2分割。
5-2 炭層	0.3~1.6 (45)	8.0~13.1 10.5	0.18~0.25 0.22	薄化により、採掘対象外。南に厚く1.3~1.7mとなる。安定賦存すると推定できるが、詳細は不明。	0~3.4 (16)	4.0~28.7 10.7 4.5~24.4 8.4	0.23~0.87 0.36 0.18~1.87 0.47	中部部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南中部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南西部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南東部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。	0~3.4 (16)	4.0~28.7 10.7 4.5~24.4 8.4	0.23~0.87 0.36 0.18~1.87 0.47	中部部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南中部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南西部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。南東部は標準炭層地区(45)を中心として6.0m。	0.3~6.9	4.2~30.6	0.15~1.36	0.15~1.36	炭層厚2.0~3.5mで広く分布。

大柳塔·活鷄兔炭鋇地質圖 (3.1-1圖)

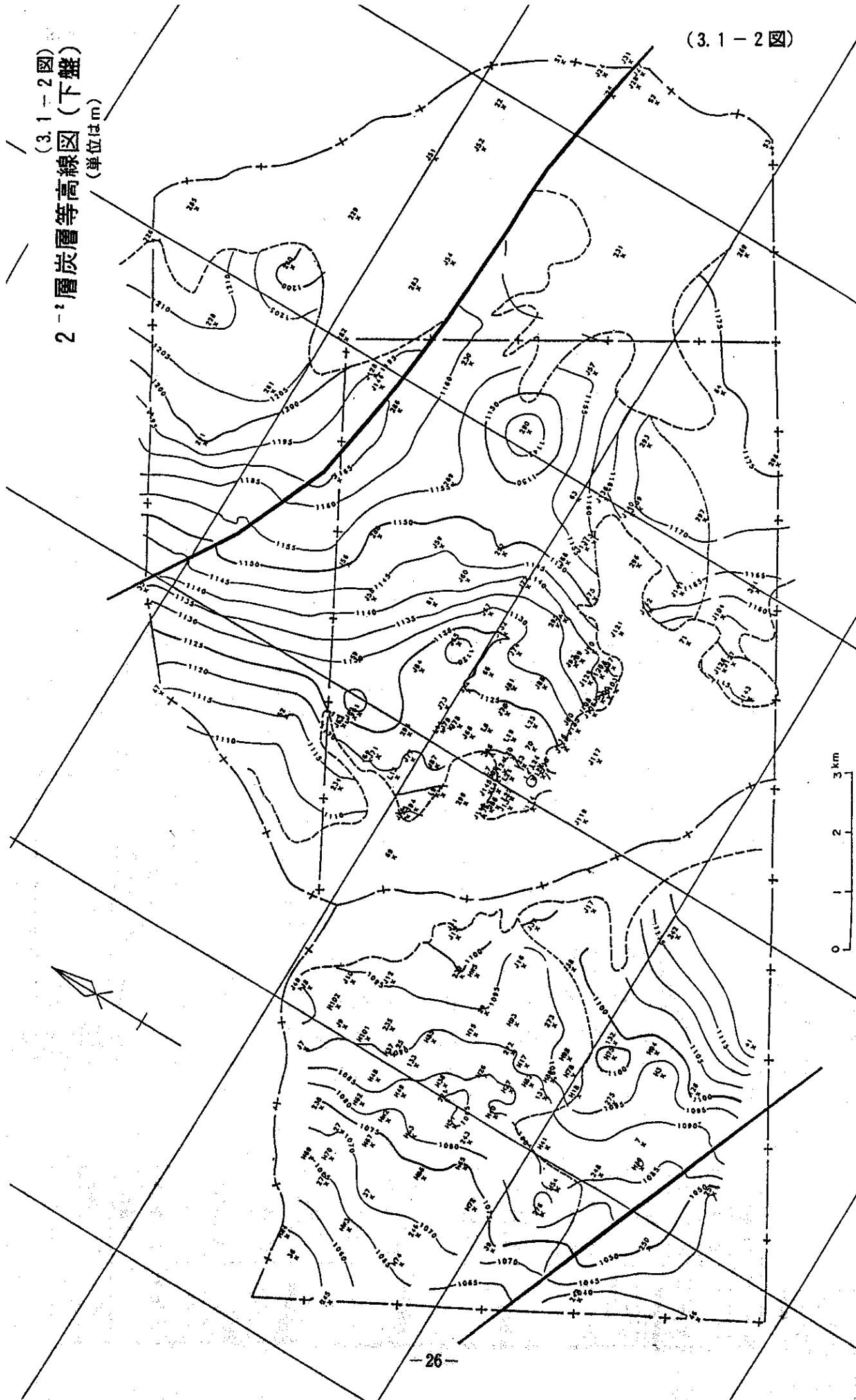


(3.1-1圖)

時代	地層名
第四紀	風積砂
	黃土
第三紀	礫
	安定組
ジュラ紀	直羅組
	(偽整合)
	延安組
	(偽整合)
	富泉組
三疊紀	(偽整合)
	永坪組
基	(偽整合)
	盤

(3.1-2 図)
 2⁻²層炭層等高線図(下盤)
 (単位はm)

(3.1-2 図)



3. 1. 3 大柳塔並びに活鷄兔鉞区の炭層

- i 両鉞区内に分布する炭層は5炭層群12炭層であるが、主要炭層（総合機械化払の対象炭層）は、1⁻²層（1^{-2±}層、1⁻²層）、2⁻²層（2^{-2±}層、2⁻²層）、5⁻²層の3炭層である。

稼行対象炭層 (3.1-2表)

炭層名	炭層厚 (m) (平均)	層間距離 (m)
1 ⁻² 層	0~10.56(7.19)	25
2 ⁻² 層	0.80~6.85(4.32)	
5 ⁻² 層	0.94~7.72(4.66)	145

- ii 1⁻²層は、両鉞区中央部烏蘭木倫河沿いに広い無炭区域及び自然発火による火焼区域が存在し、賦存区域が2分される。大柳塔鉞区では北東部に向って炭層が4枚に分割するとともに、上位直羅組基底砂岩が炭層の上部（一部区域では全部）を削除しており、稼行の対象となる区域は南西部に限られている。活鷄兔鉞区では広く賦存しており、南西部では1^{-2±}層と1⁻²層の2枚に分岐している。
- iii 2⁻²層の賦存状況を(3.1-3図)に示す。烏蘭木倫河及び犂牛川に沿って広い無炭区域及び火焼区域が存在する。両鉞区の南東部で2^{-2±}層と2⁻²層の2枚に分岐し、炭層厚が薄化している。
- iv 5⁻²層は全域に分布しているが、西から東に向って炭層の下位部分が分離して薄化し、活鷄兔鉞区南西部では炭層厚が薄く(2.0m以下)、稼行の対象とはならない。
- v 各炭層の賦存深度は浅く、地表下300m以浅に分布している。

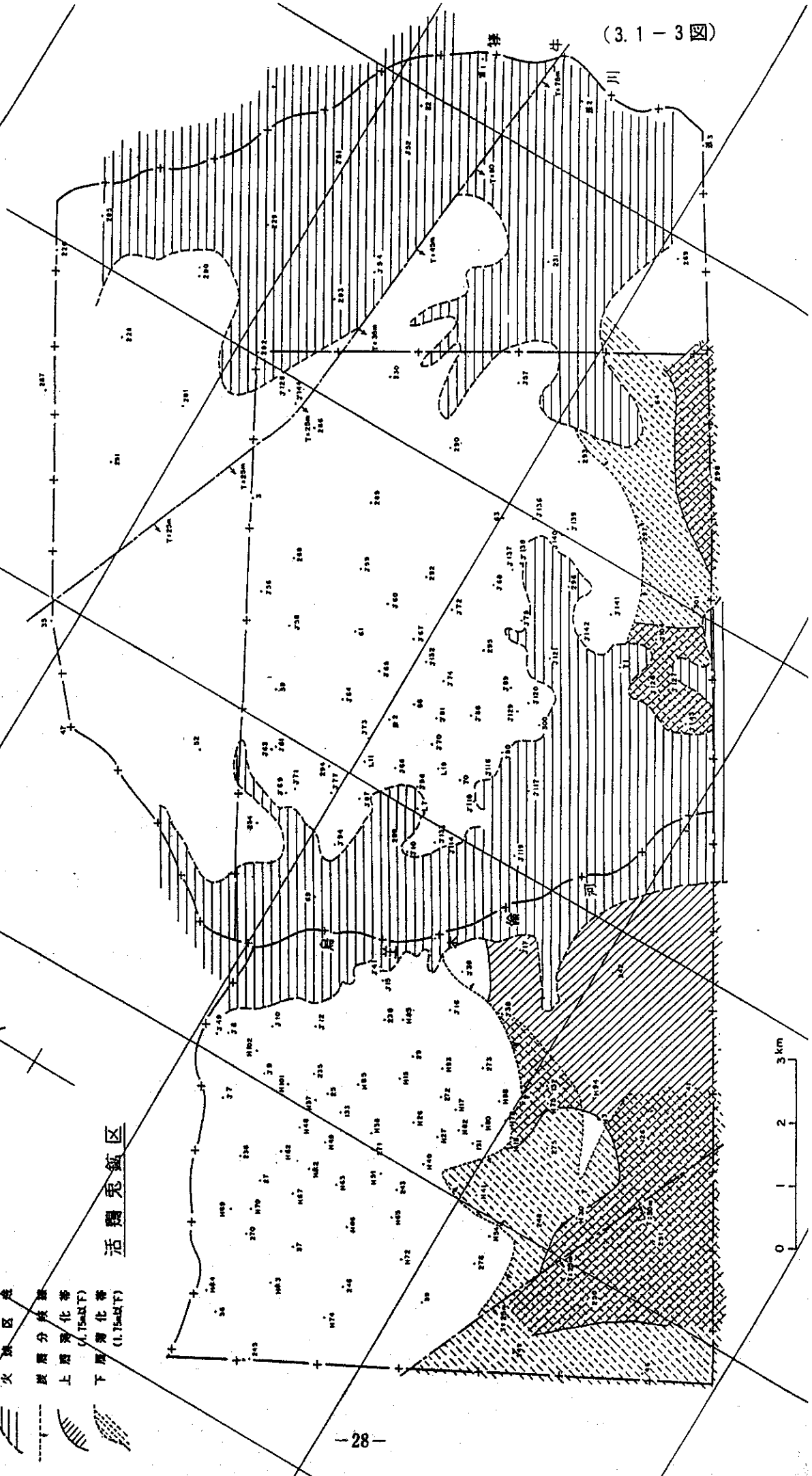
大柳塔·活鷄兔炭層 2-1 層賦存狀況圖

(3.1-3圖)

大柳塔鉞區

活鷄兔鉞區

- 凡
- 區界
 - 區面
 - 火燒區
 - 炭層分級
 - 上層/化帶 (0.75m以下)
 - 下層/化帶 (0.75m以下)



3. 2 炭 質

3. 2. 1 中国ボーリングコア分析データの解析

(1) 解析方法と結果

- i 中国側提供資料のうち、一部については分析ベースを換算(JISに統合)して解析を行った。採掘原炭品位に必要な項目について統計処理を実施し、ヒストグラム、等品位線図等を作成した。
- ii 気乾ベースで表示した平均的な工業分析値は(3.2-1表)の通りである。

気乾ベースで表示した平均的な工業分析値

(3.2-1表)

区 域	炭 層	原 炭				精 炭			
		水 分	灰 分	揮発分	発 熱 量	水 分	灰 分	揮発分	発 熱 量
		(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)
大柳塔	1 ⁻² 層	9.22	12.56	27.19	5,980	9.08	4.82	29.93	6,540
	2 ⁻² 層	9.18	7.67	31.90	6,400	9.36	3.13	33.57	6,740
	5 ⁻² 層	7.97	7.97	28.85	6,520	7.98	3.96	30.22	6,850
活鷄兔	1 ^{-2上} 層	9.37	7.04	26.34	6,390	9.31	3.26	27.55	6,660
	1 ⁻² 層	8.93	8.37	27.88	6,280	9.21	3.63	29.38	6,630
	2 ⁻² 層	8.77	8.01	31.96	6,380	8.85	3.60	33.62	6,710
	5 ⁻² 層	7.67	8.94	27.91	6,440	7.78	4.24	29.45	6,830

(2) 各分析値の特徴

① 水 分

- i 平均値は原炭で8.68%、精炭(比重1.40浮揚炭)で8.70%を示し、両者の差異は見られない。
- ii 一般的に1⁻²層、2⁻²層、5⁻²層の順に(すなわち下位炭層に向って)水分が減少しているが、その差は1.5%程度とわずかである。この事象は下位炭層ほど石炭化が進んでいることを示唆している。

- iii 僅差であるが、活鷄兎鉦区が大柳塔鉦区よりも低い水分値を示しているが、水平的な変化に明瞭な傾向は無い。
- iv 大口径ボーリング試料の水分値との差異が大きいが、この原因については後述する（3. 2. 5項参照）。

② 灰分

- i 炭層毎の原炭灰分の平均値は7.04%～12.56%とばらついている。
- ii 大柳塔鉦区の1⁻²層の原炭灰分のばらつきは特に大きく、高い値で変動している。
- iii 精炭（比重1.40浮揚炭）は高い集中を示し、全試料の平均値は3.98%であるが1⁻²層は特異的で2.5～10.5%の範囲でばらついている。2⁻²層が最も低い灰分値を示している。

③ 揮発分

- i 無水無灰（d. a. f.）ベースでは、2⁻²層が最も多く（35～45%）、1⁻²層と5⁻²層はほぼ同じ値（31～38%）を示している。
- ii 1⁻²層は賦存深度が浅い為、過去の地質時代に揮発分が放出された可能性が強い。

④ 発熱量

- i 無水無灰（d. a. f.）ベースで比較すると、5⁻²層が最も高いが、その差異は0.4MJ/kg(100Kcal/kg)と小さい。
- ii 高位発熱量（QKcal/kg、気乾ベース）と灰分（A%、気乾ベース）との関係式は次の通りである。

$$\bullet 1^{-2}\text{層 } Q = 6,894.6 - 72.989 \times A$$

$$\bullet 2^{-2}\text{層 } Q = 6,980.5 - 75.380 \times A$$

$$\bullet 5^{-2}\text{層 } Q = 7,172.4 - 81.510 \times A$$

⑤ 全硫黄分

- i 原炭の全硫黄分は、1^{-2±}層で非常にばらつき、平均値も1.64%と高いが、1⁻²層、2⁻²層及び5⁻²層は一部を除き1.0%以下の値を示している。
- ii 原炭の形態別硫黄の中で硫化鉄硫黄の値が大きく変化し、この値の増加により全硫黄分も高くなっている。
- iii 1^{-2±}層の原炭の硫黄分の水平的分布は特異的で、分岐線から離れるにつれ増

加し、その大半は 1.0%を超えている。

iv 精炭(比重1.40浮揚炭)では全炭層に亘り 1.0%以下となっている。

⑥ 比重と容重

i 比重と灰分の相関は良好であるが、容重と灰分の相関は極めて悪い。

ii 比重(S.G)と灰分(A%, 気乾ベース)との関係式は次の通りである。

$$S.G. = 1.3182 + 0.008562 \times A + 0.00005596 \times A^2$$

⑦ 石炭灰の溶融性

i 両鉱区の石炭は低い温度で軟化する(軟化点 1,200°C前後)。

ii また、わずかの温度の上昇(50~60°C)で溶流点に達する性質を持っている。

⑧ 石炭灰の化学組成

i 各組成(SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO)の値は一定せず、比較的ばらついている。

ii Fe₂O₃の平均値は 11.63%、SO₃の平均値は8.98%と高い値を示している。

iii CaOは、平均値で 22.67%と極めて高い値を示し、広く分散している。

iv このCaOは2次的に方解石として付加された可能性が高い。

⑨ 灰の融点と化学組成との関係

i SiO₂、Al₂O₃及びCaOの量比は灰の融点により変化しており三者とも融点の上昇とともに二極化している。

ii 高融点の石炭灰の化学組成には次の2つのタイプが存在する事が判明した。

・高SiO₂(50%以上)、高Al₂O₃(20%以上)および低CaO(10%以下)の灰

・低SiO₂(25%以下)、低Al₂O₃(12%以下)および高CaO(30%以上)の灰

3. 2. 2 大口径ボーリングの実施

分析用資料採取のため日本より大口径用ボーリング機器を提供し、4孔のボーリングを実施した。

3. 2. 3 石炭分析の実施

(1) 大口径ボーリングコアの石炭分析

- i 4孔の大口径ボーリングによって得られた石炭コアのうち1⁻²層、2⁻²層及び5⁻²層を分析対象としてサンプリングを実施した。
- ii 1⁻²層は厚層である為、上部・下部に分けて採取し、合計で14個の分析用試料を得た。
- iii 得られた分析用試料を調製し、各々の試料を分析した。
- iv 各々の分析項目の分析にあたっては、JISに準じた分析方法で実施した。

(2) 分析結果

① 原炭性状

- i 水分は4.0～8.3%で、中国側提供の水分値より低い値を示している。
- ii 5⁻²層の水分値(4.0～5.8%)は他炭層よりも低い。
- iii 揮発分は1⁻²層上部と5⁻²層がほぼ同じ値(28.1～31.4%)で最も低く、1⁻²層下部(30.2～32.5%)、2⁻²層(33.5～35.6%)と高くなっている。
- iv 1⁻²層(上部・下部とも)の高位発熱量は他炭層に比べ低い。
- v 全硫黄分は0.6%以下である。
- vi 灰の融点は1,190～1,390℃(平均1,280℃)と比較的低い。
- vii 灰の組成ではSiO₂(18～56%)、Al₂O₃(8～24%)、Fe₂O₃(3～23%)及びCaO(8～40%)の値が著しくばらついている。

② 精炭(S.G -1.4)性状

- i 水分は3.0～7.8%の範囲にあり、原炭のものと大差ない。
- ii 灰分は3.0～5.5%に減少し、全般的に1⁻²層下部と5⁻²層はやや高い値を呈している。
- iii 高位発熱量は灰分の減少分だけ増加している。
- iv 全硫黄分はいずれの試料も原炭よりも減少し、0.4%以下となっている。
- v 元素分析の炭素分は75.1～80.1%で、5⁻²層がやや高い値となっている。水素分は4.35～5.41%の範囲にあり、2⁻²層が最も多く(5.02～5.41%)、1⁻²層上部が最も少い(4.35～4.58%)。
- vi 粉碎性(HGI)は51～60の値で、やや固い。
- vii 灰の溶融性は、原炭と比較してやや低い値となっている。

viii 灰の組成は、原炭よりも Fe_2O_3 、 CaO 及び SO_3 がやや減少し、 SiO_2 と Al_2O_3 がやや増加している。

ix viiiの事象は比重選別によって硫化鉄類(FeS 、 FeS_2)や方解石(CaCO_3)が除去されたことに起因すると思料される。

③ 2号炭(S.G 1.4~1.6)性状

i 水分値は 3.3~ 4.9%で原炭や精炭より小さい。

ii 灰分は18.7~28.6%とやや変動している。

iii 全硫黄分は0.18~1.94%とばらつき、5⁻²層は特異的に高い値(0.53~1.88%)を示し、2号炭に硫黄分が濃集している。

④ 硬 (S.G +1.6)性状

i 灰分は41.9~78.9%を呈し、2⁻²層と5⁻²層はやや高い値を示している。

ii 1⁻²層と5⁻²層の夾みの灰分は80.9~90.5%である。

⑤ 浮沈試験

i 非常に良好な可選性を示している。

ii 従って低灰分化し易い石炭と言える。

⑥ 粒度試験

i 粒度特性値は50.0~77.3mmの範囲にあり、5⁻²層はやや高い(61.8~77.3mm)。

(3) 分析結果の考察

① H/C-O/C図

i 各試料とも亜瀝青炭の若いグループに属している。

ii 微妙ながら2⁻²層、1⁻²層下部、1⁻²層上部、5⁻²層の順に見掛け上石炭化が進んでいる。

iii 2⁻²層は比較的水素含有量が多く、1⁻²層は水素含有量が少い。

② 発熱量-揮発分図

i 各炭層とも発熱量、揮発分の変動幅が非常に小さい。

ii 1⁻²層上部と1⁻²層下部とは良く近似している。

iii 2⁻²層は他炭層より揮発分が高く、見掛け上石炭化度も進んでいないが、各炭層を比較すると、1⁻²層は極めて浅所に賦存している為、過去長時間に亘って揮発分が放出された可能性が強い。従って1⁻²層は見掛け上揮発分が少なく(H分が少なく)、2⁻²層より炭化が進んでいるように見えるものと思料される。

③ 発熱量－炭素分図

- i 各炭層とも発熱量、炭素分の変動が非常に少ない。
- ii 2⁻²層は5⁻²層と同程度の発熱量を有し、1⁻²層は上部、下部ともやや低い発熱量である。

④ 垂直相関図

- i 垂直的な相関は特に見られない。水分だけは傾向が有りそうであるが、限られたデータだけでは論じ難い。
- ii 大柳塔、活鶏兎鉈区における水平的な変化も特に見られない。

3. 2. 4 神木精炭の特殊分析試験

(1) 分析試験用試料

大柳塔炭鉈の坑内掘進切羽より1⁻²層及び2⁻²層を採取し、比重液（比重1.60）の浮揚炭を精炭見合として、分析用試料とした。

(2) 石炭一般分析

- i 供試炭の膨張性がポタン指数0～1/2、流動度0であり、バーナー燃焼上凝集が無く良質である。
- ii 灰の溶融点が1,240～1,360℃と低く、微粉炭或はスラリー焚き炉内スラッキングが懸念されるが、しかし灰溶融燃焼上は溶融灰の流動が良好の為良質である。
- iii 灰分組成のFeは少なくCaが多いことから、スラッキングでのハードな付着灰はでき難く良質である。

(3) 基礎燃焼特性試験

① 着火性試験

- i 供試炭は着火温度の低い石炭に属し、着火性は良好と推定される。
- ii 実罐で実績のある大同炭と比べてみても着火温度は同等或は若干低く、実用上着火性についての問題はない。

② 燃焼速度試験

- i 供試炭は中間的な部類に位置し、燃焼性は良好である。
- ii 2⁻²層に比し、若干燃焼性の遅い1⁻²層でも、大同炭とほぼ同等であり、燃焼性に問題はない。

(4) 自然発火性試験

- i O_2 濃度が15%程度であれば1⁻²層、2⁻²層の石炭共、初期温度が80℃では10時間以内で燃焼に至る。
- ii 供試炭は自然発火し易く、ホッパ貯留には十分な注意が必要となる。
- iii 1⁻²層よりも2⁻²層の方が自然発火し易い。

(5) ガス化性試験

① 噴流床ガス化試験

- i 供試炭はガス化が可成り容易な石炭である。
- ii 揮発分の多いことも考慮すると、ガス化反応の面から、噴流床方式ガス化炉での使用に問題はない。

② 熔融灰粘度特性試験

- i 供試炭のスラグは温度が1,450℃より低下すると粘度が急に上昇することから、この温度以上での取扱いが必要となる。
- ii ガス温度とスラグ温度の差異(約150~200℃)を考慮すると、1,600~1,650℃のガス温度でガス化炉コンバスタを計画する必要がある。
- iii 供試炭は灰分含有量が2.2%と非常に少ないことから炉壁でのスラグ形成の不良が懸念される。

③ 流動床ガス化試験

- i 灰の軟化点が低いことから1,000℃以上で運転すると流動床のクリンカトラブルの恐れがあり、1,000℃以上の運転は困難と考えられる。
- ii 供試炭は流動床ガス化にはあまり適しない石炭であると判断される。

(6) CWM試験

① 一般石炭性状

- i 1⁻²層、2⁻²層共にHGIがやや小さく、灰分が少ないことからCWMの製造性が若干困難である。
- ii 固有水分が多くC/O原子数が小さいことからCWMの到達濃度が低い。
- iii 燃料比、高位発熱量、灰分等から判断してCWMの燃焼性には大きな問題はない。

② スラリー化試験

- i 供試炭のCWM到達濃度は63.2%である。

- ii CWMの粒度変化試験の結果、微粒の増加と共にずり速度up時・down時のヒステリシスは減少するが、全体のレオロジ特性に大差はない。低ずり速度での粘度が低い為、静置貯蔵安定性が懸念される。

③ 貯蔵安定性試験

- i 7日間程度の静置貯蔵で90度傾斜でも流出しない凝集物が60～80%存在し、安定性に若干の問題が懸念される。
- ii 粒度分布が細かくなると凝集物及び圧密高さの経時変化に若干の改善が見られるが根本的には良好な静置貯蔵安定性を示さない。
- iii この種の貯蔵安定性に劣るCWMを実際に利用する場合には、さらに安定性向上の検討（例えば粒度構成の改善、添加剤の検討等）を行うか或は実機の運転面からの対策を考える必要がある。

3. 2. 5 中国分析値と大口径ボーリング分析値の比較

中国分析値と大口径ボーリング分析値の比較において、差異が顕著なのは工業分析の水分値と灰分組成値である。

(1) 水分値

- i 中国分析値は7.0～9.2%に比べ、大口径ボーリング分析値は4.0～8.3%と低い値を呈している。
- ii 大口径ボーリングの同一サンプルを日本へ持ち帰り、3種類の相対湿度（22%、49%及び69%）のもとで水分値を測定し、各々の値が相対的に変化していることが判明した。
- iii 今回の大柳塔の湿度35～40%、事前に中国で分析を実施した西安の湿度が70%前後である為、この湿度によって水分値の差異が生じていると推察される。

(2) 灰分組成値

- i 分析方法が異なるために単純な比較はできない。
- ii 蛍光X線分析においては事前に中国で取り扱われている標準石炭灰による分析を実施した。
- iii SiO₂、CaOの分析値にばらつきが見られる。

二成分の分析値の差異が合計値としてはその過不足を補完しあっている傾向が見られ、湿式分析上の一連の操作にもとづく偏りが生じている可能性がある。

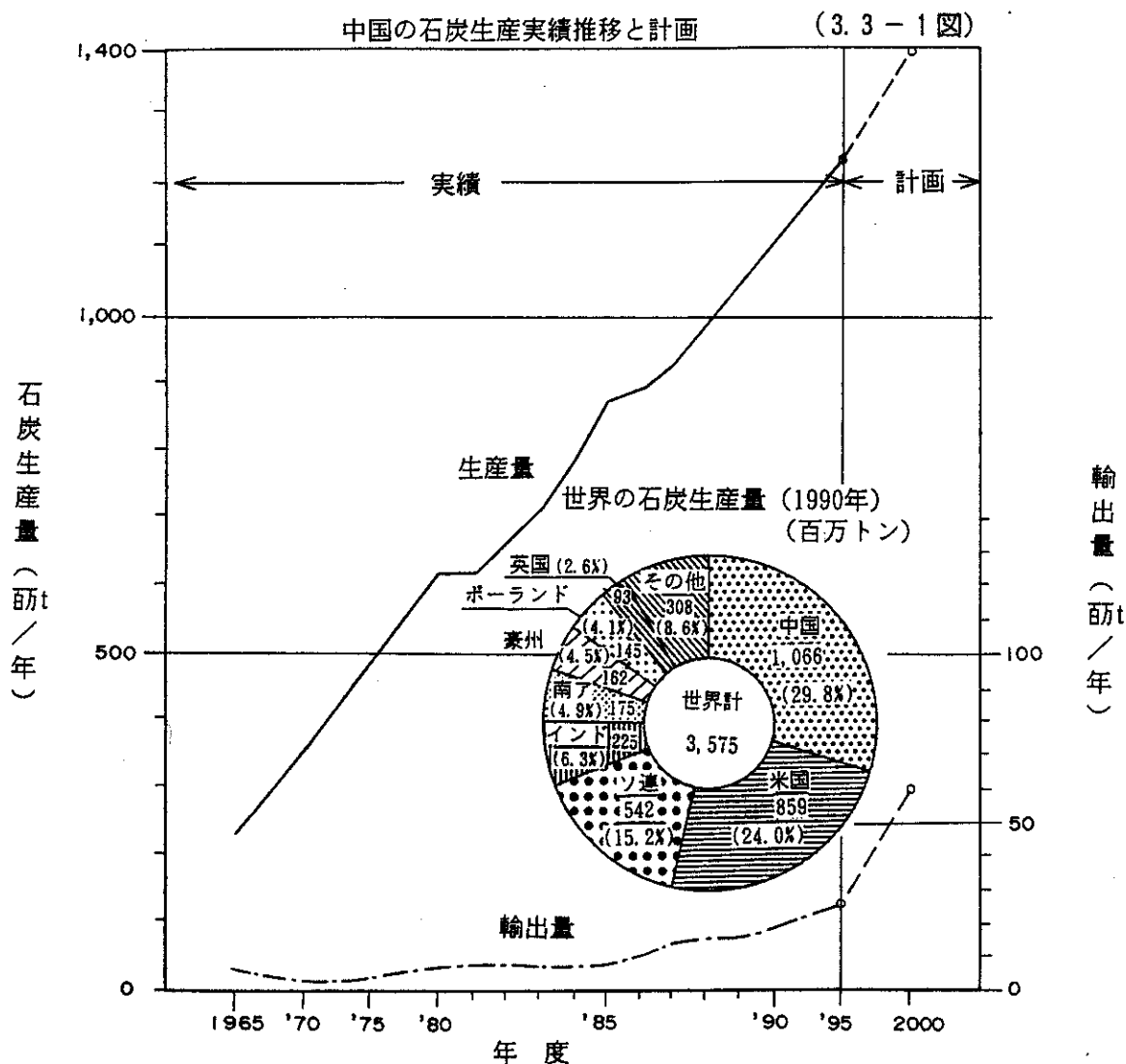
- iv 両鉱区内の灰分組成値は非常にばらついている。これは、2次的に硫化鉄、方解石等が付加され、 Fe_2O_3 、 SO_3 、 CaO の値に影響を与えている可能性がある。

3. 3 石炭銘柄の設定

国際石炭市場の動向及び中国国内の石炭需要動向を調査し、需要家のニーズに適合した国際的な品質規格ベースの輸出用銘柄を設定する。

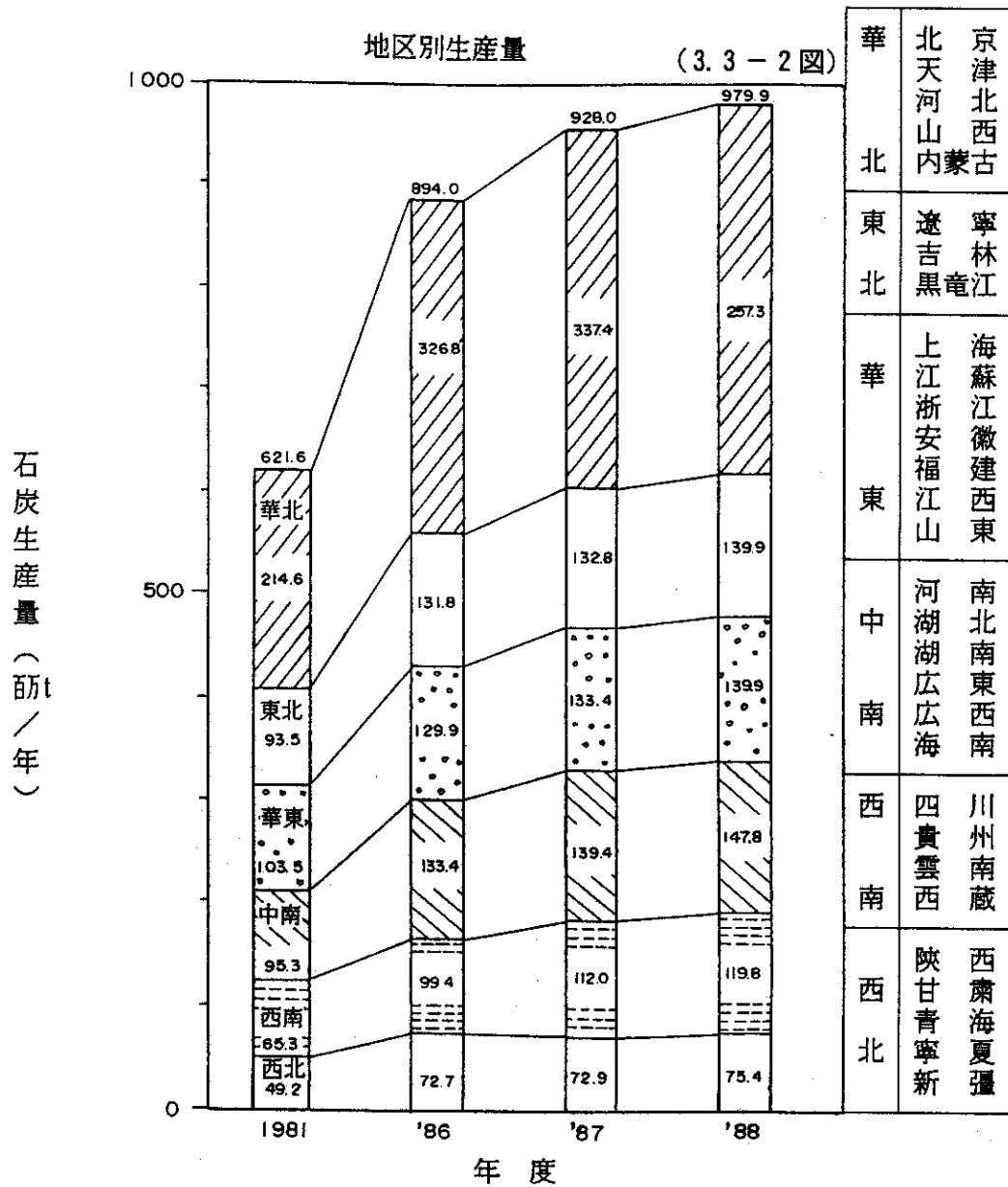
3. 3. 1 中国の石炭輸出の可能性

(1) 石炭生産の現状と展望



- i 中国の石炭生産量は、現在世界第1位である。
- ii 過去20年間の生産量の増加は著しい。
- iii 輸出比率は生産量の1.5%とわずかであるが、今後は輸出拡大を図る計画である。

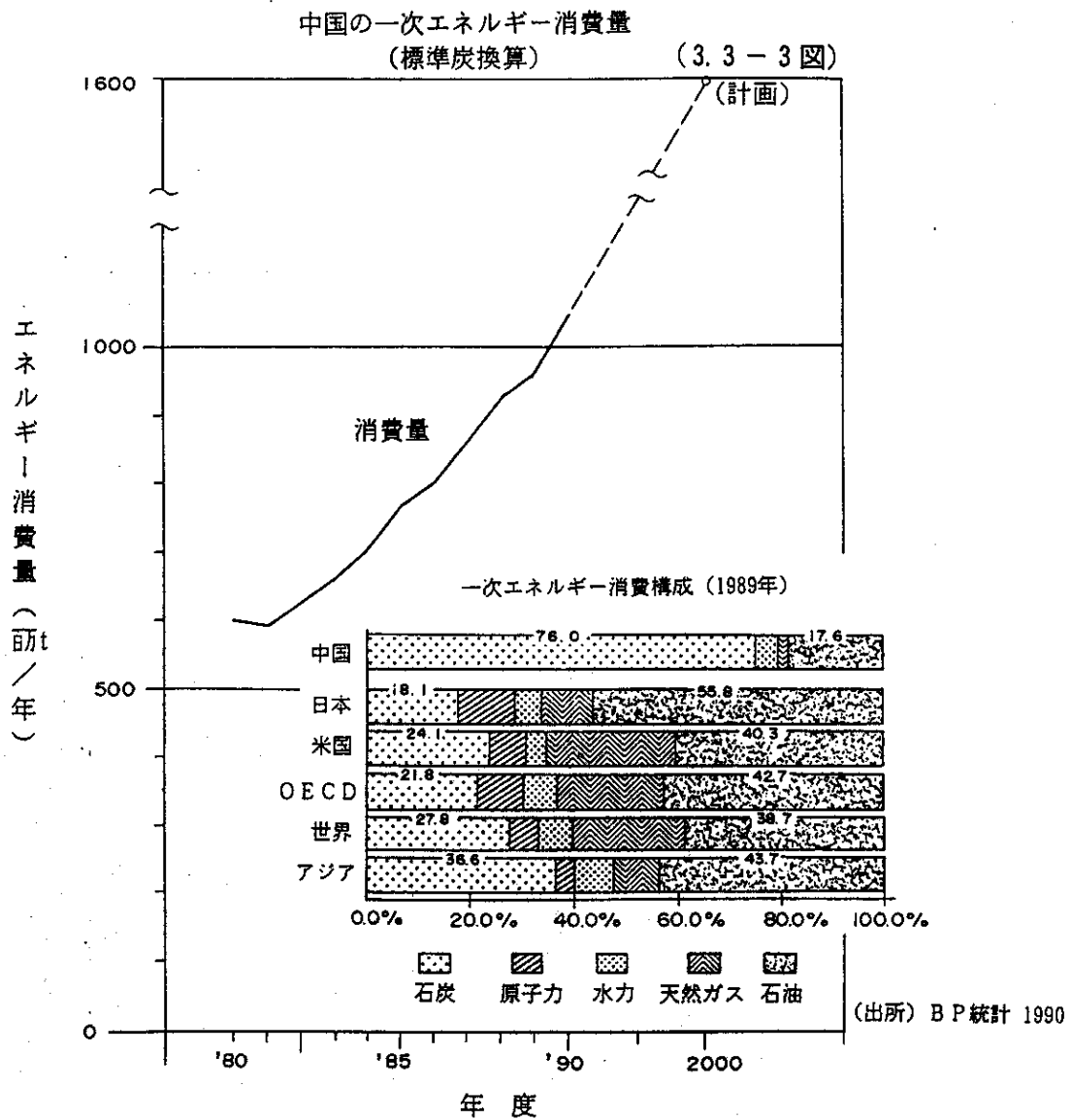
(2) 地区別生産実績



- i 華北が最大の生産区域であり、全国生産量の36.5%を占める。
- ii 東北、中南、華東の3地域が全国生産の15%前後を占める。
- iii 生産の増加率は華北と西南が全国比率を超えている。
- iv 省別では山西省(華北)が多く、全国生産量の25.2%を占めると共に、増加率も86.0%と大きい。
- v 将来は埋蔵量の豊富な山西省、陝西省、内蒙古自治区を開発重点地区とし大型プロジェクトを開発する計画であり、生産量は拡大すると推定される。

(3) 中国の石炭消費の現状と展望

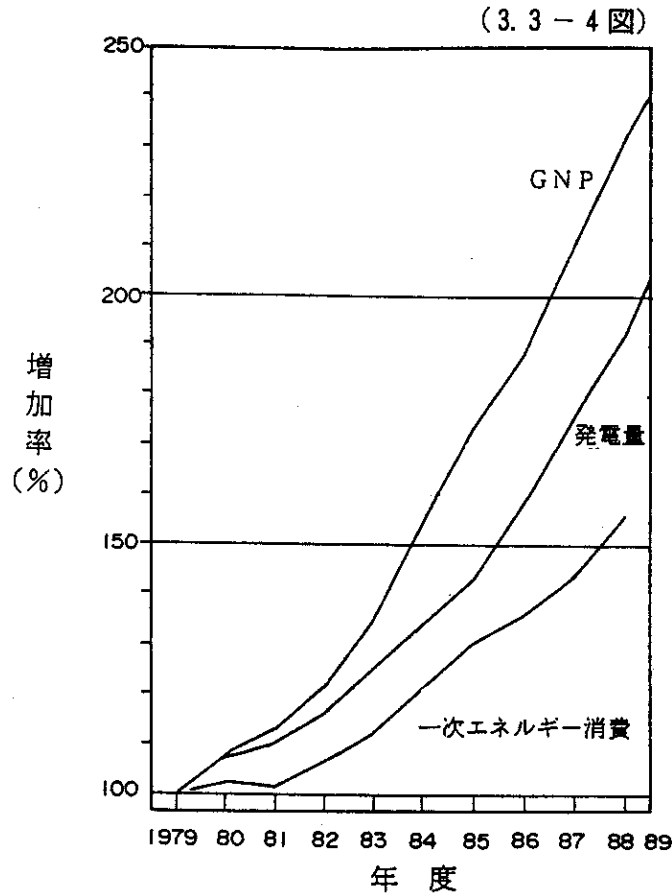
① 一次エネルギー消費実績



- i 中国の一次エネルギー総消費量は米国、ソ連に次ぎ大きい、国民一人当りの消費量は未だ低い水準にある。
- ii 一次エネルギーの生産、消費の中で石炭比率は75%以上と極めて高い特徴を有する。
- iii 消費増加率(1980年比)も極めて大きい。
- iv 2000年に於ける予想消費量は大きく、現状の利用効率では供給不足となり省エネルギーが重要となる。又、消費の石炭比率も現状の70%以上となると推定される。

② 国内の石炭需要と展望

発電量、一次エネルギー需要およびGNPの変化（1979年～1989年）

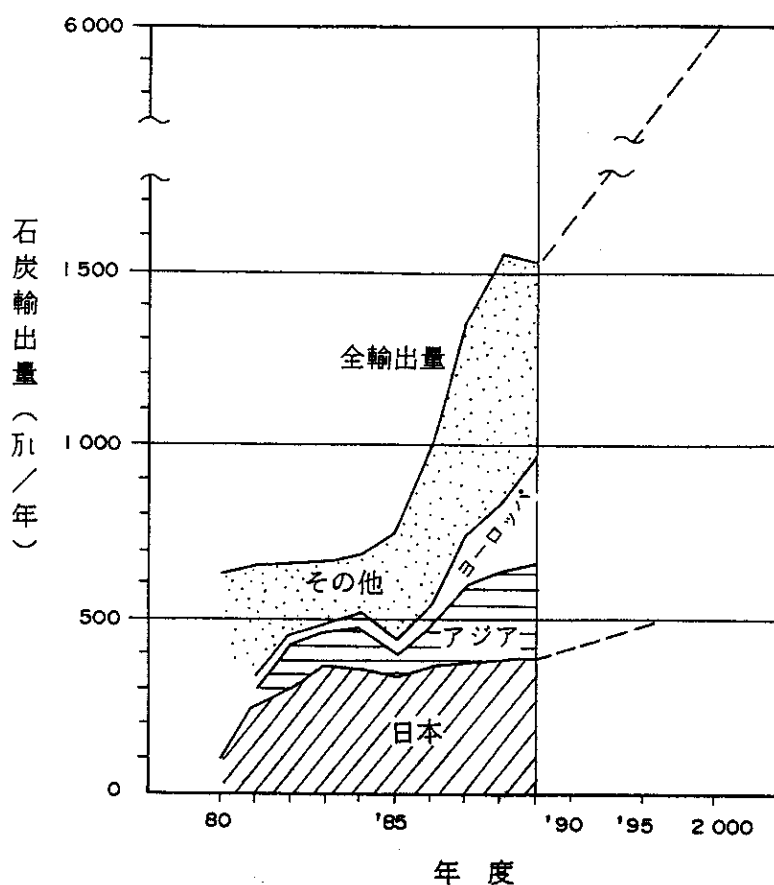


※1979年を 100とする

- i 国民総生産の伸びに比例し、石炭の需要も大きく、今後もエネルギーの需給は逼迫した状態が続く。
- ii 石炭消費中での火力発電は最大の消費先（20%以上）であり、その増加率（1980年比）も年々上昇し、2000年には 3.7倍となり石炭消費量も 450百万 t になると推定される。

(4) 中国の石炭輸出の現状と展望

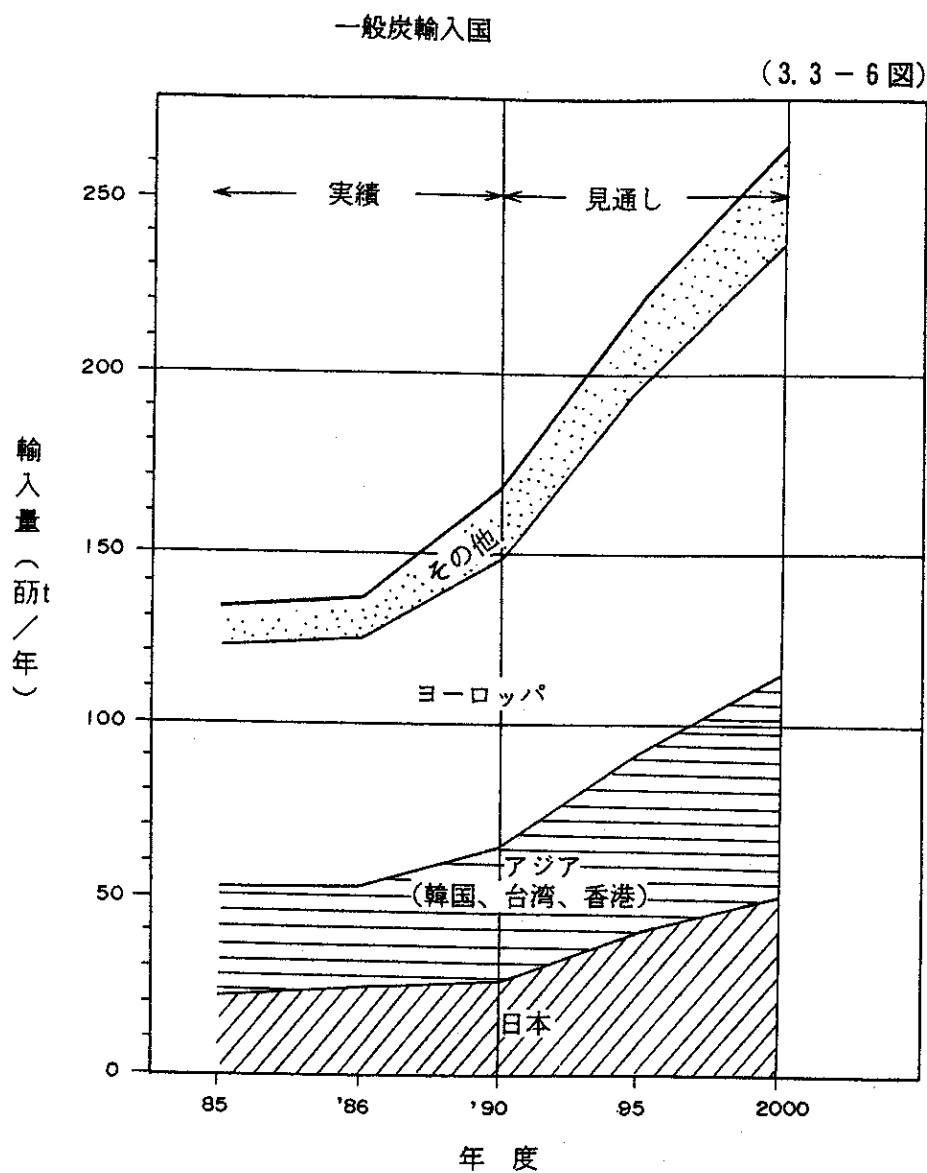
石炭輸出量と輸出国 (3.3-5 図)



- i 輸出比率は生産量の 1.5%程度とわずかであるがその増加率は年々上昇し、2000年には '80年比 9.5倍の60百万 t となると推定される。
- ii 日本は世界最大の石炭輸入国('85年度92百万 t) であるが、その内中国炭は 390 万 t/年と略一定水準であり、日本への輸出比率は逐年の輸出数量の増大により低下の傾向にある。
- iii 日本への石炭輸出は「日中長期貿易協定」により実施されている。
- iv 輸出先別では日本、アジア地域が主力であり、次にヨーロッパ地域の増加率が大い。
- v 日本、アジア地域は近年急速な経済発展を続けており、中国炭の輸出先として今後も重要な市場となる。
- vi 中国の石炭輸出量は少なく、1989年世界の石炭輸出量に占める割合は 3.8%程度である。

3. 3. 2 国際石炭貿易（一般炭）の見通し

(1) 一般炭輸入見通し

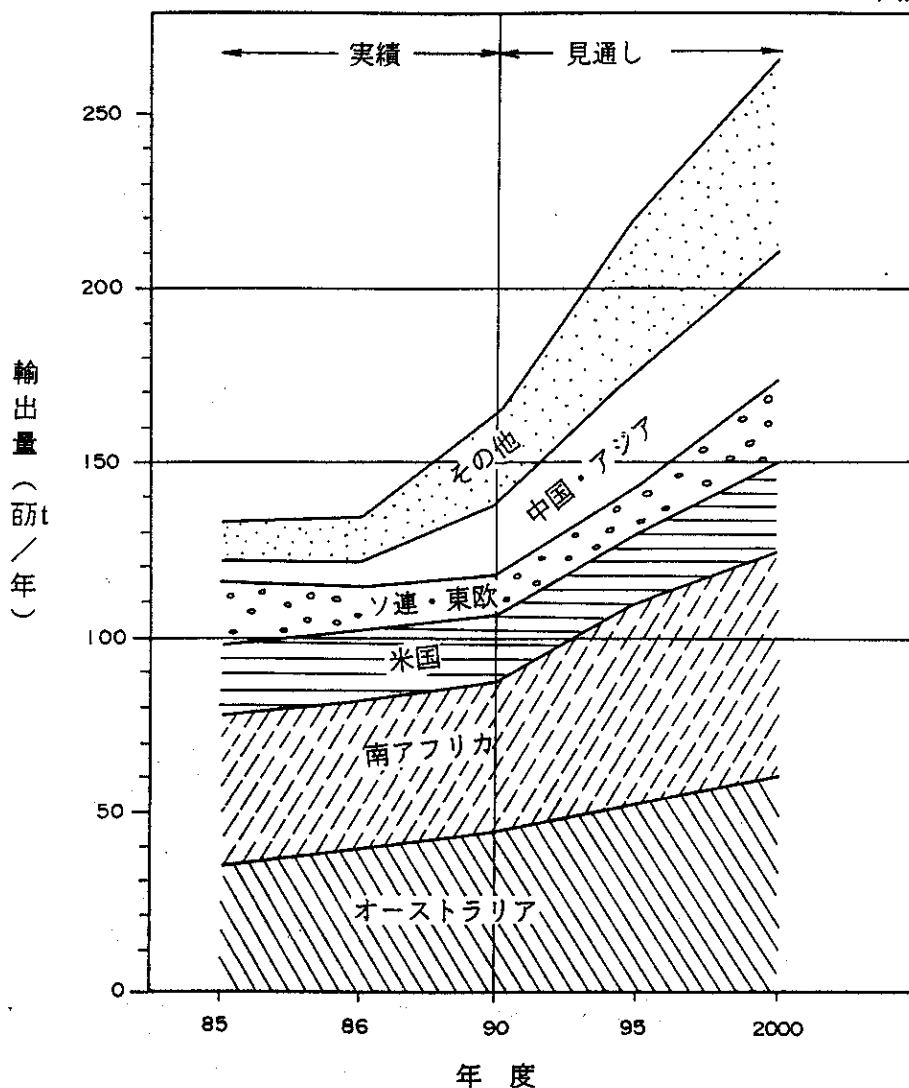


- i 日本は世界最大の輸入国であり、韓国、台湾・香港、マレーシアなどの増加が見込まれる。
- ii アジアの工業国の一般炭貿易拡大は今後の石炭市場に大きな影響を与える。
- iii 西欧諸国では、一般炭輸入は増加するが、特に英国の国内炭生産の縮小による輸入増とイタリアの急増が見込まれる。
- iv アジア、西欧が2大石炭需要地域であることに今後も変化はない。

(2) 一般炭輸出見通し

一般炭輸出国

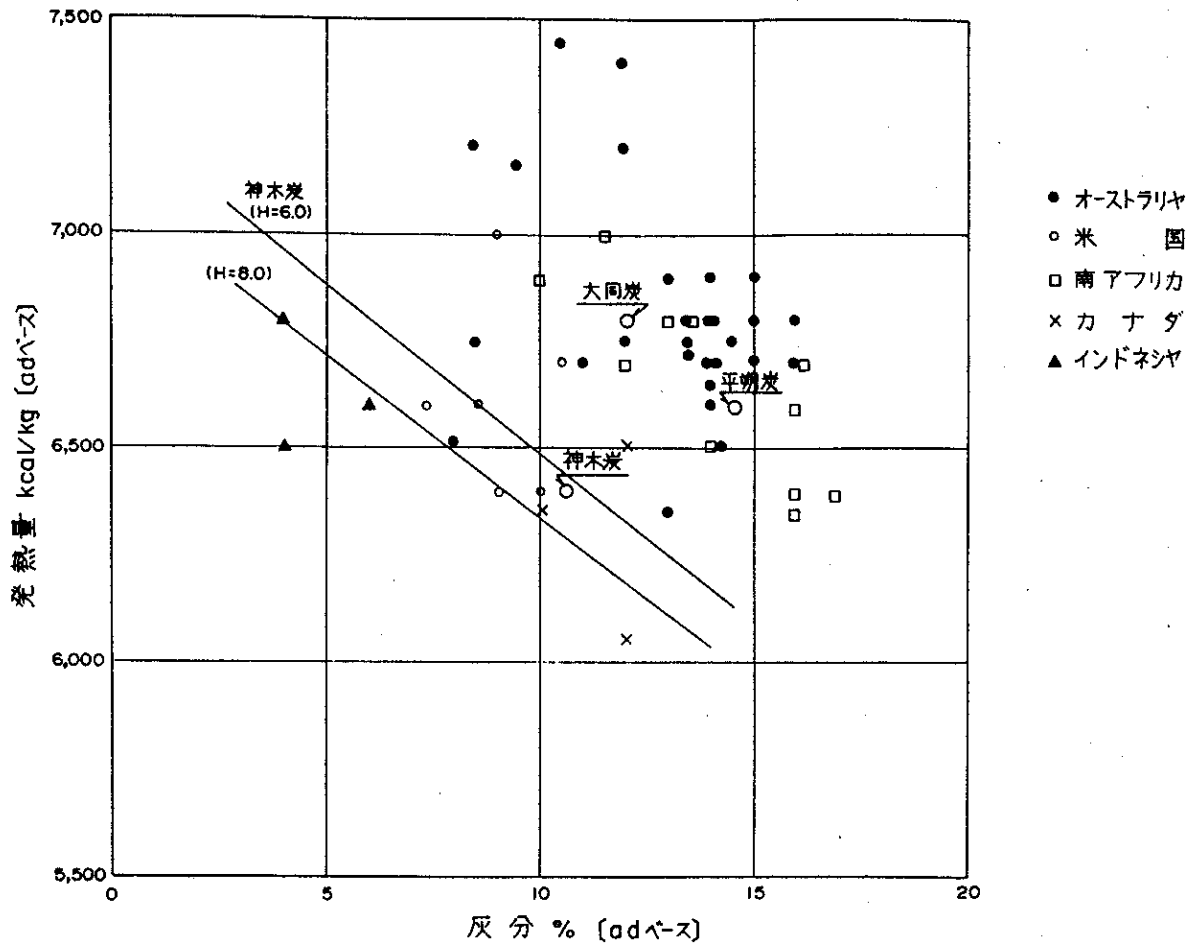
(3.3-7図)



- i オーストラリア、南アフリカ、米国が主要輸出国であり今後も増加が見込まれる。
- ii 南アフリカ、コロンビア、中国、ベネズエラ等が国際石炭市場へ参入すると見込まれる。
- iii 南アフリカ炭は最も安い価格であり、政治的制約のため輸出が制限されているが、政治的要因が解決されればシェア拡大の可能性は高い。
- iv 中国は西欧市場への進出もあるが、アジア市場における主要な輸出国となると見込まれる。しかしながら国内需要が大きく、大幅な進展は難しい。
- v 将来の一般炭市場は需要より供給過剰の競争的市場となり、生産量、輸送インフラストラクチャーの整備、品質の保証等の一連の総合的適正供給体制の確立が輸出拡大の要因となる。

3. 3. 3 輸出炭の品質と銘柄の設定

(1) 日本の輸入炭銘柄（一般炭）と品質（発熱量-灰分の関係）



(2) 中国の対日輸出炭（一般炭）の品質性状

現在の輸出炭品質

(3.3-1表)

銘柄	発熱量 (kcal/kg)	全水分 (%)	灰分 (%)	揮発分 (%)	全硫黄 (%)	灰の溶流点 (°C)
大同炭	6,800	8	12.0	28	1.0	—
新 平朔炭	6,600	固有水分 4.0	14.5	30	1.0	1,500
規 神木炭	6,400	固有水分 6.4	10.6	32	0.5	1,300

(adベース)

(3) 神木精炭の炭質評価

(3.3-2表)

	単位	電力用炭		セメント焼成用炭		※2 神木精炭	評価
		ベース	品質	ベース	品質		
発熱量 kcal/kg		乾炭	6,000以上	恒湿	6,500以上	6,450~6,880	◎
全硫黄 %		恒湿	1.0以下	無水	1.0以下	0.4以下	◎
窒素 %		無水	1.8以下	無水	1.5以下	1.0以下	◎
全水分 %		到着	10以下	到着	8以下	10以下	△
燃料比	—	—	2.5以下	—	2.0以下	2.2以下	○
灰分 %		恒湿	20以下	恒湿	15以下	5~10.5	◎
灰の軟化温度 酸化雰囲気	℃		S.T 1,200以上 F.T 1,300以上		S.T 1,200以上 F.T 1,300以上	F.T 1,300以上	△
灰中 Na ₂ O %		重量%	0.1~3	重量%	1.2以下	—	—
灰アルカリ率	—		※1 0.5以下			0.9以下	△
粉碎性 HGI		—	45以上		45以上	50以上	○
石炭中 Cl %		恒湿	0.05以下	無水	0.05以下	0.02以下	◎
粒度	—	—	—	—	-30mm 80%以上 Max 40mm	Max 50mm	○
その他	—	—	—	—	異物を含まない	—	—

記号	評価
◎	良い
○	やや良い
□	可
△	やや悪い
▲	要注意

(注) ※1
$$\frac{(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}{(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{TiO}_2)}$$

※2 大口径ボーリングの石炭分析値 (精炭S.G -1.4)

- i 神木精炭は一般炭の品質基準に略適合した良質な石炭と評価される。
- ii 神木精炭は水分、灰の熔融性、灰分組成等に若干の懸念がある。

(4) 神木精炭の石炭利用性状評価

(3.3-3表)

利用方法	評 価			
発電用燃料 (微粉炭燃焼)	No.	項 目	大 柳 塔 1-2 煤	大 柳 塔 2-2 煤
	1	燃 焼 性	◎	◎
	2	Slagging性	△	△
	3	Fouling 性	△	□
	4	Nox 発生特性	◎	◎
	5	粉 碎 性	□	□
	6	磨 耗 性	□	□
	7	SOx	◎	◎
	8	集 塵 性	□	△
	9	Cl・V	◎	◎
10	総 合 評 価	○	○	
ガス化性	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 噴流床方式でのガス化反応性は良好 ◦ 流動床方式では適さず 			
CWM化性	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 固有水分が高いため高濃度化困難 (62.3%) ◦ 灰分が低いため CWMのレオロジ特性が悪く静置貯蔵性が劣る 			
自然発火性	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 自然発火し易い石炭であり、取扱いに注意要す 			

(5) 輸出銘柄の設定

輸出精炭の設定

(3.3-4表)

銘 柄	灰 分 (%)	固有水分 (%)	揮発分 (%)	全硫黄 (%)	⁽²⁾ 発 熱 量 (kcal/kg)	灰溶流点 (°C)
5.0A精炭	5.0	8.0	33.4	0.5	6,700	1,300以上
7.0A精炭	7.0	8.0	32.7	0.5	6,600	''
9.0A精炭	9.0	8.0	31.9	0.5	6,400	''
* 10.5A精炭	10.6	6.4	32.0	0.5	6,400	''

※ '91年対日輸出銘柄

(1) a d : 気乾ベース

(2) 灰-発熱量関係式 (中国分析値 2⁻²層)

3. 4 炭鉱開発計画

3. 4. 1 計画の基本

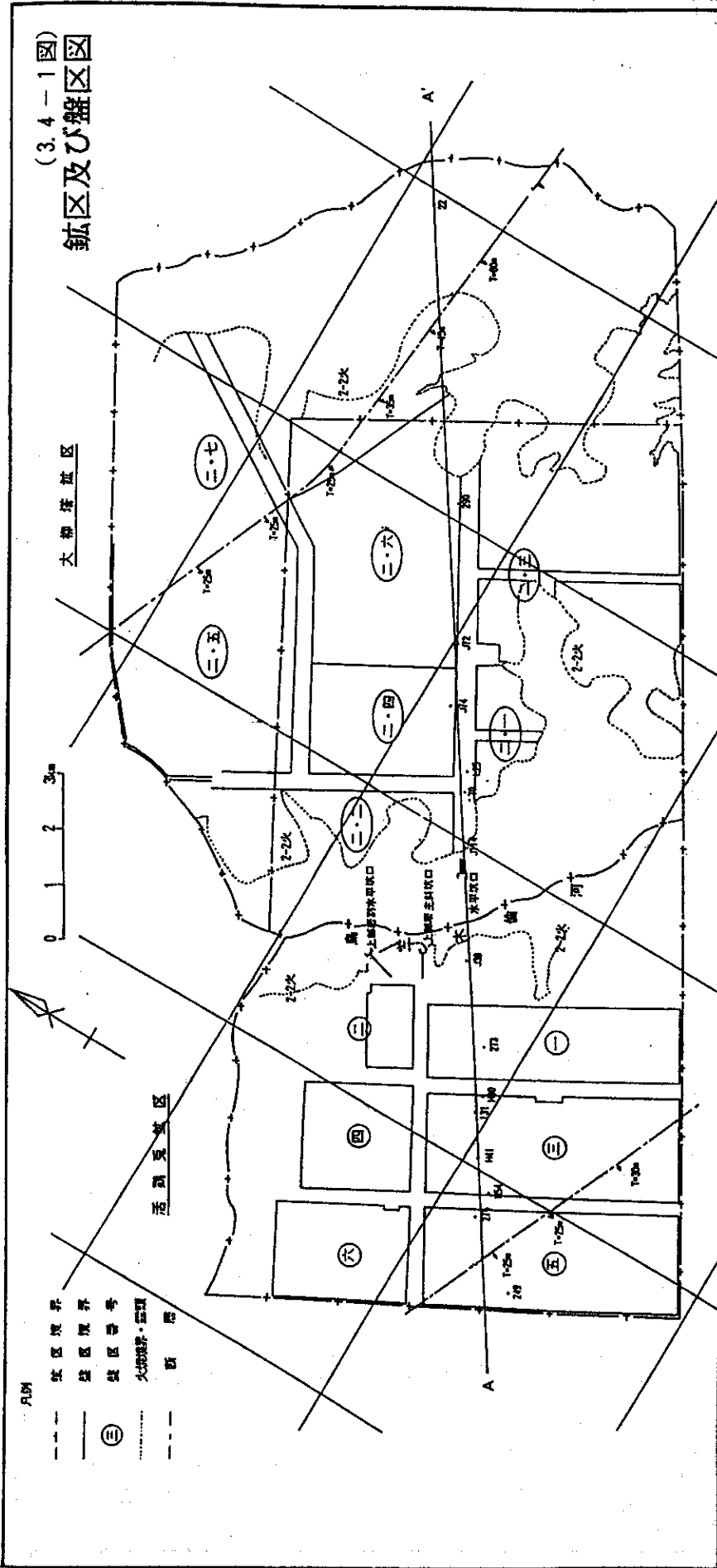
本プロジェクトは 100年以上の長期に亘る遠大な計画であり、長期の基本構想は極めて重要なことであるが、将来的には社会、経済情勢の変化及び技術の革新も予想されることから、現在の技術水準が通用する最大限の期間（20～30年）に焦点を絞り、2020年迄の採掘を調査対象期間とした。

大柳塔・活鶏兎両炭鉱開発の概要は次項「3. 4. 2 中国F/Sの概要」の通りであり、一部変更が予想されるが、基本的には大幅な変更はないものと思われるので、これを基に検討した。

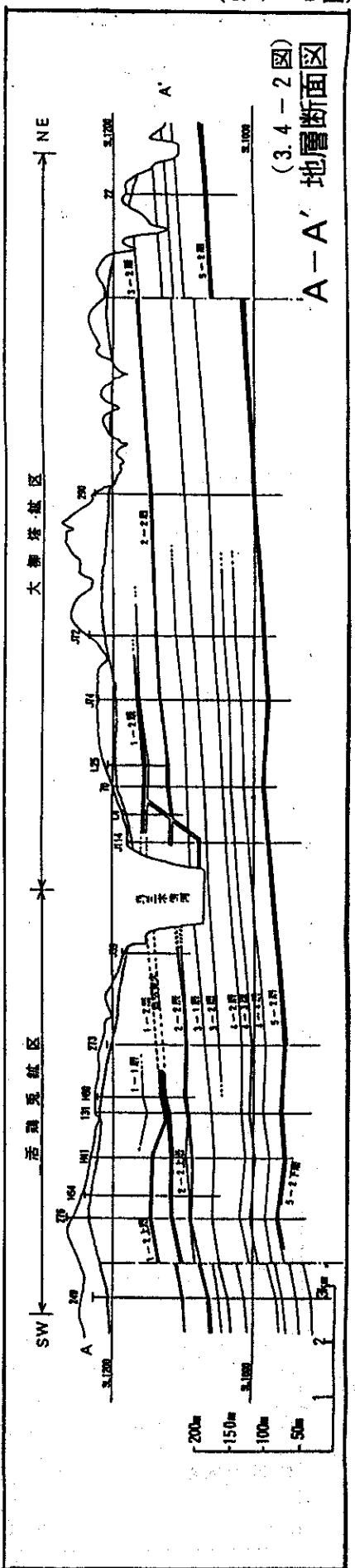
尚、計画出炭確保（大柳塔炭鉱 600万t/年、活鶏兎炭鉱 500万t/年、合計 1,100万t/年）については、総合的に検討した結果、計画出炭の達成を懸念したが、1,100万t/年は中国政府の承認した国家的目標であることから、出炭確保のために既述「2. 4 大柳塔・活鶏兎炭鉱開発の（2）評価」の7つの項目を満足させ万全を期すことを条件に、本プロジェクトを推進することとした。

よって基本出炭量は中国F/S等を勘案し、更に掘進炭量を加えて大柳塔炭鉱 630万t/年、活鶏兎炭鉱 530万t/年、合計 1,160万t/年を目標とした。

鉢区及び盤区图 (3.4-1 图)



A-A' 地層断面图 (3.4-2 图)



3. 4. 2 中国F/Sの概要

中国の計画設計変更により、一部内容が変わることがあるが、現時点での基本計画の大筋は次の通りである。

(3.4-1表)

	大 柳 塔		活 鷄 兔
	水平坑 (第Ⅰ期)	斜 坑 (第Ⅱ期)	(前 期)
1. 鉱区面積 (km ²)	131.54 [南北 約10.4km 東西 約13.8km]		60.56 [南北 約8km 東西 6~8km]
2. 可採埋蔵量 (万t)	37,424	62,074	67,383
3. 生産規模 (万t/年) 出炭能率 (t/人・日) 生産人員 (人)	300 16 625	300 8 833	500 6 2,778
4. 採掘年数 (年)	89	118	96
5. 開発時期	'87年9月着手 '93年12月完成予定 (6年4ヶ月) 開発の状況 ('91年7月現在) ・掘削延坑道長 約21,500m ・稼働掘進切羽 5切羽	'92年10月着手予定 '96年12月完成予定 (4年3ヶ月)	'92年4月着手 '97年6月完成予定 (5年3ヶ月)
6. 開発方式	水平坑 水平坑口 (SL. 1,075.5m) 主坑道: BC (入気) 副1・2坑道: 人, 資材 運搬 (入気)	斜坑 斜坑口 (SL. 1,075.5m) 主坑道: BC (入気) 副坑道: 人, 資材運搬 (入気)	水平坑, 斜坑組合せ 坑口 ・主斜坑口 (SL. 1,130m) ・副水平坑口 (SL. 1,105m) 主坑道: BC (入気) 副坑道: 人, 資材運搬 (入気)
7. 開発坑道長 (m)	47,131 [岩石: 5,919(12.6%) 沿層: 41,212(87.4%)]	47,259 [岩石: 3,689(7.8%) 沿層: 43,570(92.2%)]	46,042 [岩石: 2,565(5.6%) 沿層: 43,477(94.4%)]
8. 操業体制	300日/年 3交替/日 (2方採炭, 1方整備) 出炭時間 14h/日	同 左	同 左

(3.4-1表)

	大 柳 塔		活 鷄 兔
	水平坑 (第Ⅰ期)	斜 坑 (第Ⅱ期)	(前 期)
9. 対象炭層 (当初設定切羽)	1 ⁻² 層 (1切羽) 2 ⁻² 層 (1切羽)	5 ⁻² 層 (2切羽)	1 ⁻¹ 層 (R&P) 1 ⁻² 層 (1切羽) 2 ⁻² 層 (1切羽)
10. 天盤	大部分が細砂岩, 粉砂岩, 中粒砂岩	大部分が粉砂岩, 細砂岩, 砂質泥岩	大部分が細砂岩, 粉砂岩, 中粒砂岩
11. 採掘盤区数	1 ⁻² 層 3盤区 2 ⁻² 層 7盤区	1 2盤区	6盤区
12. 採掘方式	後退式長壁総合機械化切羽 切羽長 160m, 220m 片盤長 1,300~2,800m 採掘高さ 2.5~4.3m 1切羽出炭規模 80~300 万t/年	同 左 切羽長 200m 片盤長 1,800~2,000m 採掘高さ 1.9~3.3m 1切羽出炭規模 90~100 万t/年	同左 及び 一部R&P 切羽長 180m, 250m 片盤長 1,000~2,000m 採掘高さ 1.9~5.0m 1切羽出炭規模 180~280 万t/年
13. 通気体制	当初は、入気 4本 排気 2本 総排気量 9,000m ³ /min (150m ³ /sec) 1盤区独立通気	当初は、入気 3本 排気 2本 総排気量 12,840m ³ /min (214m ³ /sec) 同 左	当初は、入気 3本 排気 2本 総排気量 14,490m ³ /min (241.5m ³ /sec) (但し扇風機容量) 同 左
13. 揚炭BC	出力: 1,600kw L=4,722m, W=1,200mm V=4m/sec, Q=2,200t/h	出力: 2,000kw L=4,282m, W=1,200mm V=4m/sec, Q=1,800t/h	出力: 3,000kw L=4,536m, W=1,200mm V=6m/sec, Q=2,600t/h
14. 保安対策	ガス・炭塵爆発, 自然発火, 出水及びその他の保安対策 坑内集中監視システム	同 左	同 左
15. 環境保護対策	生産・生活污水处理, ボイ ラー廃棄物処理, 水土保持, 騒音防止, 地表陥没防止, 緑化等	同 左	同 左
16. 総投資額 (万元) (元/t)	56,439.01 (188.13)	59,055.34 (196.85)	104,686.77 (209.37)
17. 出炭原価 (元/t)	36.30	40.84	44.92

3.4.3 採掘計画（原炭出炭量、品位算出）

原炭出炭量、品位算出に当っては「3.4.1 計画の基本」に既述した出炭確保の条件をクリアすることを前提として、次の条件項目等を基に採掘範囲、採掘炭量、原炭品位等をコンピューターにて算出した。

① 長壁式採炭切羽の採掘範囲と採掘順序

- i 大柳塔炭鉱の長壁式採炭による生産は、1992年10月の1⁻²層における出炭開始後2020年までの期間中、水平坑2切羽、斜坑2切羽の4系統の切羽を稼働させる計画とした。
- ii 活鷄兎炭鉱における長壁式採炭は1996年10月2⁻²層の2盤区における出炭開始後2020年までの期間中、2系統の切羽を稼働させる計画とした。

② R & P（柱房式）採炭切羽の採掘範囲と採掘順序

活鷄兎炭鉱の1⁻¹層は炭層賦存状況から長壁式採炭切羽の設定は不利と判断されるが、炭層が比較的厚くまとまった面積のある4盤区と、骨格構造の形態から同じく長壁式切羽の設定が不利と判断される1盤区（1⁻²層、2⁻²層）においてR & P採炭を計画した。

③ 採掘制限区域（保安炭柱）

保安確保の観点から、採炭切羽近傍の炭層火焼跡区域・盤区境界・断層付近・地表の重要施設直下については、一定の基準で保安炭柱とし採掘範囲の対象から除外した。

④ 長壁式採炭切羽の稼行条件

i 大柳塔炭鉱

(3.4 - 2表)

系統	機械化方式	盤区	炭層	切羽長 (m)	稼行丈			実収率 (%)	目標出炭量	出炭開始年月	
					最大m	最小m					
1	国産総合機械化切羽	102	1 ⁻¹ 層	160	単層	4.3	2.5	93	'92 : 20万t/3ヶ月 '93~: 80万t/年	1992年10月	
					スライシング上段	4.3	2.5	93			"
					" 下段	4.3	2.5	93			"
		101	1 ⁻¹ 層	160	スライシング上段	4.3	2.5	93	70万t/年		
					" 下段	4.3	2.5	93	"		
		103	1 ⁻¹ 上層 1 ⁻¹ 層	160	単層	4.3	2.5	93	70万t/年		
					スライシング上段	4.3	2.5	93	"		
					" 下段	4.3	2.5	93	"		
		2	高産高効総合機械化切羽	206	2 ⁻² 層	220	単層	4.3	2.7		95
204	2 ⁻² 層			220	単層	4.3	2.7	95	300万t/年		
207	2 ⁻² 層			220	単層	4.3	2.7	95	300万t/年		
3	国産総合機械化切羽	501	5 ⁻² 層	200	スライシング上段	3.3	1.9	93	'96~: 90万t/年	1996年1月	
					" 下段	3.3	1.9	93	"		
4	国産総合機械化切羽	503	5 ⁻¹ 層	200	スライシング上段	3.3	1.9	93	'97~: 100万t/年	1997年1月	
					" 下段	3.3	1.9	93	"		

大柳塔炭鉞採掘工程・生産量 (計算結果) (3.4-4表)

採掘 地区	採掘 可採 埋藏量 (万t)	生産能力 (万t/年)	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	2020	
			年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年
水平坑開采施工準備 建設計画							4年											41	17	73	88	70	71	67	75	70	67	75	2								
一	1-1	1,088.8																																			
二	"	611.0																																			
三	1-2 1-2	1,261.9					19	81	80	80	76	85	76	78	81	81	76	61																			
二	2-1	948.7																																			
二	"	2,256.3																																			
三	"	3,574.9																																			
四	"	2,538.5																																			
六	"	6,902.5																																			
七	"	6,027.9																																			
掘進炭等																																					
出	炭	計					17	24	29	25	38	38	38	38	38	38	38	38	38	37	37	37	39	37	38	37	38	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37
斜坑開采施工準備 建設計画																																					
五	5-1	3,977																																			
三	"	4,582																																			
五	"	4,394																																			
掘進炭等																																					
出	炭	計					5	20	30	20	30	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
出	炭	合計					17	43	115	308	445	523	631	620	638	626	628	623	627	619	613	611	636	614	627	615	612	619	615	610	614	628	612	598	596	616	

ii 活鷄兎炭鉱

活鷄兎についても、略同様の稼行条件を入力し計算した。

⑤ 計算結果

- i 原炭生産量については、大柳塔は生産体制が整う1997年以降平均 620万t/年で推移し、活鷄兎は2000年以降平均 520万t/年で推移する。
- ii 品位については、大柳塔の初期に1⁻²層の夾み等の影響を受け、稍不安定な時期はあるがその後炭層及び採掘条件の好転に伴い、両炭鉱とも比較的安定する。

(3.4-3表)

	累計出炭 (万t)	年平均出炭 (万t)	平均灰分 (%)	平均発熱量 (Kcal/kg)
大柳塔	16,297	620	11.73	5,970
活鷄兎	12,321	520	10.73	6,100
計	28,618	1,140	11.30	6,030

3. 4. 4 中国F/Sの検討結果

(1) 調査採掘対象箇所の炭層状況

- i 地質構造は地層が略水平に近く、断層も少なく、非常に単純で炭層の賦存状態も安定しており、総合機械化採炭の大型炭鉱として良好な地質的採掘条件が整っていると評価される。
- ii 但し、1⁻²層については浅部のため、炭層火焼跡区が存在し（一部2⁻²層を含む）、量的、質的には他の層と比較して、稍劣るが、年間100万t/切羽以上の採掘出炭規模で30年以上の可採年数を有する。

(2) 開発方式、骨格構造

- i 総体的には恵まれた地形を利用した水平坑及び斜坑開坑方式の基本構想を確立し、坑道は直線的にBC、運搬、通気用と明確に区分されている。通気システムも盤区毎に独立通気を採用し、有事の場合の回避も容易であり、大型モデル炭鉱の骨格構造を呈している。
- ii 但し一例として、大柳塔水平坑の既掘主水平坑道（BC）は有効断面積8.2m²～9.4m²、敷幅3.2m～3.6mと小さく、BC補修の為に機器、予備ベルト等の搬入空間がなく修理、点検に難渋すると判断される。状況によっては開発工事が終り生産操業課程で、計画的に坑道断面拡大工事を行うことも検討課題である。

(3) 掘削掘進方式

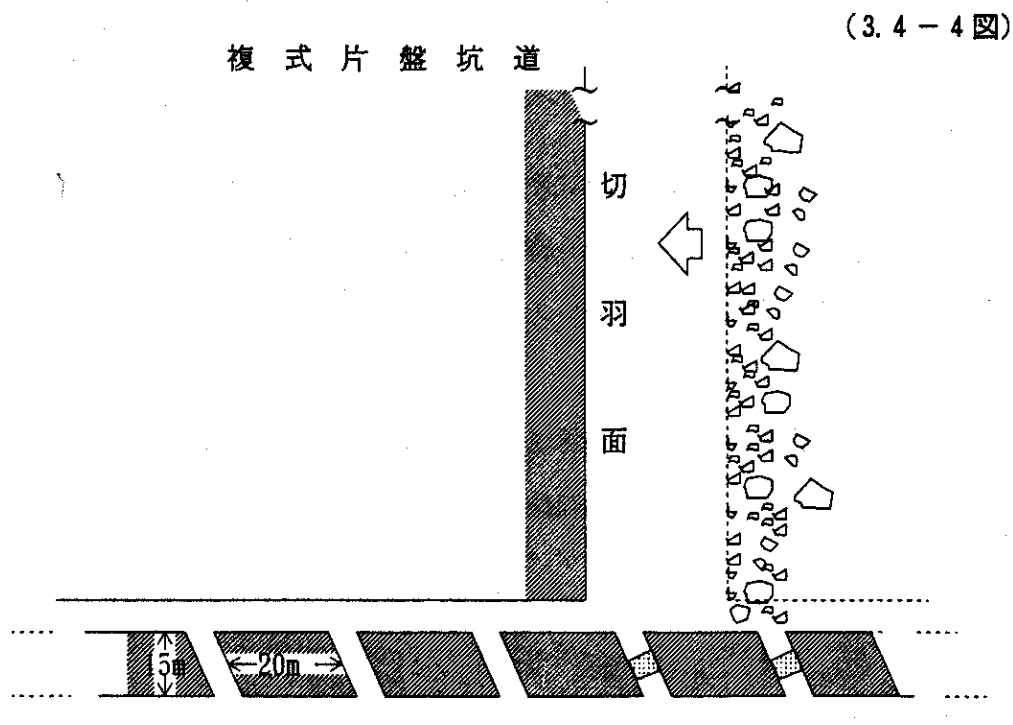
- i 岩石坑道は開発当初の坑口坑及び連絡坑道等であり、全坑道長の一割にも満たない程度で、坑道の殆んどが沿層坑道掘進による展開である。
- ii 掘進方式は総合機械化掘進システムであり、機械化への技能習熟充実のほか、それ程の問題はない。
- iii 要は機電設備の操作、保安管理の徹底であり、掘進・運搬の一連のシステムの円滑化を図り、計画掘進長を確保することである。

(4) 採掘切羽片盤坑道

i 国産総合機械化切羽における片盤坑道は肩深各一本で設計され、隣接切羽の採掘時には再度使用する計画である。岩盤は堅固であるが、片盤坑道維持には懸念され、通気上も自然発火防止上も好ましい状態とは言い難い。更に採掘跡空間は広範囲に広がり、切羽面への盤圧集中或いは採掘深度が浅いので地上陥没等を惹起する懸念もある。

従って、肩深いずれかの坑道を複数にし、保護炭柱を設けることも検討課題である。

ii 次に高産高効総合機械化切羽において、複片盤方式が採用されることは評価される。しかし(3.4-4図)の如く目抜き間隔が20mであり、採掘切羽の跡方目抜の閉塞処理数が多く、その目抜の気密の不完全性による自然発火が懸念される。従って、その目抜き間隔を機械化複式掘進方法の許す限り大きく取り、即ち、出来れば一般的な60~70m程度に取り、採掘切羽跡方目抜処理数を減らすことも検討課題である。



(5) 分層採掘（スライシング採掘）方式

- i 手作業による敷込みの方法は、各炭鉱で採掘条件、方法に応じて試行錯誤の経験より積み上げられるのが一般的でそれ程難しいものではないが、何れにしても分層採掘は単層採掘に比して実収率は高くなるものの出炭能率低下、出炭原価の高騰は否めない。
- ii 従って、分層採掘開始時点までには類似炭鉱の方法を研究し、自走支保との組合せと敷込みシステムを開発し、出炭能率の向上、原価低減等の策を講ずる必要がある。

(6) 採掘高さ

- i 炭層は総体的に厚く、比較的安定していて、採掘切羽では出来る丈厚く採掘し又、5 m以上の厚層の安定した箇所はスライシング採掘（分層採掘）することが資源の有効採取の観点から望ましく、中国の計画高さ4 m前後はその点からは評価される。
- ii 採掘高さは自然条件に制約を受けることは申すまでもないが、切羽作業性・安全性、自走支保・採炭機・コンベヤー等の一連の機器の性能、操作保守管理等を総合的に判断して、2.5m前後から3.0m前後が、一般的に切羽管理上比較的容易で、長期的安定出炭維持には効果的である。

(7) 切羽長

- i 本計画切羽長160～250mは数値的には妥当なところである。
- ii しかし、採掘箇所の被り深度は比較的浅いが、天盤の岩種が主に砂岩系で非常に堅固であることから、採掘跡天盤が吊天盤状態になる可能性が高い。その集中地圧による炭壁崩壊等の異常を危惧すれば、状況により隣接切羽片盤間に適正な保護炭柱の設定及び切羽長短縮を含めた適正切羽長の検討等が必要である。

(8) 揚炭

- i 各切羽からの産出炭は片盤BC（ベルトコンベヤー）、盤区BCを経て、主坑道BCより坑外へ搬出される一貫したBCシステムである。揚炭能力的には、特に大柳塔水平坑に於いては出炭計画変更に伴ない現有設備を増強して使用するが、ピーク出炭時には設備容量一杯となる。
- ii 従って、BC運搬調整等の細心の管理が肝要である。
- iii ベルト長4,000m以上の大容量のベルト速度は大柳塔両坑で4～6 m/sec(240～

360m/min) と高速であり、運搬量増強のための速度増大は振動騒音の増大、キャリア、リターンローラの寿命短縮やベルト片寄り、スリップ等の故障の要因を潜在し、必ずしも効果的方策ではない。

- iv むしろ速度低減化により保安の向上はもとより、故障の減少、省設備及び設備更新の延長、保守人員の削減等総合的に考慮すれば安定出炭、原価低減に連なるなどの利点がある。

(9) 保 安

- i 特に、当炭田の炭質は自然発火性向が強いとされているし、地表に近い炭層に火焼跡区が存在していることもあり、万全の策を講じることである。
- ii 両炭鉱とも坑道展開の90%以上は沿層坑道であるが、主要坑道及び盤区坑道は切り石ブロック積み又はルーフボルト・モルタル吹付支保で石炭の露出が少なく自然発火防止上高く評価される。又、炭層は堅く坑壁の崩壊も少なく、主に天盤付きで採掘され、採掘切羽は後退式長壁式総崩し方式が主体であることから、採掘跡の処理、不要坑道の密閉を確実に実施すれば概念的にはそれ程の問題は生じない。
- iii 要は、適切な採掘方式の選択、要注意箇所の的確な処理、人的監視観測及びセンサー設置による集中監視等の大型炭鉱に則した具体的対策を樹立し確実に実施し、災害の未然防止を図ることが肝要である。

(10) 教 育

- i 総合機械化炭鉱として、主要設備は殆ど輸入機器であり、機械化に対する技術・技能の高度の習熟には懸念がある。
- ii 又、従業員の保安に対する意識の昂揚を図り、諸対策を的確に実行することが重要な課題であり、技術・技能教育を含めた教育組織の確立が望まれる。

3. 5 炭質管理センター計画

3. 5. 1 中国F/Sの選炭計画

(1) 現 状

選炭工場の建設は両炭鉱の出炭推移に合わせて段階的に建設し、現在第1期 600万t/年の建設が進められている。

(3.5-1表)

		工 程	能 力 (万t/年)	選 炭 方 式	対 象 炭 鉱
第1期 選炭工場	初期	'91年完工	600	乾式 { 破碎, 分級 } 50mm~0mm	大柳塔
	後期	'91年~'94年	600	水選 (50mm~13mm) 本格貨車積込	活鷄兔
第2期 拡張選炭工場		未 定	(600増設) 1,200	検 討 中	大柳塔 活鷄兔

(2) 拡張計画

第2期の拡張選炭工場 (増設 600万t/年) について、中国は現在3方案を検討中で未だ確定していない。

(3.5-2表)

方 案	増設工場能力 (万t/年)	方 案 式
第1案	600	第1期選炭工場と同一プロセス
第2案	600	乾式工場を増設、粒度 (50mm~300mm)
第3案	600	150~300(万t/年) を簡易選炭 300~400(万t/年) を乾式処理

3. 5. 2 選炭計画

(1) 選炭設備

① 原炭性状対比（粒度構成、浮揚物特性）

・粒度構成

原炭粒度構成の変動が見込まれるため本計画においては、+13mm割合と-0.5mm割合に安全率を見て（3.5-3表）の値を採用した。

(3.5-3表)

粒度 (mm)	計 画 案		中国F/S	
	重量 (%)	灰分 (%)	重量 (%)	灰分 (%)
50~13	50	11.5	51	13.6
13~0.5	30	10.0	32	11.4
-0.5	20	13.8	17	15.5
計	100	11.5	100	13.2

・浮揚物特性

中国F/Sの原炭は大口徑ボーリング試験における2⁻²層と略同一である。本計画においては採掘計画に基づき、1⁻²層、2⁻²層、5⁻²層の合成原炭を用いた。

(3.5-4表)に見られるように同一比重レベルで本計画の灰分が0.3から0.9高くなる。

(3.5-4表)

	計 画 案		中国F/S	
	重量 (%)	灰分 (%)	重量 (%)	灰分 (%)
F 1.3	50.4	2.8	49.0	2.5
F 1.4	85.1	4.0	82.6	3.6
F 1.5	89.5	4.6	84.9	3.9
F 1.6	90.4	4.8	86.1	4.1
F 1.8	91.8	5.3	86.8	4.4
原 炭	100	11.5	100	12.9

② 選別対比

(3.5-5表)に見られるように計画案の硬灰分と2号炭灰分が中国F/Sに比較して高い。

(3.5-5表)

		計 画 案		中国F/S	
		灰分 (%)	重量 (%)	灰分 (%)	重量 (%)
精炭	ジク精炭	5.0	49.8	5.0	49.0
	乾粉炭	11.7	44.0	13.7	42.4
	小計	8.1	93.8	9.0	91.4
2号炭 原炭	2号炭	51.6	3.8	31.8	3.6
	硬炭	79.5	2.4	78.4	5.0
	原炭	11.5	100	13.3	100

③ 設備配置

設備配置は(3.5-1図)に示す。

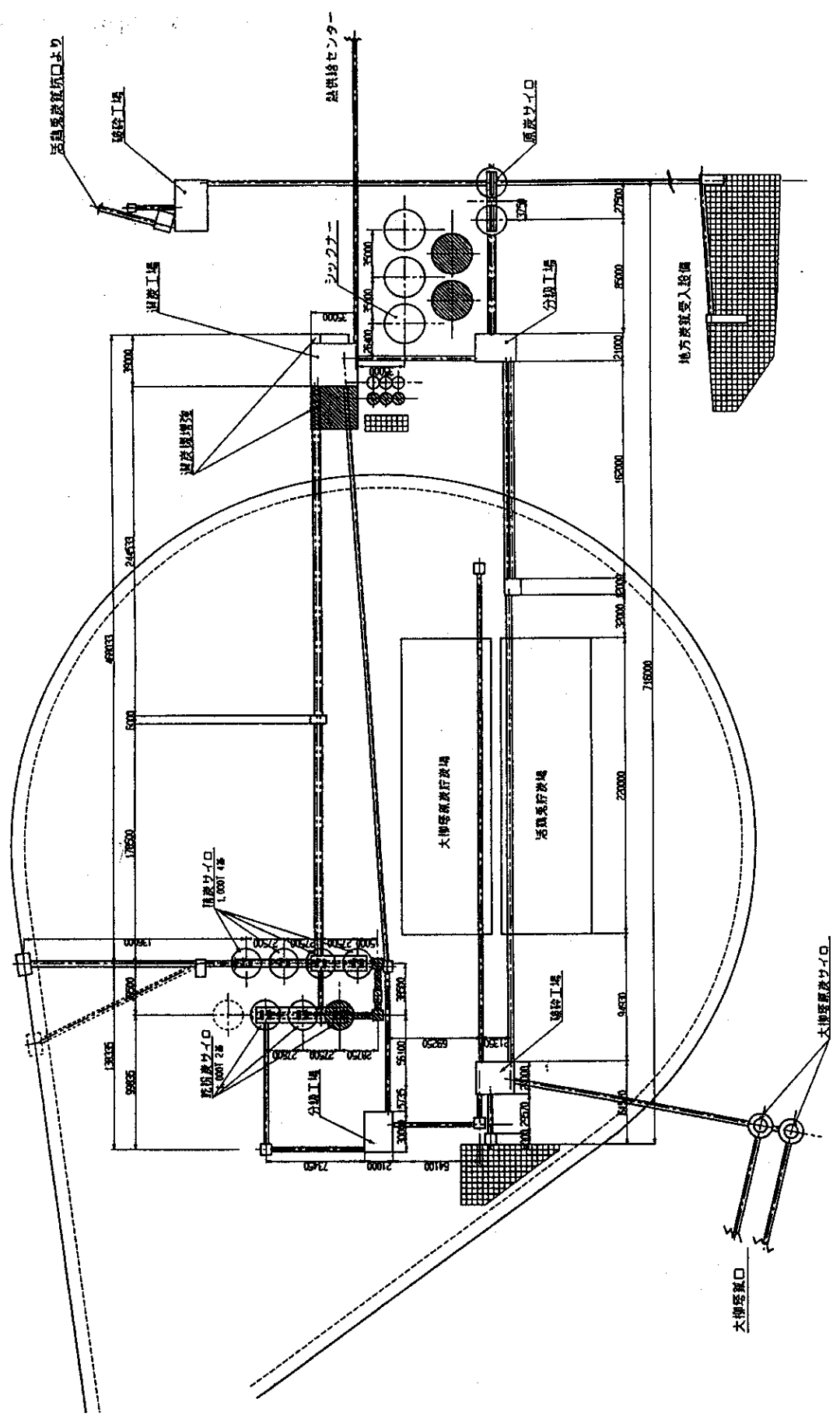
神府東勝鉦区炭質管理センター

選炭機増強計画

増強設備

A B C D E F

(3.5-1 図)



④ 設計基準

	諸 元		
炭量	1,200 (万t/年)		
原炭量	720 (万t/年)		
炭量	300 (日/年)		
選炭機設備能力	4,200 (t/h)		
水選機設備能力	3,500 (t/h)		
選炭機設備能力	2,100 (t/h)		
選炭産物	5%精炭、乾粉炭、2号炭、硬		
単位装置運転条件			
分級			
	原炭	水選原炭	水選溢流
分級粒度 (mm)	50	13	13, 0.5
効 率 (%)	100	83	100, 60
空 気 動 シ ャ ー			
	比能力 (t/m ² ・h)	16	
	効 率 (I)	1槽 0.18, 2槽 0.19	
フ ィ ル タ ー プ レ ス			
	能 力 (kg/m ² ・h)	25	
シ ャ ー			
	沈降速度 (mm/min)	35	

⑤ プロセスフロー

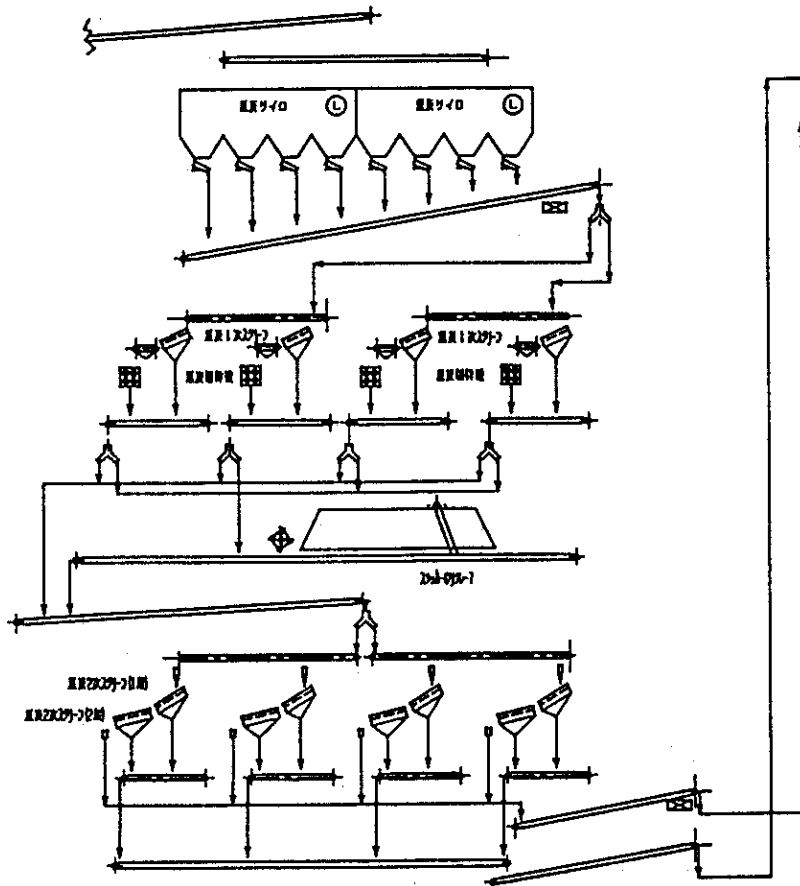
原炭受入系統、破碎・篩分系統、水選系統、製品炭貯炭・積込系統のプロセスフローを(3.5-2図)に示す。

3.5.3 混炭計画

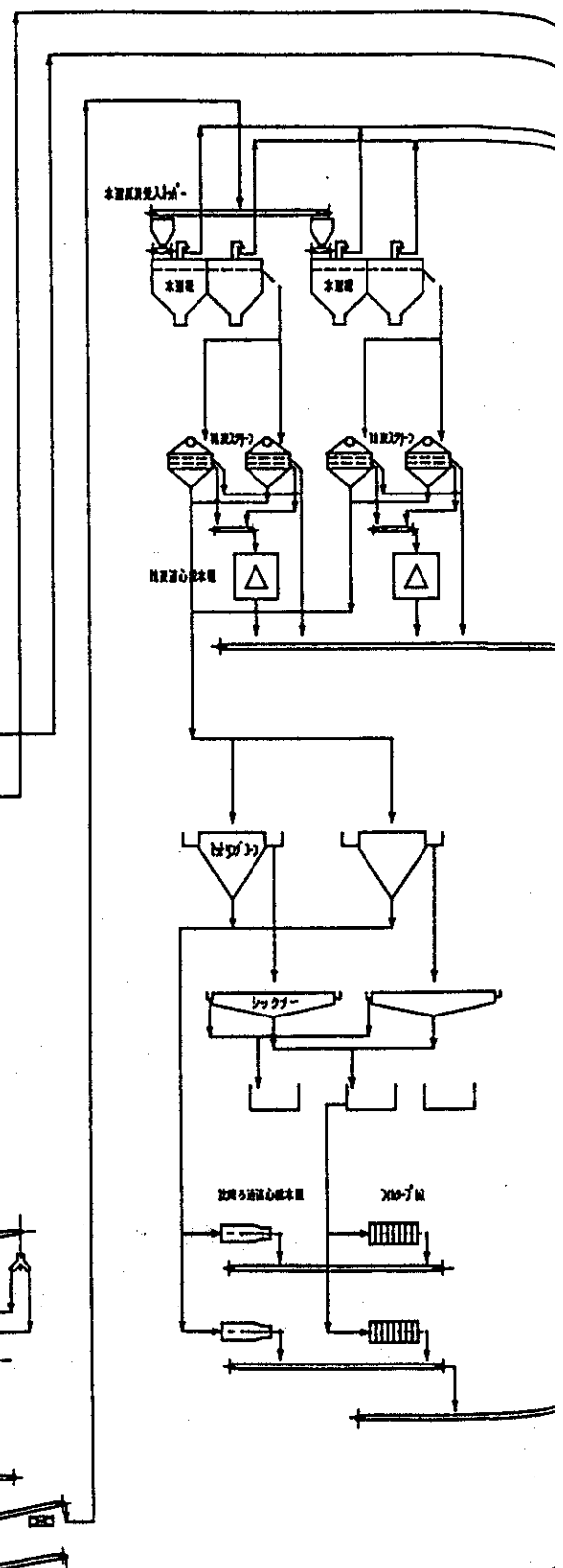
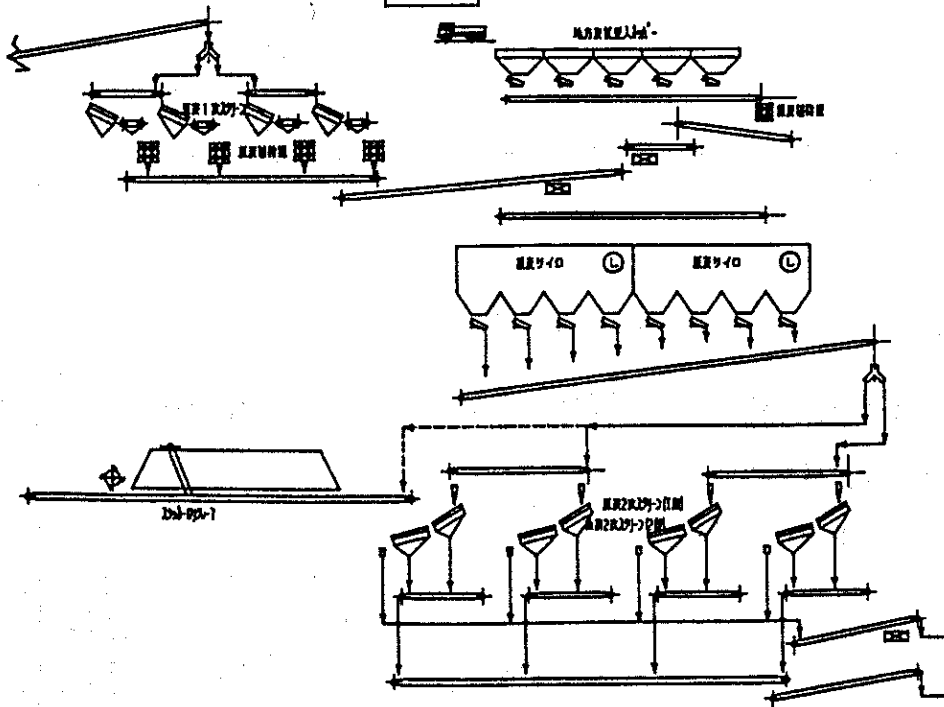
混炭方法は灰分5%精炭と乾粉炭を別々のサイロに貯炭、その後一定比率で両者を払出して共通コンベア上で混炭を行なう。

混炭制御システムを(3.5-3図)に示す。

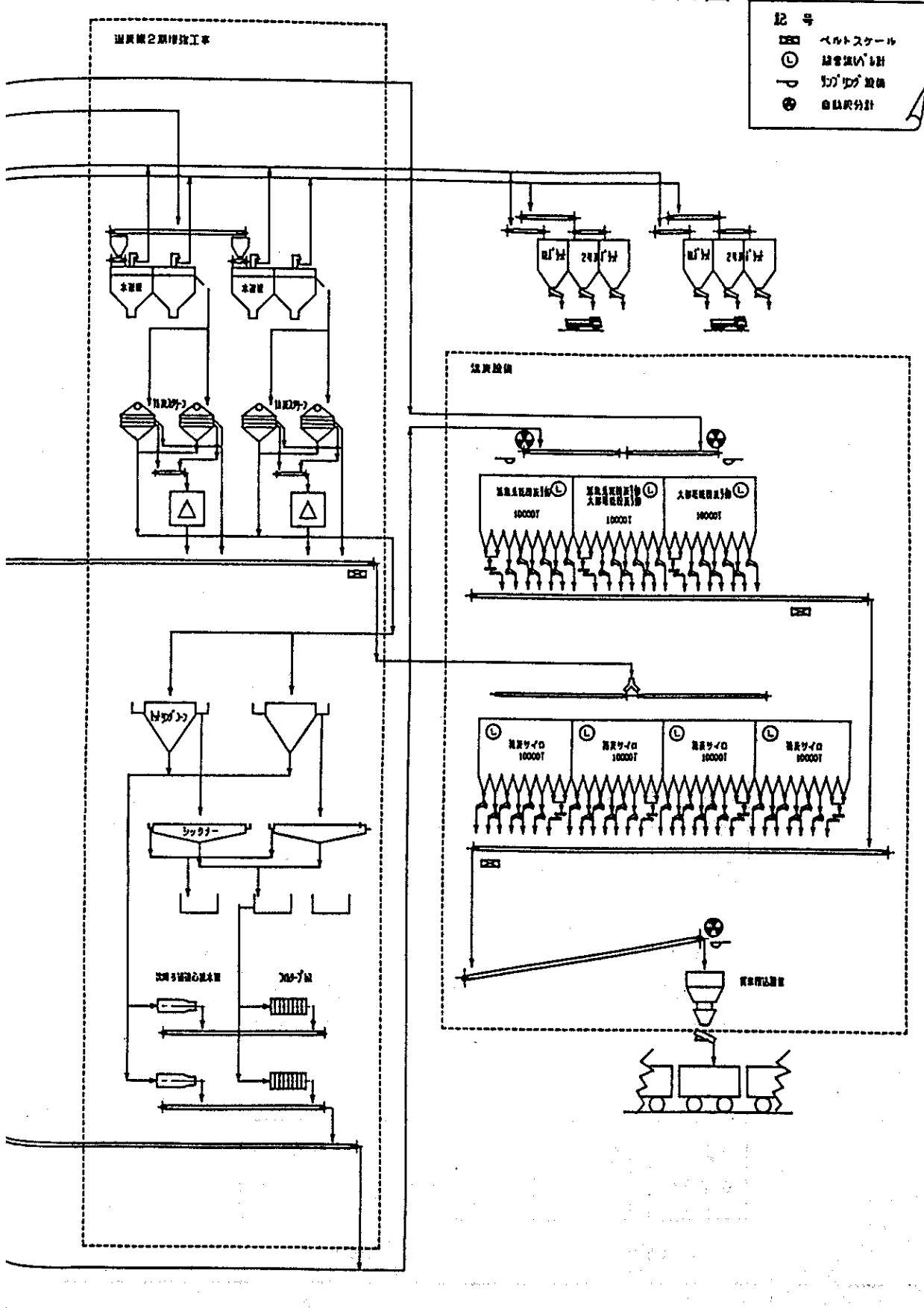
大柳塔炭鉱坑口



活鶏免炭鉱坑口

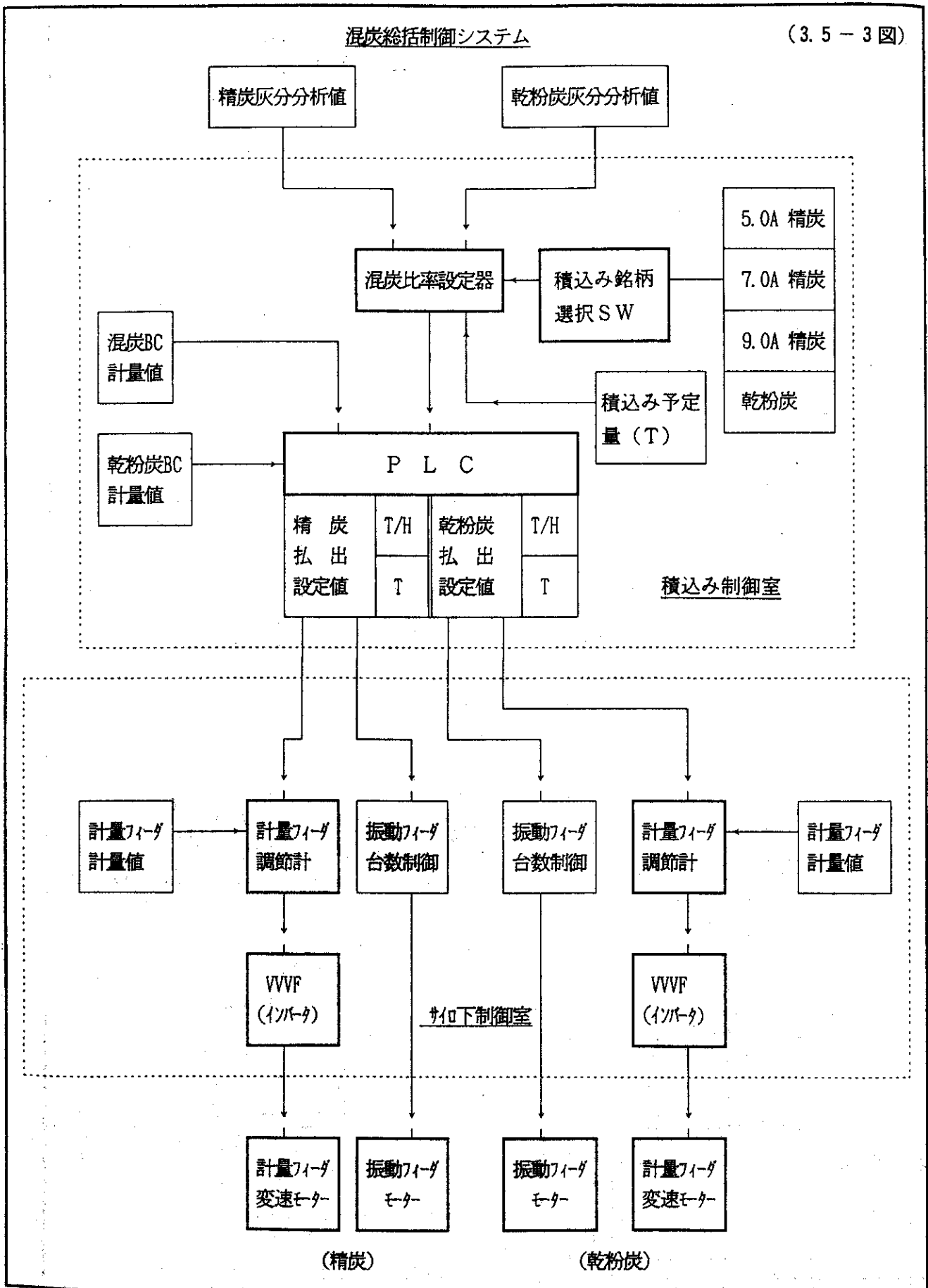


(3.5-2図)
選炭系統図



混炭給括制御システム

(3.5 - 3 図)



3. 5. 4 総合評価

(i) 混炭システムの活用

混炭システムの構成により手取りの良い輸出炭の比率を増加して採算性の向上を図る。

(ii) 品質管理システムの導入

品質規格の維持、経済性の向上ならびに納期の達成のため、特に

(イ) Q Cサークルの編成

(ロ) 品質管理技師、プロセス技師の専任

(ハ) 監査員によるQ A定期監査

(ニ) 生産、設備保全、品質管理また原価管理等の作業の標準化を実施する。

(iii) 空気動ジグの輸入

中国側の水選機比能力は当初 $12\text{t}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、また改修案において $16\text{t}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ を基準にしている。

計画原炭性状から見て欧米では $20\text{t}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 以上が可能と推定される。

(iv) 廃水処理の検討

坑内採掘条件の変動等による負荷変動が予想されるため凝集剤使用の高速沈降シクナー導入の検討が必要である。また非常用予備として沈澱池を設置する必要がある。

(v) 炭鉱別の原炭水選処理

選別性が大柳塔原炭と活鶏兎原炭に差異が認められるため別々の水選機処理が好ましい。今回の調査によれば灰分5%の水選精炭を得るための選別比重は大柳塔原炭1.61、一方活鶏兎原炭は1.52となる。

3. 6 炭質管理システム計画

3. 6. 1 基本計画

- i 炭質管理システムは大柳塔炭鉱、活鷄兎炭鉱及び地方炭鉱より原炭を受入れ、選炭により品位向上した精炭と乾粉炭を銘柄に合わせ混炭して、国内及び海外のニーズに合った安定した品質の製品炭を出荷する全工程を総括的に運用、管理するシステムである。
- ii この中心となる炭質管理センターは選炭工場、混炭設備、積込み設備等の生産加工部門と石炭分析センター、コンピュータ室等の管理部門の総合機能を有する。
- iii 炭質管理センターではコンピュータ導入により、炭鉱、選炭工場、港湾、鉄道、華能精煤公司等から、各種情報を収集し、データ蓄積、情報分析し、必要な情報を必要に応じてOUTPUTして選炭計画、販売計画、品質管理等に利用する。
- iv 炭質管理センターで生産する製品精炭の一部は輸出に向ける。特に輸出にあたっては、品質の安定と納期の厳守が必須条件となるので、品質管理の徹底と安定生産や混炭精度の向上及び輸送力の確保が必要となり、コンピュータ導入によるシステム管理が不可欠である。

3. 6. 2 計画概要

(1) 組織及び運営形態 (3. 6 - 1 図)

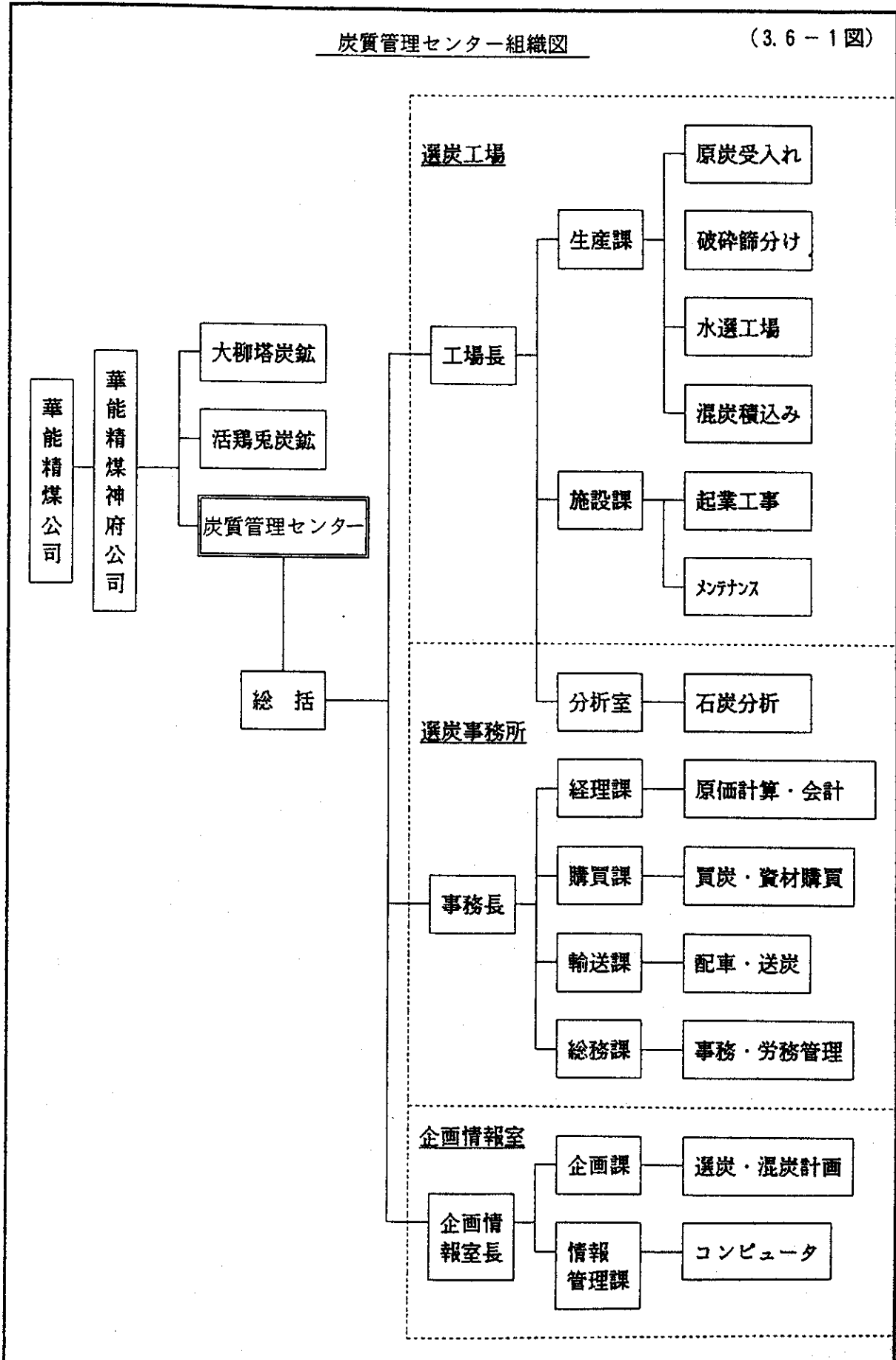
- i 華能精煤神府会社の系統に所属し、大柳塔炭鉱、活鷄兎炭鉱とは独立の組織とし、原炭の受入れから選炭、混炭、貯炭、送炭、分析迄の運転操業及び計画業務を総合的に実施する。
- ii 精炭の販売業務は華能精煤公司等の指示に従って実施する。
- iii 管理センターを効率良く運用するためにコンピュータを導入する。

(2) コンピュータ管理システムの概要

- i 炭質管理コンピュータ室を現在の選炭事務所近くに建設し、ホストコンピュータ、データベース、プリンタ、ワークステーション、通信制御装置、モデム等を配置して、炭鉱、選炭工場及び港湾等各所からの情報を入力し、データベースに収納する。
- ii 炭鉱及び選炭工場のコンピュータと接続し、国内通信網の拡充にあわせ、港湾や北京の華能精煤公司とも通信可能とする。

炭質管理センター組織図

(3.6-1図)



iii 炭質管理コンピュータシステム総合関連図及び基本概念図は(3.6-2図)及び(3.6-3図)の通りである。

(3) コンピュータシステムの機能

コンピュータシステムの機能は炭鉱や選炭工場からの運転情報(流炭量、貯炭量、機器ON-OFF、硬捨量)、分析センターからのサンプリングデータ情報(灰分、水分浮沈テストデータ、工業分析、粒度分析及び港湾からの石炭輸送及び受払情報、各炭鉱からの出炭計画、華能精煤公司からの販売計画等を入力し、物質収支、混炭比率設定、品質管理状況、選炭、混炭計画、在庫管理、配車計画、生産コスト計算、損益計算等を必要に応じ出力する。

(4) コンピュータシステムの運用体制

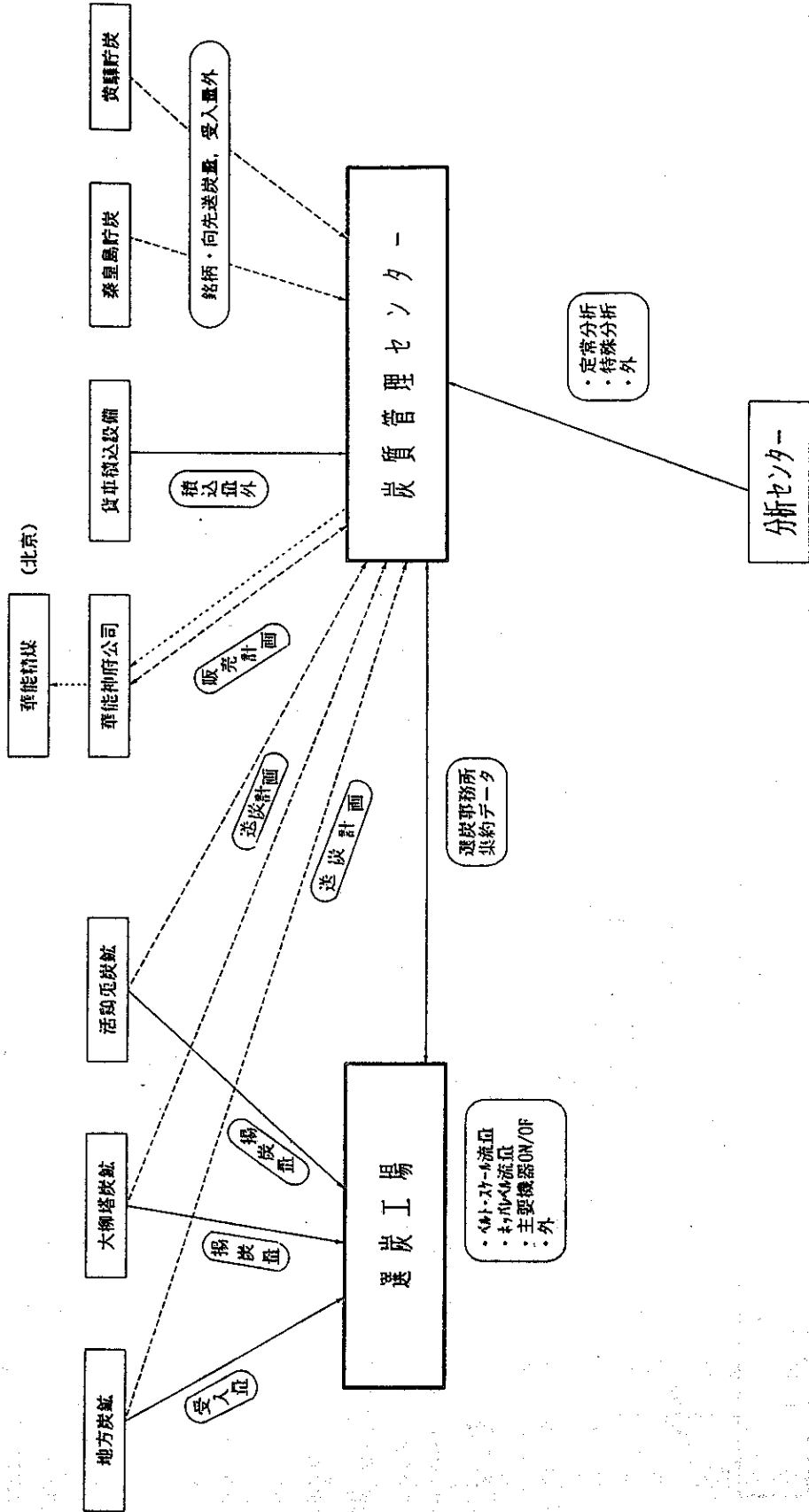
コンピュータ室の人員は室長1名、システムエンジニア2名、オペレータ6名、企画技師2名程度の配置とする。

3.6.3 コンピュータシステム導入計画

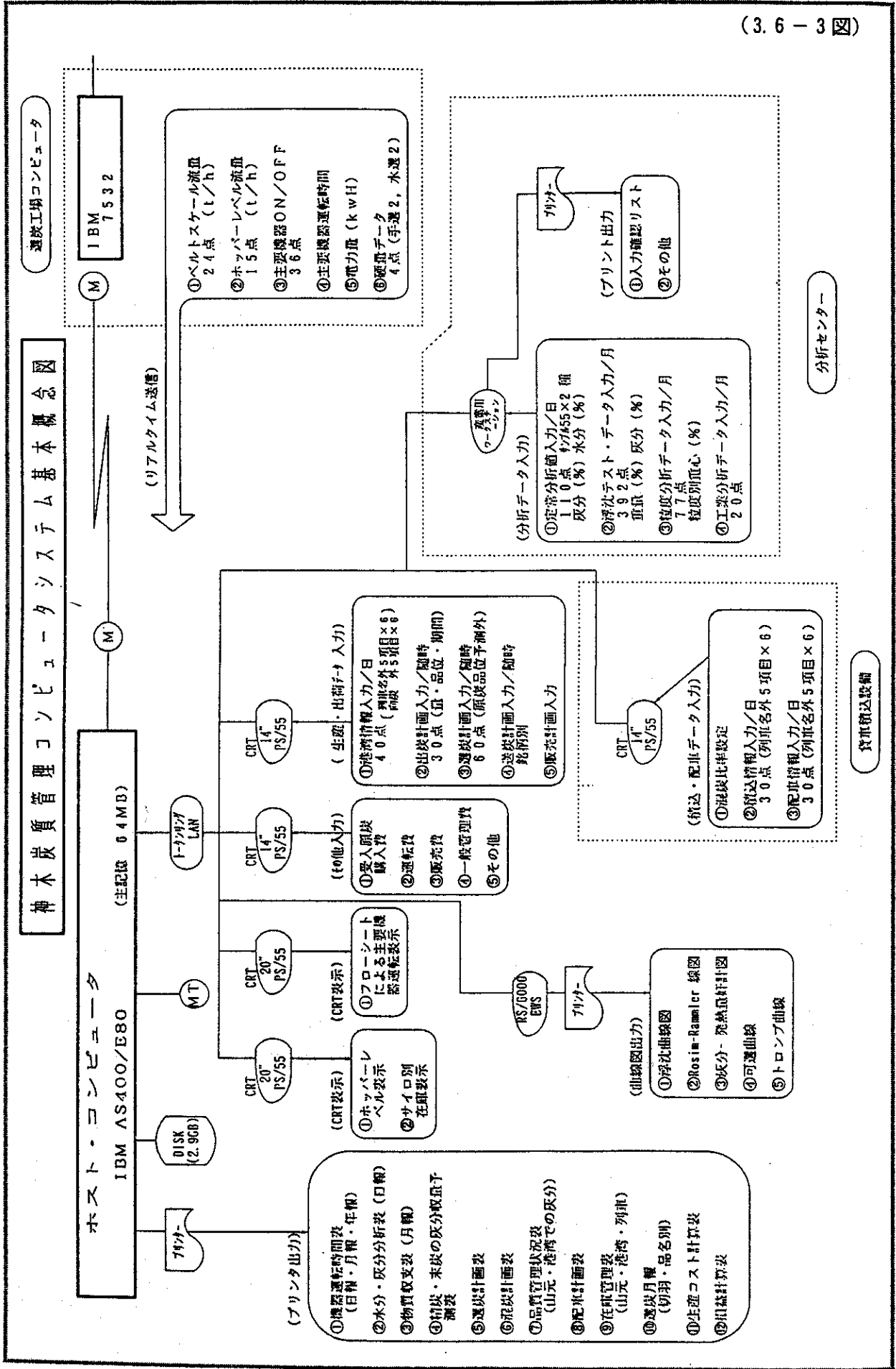
- i 今回の計画では、中国の選炭工場導入予定のIBM機に合わせ、IBM社製のものの中から最適の機種を検討したが、実際に導入する時点で国情に適合した機種選定が望ましい。
- ii 導入時期は1,200万t/年体制が達成する1998年頃としたがソフト設計に3年近く日時を要するので、発注は1995年頃にする必要がある。
- iii 導入初期段階では通信網が整備されていないと想定されるので、データの入力はオペレータによる手動入力が多くなるが、通信網の拡充に従って遠距離データ通信が可能となり、情報処理の高速化や省力化が可能となる。
- iv これらコンピュータシステムを有効に活用するためには、システムエンジニアの育成と光通信技術や情報処理技術等コンピュータ取扱技術のレベルアップを図る必要がある。

神木炭質管理コンピュータシステム総合関連図

凡例 {
 ——— データ通信
 電話/FAX



神木炭質管理コンピュータシステム基本概念図



3. 7 財務分析

財務分析は大柳塔炭鉱、活鷄兎炭鉱および炭質管理センターの各事業体の財務諸表を基にして行った。

(1) 必要投資額

各事業体の総投資額は次の通りである。

大柳塔炭鉱	115,494万元
活鷄兎炭鉱	104,657万元
炭質管理センター	24,243万元

(2) 資金の調達と返済計画

各事業体の建設資金は国内と国外からの借り入れにより賄われるものとした。国内ローンは利子率年 2.4%の政府貸付で、操業後 5 年間で元利返済とした。国外ローン（第 3 次日本エネルギー借款）は利子率年 3% / 6 ヶ月（ただし年 2 回返済のため実質利子率は年 6.09%）で融資期限 18 年、ただし初めの 7 年間は金利のみ返済し、8 年目から元利返済する。

(3) 財務分析

- i 大柳塔炭鉱および活鷄兎炭鉱の財務分析から、両炭鉱は通常の前炭の販売価格のもとでは 2020 年以降になっても累積赤字が帳消しとならないため、経営を続けて行くことが出来ないことが明らかとなった。
- ii 大柳塔炭鉱の販売価格に 25 元 / t を開発基金として上乗せすることにより、IRR は大柳塔炭鉱 13.3%、活鷄兎炭鉱 7.6% となり経営が可能となる。
- iii 炭質管理センターの財務状況は輸出比率により異なる。25 元 / t を上乗せしない場合は輸出比率が 40% の時でも IRR 42.3% と採算性は非常に良好となる。
- iv 税金の取扱に関しては、炭鉱は開発基金の導入により利益可能となるが、純利益と見なされないため、全ての税金を対象外とした。一方、炭質管理センターは通常の経営が見込まれるため、資源税、販売税、利潤税を課税した。

(4) 財務分析結果の要点をまとめると次の通りとなる。

- i 大柳塔炭鉱、活鷄兎炭鉱が単独で採算性を確保するためには、公定販売価格に 25 元 / t 上乗した価格で、炭質管理センターに販売しなければならない。
- ii 炭質管理センターが 25 元 / t 上乗した価格で原炭を購入しても、採算は可能である。

- iii 上記 i および ii のもとでの各事業体の IRR は、中国の資本の機会費用 7% を超えている。
- iv 経営安定のためにはインフレに応じた石炭価格の調整が望まれる。特に炭鉱経営にあたってはインフレ率に応じた価格の調整が必要となる。

(5) 評 価

- i 現在の中国の経済体制に市場原理に基づく理論をそのまま適用することは困難である。しかし、価格の歪みがそんなに大きくないとすると、以下の点を考慮すれば経済的 IRR は財務的 IRR よりむしろ高くなると推測される。
 - ・経済的 IRR では税金は移転項目であるためその計算から除かれるが、ここでの財務的 IRR の計算では税金（特に利潤税）が含まれているため、経済的 IRR は更に高くなる。
 - ・2号炭は山元電力等に利用されるためエネルギー費用の低減となり経済的 IRR は高くなる。
 - ・炭鉱では多数の労働者が雇用されるが、彼らの得る所得の波及効果はかなり大きいと想像される。これは便益を増やす要因であるため経済的 IRR は高くなる。
- ii 以上述べた以外中国政府は本プロジェクトから多くの税収を期待できる。この税収は中国の多くの分野において役立つであろう。
- iii 中国では大気汚染が著しくなっているが、これは劣悪な品質の石炭を使用する工業活動にも起因するといわれており、本プロジェクトによる品質の良い石炭の生産・販売は環境面にも好影響を与えるものである。

