

国際協力事業団

モンゴル国

エネルギー・地質・鉱業省

モンゴル国
 石炭産業総合開発計画調査
 ファイナル・レポート

要 約

平成7年11月



(財)日本エネルギー経済研究所

鉱 調 資

J R

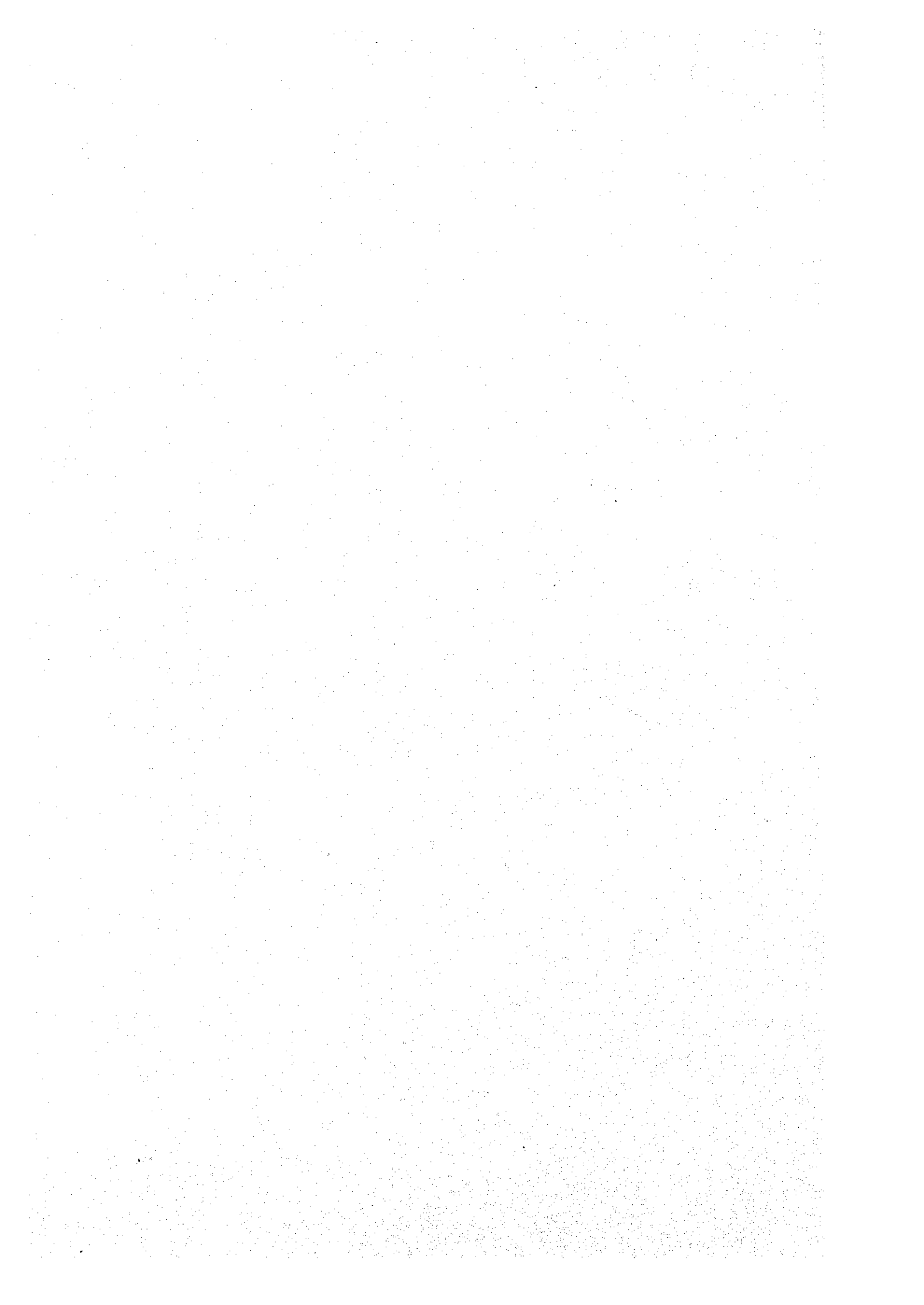
95 - 206

国際協力事業団
 モンゴル国
 石炭産業総合開発計画調査
 ファイナル・レポート
 要約

平成7年11月

財日本エネルギー





国際協力事業団

モンゴル国
エネルギー・地質・鉱業省

モンゴル国
石炭産業総合開発計画調査
ファイナル・レポート

要 約

平成7年11月

(財)日本エネルギー経済研究所



1123420 [0]

序 文

日本国政府は、モンゴル国の要請に基づき、同国の石炭産業総合開発計画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5年11月から平成7年9月までの間、7回にわたり（財）日本エネルギー経済研究所の佐藤武比古氏を団長とし、（財）日本エネルギー経済研究所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、モンゴル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モンゴル国政府関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成7年11月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎 殿

今般、モンゴル国石炭産業総合開発計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。本報告書には、日本国政府ならびに貴事業団の関係者各位のご助言およびご提案とウランバートルにて実施した協議で交わされたモンゴル国エネルギー・地質・鉱業省からの意見が含まれており、報告書は、下記の2つの部に分かれております。

第一部：二つの炭鉱のリノベーション計画調査

第二部：石炭開発および利用マスタープランとその概念的行動計画調査

第一部の調査すべき”二つの炭鉱”として、スコープ・オブ・ワークに基づき両国調査団が協議の結果、バガヌール炭鉱とシビーオボー炭鉱が選定されました。

本報告書は、平成5年11月からエネルギー・地質・鉱業省をカウンターパートとして調査した成果報告書であり、要約（100ページ）と本文の第一部（リノベーション計画：650ページ）および第二部（マスタープラン：430ページ）の3巻から構成されております。

第一部には、バガヌール炭鉱（第一章）およびシビーオボー炭鉱（第二章）のリノベーション計画に関する調査状況が報告されており、石炭資源、炭鉱の現況、改善計画、設備費と操業費、経済性評価と財務分析、および結論で構成されております。

第二部は、マスタープランおよび予備的行動計画に関する調査報告であり、石炭需給予測、石炭開発と利用計画、優先計画の概念調査、および行動計画の概念調査から構成されております。

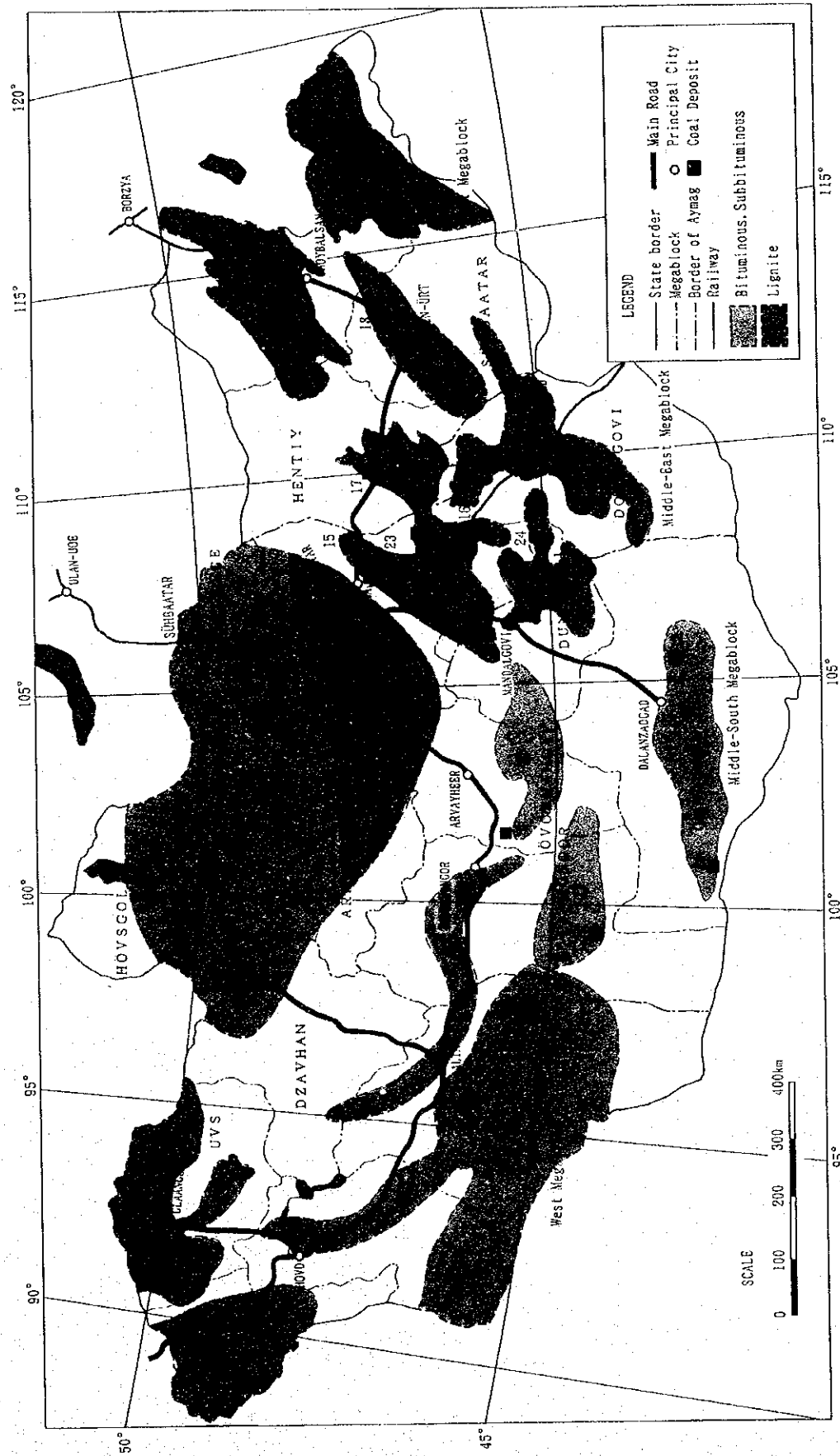
モンゴル国における炭鉱改善の緊急性を鑑み、モンゴル政府が、石炭開発マスタープランに関わるバガヌール炭鉱およびシビーオボー炭鉱のリノベーション計画を実施することを望んでおります。

なお、貴事業団を始め、外務省、通産省の関係者各位多大なるご理解ならびにご協力を賜り、厚くお礼を申し上げます。また、現地調査期間中には、モンゴル国エネルギー・地質・鉱業省、JOCVウランバートル事務所、ならびに在モンゴル日本国大使館から貴重なご助言とご協力を賜ったこともつけ加えさせて頂きます。

平成7年11月

(財)日本エネルギー経済研究所
モンゴル国石炭産業総合開発計画調査
業務主任 佐藤 武比古

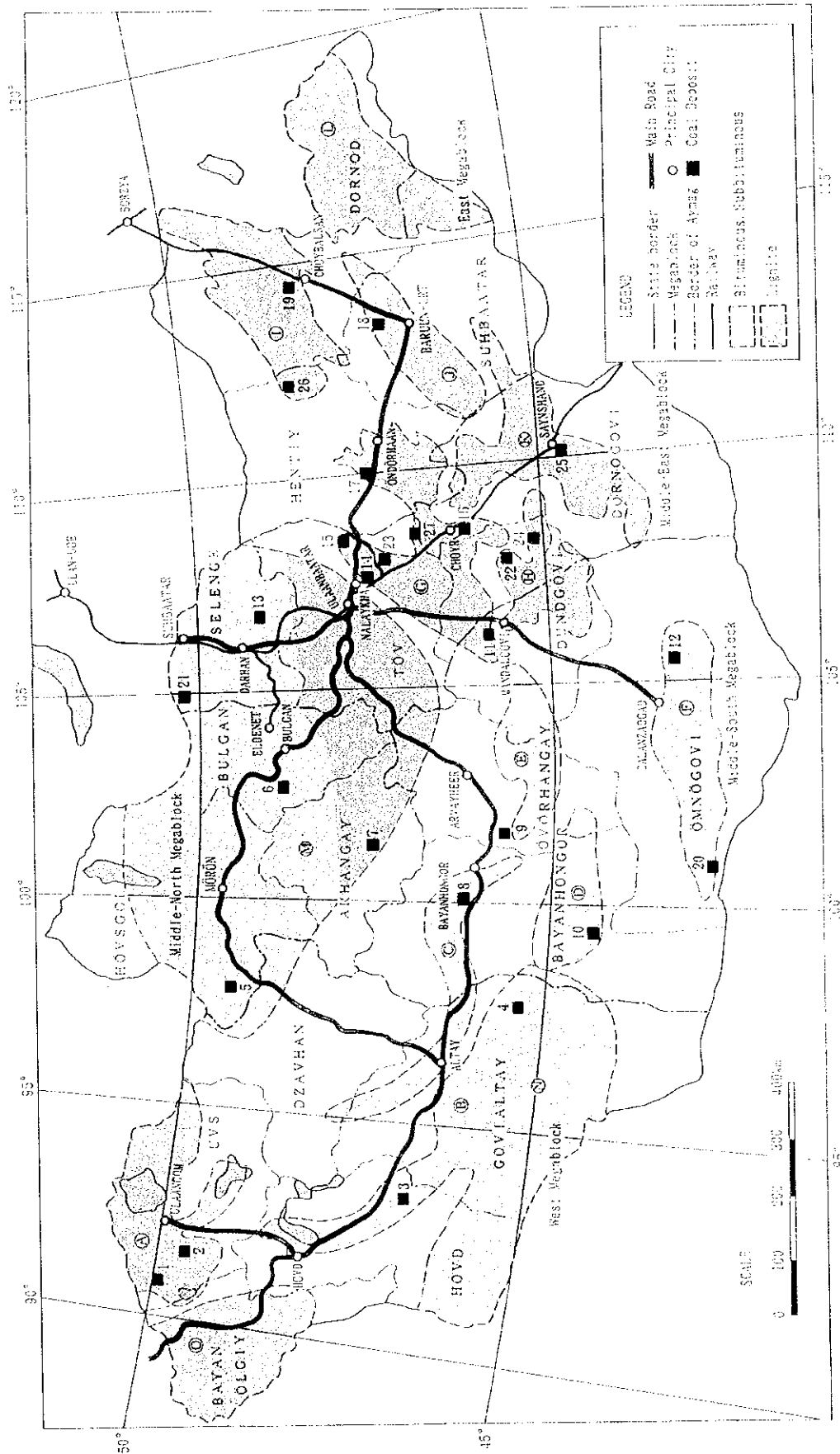
モンゴル国の石炭資源



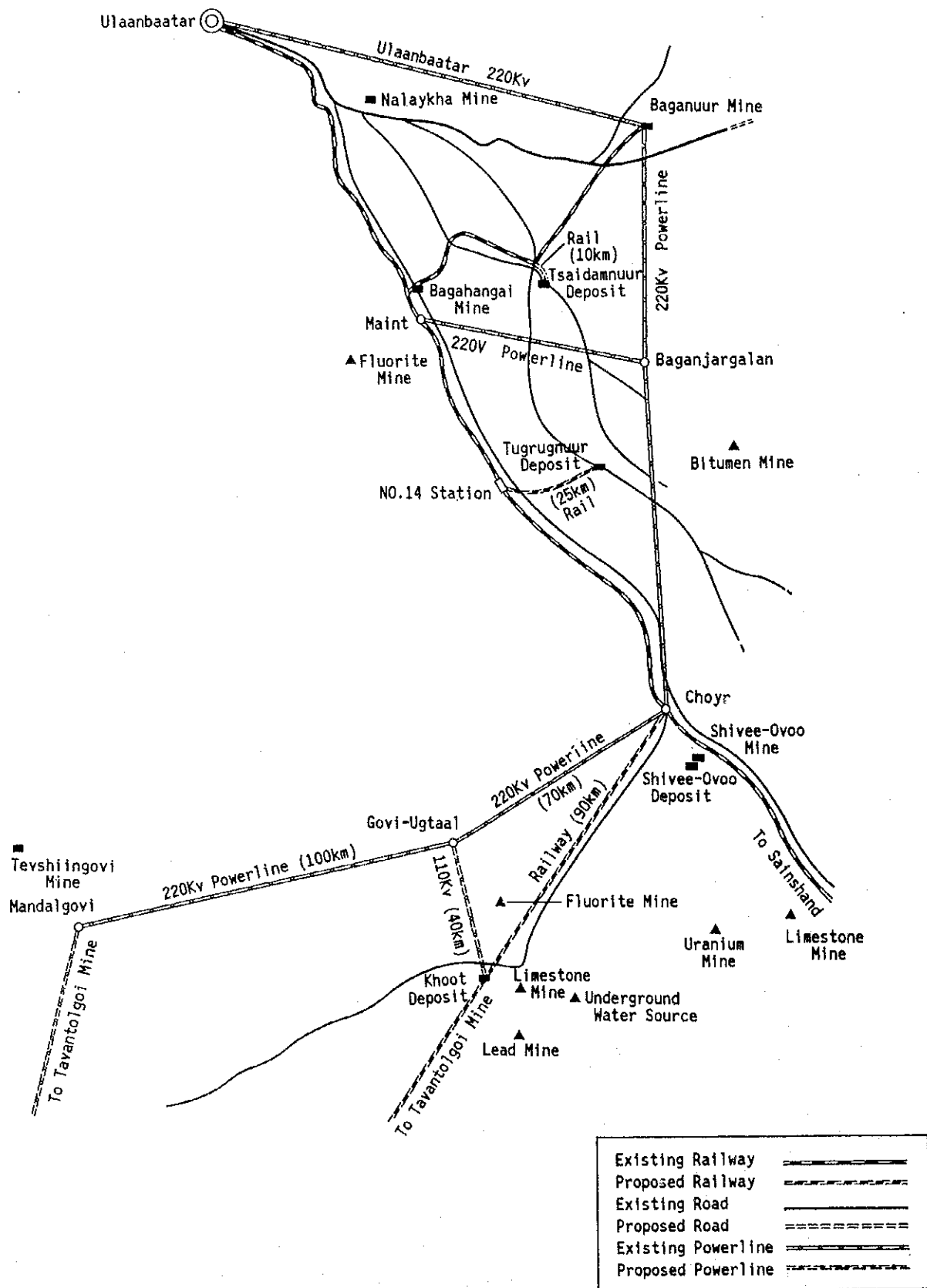
- | | |
|---|--|
| <p>Names of basins</p> <ul style="list-style-type: none"> (A) Kharkhira (C) (B) Mongol Altay (C) (C) South Khangay (P) (D) Big Bogdyn (J) (E) Ongiyngol (J) (F) South Govi (P) (G) Choir-Narga (K) (H) Middle Govi (K) (I) Choybalsan (K) (J) Sukhe Bator (K) (K) East Govi (K) (L) Tantsak (K) (M) Urkhon-Selenge (J) (N) Altay-Chandmani (C) (O) Bayan-Ulegei (C) | <p>Names of deposits</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Nuurshotgor Deposit 2 Khartarvagatai Deposit 3 Khusheet Deposit 4 Zeegi Deposit 5 Mogoingol Deposit 6 Saihan-Ovoo Deposit 7 Bayantsagaan Deposit 8 Uburchuluut Deposit 9 Bayanteeg Deposit 10 Shinjinist Deposit 11 Teshiingovi Deposit 12 Tavanotogoi Deposit 13 Sharyngol Deposit 14 Nalaykha Deposit 15 Bayanuur Deposit 16 Shivee-Ovoo Deposit 17 Chandagantai Deposit 18 Talbulag Deposit 19 Aduunchuluun Deposit 20 Narynshait Deposit 21 Ulaan-Ovoo Deposit 22 Khoot Deposit 23 Tsaidamnur Deposit 24 Ovdok-Huduk Deposit 25 Sainshand Deposit 26 Hulstnuur Deposit 27 Tugrignuur Deposit |
|---|--|

* C-Carboniferous, P-Permian, J-Jurassic, K-Cretaceous

モンゴルの石炭資源



- Names of basins**
- ① Chovelsar (K)
 - ② Kharkhina (C)
 - ③ Mongol Altay (C)
 - ④ South Khangai (P)
 - ⑤ Sig Bogdy (C)
 - ⑥ Gusiyingo (U)
 - ⑦ South Govi (P)
 - ⑧ Choyr-Nirga (K)
 - ⑨ Middle Govi (K)
- Names of deposits**
- 1 Aurtstogor Deposit
 - 2 Khartavagat Deposit
 - 3 Anshan Deposit
 - 4 East Deposit
 - 5 Nogo Deposit
 - 6 Baitan-Ovoo Deposit
 - 7 Bayantsagaan Deposit
 - 8 Burchuut Deposit
 - 9 Bayanteg Deposit
 - 10 Shicun Deposit
 - 11 Tuvshingol Deposit
 - 12 Tavantogo Deposit
 - 13 Sharyngol Deposit
 - 14 Naizhaha Deposit
 - 15 Bagatur Deposit
 - 16 Shives-Ovoo Deposit
 - 17 Chendagatai Deposit
 - 18 Taldag Deposit
 - 19 Agunchuluun Deposit
 - 20 Narvanshalt Deposit
 - 21 Ulaan Ovoo Deposit
 - 22 Aobi Deposit
 - 23 Tsaidamuur Deposit
 - 24 Ovoo Hudag Deposit
 - 25 Sainparc Deposit
 - 26 Heistinur Deposit
 - 27 Tugrugnuur Deposit
- * C-Carboniferous, P-Permian, J-Jurassic, K Cretaceous



炭鉱位置図

モンゴル国
石炭産業総合開発計画調査

ファイナル・レポート

—要 約—

目 次

序 文

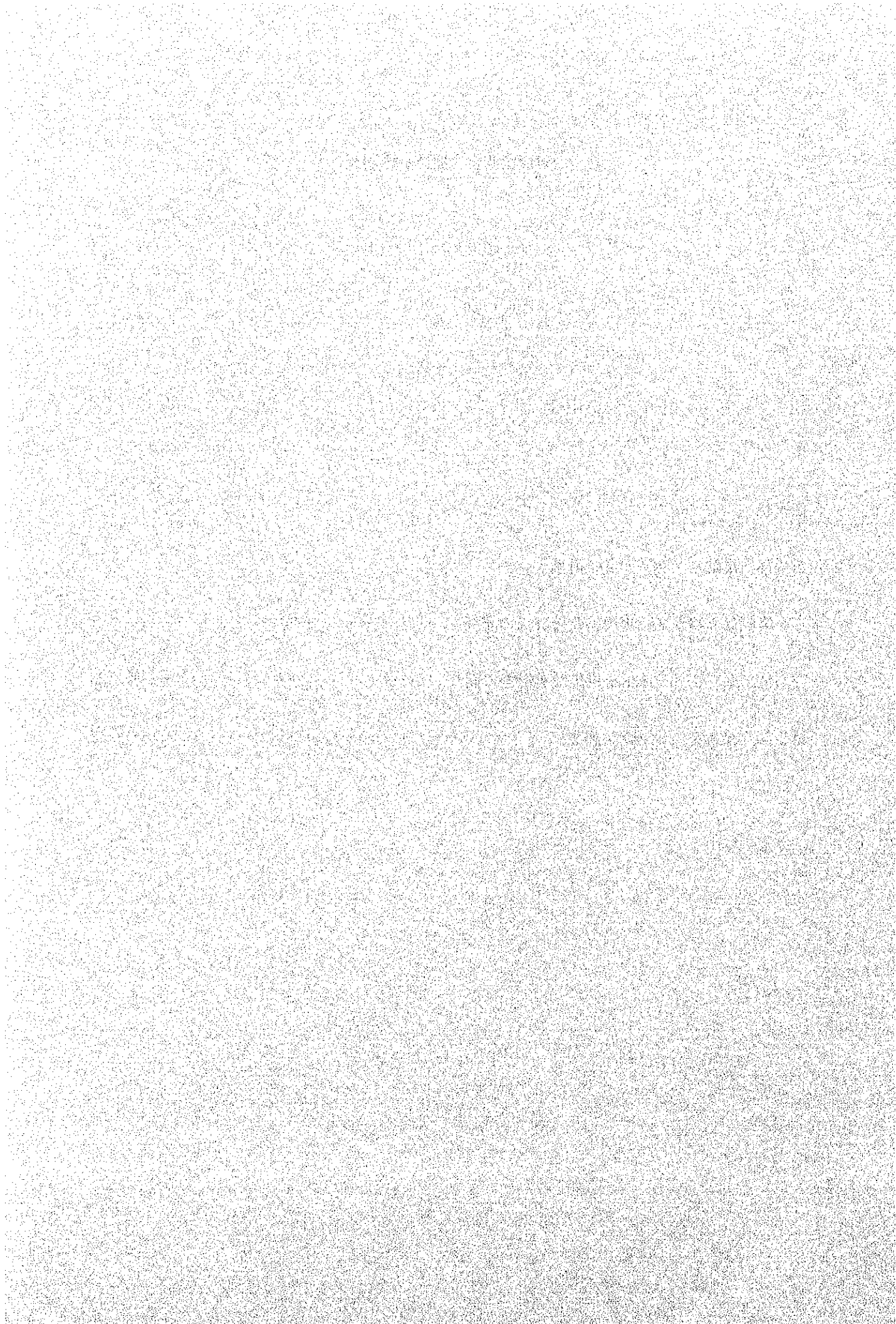
伝達状

第一部 炭鉱リノベーション計画

第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査 1

第二章 シビーオボー炭鉱改善計画の調査 25

第二部 マスター・プラン調査 43



第一部 炭鉱リノベーション計画

第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査

	ページ
1 はじめに	1
2 石炭資源	1
3 バガヌール炭鉱の現状	2
3.1 炭鉱の現状	2
3.2 現在のバガヌール炭鉱の問題点	3
3.3 既存採炭設備の生産能力の評価	3
4 バガヌール炭鉱の改善計画の検討	5
4.1 効果的な採炭システムの検討	5
4.2 改善のための採炭機器およびサービス設備	8
4.3 改善計画の工程	10
5 品質管理システム	10
5.1 石炭品質の問題点	10
5.2 必要な品質管理システムと機器	10
5.3 製品炭品質	11
6 環境アセスメント	11
7 設備費と操業費	12
7.1 設備の更新スケジュール	12
7.2 設備費および操業費	12
8 経済性評価および財務分析	14
8.1 概要	14
8.2 経済評価	15
8.3 財務分析	16
9 結論と所見	21

第二章 シビーオボ―炭鉱改善計画の調査

1 はじめに	25
2 石炭資源	25
3 シビーオボ―炭鉱の現状	26
3.1 炭鉱の現状	26
3.2 シビーオボ―炭鉱の問題点	27
3.3 既存採炭設備の生産能力の評価	27
4 シビーオボ―炭鉱の改善計画の検討	28
4.1 効果的な採炭システムの検討	28
4.2 改善のための採炭機器およびサービス設備	29
4.3 改善計画の工程	31
5 品質管理システム	32
5.1 石炭品質の問題点	32
5.2 必要な品質管理システムと機器	32
5.3 製品炭品質	32
6 環境アセスメント	33
7 設備費と運転費	33
8 経済性評価および財務分析	35
8.1 概要	35
8.2 経済評価	35
8.3 財務分析	36
9 結論と所見	39

第二部 マスター・プラン調査

1 はじめに	43
2 石炭需給予測	43
2.1 エネルギー需給の現状	43
2.2 石炭需要セクターの将来動向	46
2.3 既存炭鉱の石炭供給可能量	49
2.4 石炭の需要予測	49
2.5 石炭の供給必要量	52
3 石炭開発計画	53
3.1 石炭資源の概説	53
3.2 有望鉱床の開発計画	54
3.3 インフラストラクチャー開発計画	55
3.4 石炭開発計画総合検討	56
4 石炭利用計画	57
4.1 電力・熱生産部門	57
4.2 鉱工業および建設部門	59
4.3 農牧業部門	59
4.4 公共事業および民生部門	60
4.5 運輸および通信部門	60
4.6 新利用技術	60
5 石炭関連設備の省エネルギー	62
5.1 石炭利用における熱効率の現状	62
5.2 省エネルギー（石炭）の技術的可能性	63
5.3 省エネルギー推進のための政策および手順	65
5.4 省エネルギー計画	65
6 石炭関連施設における環境保全計画	66
6.1 大気質の現状	66
6.2 石炭関連施設からの汚染物質排出量推算	67
6.3 環境保全の技術的可能性	67
6.4 環境保全計画	67

7 優先炭鉱の予備調査	68
7.1 石炭開発計画	68
7.2 石炭利用計画	72
8 概念的行動計画	73
8.1 石炭開発マスタープラン	73
8.2 石炭利用計画マスタープラン	75
8.3 石炭の開発と利用のための政策とインセンティブ	76
8.4 機構の改訂	78
8.5 人材開発	78
8.6 石炭品質管理計画	78

表目次

第一部 炭鉱リノベーション計画

第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査

表 1	確認埋蔵量	1
表 2	埋蔵炭品質	1
表 3	石炭生産と剝土除去の合計処理量の比較	2
表 4	採炭機器の効率	4
表 5	既存設備の生産能力	4
表 6	経済性指数の比較	5
表 7	新しい剝土除去システムの経済性比較	7
表 8	石炭回収率と経済性比較検討	8
表 9	埋設機器リスト	9
表 10	埋設サービス設備リスト	9
表 11	製品石炭の品質	11
表 12	各ケースの所要設備費と操業費	12
表 13	今後 23 年間に必要な外貨費用	13
表 14	今後 23 年間に必要な内貨費用	14
表 15	価格とコストの構成	15
表 16	3 案の経済価格	15
表 17	経済感度分析	16
表 18	3 案のプロジェクトの FIRR が 10% の時の価格	17
表 19	減免税の効果 (ケース B)	18
表 20	借入金の効果と減免税措置	20
表 21	財務感度分析	21

第二章 シビーオボー炭鉱改善計画の調査

表 1	確認埋蔵量	25
表 2	埋蔵炭品質	25
表 3	石炭と剝土の合計採掘量	26
表 4	採炭機器の効率	27
表 5	設備の生産能力	27
表 6	新しい剝土除去システムの経済性比較	29
表 7	増設機器リスト	30

表 8	増設サービス設備リスト	31
表 9	需要家より苦情申立がなされた最近の石炭品質	32
表 10	期待される製品炭品質	33
表 11	23 年間の設備費および操業費	33
表 12	今後 23 年間に必要な外貨費用	34
表 13	今後 23 年間に必要な内貨費用	35
表 14	経済感度分析	36
表 15	FIRR、借入資本比率と外貨の金利	38
表 16	財務感度分析	38

第二部 マスター・プラン調査

表 1	モンゴルの一次エネルギーの推移	44
表 2	モンゴルのエネルギーバランス	44
表 3	1993 年の石炭需給	45
表 4	発電所別ボイラーおよび発電容量	46
表 5	モンゴルの鉱工業部門の生産予測	47
表 6	CES 地域の電力需要と必要石炭量	50
表 7	熱供給用石炭需要	51
表 8	CES 地域の部門別石炭需要予測	52
表 9	モンゴルの石炭需要予測	52
表 10	新規炭鉱の必要生産規模	53
表 11	モンゴル国の主要石炭鉱床の概要	81
表 12	各炭鉱の採掘状況	85
表 13	ロング・リスト	89
表 14	石炭開発計画のショート・リスト	90
表 15	各石炭鉱床の探査費用	55
表 16	社会インフラストラクチャーのコスト試算	56
表 17	電力需要予測をベースとしたピークロード	57
表 18	ウランバートルの大気汚染物質の推定	66
表 19	固定局における SO ₂ および NO ₂ 濃度	67
表 20	各開発計画の技術的・経済的特徴の比較	73
表 21	プロジェクトの稼働時期と生産能力	74
表 22	マスタープラン実施に必要な所要資金	74
表 23	マスタープランのネットキャッシュフロー	75
表 24	電源開発計画	75

図目次

第一部 炭鉱リノベーション計画

第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査

図1	現在の剝土除去システム	2
図2	バガヌール炭鉱の石炭生産と剝土除去の合計処理量推移	3
図3	改造後の新しい剝土除去システム	6
図4	モンゴル国課税制度と石炭価格	19

第二章 シビーオボ炭鉱改善計画の調査

図1	ドラッグライン（ブーム長さ 96m、バケット容量 29m ³ ）	30
----	---	----

第二部 マスター・プラン調査

図1	一次エネルギー消費とNMPとの関係	45
図2	部門別電力消費の推移	46
図3	1993年のウランバートル発電所の石炭消費量	52
図4	モンゴルの主要石炭鉱床	80
図5	選定炭鉱の位置と関連インフラストラクチャー	91
図6	マスタープランにおける総ネットキャッシュフロー	75

略語表

AD,ad	: Air Dried Basis
ADB	: Asian Development Bank
AR,ar	: As Received Basis
ASTM	: American Society for Testing and Materials
atm.	: Atmosphere(s)
bbf	: Barrel
BCM	: Bank Cubic Meter
BWE	: Bucket Wheel Excavator
CES	: Central Energy System
CIF	: Cost, Insurance and Freight
COMECON	: Communist Economic Conference
D/L	: Dragline
D/T	: Dump Truck
DB,db	: Dry Basis
DAF,daf	: Dry Ash Free
dB(A)	: Decibel in Scale A
DCF	: Discounted Cash Flow
E.C.	: Electric Conductivity
EIRR	: Economic Internal Rate of Return
F/S	: Feasibility Study
FBC	: Fluidized Bed Combustion
FEL	: Front End Loader
FIRR	: Financial Internal Rate of Return
FLIR	: Foreign Loan Interested Rate
FOB	: Free on Board
Gcal	: Giga-calorie
GDP	: Gross Domestic Product
GHV	: Gross Heating Value
GWh	: Giga-watt-hour(s)
ha	: Hectare(s)
HCV	: Higher Calorific Value
HHV	: Higher Heating Value
HP	: Horsepower
HV	: Heating Value
HVDC	: High Voltage Direct Current
Hz.	: Hertz
IEEJ	: The Institute of Energy Economics, Japan

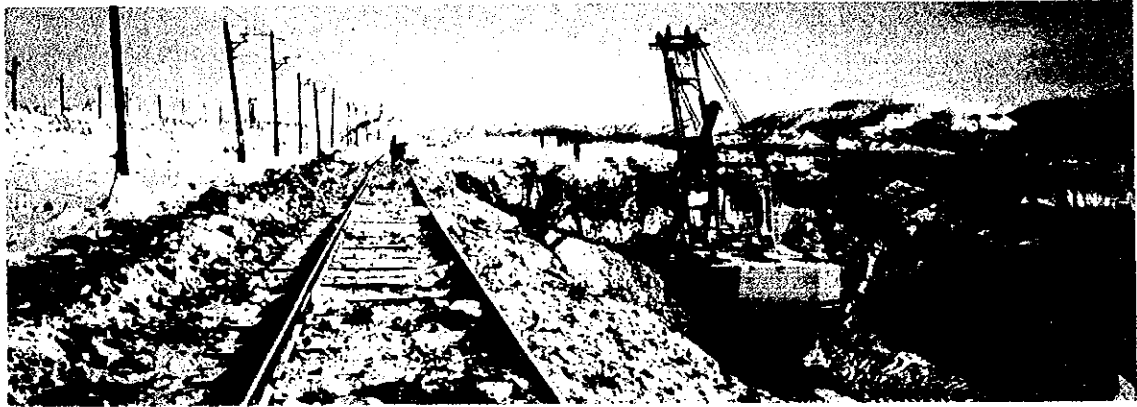
INPS	: Institute of National Project for the former Soviet Union
IRR	: Internal Rate of Return
JCI	: Japan Consultant Institute
JICA	: Japan International Cooperation Agency
JIS	: Japanese Industrial Standards
KV,kV	: Kilo-volt
KVA,kVA	: Kilo-volt-ampere
kW	: Kilo-watt(s)
kWh	: Kilo-watt-hour(s)
LCV	: Lower Calorific Value
LHV	: Lower Heating Value
m.,mil.	: Million
MCR	: Maximum Continuous Rating
MEGM	: Ministry of Energy, Geology and Mining of Mongolia
MJ	: Mega-joule
MTI	: Ministry of Trade and Industry of Mongolia
MW	: Mega-watt(s)
NDB	: The National Development Board
NEDO	: New Energy and Industrial Technology Development Organization
NMP	: Net Material Product
NPV	: Net Present Value
ODA	: Official Development Assistance
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development
PCF	: Pulverized Coal Fired
ppb.	: Parts per Billion
rpm	: Revolutions per Minute
S.L.	: Sea Level
SNG	: Substitute Natural Gas
SPM	: Suspended Particulate Matter
SS	: Suspended Solid
TBCM	: Total Bank Cubic Meter
TCE,tce	: Ton Coal Equivalent
Tg, tg	: Tugrug(s)
TSP	: Total Suspended Particulates
UNCED	: U. N. Conference on Environment and Development

第一部 炭鉱リノベーション計画

第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査



ショベル/鉄道およびショベル/トラックシステムによる剥土作業



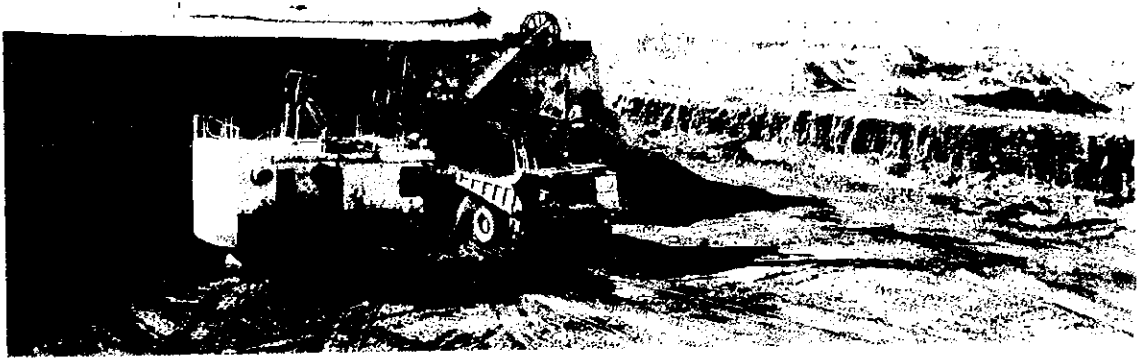
ショベル/鉄道システムによる剥土作業



鉄道システムによる剥土運搬



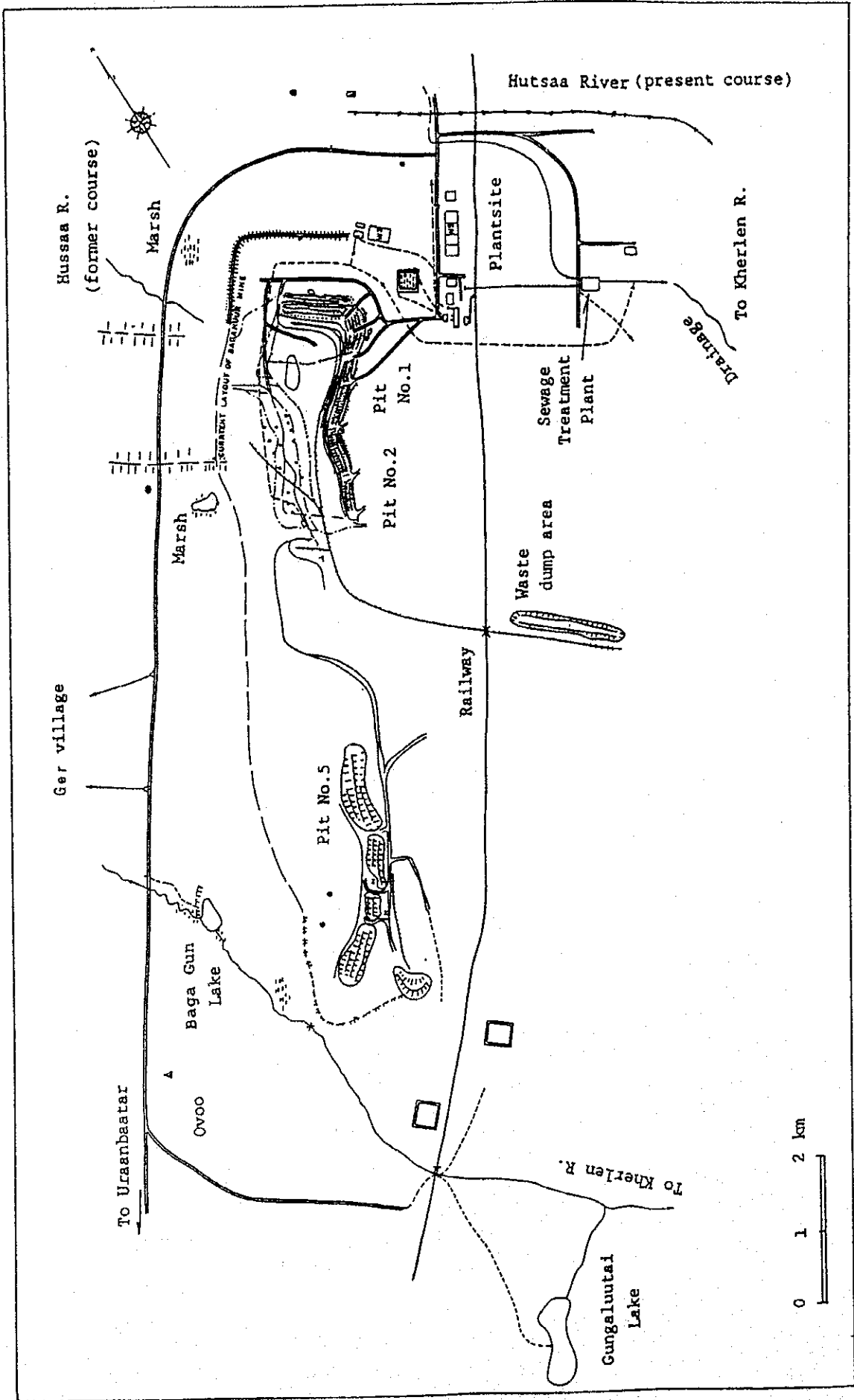
捨土場での剥土ダンピング



ショベル／トラックシステムによる剥土作業



ドラッグラインによる剥土作業



バガヌール炭鉱

第一部 炭鉱リノベーション計画

第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査

1 はじめに

- バガヌール炭鉱は首都ウランバートルの東 110 km、海拔 1,350 m の高地にある。
- 約 3,600 kcal/kg (LHV) の褐炭が露天掘りで生産され、その大部分はウランバートルの発電所で使用されている。
- バガヌール炭鉱はロシアによって石炭生産量 6 百万トン/年の計画で設計されたが、現在は剥土の遅れのために 3-4 百万トン/年の石炭しか生産されていない。
- バガヌール炭鉱改善計画の目標は、現在の炭鉱の欠陥を改善し、石炭生産量 6 百万トン/年を達成することである。

2 石炭資源

埋蔵量

- 確認埋蔵量は 560 百万トンである。
- 鉱床は幅 4.5 km、長さ 12.0 km の範囲で、200m 以内の深さに賦存している。

表 1 確認埋蔵量

炭層の名称 (百万トン/年)	確認埋蔵量	剥土比 (剥土容量 BCM/石炭トン)
3	53	2.1
2a	246	4.2
2	268	4.8
合計	567	4.3

埋蔵炭品質

- バガヌール炭は水分含有量および灰分含有量が高い。

表 2 埋蔵炭品質

	単位	モンゴル分析値 ^{*1}
全水分 (as received)	%	33.3
(air dry)	%	11.2
灰分 (dry basis)	%	14.9
発熱量 (as received)	kcal/kg	3,616 (LHV)
(air dry)	kcal/kg	4,810 (LHV)
全硫黄 (dry basis)	%	0.73

注記 ^{*1}: 炭層 3, 2a, 2 より採取された多数のサンプル分析値の平均値である。
モンゴル・日本双方で同じサンプルの分析を行い、信頼性を確認した。

3 バガヌール炭鉱の現状

3.1 炭鉱の現状

現在の採炭システム

- 剥土除去にはドラッグライン、電動ショベルと電動鉄道方式、ならびに電動ショベルとトラックの3つのシステムが使われている。
石炭は電動ショベルとトラックのシステムで掘削されている。

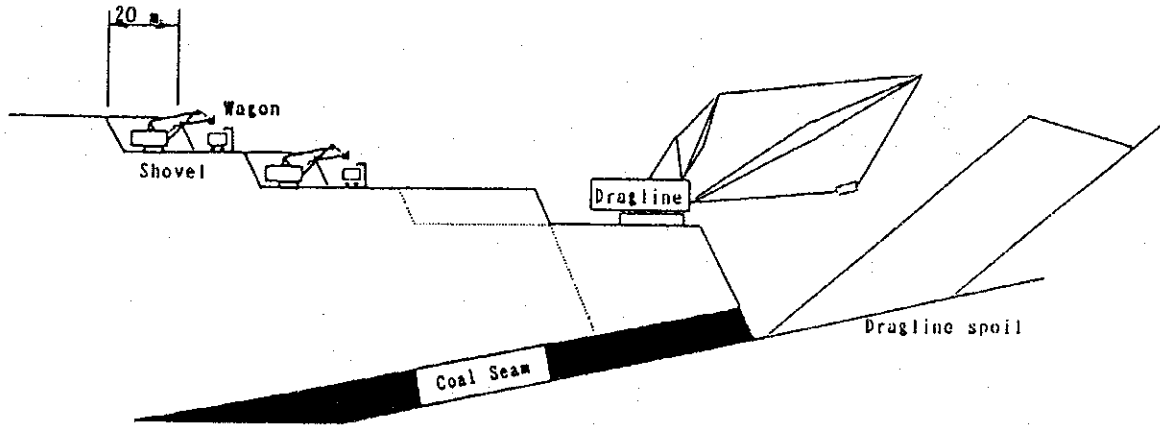


図 1 現在の剥土除去システム

- 1990年には、石炭6百万トン/年を生産するための機器がロシアから納入された。
しかしながら、資金不足のため古くなった機器の更新が遅れている。

付帯設備

- 補修工場、部品倉庫、破碎・積込み設備等鉱山内のインフラストラクチャーは良く整っているが、その運用には問題が多く十分活用されていない。

生産

- 石炭生産と剥土除去の合計処理量は徐々に増加してきたが、それでも1993年の合計処理量は設計値に対し僅か55%であった。

表 3 石炭生産と剥土除去の合計処理量の比較

年	石炭生産		剥土除去		合計	
	設計	実績	設計	実績	設計	実績
	m. t/y		m. BCM/y		m. BCM/y	
1983	1.0	0.7	2.2	3.2	3.0	3.7
1986	2.0	3.2	4.4	6.0	6.0	8.5
1989	3.0	3.8	10.2	8.1	12.5	11.1
1992	6.0	3.4	15.0	9.7	19.7	12.4
1993	6.0	2.9	17.0	9.7	21.7	11.9

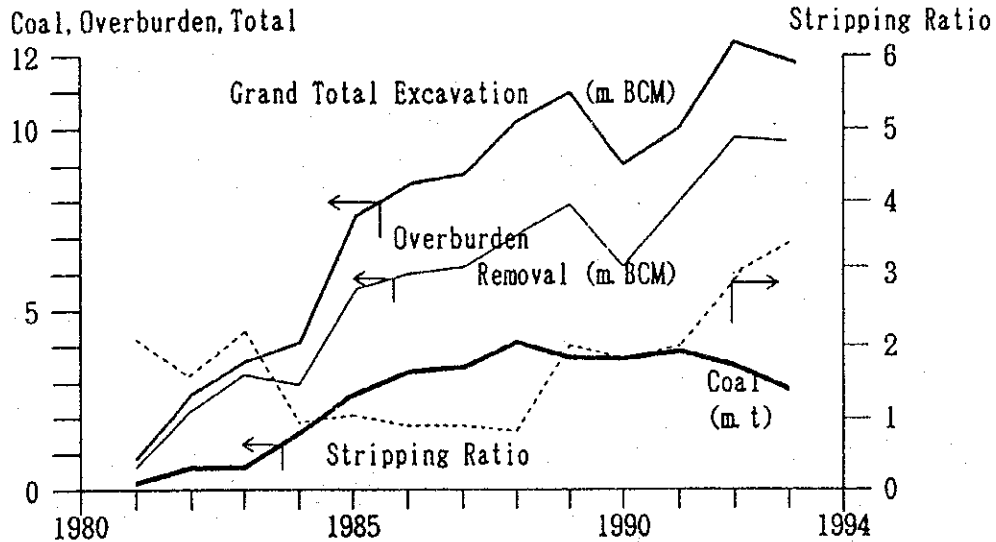


図 2 バガヌール炭鉱の石炭生産と剥土除去の合計処理量推移

従業員

- 1993年の全従業員は1,730名で、その内460名が生産現場要員、290名が鉄道輸送設備要員、280名が機器補修要員である。

3.2 現在のバガヌール炭鉱の問題点

- 以下の理由から剥土除去が大幅に遅れている；
 - ・頻繁なシステム上の問題、あるいは機器自体の故障による鉄道の剥土輸送能力の不足
 - ・剥土機器および鉄道機器の予備品不足による稼働率の低下
 - ・機械修理の専門家および熟練工の不足による稼働率の低下
- 剥土除去の遅れに対する対策としてドラッグラインが使われているが、適切な使い方がなされていないため、後方に移動した剥土が再びシーム2番の石炭上に崩落し、シーム2番からの石炭の年間生産量を減少させている。
- 機器修理の専門家および熟練工がモンゴルに不足しており、大型機器の長期間故障停止が頻発している。
- 予備品購入のために積み立てている基金の現在価値が、激しいインフレーションのため目減りし、予備品の購入および機器の更新ができない。

3.3 既存採炭設備の生産能力の評価

稼働率

- 運転データの解析から、既存のシステムにおける各採炭機器の総合稼働率は、最新機器で実現可能な稼働率より悪いことが判明した（表4）。電気機関車（鉄道システム）の稼働率が特に悪く、この表から、現在の採炭システムの基本的欠陥は鉄道システムに有ることが分かる。

表 4 採炭機器の効率

機器	既存採炭機器の			最新機器の
	稼働可能率	利用率	総合稼働率	総合稼働率
ドラッグライン	74-90	67-93	61-78	77
電動ショベル	65-94	58-82	49-76	72
電気機関車	50	56	28	51
トラック	77	85	67	68

%, 1992年データ

改善後能力

- 運転データの解析から、既存設備の生産能力（実績：11.9 百万 BCM/年）は、上述の問題点を解決することにより 17.3 百万 BCM/年に増加可能である。

しかしながら、設計能力の 21.7 百万 BCM/年には達しない。

表 5 既存設備の生産能力

	百万 BCM/年		
	設計値	最近の実績値	改善後の能力
ドラッグライン	4.7+リハンドゥル	5.5+リハンドゥル	7.7+リハンドゥル ^{*1}
電動ショベル/鉄道	12.3	2.0	3.6 ^{*2}
電動ショベル/トラック	4.7	4.4	6.0
(石炭)	(4.7)	(2.2)	(3.1)
(剥土)	(0)	(2.2)	(2.9)
合計	21.7	11.9	17.3 ^{*3}

注記 *1 ; 能増用の新しいショベル/トラックが配備されると、リハンドゥルの減少によりドラッグラインの剥土能力はさらに 0.8 百万 BCM/年増加する。

*2 ; 新しいフロントエンドローダーが配備されると、更に 0.4 百万 BCM/年増加する。

*3 ; 上記の新しい機器が配備されると、既存設備の合計生産能力は 18.5 百万 BCM/年に増加する。

予備品

- 上述の改善後能力を達成するためには、既存設備の予備品購入のために 16 百万ドル/年の外貨が必要である。

4 バガヌール炭鉱の改善計画の検討

4.1 効果的な採炭システムの検討

経済性比較検討の基準

- 経済性比較検討には、税金、金利およびロイヤリティを含めない。
- 以下のエネルギー価格を使用する。

ディーゼルオイル、ガソリン	:	国際価格(FOB) x 1.1
石炭	:	" x 0.7
電気	:	" x 0.9

- 国際価格は1993年末で以下のとおり。

ディーゼルオイル	: 169 US\$/t	石炭	: 15.7 US\$/t (ロシア産等価)
ガソリン	: 186 US\$/t	電気	: 0.062 US\$/kWh (OECD 産業向け)

既存採炭システムの経済性

- 既存採炭システムおよび機器はいくつかの面でモンゴルで使用するのに適している。特に、低温特性に優れ、石油エネルギーを使用しない点が優れている。

表 6 経済性指数の比較

費用指数項目 設備内容	単位	既存システム			新システム
		鉄道システム	その他機器	合計	新ショベル/トラック
指数のベース能力	m. BCM/y	3.6	13.7	17.3	12.6
操業費	m. BCM/y	6.4	20.4	26.8	15.0
予備品		(4.6)	(12.5)	(17.1)	(8.5)
消耗品		(1.0)	(5.8)	(6.8)	(5.9)
人件費等		(0.8)	(2.1)	(2.9)	(0.6)
設備費 ^{*1}	m. BCM/y	6.4	12.6	19.0	7.8
設備費		(6.4)	(12.6)	(19.0)	(7.8)
合計費用	m. BCM/y	12.8	33.0	45.8	22.8
費用指数	US\$/BCM				
設備更新前 ^{*2}		1.8	1.4	1.5	-
設備更新実施 ^{*3}		3.6	2.4	2.6	1.8

注記 *1:税金、金利およびロイヤリティは含まれていない。

*2:既存機器を更新する前のコスト指数で、更新に必要な費用がコストに含まれていない。

*3:定期的な機器寿命に対応した更新を行う場合のコスト指数である。

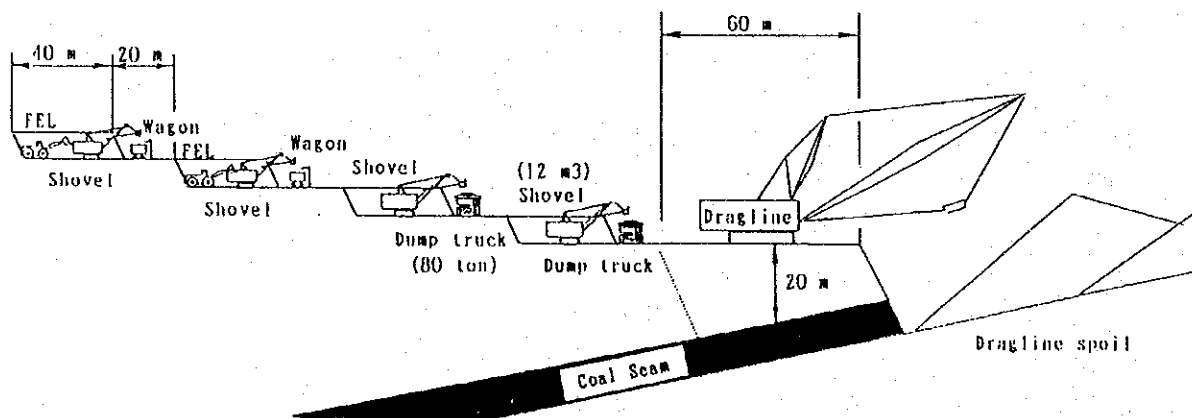
- 表 6 の比較評価から、既存採炭設備の経済性は次のとおり評価される。

- ・既存の鉄道システムを直ちに最新型機器に置換するのは、資金上得策でないが、遅くとも同システムの機器の更新が必要となる 2002 年までに、ショベル/トラックシステムに置換するのが経済的である。
- ・ロシア製機器の価格が上昇する場合には、既存の採炭機器の更新に際し、同じロシア製の機器を購入することは経済的でないかもしれない。

全体の採炭システム

- 剥土除去が大幅に遅れている現在の全体的採炭システムの欠陥を考慮しつつ、今後取るべき全体的採炭システムを検討の結果、改造案として次のようなシステムが選ばれた。

- 表土部分の剥土除去 : 既存のショベル/トラック、鉄道およびフロントエンドローダー(1997 年まで)。1998 年以降は鉄道を廃止し、新しくショベル/トラックを配備
- 中間部の剥土除去 : 新しく配備するショベル/トラック
- 深い部分の剥土除去 : 既存のドラッグライン
- 石炭の採炭 : 新規および既存のショベル/トラック



注記：1998 年以降、鉄道システムは新しいショベル/トラックシステムに切換えられる予定。

図 3 改造後の新しい剥土除去システム

新しい採炭機器の経済性

- 上述の中間部の剥土除去に使用される新しい採炭機器の選定のために、次のシステムの経済性比較が行われた。

- ケース A : 8 m³ ショベルと 50トソ トラックの編成
- ケース B : 12 m³ ショベルと 80トソ トラックの編成
- ケース C : 16 m³ ショベルと 120トソ トラックの編成
- ケース D : パケットホイールエクスカベーター

- 表 7 に示されるように、ケース B と C のコスト指数が最も低く、かつ、ケース B が整備工

場の改造等の追加費用が最小限ですむので、新しく配備する新システムとして選択された。

表 7 新しい剥土除去システムの経済性比較

	単位	既存機器	新しく増設のシステム			
		(改造)	ケース A	ケース B	ケース C	ケース D
既存設備の採掘能力	m. BCM/y	17.3	-	-	-	-
増設システムの能力	m. BCM/y	-	12.6	12.6	12.6	12.6
必要なフリート数 ^{*1}		-	4	3	2	2
増設設備初期費用 ^{*2}	m. US\$	-	62	54	42	112
操業費 ^{*2}	m. US\$/y	26.8	17.3	15.0	15.9	18.9
予備品費		(17.1)	(9.9)	(8.5)	(9.5)	(11.9)
消耗品費		(6.8)	(6.6)	(5.9)	(5.9)	(6.5)
人件費等		(2.9)	(0.8)	(0.6)	(0.5)	(0.5)
設備費 ^{*2}	m. US\$/y	19.0	9.0	7.8	6.9	14.6
機器費		(19.0)	(9.0)	(7.8)	(6.9)	(14.6)
合計費用 ^{*2}	m. US\$/y	45.8	26.3	22.8	23.0	33.5
採炭コスト指数	\$/BCM	2.6	2.1	1.8	1.8	2.7

注記 *1;新しく増設するフリートは最新機器を採用するものとした。

*2;税金、金利およびロイヤリティは含まれていない。

石炭回収率の変更

- バガヌール炭鉱の基本的設計方針の見直しを実施した。主たる変更は、バガヌールの石炭資源を無駄にしないようするため、石炭回収率を向上させたことである。

- 最適石炭回収率を検討するため、採掘深さについて次の三つのケースが比較検討

ケース 1: ロシアにより設定された現在の設計値 (深さ 170m まで採掘)

ケース 2: ケース 1 と 3 の中間の深さ

ケース 3: 最も深く、探査データの有る深さ 200m までを採掘

表 8 石炭回収率と経済性比較検討

	単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
採掘深さ	m	170	190	200
可採炭量	m. ton	260	400	480
石炭回収率	%	54	83	規準*1
合計石炭生産量	m. ton/y	6	6	6
炭鉱の寿命	年	43	67	80
必要採掘能力	m. BCM/y	24	27	30
内訳 既存システム		(17.3)	(17.3)	(17.3)
増設システム		(6.7)	(9.7)	(12.6)
剥土比(平均値)	BCM/ton	3.2	3.7	4.2
増設のショベル/トラック 編成数*2	7リット	1.6	2.3	3
<*2>の初期設備費	m. US\$	29	41	54
合計操業費 *3	m. US\$/y	31.6	35.0	38.3
内訳 既存システム		(23.9)	(23.9)	(23.9)
増設システム		(7.7)	(11.1)	(14.4)
合計設備費 *3	m. US\$/y	26.4	28.4	30.3
内訳 既存システム		(21.9)	(21.9)	(21.9)
増設システム		(4.5)	(6.5)	(8.4)
合計コスト*3	m. US\$/y	58.0	63.4	68.6
石炭コスト指数*4	US\$/ton	9.7	10.6	11.4

注記 *1 : 確認埋蔵量の約 85%に相当。200m より深い層の石炭は探査データがないため検討対象から除外した。

*2 : 表 7 のケース B の機器編成を各ケースに適用したため、編成数が整数になっていない。

*3 : この費用には既存および増設の両システムの費用が含まれている。

*4 : 合計コスト*3 を石炭 6 百万トン/年で割った値である。

- ケース 3 が、追加される可採石炭量が多く、また、採炭コストの増加が比較的少ないので、改造計画の設計規準として適切と判断され採用された。
- 炭鉱の改善計画の検討に使われる剥土比(平均値)は 4.2 である。

4.2 改善のための採炭機器およびサービス設備

改善のための採炭機器

- 上述の改定された設計規準に従い設計された改造のための採炭機器は次のとおりである。
- 一般に、採炭機器の寿命は機器の品質、使用環境、機器の保全方法等により変わる。

従って、機器の寿命は短寿命ケースと長寿命ケースの二つのケースが想定された。実際の寿命は、モンゴルがどの機器メーカーを選び、どのような機器保全方法を取るかにより決まる。

表 9 増設機器リスト

機器名	必要台数	寿命ケース (年)		機器単価 (m. US\$)	主たる用途
		短寿命	長寿命		
12 m ³ ショベル	3	15	21	4.0	剥土除去
80 トン ダンプトラック	27	6	8	0.8	同上
40 トン 石炭トラック	14	6	8	0.4	石炭運搬
10 m ³ フロントエンドローダー	3	6	8	0.9	剥土除去
ブルドーザー - 400 HP	11	6	8	0.5	多目的用
グレーダー - 254 HP	3	6	8	0.4	道路補修用

注記：単価は機器の製作、梱包、輸送、現地組立およびトレーニングを含む。

改善のためのサービス設備

- 石炭生産能力 6 百万トン/年のバガヌール炭鉱の操業がスムーズに行えるために表 10 のサービス設備が必要である。

表 10 増設サービス設備リスト

設備および機器名	数	初期設備費	概要
整備工場および補修機械	1 式	0.9 m. US\$	拡張と既存設備修理
備品倉庫	1 式	0.3	拡張
石炭ヤード(ピット 2&5)	2 カ所	1.1	新設
(ドーザー-ショベル)	(3)	(0.9)	250 HP
破碎、出荷設備(ピット 2&5)	2	3.7	新設
(クラッシュングプラント)	(2)	(1.1)	サイジング
(コンベヤベルト)	(2)	(0.9)	ホッパー-/スプレッター
(ドーザー-ショベル)	(4)	(1.1)	250 HP
配電設備	1 式	1.2	可動式変圧器
(非常用発電機)	(2)	(0.4)	ディーゼル
通信設備	1 式	0.1	無線式
水抜きシステム	1 式	4.0	井戸、ポンプ & 配管
多目的機器	1 式	4.3	FEL, ブルドーザー、トラック
石炭品質管理システム	1 式	0.2	全自動分析計
合計		15.8	(外貨費用分のみ)

4.3 改善計画の工程

改善工事計画

- 改善工事工程は大型機器の納期を勘案して、以下のように想定する。なお、この工程には石炭需要との関係は考慮されていない。

改善工事工程

機器補修部品の発注	: 1994 年末
補修部品の到着	: 1995 年末
増設資金準備	: 1995-96 年
増設機器発注	: 1996 年末
機器の到着および現地組立	: 1997 年末

石炭生産計画

1995	: 3.5 百万トン/年
1996, 1997	: 4.0 百万トン/年
1998	: 5.0 百万トン/年
1999	: 6.0 百万トン/年

5 品質管理システム

5.1 石炭品質の問題点

- 現在、バガヌール炭鉱の石炭は破碎・サイジングが行われておらず、品質検査も行われな
いまま出荷されている。
- 石炭の水分が高いと発熱量が低下するのみならず、冬季の輸送用貨車内での石炭凍結、発
電所での配管の閉塞等多くの問題を生じている。
- 時々炭層間の薄いインターバーデンが石炭と同時に採掘され、製品石炭に混入して出荷さ
れ、石炭品質の低下を招いている。
- 需要家は石炭品質の変化、特に水分の変化を最少限にすることを要請している。

5.2 必要な品質管理システムと機器

- バガヌール炭鉱内に「品質管理思想」の導入が必要である。
- 次の設備・機器の導入が必要である。

品質管理機器（オンライン分析計）

破碎・サイジングプラント

薄いインターバーデンの剥土用小型 フロントローダーとトラック

水抜きシステム

注記：山元にて石炭を乾燥して水分を少なくして出荷するのが好ましいが、検討の結果、
褐炭のため自然発火の可能性があり技術的経済的に山元では実施困難と判断した。

従って、乾燥設備は需要家サイドに設ける必要が有る。

なお、採炭現場では水抜きを完全に行い、過剰な水分が製品炭に含まれないような品質管理が必要である。

5.3 製品炭品質

- 上述の品質管理システムと機器の導入によって、製品石炭の品質は次のとおりと推定される。

表 11 製品石炭の品質

項目	単位	値
全水分 (as received)	%	35.0
付着水分 (as received)	%	26.8
固有水分 (air dry)	%	11.2
灰分 (air dry)	%	17.0
揮発分 (air dry)	%	31.8
固定炭素 (air dry)	%	40.0
全硫黄 (air dry)	%	0.63
発熱量 (air dry)	kcal/kg	4,868 (高発熱量), 4,620 (低発熱量)
	(as received) kcal/kg	3,563 (高発熱量), 3,221 (低発熱量)

6 環境アセスメント

- バガヌール炭鉱のリノベーションに関する環境アセスメントは、大気、水質、土質、騒音／振動、動物／植物生態系等九つの環境分野について行われた。
- 環境アセスメントの面から見て、バガヌール炭鉱を 6 百万トン／年に能増するリノベーションに関し、特記すべき制約はない。
- 主な環境上の問題点は、汲み上げた地下水の排水水質（鉄分が多い）と、近接するバガグン湖の水位の低下の可能性である。
- 上記問題への対策として、既存の地下水排水の水質改善設備の増設と、バガグン湖の水位の監視を行い、必要によりフツァ川の流路をバガグン湖に流入させるのが適切と思われる。
- バガヌール炭鉱の環境を保全するため、モニタリング設備の設置と詳細な環境アセスメントの実施が望まれる。

7 設備費と操業費

7.1 設備の更新スケジュール

- 4.1 章の検討から、バガヌール炭鉱の最も効果的な改善指針は次のとおりと推察される。
 - ・既存の鉄道システムは、寿命による更新時期が来たら、大型のショベル/トラックシステムに切り換える。
 - ・ロシア製の既存の採炭機器は、古い機器の部品を予備品として再利用できることを想定して、寿命による更新時期が来たら、同じ既存の小型機器にそのまま更新する。
- 上記の改善基本指針を考慮して、経済性評価に基づき最善の改善計画を確定するため、次の三つの案につき機器の更新スケジュールを作成した。
 - ケース A: プロジェクト期間(23 年間)を通じて、今後も鉄道システムを使用するケース(既存の採炭システムを変更しないケース)
 - ケース B: 能増用機器が配備される 1998 年に、既存の鉄道システムを廃棄しショベル/トラックシステムに切り換えるケース
 - ケース C: 鉄道システムの主要機器が更新時期を迎える 2002 年に、既存の鉄道システムを廃棄し、ショベル/トラックシステムに切り換えるケース

7.2 設備費および操業費

- 上記の 3 つのケースについての設備費および操業費を、各機器の更新スケジュールと、推定される国際価格に基づいて、当調査のプロジェクト対象期間(23 年間: 1996-2018 年)に必要な金額を算出した。

注記 1: プロジェクト対象期間(23 年間)は経済性評価および財務分析のために設定された期間で、実際の生産は 23 年間経過後も継続される。

- 2: 旧コメコンより輸入された既存機器の価格レベルは、現時点では未だ低いが、当調査では最新機器価格の 80%と想定して設備費および操業費を算出した。

表 12 各ケースの所要設備費と操業費

	百万 US\$		
	ケースA	ケースB	ケースC
設備費	535	461	475
既存機器のリハビリ用	(400)	(326)	(340)
増産用増設機器用	(135)	(135)	(135)
操業費	1,088	1,050	1,057
既存機器のリハビリ用	(754)	(716)	(723)
増産用増設機器用	(334)	(334)	(334)
リノベーション用合計費用	1,623	1,511	1,532

今後 23 年間に必要な外貨費用 (ケース B の場合)

- 今後 23 年間に必要な設備費および操業費の外貨部分は表 13 のとおりである。

- 最初の 3 年間に必要な設備費のための外貨は 130 百万米ドルである。
- 最初の 3 年間に必要な輸入の予備品および消耗品を購入のための外貨は 63 百万米ドルである。

表 13 今後 23 年間に必要な外貨費用
ケース B: 1998 年から鉄道システムを廃棄するケース

百万 US

年	設備費			操業費 ^{*3}			合計
	既存機器 ^{*1}	増設機器 ^{*2}	計	既存部門	増設部門	計	
1996	15.5	0	15.5	19.5	0	19.5	35.0
7	30.4	0	30.4	19.5	0	19.5	49.9
8	33.7	50.6	84.3	18.6	5.3	23.9	108.2
9	3.5	0	3.5	19.2	10.5	29.7	33.2
2000	17.3	0	17.3	19.2	10.5	29.7	47.0
1	7.8	0	7.8	19.2	10.5	29.7	37.5
2	2.0	0.4	2.4	19.2	10.5	29.7	32.1
3	6.0	0	6.0	19.3	10.5	29.8	35.8
2004-							
2008	73.7	37.5	112.2	96.3	52.5	148.8	260.0
2009-							
2013	60.5	1.0	61.5	96.3	52.5	148.8	210.3
2014-							
2018	61.2	38.8	100.0	96.2	52.5	148.7	248.7
合計	311.6	128.3	439.9	442.5	215.3	657.8	1,097.7

注記 *1: 設備費の“既存機器”の欄は、既存機器の更新費用で、短寿命ケース・国際価格の 80%レベルを想定して算出されている。

モンゴル国内の税金は含まれていない。

*2: 設備費の“増設機器”の欄は、増設する機器とサービス設備の初期費用および更新費用で、長寿命ケース・国際価格の 100%レベルを想定して算出されている。

*3: 操業費は毎年の補修部品費、定期オーバーホール費用および火薬・ディーゼル油・ガソリン・潤滑油等輸入消耗品の費用である。

今後 23 年間に必要な内貨費用

- 内貨費用は人件費と電力費が主たる費用で、表 14 に示すとおりである。

表 14 今後 23 年間に必要な内貨費用
 ケース B: 1998 年から鉄道システムを廃棄するケース

1994年末. 百万 US\$				
	人件費	電力費	その他	合計
1996	2.6	1.8	16.3	20.7
1997	2.6	2.0	7.7	12.2
1998	2.6	2.4	13.0	18.0
1999-2018	56.0	64.0	243.3	363.4
合計	63.8	70.2	280.3	414.3

8 経済性評価および財務分析

8.1 概要

- バガヌール炭鉱リノベーション計画における最大の焦点は、4.1 章で検討の通り、鉄道方式の更新による影響である。
- リノベーション計画の経済性評価を行うために、次の 3 案を検討した。
 - ケース A: プロジェクトの期間を通じて、現在の鉄道方式の維持更新を前提に、現状改善(18.5 百万 BCM/年)と生産規模拡大(11.4 百万 BCM/年)を行う案。
 - ケース B: 1998 年に現在の鉄道方式をトラック/ショベル方式に切替えることを前提に、現状改善と生産規模拡大を行う案。
 - ケース C: 2002 年に現在の鉄道方式をトラック/ショベル方式に切替えることを前提に、現状改善と生産拡大を行う案。
- 分析の前提条件は、次の通りである。
 - ・プロジェクトの対象期間: 23 年間(1996 年から 2018 年まで)
 - ・資金の時間的価値の基準: 1994 年時点の Tg で、交換レートは
 - ・資金の構成 : 借入金 100%~資本金 100% (ケーススタディ実施)
 - ・設備の価格と寿命(表 9 および表 11 参照)
 - 現有設備 : 国際価格の 80%かつ短寿命
 - 新規追加設備: 国際価格かつ長寿命
 - ・インフレーション : インフレーション適用なし。
- 表 15 に、経済性評価に用いた、モンゴル国の現時点の価格とコストの構成を示す。

表 15 価格とコストの構成

項 目	外 貨		内 貨		C I F 現場	
	国境価格	税 金	税金	その他のコスト	税なし	税込み
輸入設備	0.8333 (1.0000)	0.1521 (0.1825)	0.0146 (0.0175)	0.0146 (0.0175)	0.8479 (1.0175)	1.0000 (1.2000)
輸入部品および 火薬類	0.7407 (1.0000)	0.1963 (0.2650)	0.0630 (0.0850)	0.0630 (0.0850)	0.8037 (1.0850)	1.0000 (1.3500)
ディーゼル油	0.4726 (1.0000)	0.2578 (0.5455)	0.2696 (0.5703)	0.2696 (0.5703)	0.7422 (1.5703)	1.000 (2.1158)

8.2 経済評価

- モンゴルの経済全体の立場から、バガヌール炭鉱のリノベーション計画を評価するために、税金、ロイヤリティ、借入資金コスト等は、経済費用には含めていない。
- 3,563kcal/kg のバガヌール炭の経済価値は、ロシアからの輸入代替・発熱量等価・国境価格の 6,057Tg/t と評価している。
- 経済評価に用いたキャッシュフローの公式は次のとおりである。
 - + 経済便益
 - 操業費用 (支払金利=0、減価償却費=0)
 - 課税後経費 (操業費用の調整)
 - 投資額
 - 運転資本の増分
 - + プロジェクトの清算 (運転資本、未償却設備等の回収)
 - = プロジェクトの EIRR のキャッシュフロー

経済評価のためのベースケースの選定

- 前述 3 案について、EIRR 10 % となる時の石炭の価格を計算すると、次の通りである。

項 目	生産量 (m. t/y)	総掘削量 (m. BCM/y)	経済価格 (Tg/石炭 t)		
			ケース A	ケース B	ケース C
現状改善	3.7	18.5	5,257	4,916	4,971
生産規模拡大	2.3	11.4	4,370	4,370	4,370
合 計	6.0	29.9	4,977	4,743	4,781

- 石炭の経済価格は、ケース B とケース C との間の差は殆どない。旧コメコン製品の価格によって諸案の優先順位は変動するが、ケース B の 1998 年に鉄道を廃棄する案を、ベ-

スペースに選定した。

ベースケースの経済評価

- 石炭の経済価値 6,057Tg/tにおける、ケース B の EIRR は非常に高く、97%である。

	EIRR
1998年鉄道廃棄の現状改善	∞
1998年に生産規模拡大	36.6 %
合計 (ケース B)	97.0 %

- EIRR 10%の時の石炭価格 4,743Tg/t (表 15) は、石炭の経済価値 6,057Tg/t に比較すれば相当安い値となっている。
- 石炭の経済価値におけるプロジェクトの EIRR は 97%、かつ EIRR 10%の時の石炭価格 4,743 Tg/t から、本プロジェクトは国家的経済の観点から実行可能と評価される。

経済感度分析

- 石炭の経済価値 6,057Tg/t における、ベースケースの前提条件の変動に対する影響は、次の通りである。

表 17 経済感度分析

単位: EIRR %				
変動の割合	石炭の価格	投資額	操業費用	剥土量 (S/R)
1.2	∞	39.3	28.9	30.0 (5.2)
1.1	∞	53.9	45.9	46.9 (4.7)
ベースケース	97.0	97.0	97.0	97.0 (4.2)
0.9	31.5	∞	∞	∞ (3.7)
0.8	12.3	∞	∞	∞ (3.2)

- 石炭価格の変動による影響が最も顕著であるが、このような変動は石炭の国際価格の変動によってのみ生じるものである。
- 投資額、操業費用、剥土比のそれぞれについて、±20%変動があったとしても、プロジェクトに対する実行可能の評価は変化しない。

8.3 財務分析

- バガヌール炭鉱あるいは投資者の立場から、財務評価を行うために次を前提条件とした。
 - ・内貨の資金コスト: 月利 10%、返済期間 6 カ月
 - ・外貨の資金コスト: 年利 8%、返済期間 10 カ年
- 財務分析に用いたキャッシュフローの公式は、次の通り。

・プロジェクトのFIRRのためのキャッシュフロー(100%資本金)

- +収益
- 操業費用 (支払金利=0)
- 法人所得税
- 課税後経費 (操業費用の調整)
- + 減価償却費
- 投資額
- 運転資本の増分
- +プロジェクトの清算 (運転資本、未償却設備等の回収)
- =プロジェクトのFIRRのキャッシュフロー

・投資資本のFIRRのためのキャッシュフロー

- +収益
- 操業費用
- 法人所得税
- 課税後経費 (操業費用の調整)
- + 減価償却費
- 投資額
- 運転資本の増分
- + 借入金
- 借入金返済額
- +プロジェクトの清算 (運転資本、未償却設備等の回収)
- =投資資本のFIRRのためのキャッシュフロー

財務分析

- 3案について、プロジェクトのFIRRが10%になる時の石炭の販売価格を計算すると、次の通りである。

表 18 3案のプロジェクトのFIRRが10%の時の価格

項 目	石炭の 生産量 (m. t/y)	総掘削量 (m. BCM/y)	財務販売価格 (Tg/石炭 t)		
			ケースA	ケースB	ケースC
現状改善	3.7	18.5	8,675	7,923	8,061
生産規模拡大	2.3	11.4	6,696	6,696	6,696
合 計	6.0	29.9	7,980	7,493	7,586

- ケース Bで、EIRR 10%の時の石炭の価格 4,743Tg/tと、FIRR 10%の時の石炭価格 7,493Tg/tと比較すれば、財務価格は経済価格の 160%になっている。
- ケース BのプロジェクトのFIRRは、石炭の経済価値 6,057Tg/tでは、0.9 %と非常に低

い値となっていて、財務的には実行不能である。

	プロジェクトのFIRR
1998年鉄道廃棄の現状改善	(-1.7)%
1998年生産規模拡大	5.6 %
合 計	0.9 %

- モンゴルの現行税率税体系では、本プロジェクトは石炭の経済価値 6,057Tg/t で販売する場合は、FIRRは 0.9%で、10%のFIRRを得るためには 7,493Tg/t で販売する必要がある、財務的には実施不能である。図 4 にモンゴルの税体系と石炭生産コストの構成を示す。
- バガヌール炭鉱のリノベーション計画を実施可能にするため、また石炭の販売価格を経済価値の 6,057Tg/t にまで下げるためには、現行税率を見直す必要があり、これは結果的に政府から炭鉱への利益の再配分を行うこととなる。

減免税の効果

- ケース B において、石炭の経済価値 6,057Tg/t で、プロジェクトのFIRRが10%になるように、最も可能性のあると思われる減免税のいくつかのステップを検討した。

表 19 減免税の効果 (ケース B)

(単位: 百万 Tg)			
No	課税項目と減免税措置のステップ	プロジェクトのFIRR (%)	割引率 10% における NPV
1	現行税率税制	0.6	-32,420
2	固定資産の評価替え	0.9	-30,730
3	法人所得税計算に累積赤字の繰延べ採用	0.6	-29,630
4	課税後経費の操業費用繰入れ	2.3	-25,530
5	輸入設備に対する減免税 輸入税現行 7.5%を 0 取引税現行 10%を 5%	2.9	-22,080
6	輸入部品に対する減免税 輸入税現行 15%を 0 取引税現行 10%を 5%	6.1	-11,470
7	輸入設備、部品の免税 輸入税、取引税すべて 0	7.8	- 6,680
8	石炭の取引税の再配分 取引税 10%を国庫へ 5%、炭鉱に 5%	10.0	+ 120

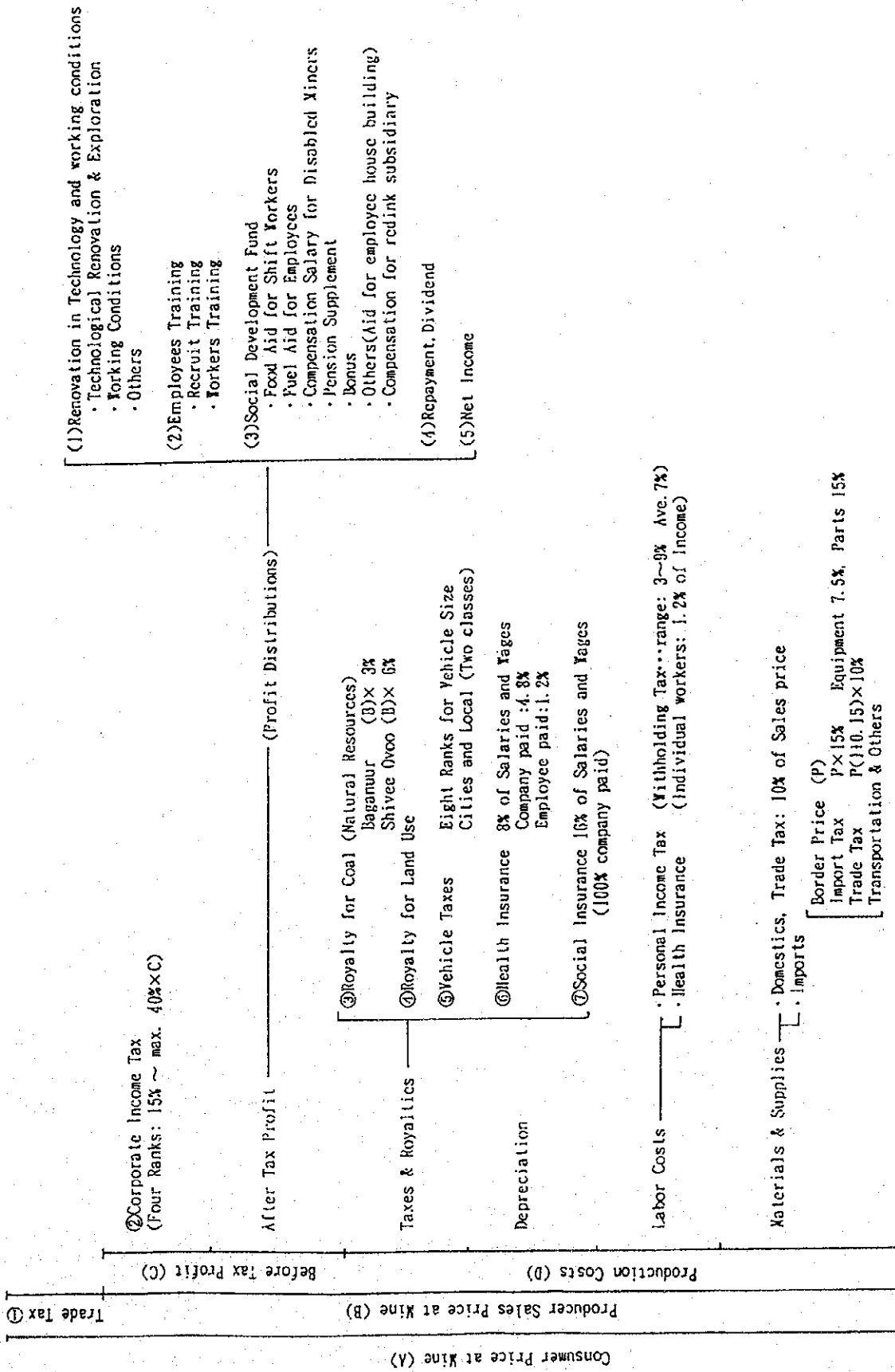


図 4 モンゴル国課税制度と石炭価格

- 表 19 に示す通りの減免税措置を実施した場合に、6,057Tg/t の販売価格で、プロジェクトの FIRR が 10% となり、プロジェクト実施可能な限界的な状況になる。さらに、状況を改善するには、低利の借入金の導入が必要となる。

借入金の効果

- 借入金の効果を評価するために、投資資本の FIRR、借入金/資本金の資金の構成比、借入外貨の金利と減免税措置のステップ等の関連について、検討を行った。
- 表 20 に、外貨金利 2% の場合における関連を示しており、低利の資金の借入れを多くすれば、減免税措置のステップ数が少なくなる。

注記：高利の借入資金が多くなれば、減免税措置のステップ数は増加する。

表 20 借入金の効果と減免税措置
(外貨の金利 2%、石炭販売価格 6,057Tg/t の時の Case B)

No	課税項目と減免税措置のステップ	借入金/資本金比率に対する FIRR(%)		
		50/50	70/30	80/20
1	現行税率税制	0.4	0.4	0.9
2	固定資産の評価替え	0.8	0.8	1.1
3	法人所得税計算に累積赤字の繰延べ採用	1.2	1.2	1.1
4	課税後経費の操業費用繰入れ	1.4	n. a	n. a
5	輸入設備に対する減免税 輸入税現行 7.5%を 0 取引税現行 10%を 5%	2.8	0.9	n. a
6	輸入部品に対する減免税 輸入税現行 15%を 0 取引税現行 10%を 5%	7.4	9.0	10.6
7	輸入設備、部品の免税 輸入税、取引税すべて 0	9.7	(12.5)	(16.1)
8	石炭の取引税の再配分 取引税 10%を国庫へ 5%、炭鉱に 5%	(13.7)	(19.5)	(32.2)

注記：()は、FIRR が高くなっているため、これに対応する減免税措置を行う必要がないことを表している。

リノベーション計画に望ましい財務上の環境

- バガヌール炭鉱のリノベーション計画が財務的に成立するために必要な条件は、次のとおりである。

- ・プロジェクトの資金の構成は借入金 80%、資本 20%
- ・低利の外貨資金の導入
- ・固定資産の評価替え
- ・法人所得税計算に累積赤字の繰延べ採用
- ・課税後経費の操業費用繰入れ
- ・輸入設備・部品の輸入税の免除
- ・輸入設備・部品の取引税を 5% に半減
- ・石炭の取引税の半分を炭鉱に還付

財務感度分析

- 石炭の販売価格の変動による影響は、プロジェクトの最終年における借入金未返済額によって評価した。上述の財務的環境の下で、借金未返済が生じない時の最も安い合理的な販売価格は、外貨の金利により異なり、2%の時には 5,900Tg/t となり、8%の時には 6,068Tg/t となる。
- 前述の財務的環境の下で、ケース B の前提条件の変動に対するプロジェクトの FIRR および投資資本の FIRR の影響を評価した。

表 21 財務感度分析

(ケース B: 販売価格 6,057Tg/t、借入比率 80%、外貨の金利 2%)

単位: 投資資本の FIRR			
変動の割合	投資額	操業費用	剥土量 (S/R)
1.2	9.3	n. a	n. a (5.2)
1.1	13.7	7.5	7.8 (4.7)
ベース	20.3	20.3	20.3 (4.2)
0.9	32.3	64.1	60.5 (3.7)
0.8	59.5	∞	∞ (3.2)

- 投資額、操業費用、剥土量 (剥土比) の ±20% の変動は、プロジェクトの評価に重大な影響を与える。

9. 結論と所見

バガヌール炭鉱の現在の問題点

- 1990 年に石炭年産 6 百万 t 規模の設備の導入が実施されたが、1993 年の総掘削量実績は、設備能力の 55% であった。
- 主たる原因は、次のとおりである。
 - ・鉄道システムの度重なる故障による低い遂行率

- ・資金不足により部品供給停止
- ・外国技術者の引揚げにより、メンテナンスの専門家不在

リノベーション計画の採掘方式

- 詳細な技術検討および経済性評価の結果、ケース B が最も経済的と判断された。すなわち、
 - ・1998年に鉄道方式を廃棄し、新たにトラック/ショベル方式を導入する。
 - ・トラック/ショベルを追加して、生産規模を6百万t/年に拡大する。

環境への影響

- 適切な環境対策を講ずれば、年産6百万t計画は、環境になんらの悪影響も及ぼさない。
- 現行の排水処理施設を拡張し、鉄分の多い地下水の未処理排出を防止する等、いくつかの対策があるが、すべてリノベーション計画に盛り込まれている。

投資費用と操業費用

- ケース B の23年間の投資総額と操業費用総額は、次の通りである。

	生産能力 (百万 t/y)	投資総額 (百万 US\$)	操業費用総額 (百万 US\$)
現状改善	3.7	326	716
生産規模拡大	2.3	135	334
計	6.0	461	1,050
(t 当たり US\$)	-	(3.46)	(7.88)

- 1996年から1998年までの、最初の3年間の投資費用および操業費用の外貨部分は、次のとおりである。

	生産能力 (百万 t/y)	投資額 (百万 US\$)	操業費用 (百万 US\$)
現状改善	3.7	79	58
生産規模拡大	2.3	51	5
計	6.0	130	63

経済評価

- バガヌール炭鉱のリノベーション計画は、国家経済全体で見た場合、非常に有利であり、実施すべきである。
- 国家経済全体を象徴する EIRR は、石炭の経済価値である 6,057Tg/t で見た時、97%と非常に高い。

ある。

- 石炭価格、投資額、操業費用、剥土量が±20%変動しても、実施可能の結論にはなんらの影響も与えない。

財務分析

- 現行の税率税制では、バガヌール炭鉱のリノベーション計画は、財務的には実施不能である。
- 投資家の観点から見たプロジェクトのFIRRは、石炭の経済価値 6,057Tg/t で販売した時、0.9%と非常に低い値となる。
- プロジェクトのFIRR 10%を得るための石炭の販売価格は 7,598Tg/t となり、石炭の経済価値 6,057Tg/t に比較して非常に高くなる。

財務的環境の改善

- リノベーション計画は、国家経済の観点から見ると非常に有利なプロジェクトであるので、財務的に実施可能とするためには、次のことを実施する必要がある。
 - ・ 輸入設備と部品に対する現行取引税 10%を 0
 - ・ 輸入設備と部品に対する輸入税（現行 7.5%および 15%）を 0
 - ・ 課税後経費を操業費用に繰入れ
 - ・ 石炭の取引税の半分(5%)は炭鉱に還付
- 上述の減免税措置後の、石炭の経済価値 6,057Tg/t におけるプロジェクトのFIRR 10%は限界的である。財務的環境をさらに改善するために、低利の外貨借入金を導入する必要がある。
- 例えば、借入金比率 80%で金利 2%の外貨を導入すると、投資資本のFIRR 15%の時の石炭の販売価格は 5,900Tg/t となり、このFIRR 15%は、基幹産業としては合理的レベルと考えられる。

リノベーション計画に望ましい財務的環境

- 上述の検討結果から、バガヌール炭鉱のリノベーション計画に対しては、次の財務的環境が必要である。
 - ・ プロジェクトの資金の構成は、借入金 80%、資本 20%
 - ・ 低利の外貨資金の借入
 - ・ 固定資産の評価替え
 - ・ 法人所得税計算に累積赤字の繰延べ採用
 - ・ 課税後経費の操業費用繰入れ
 - ・ 輸入設備・部品の輸入税の免除
 - ・ 輸入設備・部品に対する取引税を 5%に半減
 - ・ 石炭の取引税の半分(5%)は炭鉱に還付
- モンゴル政府が民営化を計画する場合、上記と同様の効果を与える財務的環境を作り出す

必要がある。

マネジメントの改善

- 次の部門において、マネジメントの改善が必要である。

- ・メンテナンス部門

機械や設備の保守管理（予備部品を含めて）に対して責任を持つこと、および保守管理に対する能力を可及的速やかに育成すること。

- ・石炭の品質管理部門

石炭の消費者と炭質問題についてよく話し合うことは勿論であるが、発熱量、水分、石や金属片の混入といった問題点も解決すること。

- ・環境管理部門

環境測定計画の実施、現有地下水処理設備の拡大等を行って、環境保全を行うこと。

- ・石炭販売部門

石炭を売ること、価格交渉をすること、苦情の処理をすることと合わせて、短期・長期の販売計画を策定すること。

第一部 炭鉱リノベーション計画

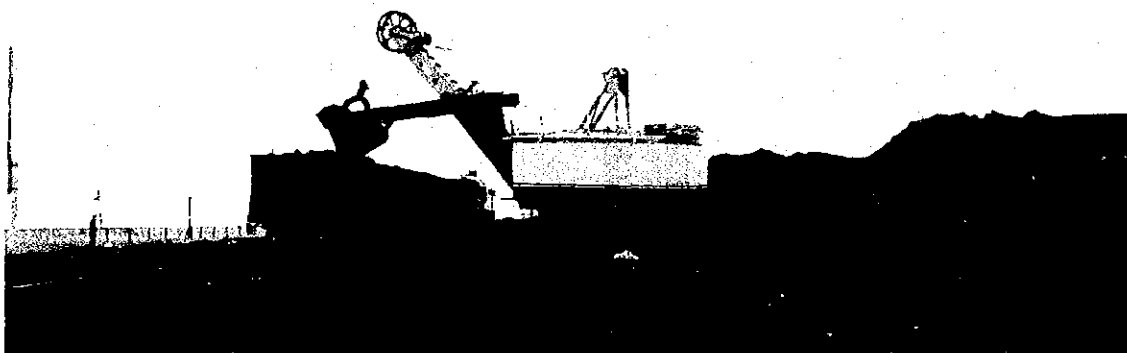
第二章 シビーオボー炭鉱改善計画の調査



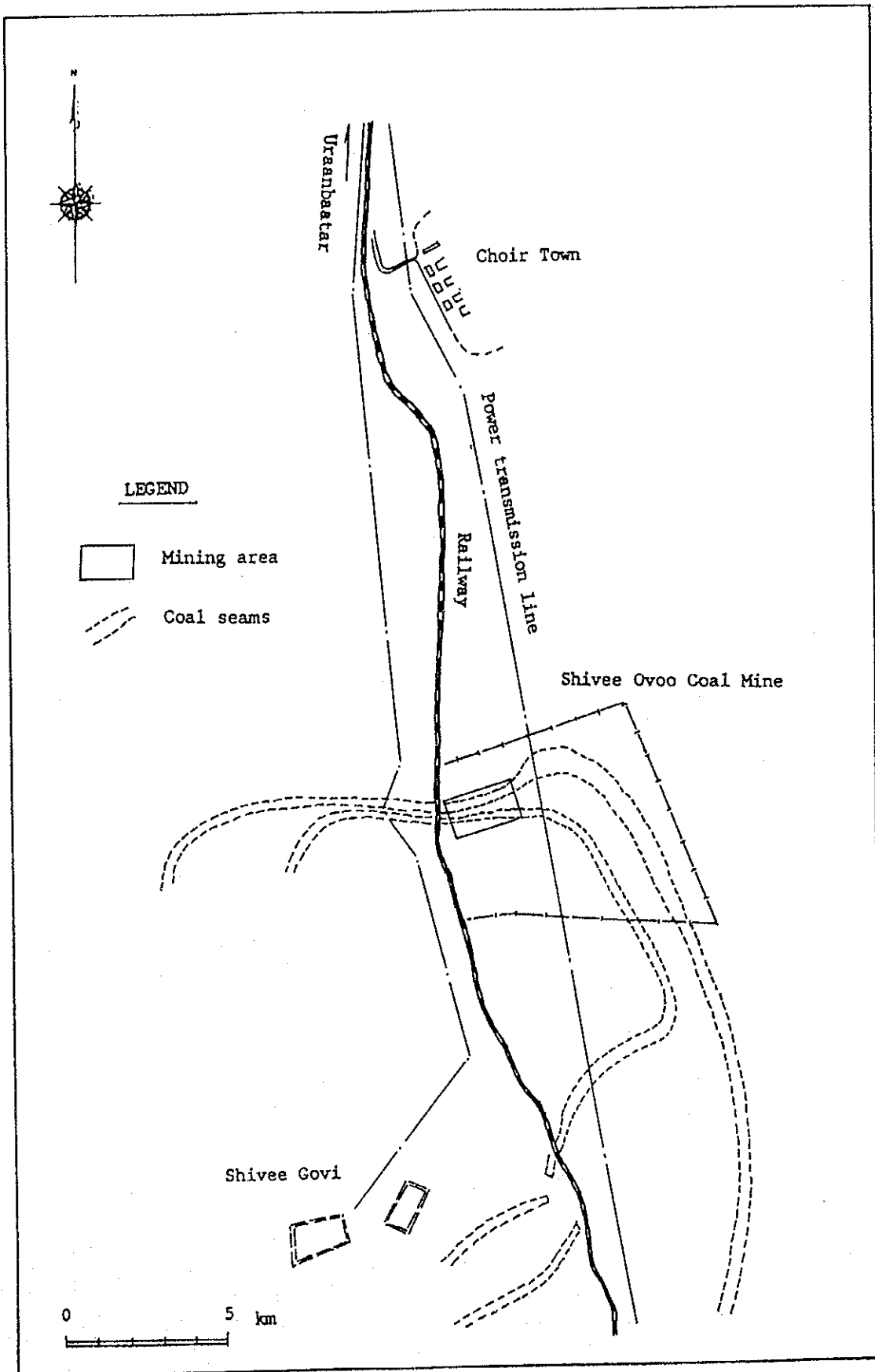
シビーオポー炭鉱採掘現場全景



ショベル/トラックシステムによる剥土作業



貯炭場と貨車積込作業



シビーオボオ炭鉱位置図

第一部 炭鉱リノベーション計画

第二章 シビーオボ-炭鉱改善計画の調査

1 はじめに

- シビーオボ-炭鉱は首都ウランバートルの南東 260 km、海拔 1,200m の高地にある。
- 約 3,700 kcal/kg(GHV) の褐炭が露天掘りで生産され、その大部分はウランバートルの発電所で使用されている。
- シビーオボ-炭鉱はモンゴル石炭研究所で設計され、1992 年に生産を開始し、現在 0.5 百万トン/年の生産を行っている。
- シビーオボ-炭鉱改善計画の目標は、現在の炭鉱の欠陥を改善し、石炭生産量 2 百万トン/年を達成することである。

2 石炭資源

埋蔵量

- 確認埋蔵量は 600 百万トンである。
- 鉱床は 24.4 km² の面積で、約 250m 以内の深さに賦存している。

表 1 確認埋蔵量

炭層の名称	確認埋蔵量 (百万トン)	剥土比 (剥土 BCM/トン石炭)
I & II	550	n, a
V	45	n, a
合計	600	約 3.5

埋蔵炭品質

- シビーオボ-炭鉱の石炭は水分含有量が高い。

表 2 埋蔵炭品質

		単位	平均値 ^{*1}
全水分	(as received)	%	31.8
固有水分	(air dry)	%	8.4
灰分	(dry basis)	%	16.4
発熱量 ^{*1}	(as received)	kcal/kg	3,776 (GHV) ^{*2}
	(air dry)	kcal/kg	5,070 (GHV) ^{*3}
全硫黄	(dry ash free)	%	0.75

注記 *1 : シーム I, II および V から採取したいくつかのサンプルの平均値である。

分析手法およびデータの信頼性は双方で確認した。

*2 : 地表に近い露頭部分の発熱量は僅か 2,800 kcal/kg(LHV)である。

*3 : 石炭の水分含有量から推定した値(GHV). モンゴルでは低発熱量(LHV)が使われているが、シビーオボ-炭鉱では高発熱量(GHV)が使われている。

3 シビーオボ-炭鉱の現状

3.1 炭鉱の現状

現在の採炭システム

- 剥土除去は 5m³ 電動ショベルと 40トトラックにより行われている。ドラッグラインや鉄道輸送システムは使われていない。
石炭掘削にも同じ電動ショベルとトラックが使われている。
- 1993 にはいくつかの採炭機器が新たに追加配置されたが、一方で、古い機器の修理は補修部品の不足、修理工場がないこと、あるいは専門家の不足により満足に行われていない。

付帯設備

- ボイラー、事務所、修理工場、部品倉庫、破碎・積込設備、石炭品質管理システム等必要なサービス設備が設置されておらず、悪条件の中で生産が行われている。ダンプトラックの修理が冬季でも屋外で行われている状況である。

生産

- 1992 年の操業開始以降、石炭の生産が急がれたため、剥土比が 1.9 と低く、採炭条件の良い露頭部分の酸化炭が採掘された。
- 1993 年の石炭と剥土の合計実績採掘量は 1.6 百万ト/年に増加したが、予定した増設機器の到着が遅れたため計画量 (1.9 百万 BCM/年)には達しなかった。

表 3 石炭と剥土の合計採掘量

年	石炭生産量 (m. t/y)		剥土除去量 (m. BCM/y)		合計 (m. BCM/y)	
	計画値	実績	計画値	実績	計画値	実績
1992	0.3	0.14	n, a	0.7	n, a	0.8
1993	0.50	0.59	1.5	1.1	1.9	1.6

従業員

- 1993 年の全従業員数は 260 名で、その内 110 名が生産現場要員、90 名が機器補修要員である。

3.2 シビーオボ-炭鉱の問題点

- 石炭の水分含有量が高く、しかもその水分が検査されないで出荷されている。
 - ・水抜き作業が遅れており、採炭現場の水位が高い
 - ・石炭乾燥設備がない
 - ・石炭の水分管理体制がなく、水分検査機器もない
- 石炭の発熱量が契約値に比較して非常に低い。
 - ・手っとり早く採炭が容易なため(剥土比:1.9)、露頭部分の酸化炭が採掘されている
 - ・水分含有量が高い
- 機器の補修が困難なため、ダンプトラックの稼働率が低い。
- 補修部品購入と機器の更新のため、積み立てている基金の現在価値が激しいインフレーションのため目減りし、予備品が購入できない。

3.3 既存採炭設備の生産能力の評価

稼働率

- 運転データの解析から、既存の電動ショベルの稼働率は最新型の稼働率より高く、一方、ダンプトラックの稼働率は、機器故障が多くやや低いことが判明した。

表 4 採炭機器の効率

%, 1992年データ

機器名称	既存採炭機器の		総合稼働率	最新機器の
	稼働可能率	利用率		総合稼働率
電動ショベル	n, a	n, a	85	72
ダンプトラック	n, a	n, a	58	68

注記：機器が新しく(2年目)、かつ小回りの効く採炭システムのため、上記総合稼働率のデータは、非常に高く出ていると思われる。

改善後能力

- 当炭鉱は1993年に採炭機器を増設した。1993年末の時点での設備の石炭と剥土の合計処理能力は、機器補修の改善を図ることを前提として、約3.2百万BCM/年と推算される。

表 5 設備の生産能力(1993年末)

百万 BCM/年, 1993 末データ

	計画値	最近の実績	改善後の能力
ショベル/トラック	1.9	1.6 ^{*1}	3.2 ^{*1}
(石炭)	(0.41)	(0.49)	(0.9-0.6)
(オーバ-パ-テーション)	(1.5)	(1.1)	(2.3-2.6)

注記 *1: 1993年の中頃からいくつかの採炭機器が段階的に増設されている。

石炭生産能力

- 設備改善後の石炭生産能力は、その時の剥土比により変わる。
現在のように剥土比が 1.9 と低い露頭部分の酸化炭を採掘する場合には約 1.2 百万トン／年の石炭が生産可能であるが、シビーオポー炭鉱の平均剥土比(3.5) の場合には、0.8 百万トン／年に低下する。
- 出来るだけ早く発熱量の向上を図るためには、石炭が酸化していない深い部分の炭層を掘る必要がある。したがって、改善後の石炭生産能力は約 0.8 百万トン／年と見るのが妥当であろう。

予備品および補修機器

- 上述の改善後能力を達成するためには、予備品の購入および補修機器の購入のために 1.4 百万ドル／年の外貨が必要である。

4 シビーオポー炭鉱の改善計画の検討

4.1 効果的な採炭システムの検討

経済性比較検討の規準

- 経済性比較検討には、税金、金利およびロイヤリティを含めない。
- 以下のエネルギー価格を使用する。

ディーゼル燃料、ガソリン	:	国際価格(FOB) x 1.1
石炭	:	" x 0.7
電気	:	" x 0.9

- 国際価格は 1993 年末で、以下のとおりである。

ディーゼル燃料	:	169 US\$/t	石炭	:	15.7 US\$/t (ロシア産等価)
ガソリン	:	186 US\$/t	電気	:	0.062 US\$/kWh (OECD 産業向け)

全体の採炭システム

- 剥土除去に対する作業のフレキシビリティを配慮して、改造案として次のようなシステムが選ばれた。

表土部分の剥土除去	:	新しい機器の導入
中間層の剥土除去	:	既存のショベル/トラック
石炭の採炭	:	既存のショベル/トラック

新しい採炭機器の経済性

- 上述の表土部分の剥土除去に使用される新しい機器の選定のため、次のシステムの経済性比較が行われた。

ケース I : 5 m³ ショベルと 40トトラック

II : 10 m³ フロントエンドローダーと 80トトラック

III : 29 m³ ドラッグライン 1台

IV : 20 m³ ドラッグライン 2台

- 表 6 に示されるように、ケース III のコスト指数が最も低く、改造用に導入することとした。

表 6 新しい剥土除去システムの経済性比較

	単位	既存機器 (改造)	新しく増設のシステム (ケース)			
			I	II	III	IV
既設設備の採掘能力	m. BCM/y	3.2	-	-	-	-
増設システムに必要な能力	m. BCM/y	-	5.5	5.5	5.5	5.5
必要なシステムの編成数 ^{*1}		-	4	2	1	2
増設システムの初期費用 ^{*2}	m. US\$	-	6.8	8.2	17.7	26.1
操業費 ^{*2}	m. US\$/y	3.0	5.1	4.7	3.5	5.5
予備品費		(1.5)	(1.9)	(1.6)	(2.7)	(4.0)
消耗品費		(1.1)	(3.0)	(3.0)	(0.8)	(1.4)
人件費等		(0.4)	(0.2)	(0.1)	(0.0)	(0.1)
設備費 ^{*2}	m. US\$/y	1.4	1.7	1.6	0.9	1.3
機器費		(1.4)	(1.7)	(1.6)	(0.9)	(1.3)
合計費用 ^{*2}	m. US\$/y	4.4	6.8	6.3	4.4	6.8
採炭コスト指数	\$/BCM	1.4	1.2	1.1	0.8	1.2

注記 *1 : フリート編成は最新機器を前提に行われている。

*2 : 税、ロイヤリティおよび付帯設備の建設費を含んでいない。

4.2 改善のための採炭機器およびサービス設備

設計規準

- シビーオボ-炭鉱の基本的設計方針が見直されたが、特に変更を必要とする点は見出せなかった。当炭鉱の石炭回収率は当初から 100%である。
- 炭鉱の改善計画の検討に使われる剥土比 (平均値) は 3.5 である。

改善のための採炭機器

- 改善のための採炭機器は、剥土除去能力が 5.5 百万 BCM/年のドラッグライン 1 基である。

表 7 増設機器リスト

機器名	必要台数	寿命ケース (年)		機器単価 (m. US\$)	主たる用途
		短寿命	長寿命		
29m ³ ドラッグライン	1	30	30	16.6	剥土除去
ブルドーザー- 388 kW	1	6	8	0.6	サポート用
ゲルダ- 205 kW	1	6	8	0.4	道路補修用

注記： 単価は機器の製作、梱包、輸送、現地組立およびトレーニングを含む。

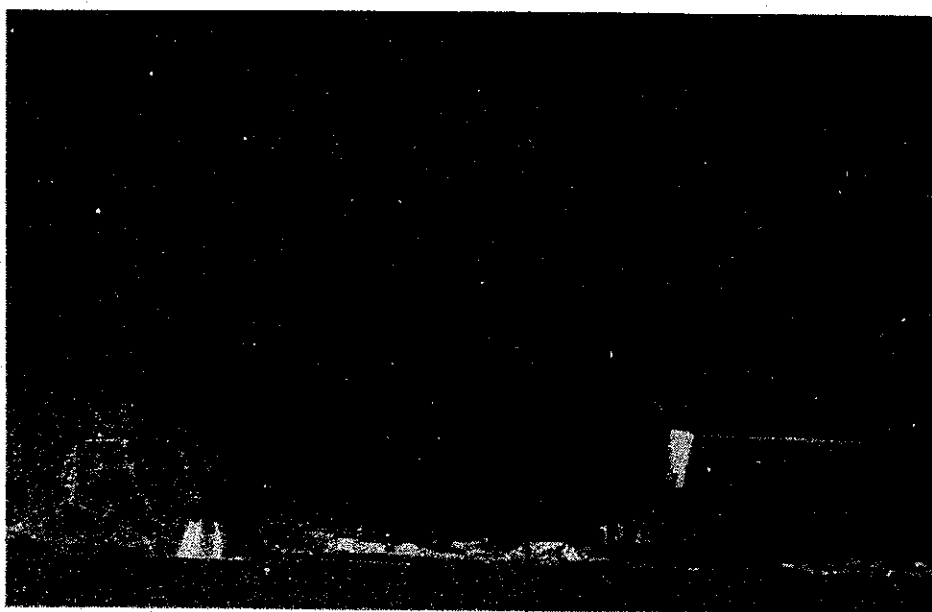


図 1 ドラッグライン(ブーム長さ 96m、バケット容量 29m³)

改善のためのサービス設備

- 石炭生産能力 2 百万トン/年のシビーオボ-炭鉱の操業がスムーズに行えるために、次のサービス設備が必要である。

表 8 増設サービス設備リスト

設備および機器名	数	初期設備費	概要
整備工場および補修機械	1	1.3 m. US\$	新設
備品倉庫	1	0.5	新設
石炭ヤード	1	0.8	新設
(フロントローダー)	(1)	(0.4)	5 m ³
(トラーショベル)	(1)	(0.3)	250 HP
破碎、出荷設備	1	4.6	新設
(クラッシュプラント)	(1)	(0.4)	サイジング
(コンバインセット)	(4)	(2.2)	ホッパー/スプレッター
(フロントローダー)	(2)	(0.8)	5 m ³
(トラーショベル)	(2)	(0.6)	250 HP
配電設備	1	1.3	可動式変圧器
(非常用発電機)	(1)	(0.2)	ディーゼル
通信設備	1	0.1	無線式
水抜システム	1	4.0	井戸, ホップ & 配管
多目的機器	1式	3.7	FEL, フォルター、トラック
石炭品質管理システム	1式	0.2	全自動分析計
その他設備	1式	1.3	ボイラー、事務棟等
合計		17.9	(外貨費用分のみ)

4.3 改善計画の工程

改善工事工程

- 改善工事工程は大型機器の納期を勘案して、以下のように想定する。なお、この工程には石炭需要の影響は考慮されていない。

改善工事工程

機器補修部品の発注	: 1994 年末
補修部品の到着	: 1995 年末
増設資金準備	: 1995-96 年
増設機器発注	: 1996 年末
機器の到着および現地組立	: 1998 年末

石炭生産計画

1995	: 0.6 百万トン/年
1996-1998	: 0.8 百万トン/年
1999	: 2.0 百万トン/年

5 品質管理システム

5.1 石炭品質の問題点

- 現在、全てのシビーオボ-炭は破碎・サイジングが行われず、品質検査も行われないうまま出荷されている。

表 9 需要家より苦情申立がなされた最近の石炭品質

	単位	1993年 9月	1993年 10月	発電所との規格品質
全水分 (as received)	%	41.8	41.4	36 以下
発熱量 (air dry)	kcal/kg(LHV)	2,761	2,637	3,000 以上
炭塊サイズ	mm	(時々 300mm 以上が混入)		300 以下

注記：低発熱量は、水分含有量の増加と露頭近くの酸化炭の採掘・出荷が原因である。

- 需要家は石炭品質の変化、特に水分の変化を最小限にすることを要請している。
石炭の水分が多いと重油の消費量が増加するのみならず、冬季の輸送貨車内での石炭凍結や、発電所での配管の閉塞等多くの問題を生ずる。

5.2 必要な品質管理システムと機器

- シビーオボ-炭鉱内に、「品質管理思想」の導入が必要である。
酸化炭は需要家に出荷すべきでない。
- 次の設備・機器の導入が必要である。
 - ・品質管理機器(オンライン分析計)
 - ・破碎・サイジングプラント
 - ・薄いインターバーデンの剥土用小型フロントローダーとトラック
 - ・水抜きシステム

注記 1: 山元で石炭を乾燥し水分を少なくして出荷するのが好ましいが、検討の結果、褐炭のため自然発火の可能性があるため、山元での乾燥装置の設置は技術的・経済的に実施困難と判断される。従って、乾燥設備は需要家サイドに設ける必要がある。なお、採炭現場で完全な水抜きを行い、製品炭に過剰な水分が含まれないような品質管理が必要である。

2: 石炭の灰分削減の可能性を探るため可選性試験を行った。シーム I の石炭は容易であるが、シーム II は灰分の分離が難しく、選炭プラントの設置より選択採炭方式の方が適する。

5.3 製品炭品質

- 上述の品質管理システムと機器の導入によって、製品炭品質は次のとおりと推定される。

表 10 期待される製品炭品質

項目	単位	推定値
全水分 (as received)	%	35.0
付着水分 (as received)	%	28.8
固有水分 (air dry)	%	8.7
灰分 (air dry)	%	16.5
揮発分 (air dry)	%	32.7
固定炭素 (air dry)	%	42.1
全硫黄 (air dry)	%	0.6
発熱量 (air dry)	kcal/kg	5,030(GHV), 4,756(LHV)
	(as received) kcal/kg	3,580(GHV), 3,212(LHV)

6 環境アセスメント

- シビーオポー炭鉱のリノベーションに関する環境アセスメントは、大気、水質、土質、騒音／振動、動物／植物生態系等九つの環境分野について行われた。
- 環境アセスメントの面から見て、2百万トン／年に能増するリノベーションに関し特記すべき制約はない。
- 地下水排水の水質改善設備の設置が必要である。

7 設備費と操業費

- 設備費および操業費は、各採炭機器の寿命経過に伴う更新スケジュールと推定される国際価格に基づいて、当調査のプロジェクト対象期間(23年間:1996-2018)について算出されている。

表 11 23年間の設備費および操業費

	単位: 百万 US\$		
	設備費	操業費	合計
既存設備部門	43	97	140
増設設備部門	82	139	221
総費用	125	236	361

注記 1: プロジェクト対象期間 (23 年間) は、経済性評価および財務分析のために設定したもので、実際の生産は 23 年間経過後も継続される。

2: 主として旧コメコンから輸入された既存機器の価格水準は、現時点では低いものの、当調査では最新機器の国際価格の 80%と想定して設備費および予備品費を算出した。

今後 23 年間に必要な外貨費用

- 今後 23 年間に必要な設備費および操業費（外貨部分）は表 12 のとおりである。
- 最初の 3 年間に必要な設備費のための外貨は、42 百万米ドルである。
- 最初の 3 年間に必要な輸入の予備品および消耗品を購入するための外貨は 6 百万米ドルである。

表 12 今後 23 年間に必要な外貨費用

単位：百万 US\$

年	設備費			操業費			合計
	既存機器	増設機器	合計	既存部門	増設部門	合計	
1996	1.7	0	1.7	2.1	0	2.1	3.8
7	2.7	16.0	18.7	2.1	0	2.1	20.8
8	2.0	20.0	22.0	2.1	0	2.1	24.1
9	1.7	0	1.7	2.1	4.1	6.2	7.9
2000	3.0	0	3.0	2.1	4.2	6.3	9.3
1	3.2	0	3.2	2.1	4.2	6.3	9.5
2	0.7	4.0	4.7	2.1	4.1	6.2	10.9
3	2.7	0	2.7	2.1	4.1	6.2	8.9
2004-							
2008	4.0	15.5	19.5	10.5	20.7	31.2	50.7
2009-							
2013	8.5	5.3	13.8	10.5	20.8	31.3	45.1
2014-							
2018	10.9	17.6	28.5	10.5	20.8	31.3	59.8
合計	41.1	78.4	119.5	48.3	83.0	131.3	250.8

注記 *1 : 設備費の“既存機器”の欄は、既存機器の更新費用で、短寿命ケース・国際価格の 80%レベルを想定し算出されている。モンゴル国内の税金は含まれていない。

*2 : 設備費の“増設機器”の欄は、増設する機器と付帯設備の初期費用および更新費用で、長寿命ケース・国際価格の 100%レベルを想定して算出されている。

*3 : 操業費は毎年の補修部品費、定期オーバーホール費用および火薬・ディーゼル油・ガソリン・潤滑油等輸入消耗品の費用である。

今後 23 年間に必要な内貨費用

- 内貨費用は人件費と電力費が主たる費用である。

表 13 今後 23 年間に必要な内貨費用

	1994 年末. 百万 US\$			
	人件費	電力費	その他	合計
1996	0.4	0.4	2.3	3.1
1997	0.4	0.5	1.4	2.3
1998	0.4	0.5	1.6	2.5
1999-2018	18.0	20.0	64.1	102.1
合計	19.2	21.4	69.4	110.0

8 経済性評価および財務分析

8.1 概要

- シビーオポー炭鉱リノベーション計画は、バガヌール炭鉱に較べて単純であり、一案のみを評価した。
- リノベーション計画の財務分析と経済性評価を行うために、次の 3 つの改造計画についてのキャッシュフローを作成した。

ケース 1: 現在の総掘削能力 3.2 百万 BCM を旧コメコン製の設備を今後とも使用しながら維持する。

ケース 2: 中規模のドラッグラインの導入と各種設備の完備により、年間掘削能力を 5.5 百万 BCM 追加拡大する。

ケース 3: ケース 1 とケース 2 の合計。

- 分析の前提条件は次の通り。(1 章に同じ)

- ・プロジェクトの対象期間: 23 年間 (1996 年から 2018 年まで)
- ・資金の時間的価値の基準: 1994 年時点の Tg で、交換レートは
- ・資金の構成 : 借入金 100% ~ 資本金 100% (ケーススタディ実施)
- ・設備の価格と寿命
 - 現有設備 : 国際価格の 80% で短寿命ケース
 - 新規追加設備: 国際価格で長寿命ケース
- ・インフレーション : インフレーション適用なし

注記) 経済性評価に用いた、モンゴル国の現時点の価格とコストの構成は 1 章の表 15 に示している。

8.2 経済評価

- モンゴルの経済全体の立場から、シビーオポー炭鉱のリノベーション計画を評価するために、税金、ロイヤリティ、借入資金コスト等は、経済費用には含めていない。

- 3,580kcal/kg のシビーオボー炭の経済価値は、ロシアからの輸入代替・発熱量等価・国境価格の 6,086Tg/t と評価している。
- 経済評価に用いたキャッシュフローの公式は次の通りである。
 - + 経済便益
 - 操業費用（支払金利=0、減価償却費=0）
 - 課税後経費（操業費用の調整）
 - 投資額
 - 運転資本の増分
 - + プロジェクトの清算（運転資本、本償却設備等の回収）
 = プロジェクトの EIRR のキャッシュフロー

3 ケースの経済評価

- ケース 3 におけるプロジェクトの EIRR は、石炭の経済価値 6,086Tg/t で、67.1% と非常に高い。
- EIRR 10% となる時の石炭の販売価格は 3,728Tg/t で、バガヌール炭の 4,743Tg/t と較べると、非常に安い値である。

	EIRR 10% の時の炭価	6,086 Tg/t の時の EIRR
ケース 1	3,290	∞
ケース 2 *	4,082	25.9
ケース 3	3,728	67.1

注記 *1: 追加共通の諸設備は、すべてケース 2 に計上されている。

- 上記の結果は、モンゴル経済にとって、本プロジェクトは非常に有利な案件であることを示している。
- 表 14 に示す諸条件の ±20% の変動に対して、本プロジェクトの有利性は、なんらの影響も受けない。

表 14 経済感度分析 (Case 3)

変動の割合	石炭価格	投資額	操業費用	単位: EIRR %	
				剥土量 (S/R)	
1.2	∞	43.8	48.3	48.9	(4.4)
1.1	∞	52.7	56.4	56.8	(3.9)
Base	67.1	67.1	67.1	67.1	(3.5)
0.9	44.1	135.4	84.1	83.0	(3.1)
0.8	29.7	∞	∞	∞	(2.6)

8.3 財務分析

- シビーオボー炭鉱あるいは投資者の立場から、財務評価を行うために、次を前提条件とした。

- ・内貨の資金コスト：月利 10%、返済期間 6 カ月
- ・外貨の資金コスト：年利 8%、返済期間 10 カ年
- 財務分析に用いたキャッシュフローの公式は、次の通り。
 - ・プロジェクトの FIRR のためのキャッシュフロー(100%資本金)
 - + 収益
 - 操業費用 (支払金利=0)
 - 法人所得税
 - 課税後経費 (操業費用の調整)
 - + 減価償却費
 - 投資額
 - 運転資本の増分
 - + プロジェクトの清算 (運転資本、未償却設備等の回収)
 - = プロジェクトの FIRR のキャッシュフロー

- ・投資資本の FIRR のためのキャッシュフロー
 - + 収益
 - 操業費用
 - 法人所得税
 - 課税後経費 (操業費用の調整)
 - + 減価償却費
 - 投資額
 - 運転資本の増分
 - + 借入金
 - 借入金返済額
 - + プロジェクトの清算 (運転資本、未償却設備等の回収)
 - = 投資資本の FIRR のためのキャッシュフロー

3 ケースの財務分析

- 石炭の経済価値 6,086Tg/t の時の、ケース 3 におけるプロジェクトの FIRR は 10.5%で、投資者の立場で見ると限界的である。

	<u>FIRR 10%の時の石炭価格</u>	<u>6,086Tg/t の時のFIRR</u>
ケース 1	5,265	20.5
ケース 2	6,546	8.1
ケース 3	5,998	10.5

- プロジェクトの FIRR 10%となる時の石炭の販売価格は 6,000Tg/t で、EIRR 10%の時の価格 3,728Tg/t の 160%と非常に高くなっている。

- 上述の分析結果は、現行税制税率の下では、石炭の経済価値 6,086Tg/t の販売価格の時に、財務的に実施可能の限界にあるといえる。
- 本プロジェクトの財務状況を改善するために、また石炭の販売価格を経済価値より安くするためには、低利の外貨を導入するか税率を改正するかが必要となる。

注記：1章の表19に、バガヌール炭鉱の場合における減免税効果を示している。

借入金の効果

- 表15に、低利の外貨導入を行うと、投資資本のFIRRが向上することを示している。しかしながら、借入比率95%以上は、プロジェクトの最終年に多額の未返済金が生じ始めるので、推奨することはできない。

表15 FIRR、借入資本比率と外貨の金利

借入金 (%)	資本 (%)	外貨の金利 (%)				
		1	2	5	8	10
0	100	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
50	50	14.6	14.3	13.4	12.6	12.1
80	20	24.9	23.6	20.1	17.5	16.0
95 ^{*1}	5	∞	∞	∞	(未返済金)	(未返済金)

注記*1: 投資資本のFIRRは100を超えているが、一方、借入比率が95%を超えると、借入金の未返済額が急速に増加して、経営の健全性が損なわれる。

財務感度分析

- 石炭の販売価格の変動による影響は、プロジェクトの最終年における借入金未返済額によって評価した。借入金未返済が生じない時の最も合理的な販売価格は、借入比率80%の時、外貨の金利により異なるが、2%の時には5,180Tg/tとなり、8%の時には5,430Tg/tとなる。
- ケース3の下記要素の変動が、プロジェクトのFIRRおよび投資資本のFIRRに与える影響を評価した。

表16 財務感度分析

(ケース3: 販売価格 6,086Tg/t、借入比率80%、外貨の金利2%)

単位: 投資資本のFIRR

変動の割合	投資額	操業費用	剥土量 (S/R)
1.2	15.0	10.8	11.1 (4.4)
1.1	18.6	16.4	16.6 (3.9)
ベース	23.6	23.6	23.6 (5.2)
0.9	31.3	33.1	32.7 (3.1)
0.8	42.6	45.4	44.4 (2.6)

借入比率 80%で販売価格 6,086Tg/t の場合、投資資本の FIRR は 23.6%となり、借入金のレバレッジ効果で、100 %資本の時の FIRR10.5%から改善されている。

- 投資額、操業費用、剥土量（剥土比）の±20%の変動は、プロジェクトの評価になんらの影響も与えない。

9. 結論と所見

シビーオポー炭鉱の現在の問題点

- 製品炭品位の契約仕様が守られておらず、水分過多、発熱量不足、かつ石や金属片の混入が見られる。
- ダンプトラックの計画作業量が達成されていない。主たる理由は、
 - ・資金不足により、部品の供給が停止
 - ・メンテナンス設備の未整備

リノベーション計画の採掘方式

- 技術面の検討および経済性評価の結果、中型ドラッグライン1台とそれを支援する機器が選ばれた。
- 採掘機器設備以外の各種設備の完備を図った。

環境への影響

- 適切な対策を講ずれば、本リノベーション計画は環境になんらの悪影響も及ぼさない。
- 地下水中の Fe が河川で沈殿しないように、地下水排水設備を設けるように計画している。

主要機器

- 主要機器は次の通りである。

機器	現保有台数	追加数量	備 考
ドラッグライン	0	1	剥土作業
ショベル	4	0	剥土と採炭作業
トラック	15	0	剥土と石炭の運搬
ブルドーザー	4	1	作業支援
グレーダー	0	1	道路保全

注記) 表中の台数には 異なったタイプ、容量の機器が混在している。

- 殆どの地表設備が備わっておらず、早速に完備する必要がある。

石炭の品質管理

- 現在のところ、シビーオボー炭は、品質チェックがされないまま出荷されている。出荷された石炭品位実績は、次の通りである。

	1993年9月	1993年10月	発電所希望
全水分 (a. d) %	41.8	41.4	36 未満
発熱量 (a. r) kcal/kg	2,761	2,637	3,000 超
サイズ mm	(300超混在)		300 未満

投資および操業費用

- プロジェクトの全期間 23 年間 (1996~2018 年) の投資総額と操業費用総額は、次の通りである。投資総額には更新費用も含まれている。

	石炭の生産規模 (百万 t/y)	投資総額 (百万 US\$)	操業費用総額 (百万 US\$)
現状改善	0.7	43	97
生産規模拡大	1.3	82	139
計	2.0	125	236

- プロジェクトの最初の 3 年間に必要な投資額と操業費用のうちの、外貨部分は、次の通りである。

	投資総額 (百万 US\$)	操業費用 (百万 US\$)
現状改善	6.4	6.3
生産規模拡大	35.9	0
計	42.3	6.3

経済評価

- 経済評価により、シビーオボー炭鉱のリノベーション計画は、国家経済の観点からは、非常に有利なプロジェクトであることが明らかとなった。
- 国家経済の観点を表す EIRR は、石炭の経済価値 6,086Tg/t では、67.1% と非常に高い値で、EIRR 10% の時の石炭の価格は、次に示すように、経済価値よりもはるかに安い値である。

	石炭の生産量 (百万 t/y)	EIRR 10%の時の 石炭価格 (Tg/t)	6,086Tg/t の時の EIRR (%)
現状改善	0.7	3,290	∞
生産規模拡大	1.3	4,820	25.9
計	2.0	3,728	67.1

- 前提条件の±20%の変動があっても、プロジェクトの評価にはなんらの影響も与えない。

財務分析

- 現在の税率税制の下で、シビーオボー炭鉱のリノベーション計画は、財務的には実施可能であるが限界的である。
- 投資者の観点を表すプロジェクトのFIRRは、石炭の経済価値 6,086Tg/t では、限界的な 10.5%である。
- プロジェクトのFIRR 10%の時の石炭の販売価格は 6,000Tg/t で、EIRR 10%の時の価格 3,728Tg/t に較べるとその 160%に相当し、厳しい課税であることを示している。

	石炭の生産量 (百万 t/y)	FIRR 10%の時の 石炭価格 (Tg/t)	6,086Tg/t の時の FIRR (%)
現状改善	0.7	5,265	20.5
生産規模拡大	1.3	6,546	8.1
計	2.0	5,998	10.5

- 前提条件の±20%の変動により、プロジェクトの財務評価は重大な影響を受ける。
- プロジェクトの財務評価を向上させると共に、石炭の販売価格を石炭の経済価値 6,086 Tg/t より安くするためには、低金利の外貨資金の導入か、税率税制の改正が必要である。
注記) 減免税による効果は、1章の表 19 に示している。
- 借入金/資本金の構成比と外貨資金の利率と FIRR の関連から、次のことが明らかとなった。
 - ・低金利の外貨資金の導入は、投資資本の FIRR を向上させる。
 - ・借入金比率を 95%以上にすると、借入金未返済額が著しく増加して、プロジェクトの財務的健全性を損なう。

リノベーション計画に望まれる財務的環境

- シビーオボー炭鉱のリノベーション計画に望まれる財務的環境は、次の通りである。
 - ・資金の構成は、借入金 80%、資本金 20%
 - ・低利の外貨資金の導入
 - ・固定資産の評価替え
 - ・法人所得税計算に累積赤字の繰延べ採用
 - ・減免税措置
 - 輸入設備・部品の輸入税の減免
 - 輸入設備・部品の取引税の減免
- モンゴル政府が民営化を計画する場合は、上述と同様な効果を与える財務的環境を作り出すことが必要である。

マネジメントの改善

- 下記の分野において、マネジメントの改善を図ることが必要である。

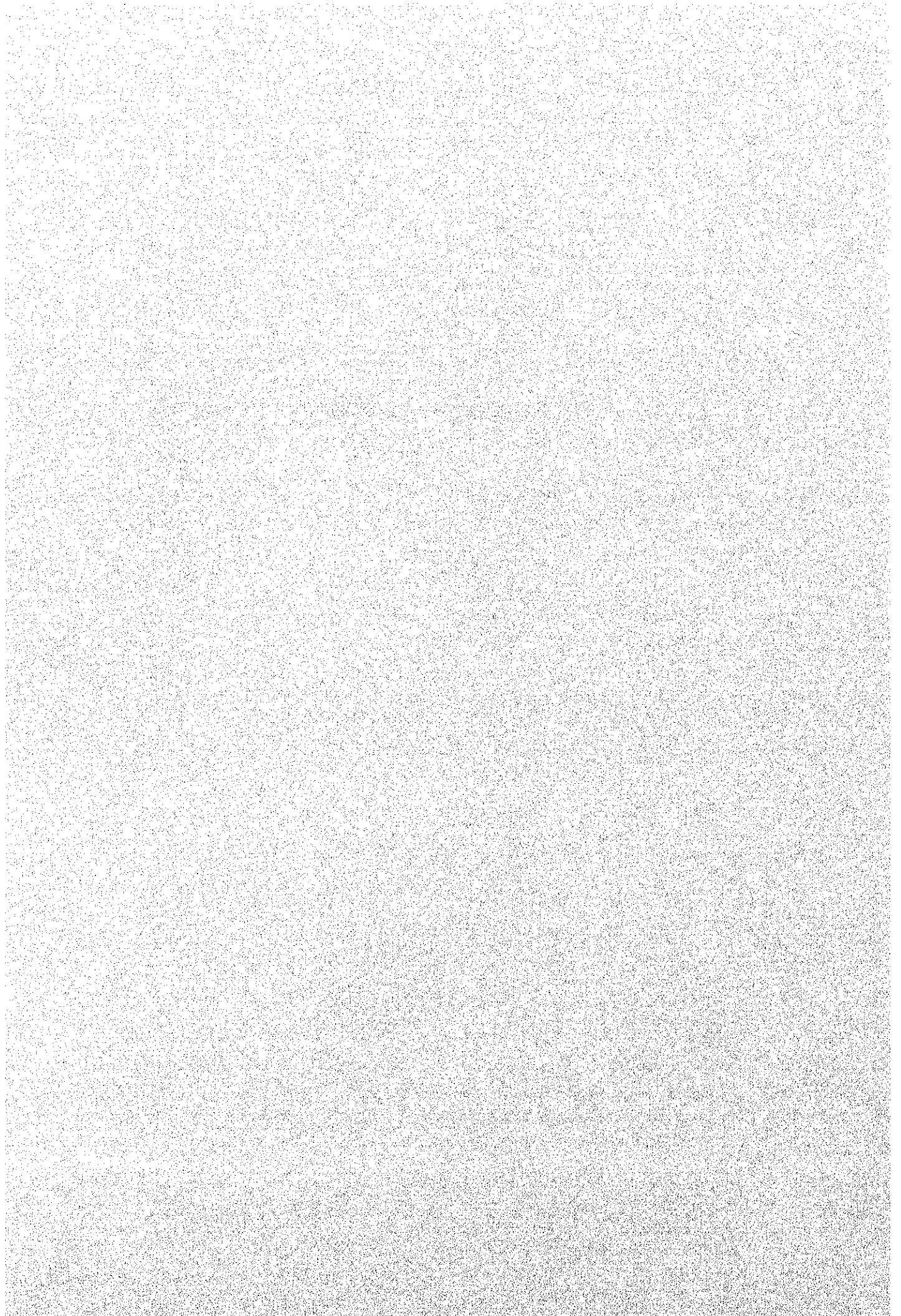
- ・メンテナンス部門

部品の確保を含めて、機械設備の保守管理に責任を持つことが必要である。新しい保守管理部門の緊急課題は保守管理能力の育成である。

- ・石炭の品質管理部門

品質問題の解決に行動を起こすこと、そして品質問題に関しては、消費者と良好なコミュニケーションを維持することが必要である。

第二部 マスター・プラン調査



第二部 マスター・プラン調査

1 はじめに

- モンゴルでは、現在、石油は生産されておらず、全ての石油製品は輸入されている。
- 他方、モンゴルは豊富な石炭資源を有し、主として発電用および熱供給用の燃料として年間560万トンの石炭を生産している。
- 広汎にわたる石油探査活動により石油資源が発見されたとしても、石炭は予想しうる将来において最も重要な一次エネルギー源であると期待されている。
- 第2部の目的は、長期的な実効性のある石炭開発・利用計画を策定することである。
- 第2部の調査チームは1994年の8月、12月（各4週間）および1995年の6月、9月（2週間）にモンゴルを訪問し、カウンターパートのエネルギー・地質・鉱業省と共同で調査し、このファイナル・レポートを作成した。
- ファイナル・レポートの重要点は、概念的行動計画（開発・利用計画マスタープランを含む）にある。

2 石炭需給予測

2.1 エネルギー需給の現状

2.1.1 経済活動の推移と現状

- モンゴルは中央計画経済から市場経済への移行期にある。
- 1989年まで、モンゴルの経済成長率は高く、純物的生産（NMP: Net Material Product）で約6%/年であったが、それは旧ソ連とうまく統合された経済活動によるものであった。
- 現在、モンゴルは経済不況と高いインフレ率に苦しんでいるが、1994年にはいくつかの経済指標が回復の始まりを示している。
- NMPは主として鉱産物および牧畜の両部門に支えられている。

2.1.2 エネルギー需給の推移

- 石炭は過去も現在もモンゴルにおける主要な一次エネルギーである。
- 一次エネルギー消費に占める輸入石油製品の割合は、1985年以来上昇しつつあった。
- 一次エネルギー消費（非商業エネルギーを含む）の推移は次の通りである。

表1 モンゴルの一次エネルギーの推移

(単位 10³tce/y : 7,000Kcal/kg)

	1970	1975	1980	1985	1990
石炭	1,060	1,450	2,380	2,950	3,370
石油	360	520	740	1,080	1,710
木材・バイオマス	190	280	260	360	250
合計	1,600	2,260	3,410	4,400	5,350

-1990年の一次エネルギー供給および最終エネルギー消費は次の通りである。

表2 モンゴルのエネルギーバランス

(10³t/y coal of 7,000Kcal/Kg)

	石炭	薪・バイオマス	石油製品	電気	熱	合計
一次エネルギー供給						
生産量	3,630	240	-	-	-	3,870
輸入量	40	-	1,120	30	-	1,190
合計	3,670	240	1,120	30	-	5,060
輸入量	-240	0	-	-10	-	-250
在庫	-60	10	750	-	-	700
国内供給	3,380	250	1,870	20	-	5,520
エネルギー転換部門						
電気・熱	-2,200	-	-150	410	720	-1,210
自家消費	-0	-0	-10	-110	-	-120
最終エネルギー消費						
工業	510	30	510	220	n, a	n, a
運輸	60	0	800	20	n, a	n, a
農業	80	30	240	20	n, a	n, a
公共・民生	340	130	20	40	n, a	n, a
その他	200	40	150	30	n, a	n, a
合計	1,180	230	1,710	330	720	4,190

- 図1は一次エネルギー消費とNMPの関係を示したもので、この2つの間には明かに相関関係があると見られる。

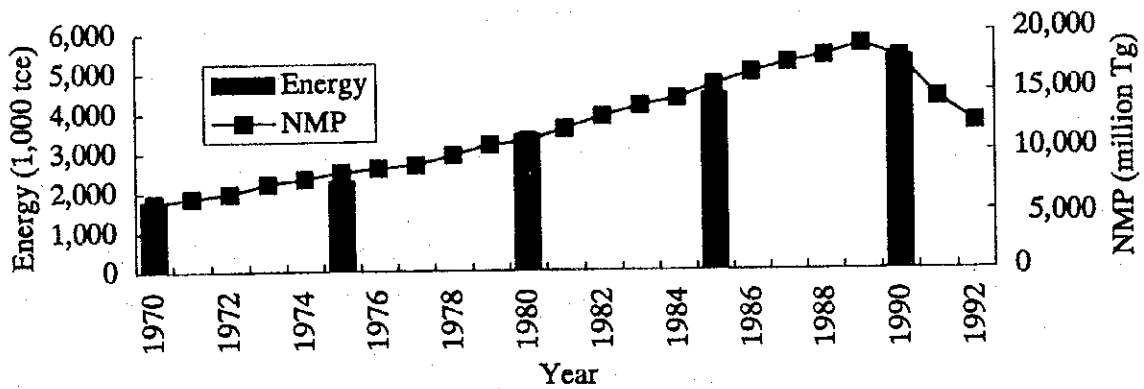


図1 一次エネルギー消費とNMPの関係

2.1.3 石炭需給の推移

- 石炭需要は1988年に760万トンのピークを記録したが、その後、経済不況および石炭価格上昇により約500万トンまで減少した。
- 石炭輸出は石炭の低品質ならびに輸出用インフラストラクチャーの未整備から、極めて少ない量に止まっている。
- 石炭の最大の消費者は発電および熱供給部門であり、全体の77%の400万トン消費している。工業/建設部門の割合は15%である。
- 中央エネルギーシステム(CES)地域は、1990年におけるモンゴルの石炭需要の88%を占めている。また、ウランバートルは79%と最大のシェアを持つ。
- 次表は、1993年のセクター別石炭消費量を示したものである。

電気・熱	工業・建築	運輸・通信	農業	公共・民生	その他	合計
4,050	730	90	60	210	120	5,260

1,000t/y

- 次表は、1993年の石炭の需給バランスを示したものである。

表3 1993年の石炭需給

	シヤリゴール	バガヌール	シビール	地方炭鉱	合計
ウランバートル	630	2,540	380	10	3,560
(発電所)	(610)	(2,190)	(320)	0	(3,120)
ダルハソ	260	20	0	0	290
(発電所)	(210)	(0)	(0)	(0)	(210)
エルゲネット	210	80	10	10	310
(発電所)	(130)	(80)	(10)	(0)	(210)
その他	20	150	50	870	1,090
炭鉱自家消費	60	80	10	60	210
合計	1,180	2,870	450	940	5,450

1000t/y

2.2 石炭需要セクターの将来動向

2.2.1 電力部門

- モンゴルにおける発電および送電は2つのシステム、すなわち、CESおよびCES地域外に分けられる。
- CESは系統化された電力システムであり、連系された5つの石炭火力、約1,000 kmの220 kVおよび約2,000 kmの110 kVの送電線および配電線から構成されている。

表4 発電所別ボイラーおよび発電容量

発電所名	発電機容量(MW)	ボイラー容量(t/h)
ウランバートル No. 2	24	220
ウランバートル No. 3	148	1,950
ウランバートル No. 4	540	2,940
ダルハン	48	750
エルデネット	36	450
合計	796	6,240

- CES地域は1992年にモンゴルの全発電量の90%を占めている。にもかかわらず、水力発電がないためにピーク電力はロシアから輸入されている。
- モンゴルにおける部門別の電力消費は次の通りである。

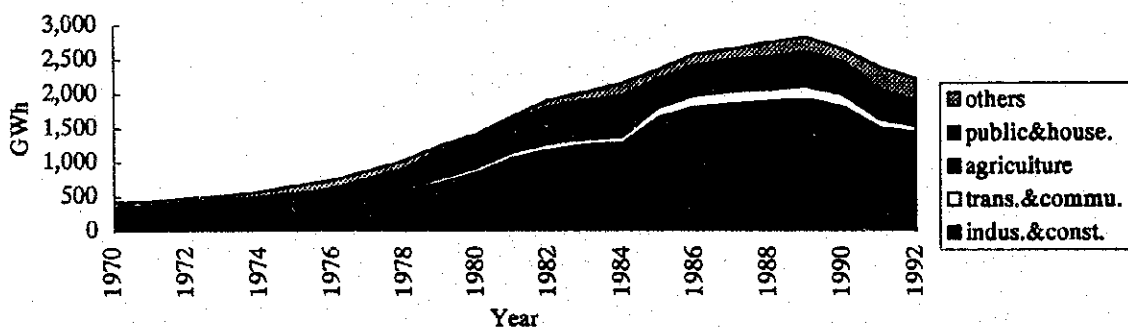


図2 部門別電力消費の推移

- CES地域外には、地方都市を中心に約800にのぼる独立した小さい電力システムがあり、合計で185 MWのディーゼル発電所が主に電力を供給している。
チョイバルサン発電所(24 MW)はCES地域外で唯一の石炭火力である。
- CES地域外は1992年にモンゴルの全発電量の11%を占めている。
- モンゴルには、現在、大規模な水力発電所はないが、CESグリッド近くに位置するエギン(Egiin)水力発電所(55 MW×4=220 MW)が、2000年頃までに一部運転を開始する予定で計画されている。
- 本調査では、CES地域における電源開発計画の中で、第1の優先順位をエギン水力に

置いた。その理由は、同水力開発によって国内の建設材料製造業、建設業および労働者などに対して、経済活動上良好な影響がもたらされると期待されることにある。

- CES地域における電力需要は、現在の経済不況の回復後は年率 5~6%で伸びるであろう。
- CES地域外の電力需要は、政府の地方電化政策により大きく左右されるであろう。
- 中国、韓国、日本などに向けての高圧直流送電線 (HVDC) による電力輸出の可能性は、石炭の有効利用の一選択肢として検討に値するであろう。
- CES地域における発電および熱発生部門は、将来、石油が国内で生産されるようになったとしても、依然として石炭の最大の消費者の位置を保つであろう。

2.2.2 鉱業、工業および建設部門

- モンゴルは銅、モリブデン、鉛、亜鉛などの鉱物資源に恵まれており、鉱業は産業開発計画の中で重要な役割を演じている。
- 大半の鉱物は、ロシアおよびその他の旧社会主義国との合弁事業により生産され、高度に加工せず輸出されている。
- NDB (国家開発庁) の予測によると、将来、金属加工および建設材料の両部門が非常に高い速度で生産額を伸ばしていくであろう (下表参照)。

表5 モンゴルの鉱工業部門の生産予測

	(10 億 Tg.)					
	1993	1994	2000	2005	2010	2010/1994
電気・熱	33	48	74	91	127	2.7
石炭	12	18	21	23	38	2.1
鉱業	70	72	119	161	167	2.3
金属加工	0.3	4.2	24	57	136	32.4
建設材料	3.2	3.2	40	62	78	24.4
食品加工	29	52	92	104	115	2.2
軽工業	20	44	134	199	208	4.7
その他	5.4	26	19	27	38	1.5
工業合計	173	267	523	723	907	3.4
(% of 1994)	(65)	(100)	(196)	(271)	(340)	

- エルデネット銅鉱山は 1993 年に 35 万トンの銅選鉱を行ったが、約 25 万トンの石炭を消費した。
- 産業部門における石炭需要は、近い将来、いくつかの計画中のプロジェクトが実現すれば、大幅に増大するであろうと考えられる。

2.2.3 農業部門

- 農業部門の石炭消費は、1980 年の 32 万 2,000 トンから 1987 年のピークの 51 万 7,000

トンへ上昇した。1993年の消費は6万2,000トンにすぎなかったが、このような突然の減少は、何らかの誤りかあるいはデータ・システムの変更によるものではないかとみられる。

- 農業部門の石炭消費の大半は、農民の住居用消費であろうと推測される。
- NDBの予測によると、農業部門における生産額は、アグロ・インダストリアル・プロジェクトの開発などによって次のように上昇するであろう。

	1993	1994	2000	2005	2010	2010/1994
農業	91	118	125	135	140	1.2

10億Tg.

- 上表における生産額の上昇率によると、石炭消費の増加量は小さいであろうと推測される。

2.2.4 公共・家庭部門

- この部門の石炭消費は、1980年の42万7,000トンから1986年のピークの78万4,000トンに上昇した。1993年には、それは20万9,000トンにすぎなかったが、このような突然の減少は、何らかの誤りかあるいはデータ・システムの変更によるものではないかと考えられる。
- この部門の石炭消費の大半は、厨房用および暖房用である。
- 大都市周辺のゲルの住民は、バイオマス燃料、すなわち、動物のふんおよび薪の不足から、厨房用および暖房用に石炭を利用することを余儀なくされるであろう。ただし、石炭消費の増加は小さなものと推測される。
- ゲルにおけるブリケットの利用が、悪臭、スモッグおよび煤塵等の大気汚染を最小にするために勧められる。

2.2.5 輸送／通信

- この部門の石炭消費は、1980年の4万2,000トンから1990年のピークの11万4,000トンに上昇した。
- モンゴルでは、石炭は鉄道の動力源としては使われていないので、この部門の石炭の大部分は、これらセクターのビルの暖房、さらに一部は家庭の厨房と暖房に用いられていると推測される。
- この部門の石炭消費が将来大幅に増加するとは考えられない。

2.2.6 輸出

- 既存の炭鉱で生産されている石炭は熱量が低く、輸出には適していない。大量の石炭輸出は将来も期待しえないであろう。
- タバントルゴイの原料炭は、潜在的な輸出向け石炭資源の一つであるが、モンゴルおよび中国における輸送施設の開発がタバントルゴイ炭開発のボトルネックになるであろう。