

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

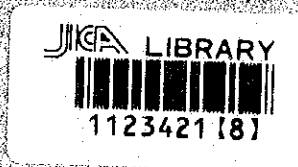
石炭産業総合開発計画調査

ファイナル・レポート

(第二部：マスター・プラン調査)

主報告書

平成7年11月



(財)日本エネルギー経済研究所

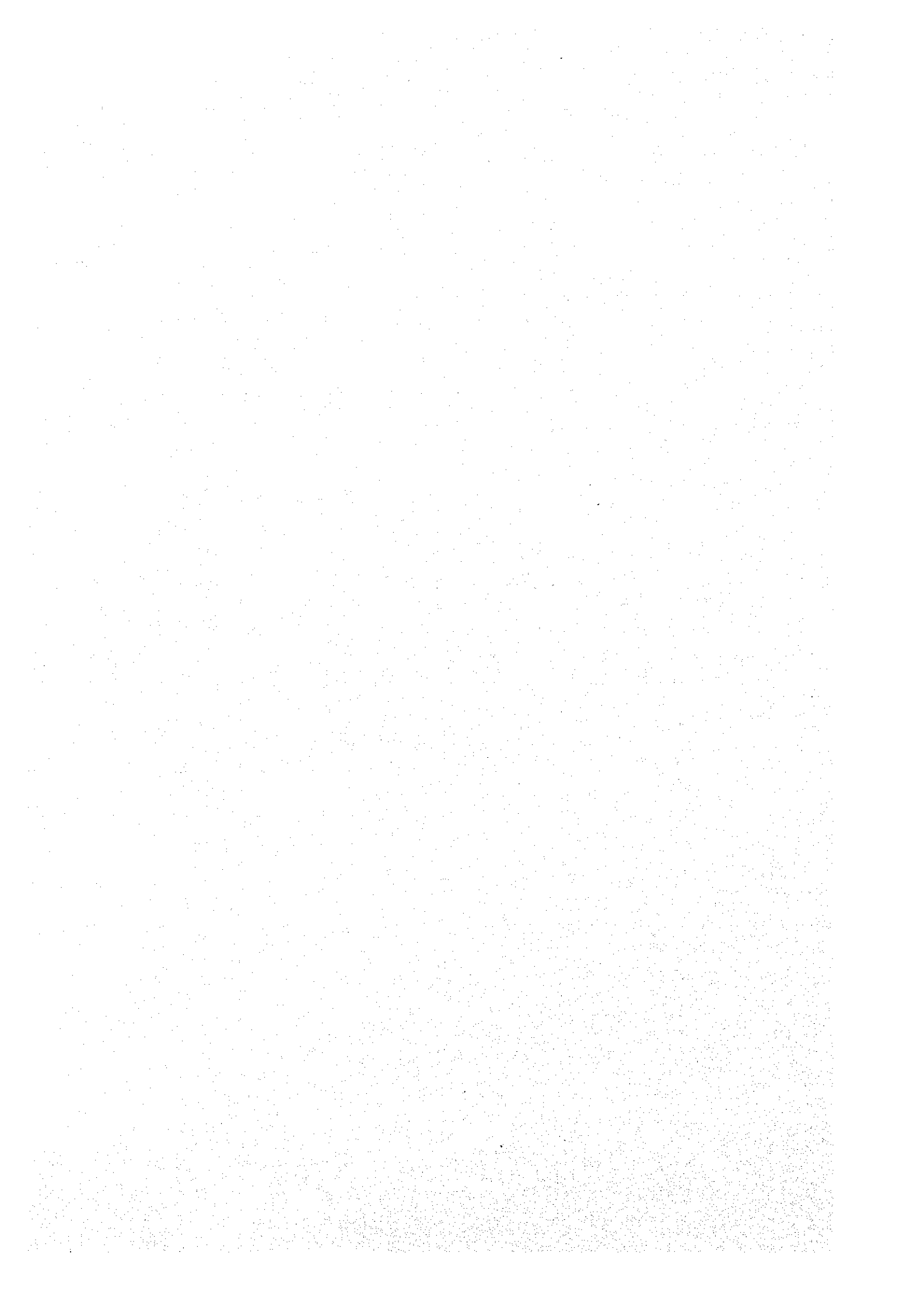
第 二 部
J R
95-204(2/2)

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
主報告書

平成7年11月

(財)日本エネルギー

JICA
115
66.7
MPN
LIBRARY
95-204(2/2)



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
(第二部：マスター・プラン調査)

主報告書

平成7年11月

(財)日本エネルギー経済研究所



1123421 [8]

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。

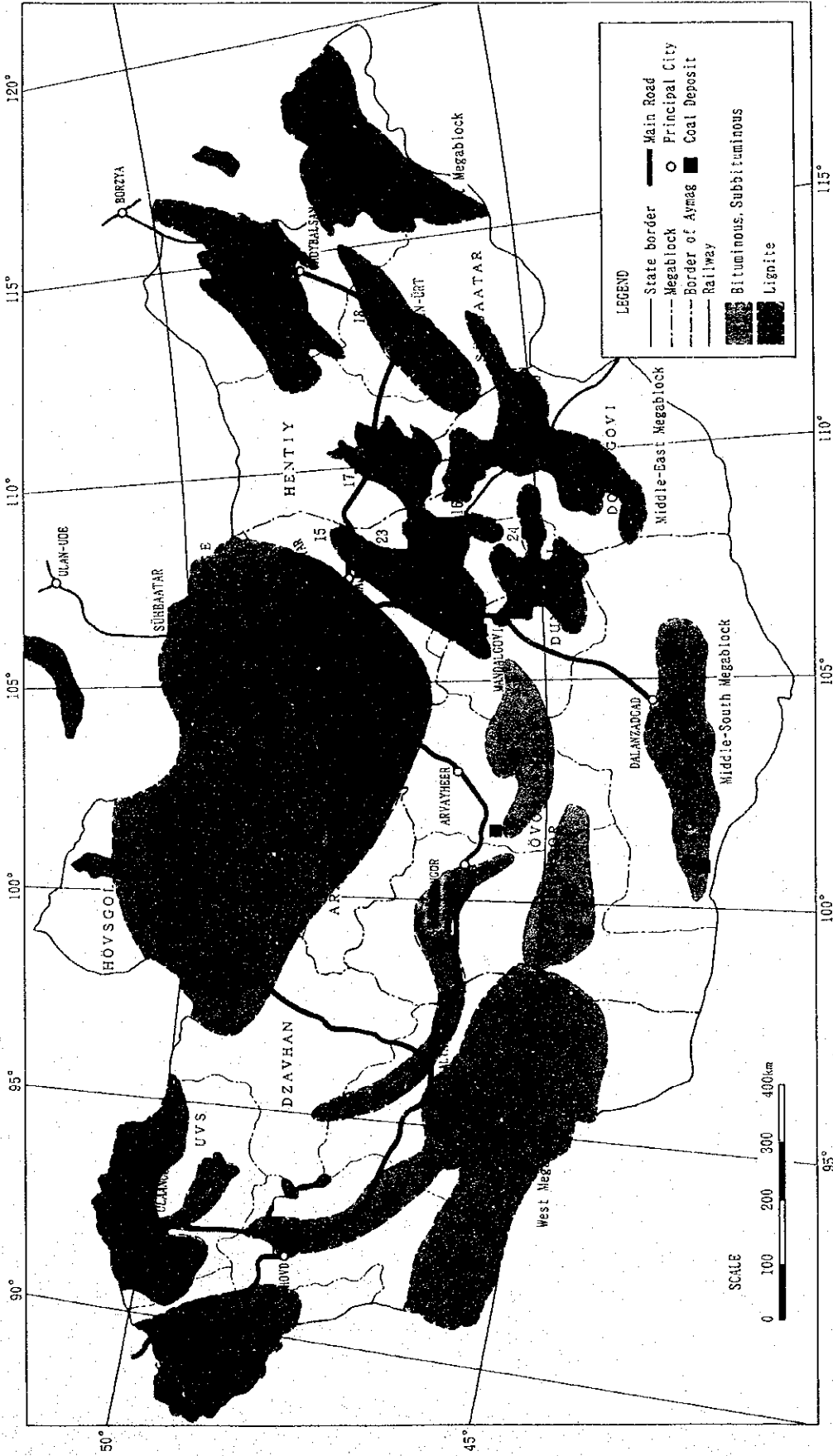
モンゴル国における炭鉱改善の緊急性を鑑み、モンゴル政府が、石炭開発マスタープランに関わるバガヌール炭鉱およびシビーオボー炭鉱のリノベーション計画を実施することを望んでおります。

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いただきます。

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

モンゴルの石炭資源



- Names of basins
- (A): Kharkhira (C)
 - (B): Mongol Altay (C)
 - (C): South Khangay (P)
 - (D): Big Bogdyn (J)
 - (E): Ongiyngol (J)
 - (F): South Govi (P)
 - (G): Choir-Niarga (K)
 - (H): Middle Govi (K)

- Names of deposits
- (1): Choybalsan (K)
 - (2): Sukhe-Bator (K)
 - (3): East Govi (K)
 - (4): Tamsak (K)
 - (5): Orkhon-Selenge (J)
 - (6): Altay-Chardmani (C)
 - (7): Bayan-Ulegei (C)

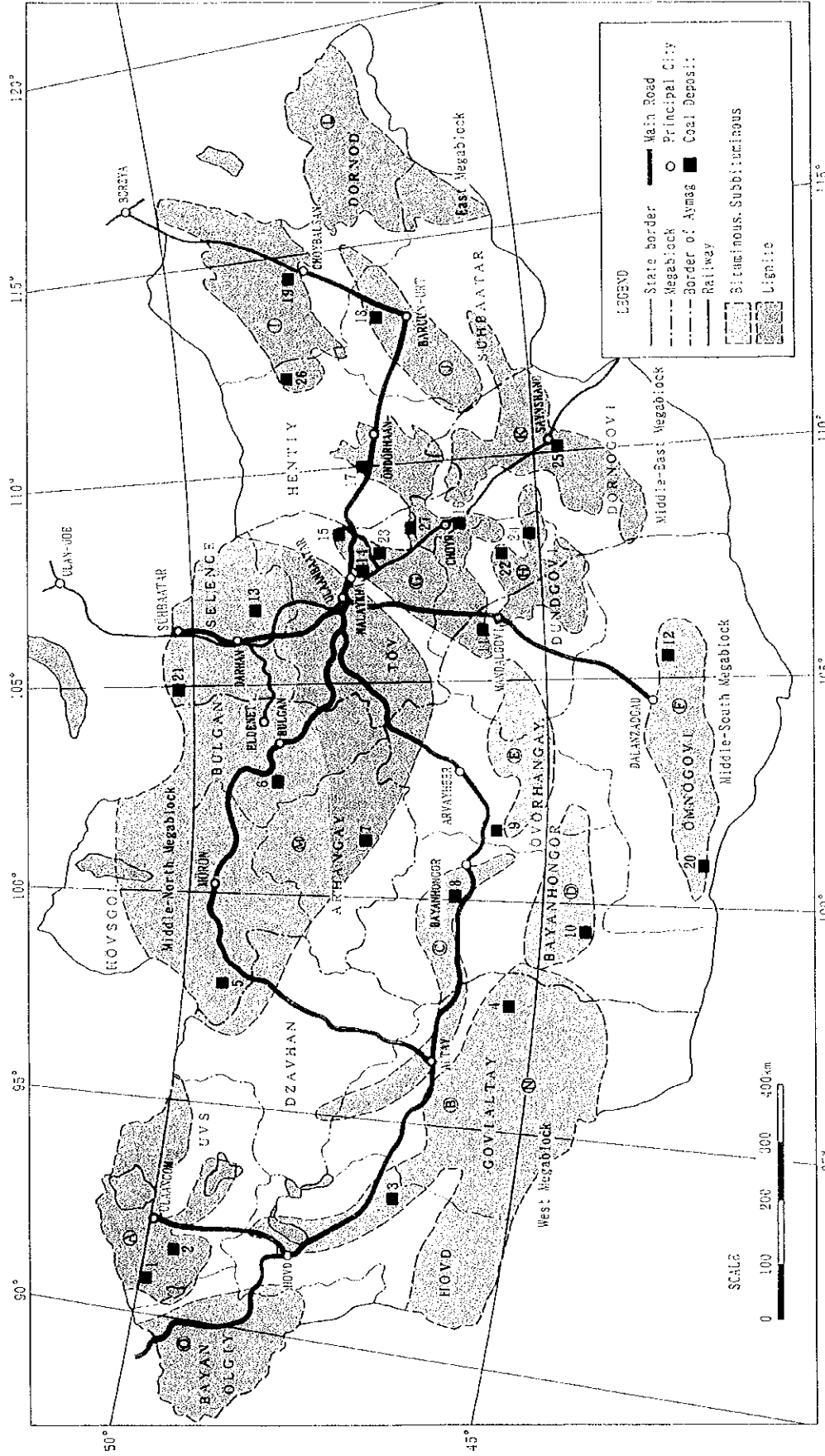
- 11 Nuurstoitgor Deposit
- 12 Khartavagatai Deposit
- 13 Khushet Deposit
- 14 Zeegt Deposit
- 15 Mogoingol Deposit
- 16 Saihat-Ovoo Deposit
- 17 Bayantsagaan Deposit
- 18 Uurchuluut Deposit
- 19 Bayanteeg Deposit
- 20 Shinjinst Deposit

- 11 Tevshingovi Deposit
- 12 Tavantolgoi Deposit
- 13 Svaryngol Deposit
- 14 Malaykha Deposit
- 15 Baganuur Deposit
- 16 Shivee-Ovoo Deposit
- 17 Chandagantal Deposit
- 18 Talbulag Deposit
- 19 Aduunchuluun Deposit
- 20 Narynsokhai Deposit

- 21 Ulaan-Ovoo Deposit
- 22 Khoot Deposit
- 23 Tsaidamuur Deposit
- 24 Ovook-Huduk Deposit
- 25 Sainshand Deposit
- 26 Hulstnuur Deposit
- 27 Tugrugnuur Deposit

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

モンゴルの石炭資源



Names of basins

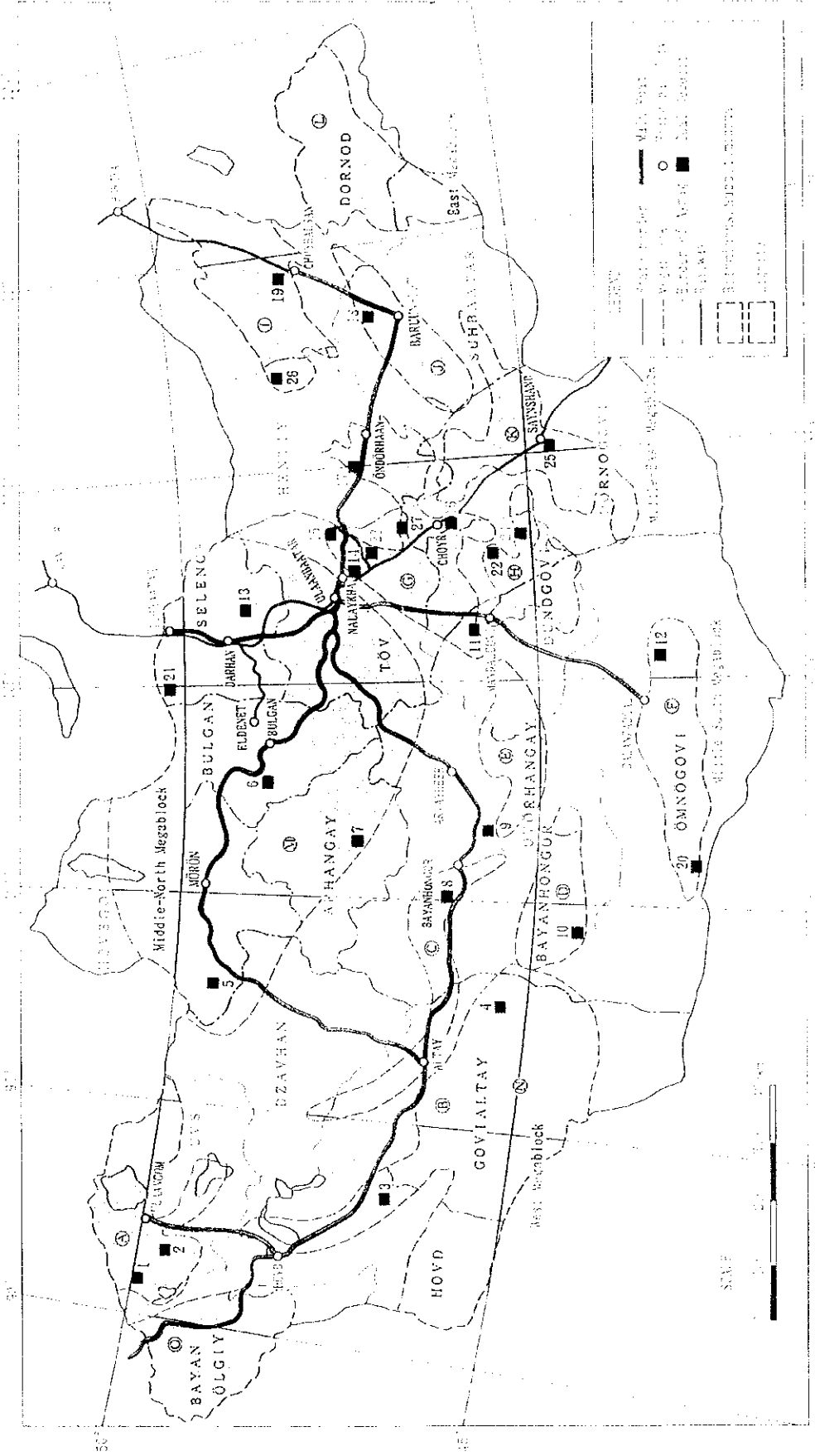
- ①: Kharkhirud (C)
- ②: Mongol Altay (C)
- ③: South Khangay (P)
- ④: Big Bogdyn (J)
- ⑤: Ongiyngol (J)
- ⑥: South Govi (P)
- ⑦: Choir-Niarga (K)
- ⑧: Middle Govi (K)
- ⑨: Choybalsan (K)
- ⑩: Sukhe-Bator (K)
- ⑪: East Govi (K)
- ⑫: Tamisek (K)
- ⑬: Orkhon-Seienge (J)
- ⑭: Altay-Chandmani (C)
- ⑮: Bayan-Ulegei (C)

Names of deposits

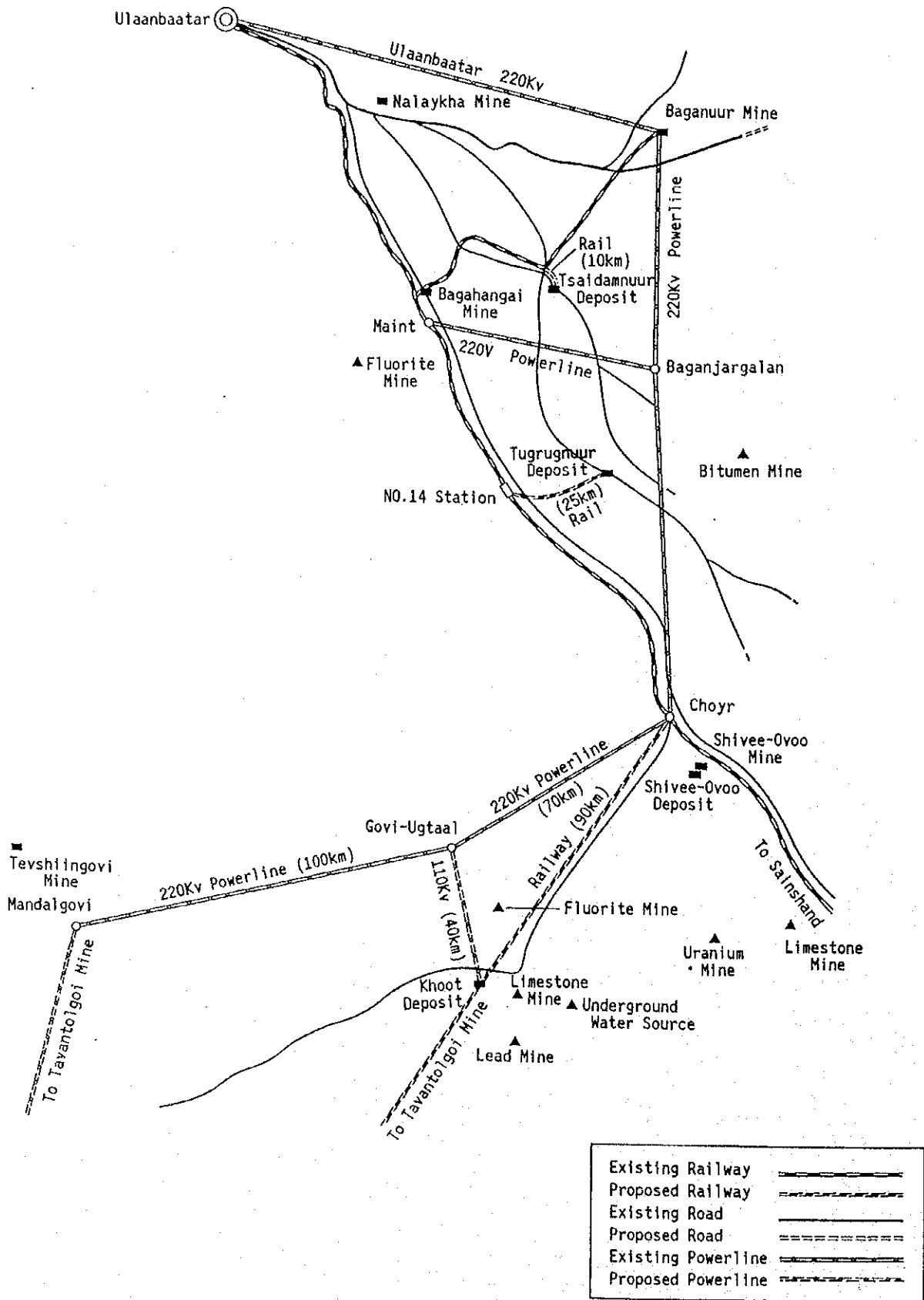
- 1 Nuurshogor Deposit
- 2 Khartavagatai Deposit
- 3 Khusheet Deposit
- 4 Zesgi Deposit
- 5 Mogoingo Deposit
- 6 Sainar-Ovoo Deposit
- 7 Bayansagaan Deposit
- 8 Gburchnudai Deposit
- 9 Bayanteeg Deposit
- 10 Shinjinist Deposit
- 11 Tervshingovi Deposit
- 12 Tavantolgoi Deposit
- 13 Sharvngol Deposit
- 14 Nalaykha Deposit
- 15 Baganuur Deposit
- 16 Shivee-Ovoo Deposit
- 17 Chandagantal Deposit
- 18 Taibulag Deposit
- 19 Aduunchuluun Deposit
- 20 Narynschait Deposit
- 21 Ulaan-Ovoo Deposit
- 22 Khoot Deposit
- 23 Tsaidannuur Deposit
- 24 Oycook-Huduk Deposit
- 25 Seishand Deposit
- 26 Hulstnaur Deposit
- 27 Tugrugtaur Deposit

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

モンゴルの石炭資源



- | | |
|---|---|
| <p>Names of basins</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Gobi-Altay 2 Bayan Ölgii 3 South Khovd 4 Dornod 5 Govi-Altay 6 Bayan-Hongor 7 Dornod 8 Bayan-Hongor 9 Govi-Altay 10 Bayan-Hongor 11 Bayan-Hongor 12 Bayan-Hongor 13 Bayan-Hongor 14 Bayan-Hongor 15 Bayan-Hongor 16 Bayan-Hongor 17 Bayan-Hongor 18 Bayan-Hongor 19 Bayan-Hongor 20 Bayan-Hongor 21 Bayan-Hongor 22 Bayan-Hongor 23 Bayan-Hongor 24 Bayan-Hongor 25 Bayan-Hongor 26 Bayan-Hongor 27 Bayan-Hongor 28 Bayan-Hongor 29 Bayan-Hongor | <p>Names of deposits</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Bayan-Hongor Deposit 2 Bayan-Hongor Deposit 3 Bayan-Hongor Deposit 4 Bayan-Hongor Deposit 5 Bayan-Hongor Deposit 6 Bayan-Hongor Deposit 7 Bayan-Hongor Deposit 8 Bayan-Hongor Deposit 9 Bayan-Hongor Deposit 10 Bayan-Hongor Deposit 11 Bayan-Hongor Deposit 12 Bayan-Hongor Deposit 13 Bayan-Hongor Deposit 14 Bayan-Hongor Deposit 15 Bayan-Hongor Deposit 16 Bayan-Hongor Deposit 17 Bayan-Hongor Deposit 18 Bayan-Hongor Deposit 19 Bayan-Hongor Deposit 20 Bayan-Hongor Deposit 21 Bayan-Hongor Deposit 22 Bayan-Hongor Deposit 23 Bayan-Hongor Deposit 24 Bayan-Hongor Deposit 25 Bayan-Hongor Deposit 26 Bayan-Hongor Deposit 27 Bayan-Hongor Deposit 28 Bayan-Hongor Deposit 29 Bayan-Hongor Deposit |
|---|---|



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

—主報告書—

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

第二章 シビーオボー炭鉱改善計画の調査

第二部 マスター・プラン調査

第二部 マスター・プラン調査

— 目 次 —

1	はじめに	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的と範囲	1
2	石炭需給予測	3
2.1	エネルギー需給の現状	3
2.1.1	経済活動の推移と現状	3
2.1.2	エネルギー需給の推移	6
2.1.3	石炭需給の推移	10
2.2	石炭消費セクターの将来活動	12
2.2.1	電力セクター	12
2.2.2	工業および建設セクター	15
2.2.3	農業セクター	21
2.2.4	公共サービス、家庭セクター	21
2.2.5	運輸、通信、その他のセクター	21
2.2.6	輸出	21
2.3	石炭供給能力	22
2.3.1	既存炭鉱の現状	22
2.3.2	炭鉱開発の可能性	27
2.3.3	石炭輸送	31
2.4	石炭需要予測	39
2.4.1	CES 地域の電力および熱供給セクター	39
2.4.2	工業および建設セクターの石炭需要	47
2.4.3	その他の石炭需要	47
2.4.4	予測結果総計	52
2.5	必要石炭貯炭量	52
2.5.1	需要側の貯炭	52
2.5.2	季節変動の問題点	55
2.5.3	生産能力の余裕	56
2.5.4	新規炭鉱の必要生産量	56

3	石炭開発計画	62
3.1	モンゴル石炭資源のレビュー	62
3.1.1	石炭資源の概要	62
3.1.2	主要石炭鉱床	65
3.1.3	既存炭鉱の採掘条件と生産能力	99
3.2	炭鉱開発計画	107
3.2.1	鉱床の選定	107
3.2.2	炭鉱開発に必要な設備	114
3.2.3	有望炭鉱開発の概念計画	116
3.2.4	炭鉱開発のための探査計画	119
3.3	インフラストラクチャー開発計画	134
3.3.1	インフラストラクチャー	134
3.3.2	水資源	139
3.3.3	トレーニングセンター	139
3.4	石炭開発総合計画	142
3.4.1	有望炭鉱開発による社会的影響	142
3.4.2	炭鉱開発計画の選択	143
4.	石炭利用計画	149
4.1	電力・熱生産部門	149
4.1.1	現状	149
4.1.2	電源開発計画	155
4.2	鉱工業および建設部門	165
4.2.1	石炭利用の現状	165
4.2.2	鉱工業における主要石炭利用計画	165
4.3	農牧業部門	166
4.3.1	現状	166
4.3.2	主要石炭利用プロジェクト	166
4.4	公共事業および民生部門	167
4.4.1	現状	167
4.4.2	主要石炭利用プロジェクト	167
4.5	運輸および通信部門	167
4.6	新利用技術	167
4.6.1	石炭ブリケット	168

4.6.2	石炭ガス化および誘導品	170
4.6.3	石炭直接液化	172
5.	石炭関連設備の省エネルギー	174
5.1	石炭利用における熱効率の現状	174
5.1.1	石炭変換設備（発電所）	174
5.1.2	直接利用設備（燃焼）	177
5.1.3	間接石炭利用設備（電気および熱）	177
5.2	省エネルギー（石炭）の技術的可能性	179
5.2.1	石炭変換設備における石炭節約	179
5.2.2	直接石炭利用における石炭消費節約（石炭燃焼）	179
5.2.3	石炭間接利用（電力および熱）における石炭消費節約	180
5.2.4	その他の省エネルギー（石炭）の可能性	180
5.3	省エネルギー推進のための政策および手順	181
5.4	省エネルギー計画	181
6.	石炭燃焼に伴う大気質の保全	184
6.1	大気質の現状	184
6.1.1	汚染源の状況	184
6.1.2	石炭関連汚染物質の排出量	186
6.1.3	大気汚染物質の濃度	188
6.2	将来における大気質	196
6.6.1	石炭関連施設からの汚染物質排出量の推算	196
6.6.2	火力発電所から排出される SO ₂ と NO ₂ の着地濃度	196
6.2.3	ダストおよびベンツピレン	200
6.3	大気汚染対策の技術的可能性	201
6.3.1	対策の必要な発生源と汚染物質	201
6.3.2	バイオブリケットの導入	201
6.4	環境保全計画	202
6.4.1	ゲル用ストーブの石炭消費量	202
6.4.2	バイオブリケット工場の必要資金	203

7. 優先炭鉱の予備調査	204
7.1 優先炭鉱の開発予備調査	204
7.1.1 ツァイダムヌール炭鉱	204
7.1.2 トゥグルグヌール炭鉱	214
7.1.3 フート炭鉱	224
7.1.4 タバントルゴイ炭鉱	235
7.1.5 トレーニングセンター	242
7.2 石炭利用計画	249
7.2.1 バガヌール山元火力発電所	249
7.2.2 プリケット	260
8 概念的行動計画	263
8.1 石炭開発計画マスタープラン	263
8.2 石炭利用計画マスタープラン	270
8.3 石炭の開発と利用のための政策とインセンティブ	272
8.4 機構・組織の改訂	275
8.5 人材開発	276
8.6 品質管理システム	277
8.6.1 品質上の問題点	277
8.6.2 品質改善の方法	279
8.6.3 導入すべき品質管理システム	280
8.6.4 製品炭品位	284

表目次

2 石炭需給予測

表 2.1	NMP に占める工業と農業の割合	5
表 2.2	NMP、農業、工業の成長率	5
表 2.3	モンゴルのエネルギーバランス(1990)	7
表 2.4	モンゴルの1次エネルギー必要量の推移	9
表 2.5	モンゴルの石油製品消費量	9
表 2.6	部門別石炭消費量	11
表 2.7	1993年の石炭需給	13
表 2.8	モンゴルの鉱工業部門の生産予測	16
表 2.9	モンゴルの主要鉱工業プロジェクト	17
表 2.10	銅選鉱の生産と輸出	18
表 2.11	炭鉱別石炭生産量(1980-1993)	23
表 2.12	各石炭鉱山の現状	24
表 2.13	輸送部門別貨物および旅客量	31
表 2.14	貨物輸送量の推移	32
表 2.15	物資別国内輸送量	32
表 2.16	1日の貨物列車運行数	35
表 2.17	各駅間の牽引容量と所要時間	37
表 2.18	1991年の車両による輸送量	38
表 2.19	1994-97年までの公共投資計画	41
表 2.20	CES地域の電力需要予測(ハイ・ケース)	43
表 2.21	CES地域の電力需要予測(ロー・ケース)	44
表 2.22	主要3都市の熱需給予測	46
表 2.23	CES地域の発電所用石炭需要	48
表 2.24	モデルによるモンゴルの部門別石炭需給予測	49
表 2.25	モデルによるCES地域の部門別石炭需給予測	50
表 2.26	モンゴルの石炭需給予測総括	51
表 2.27	CES地域の必要石炭量-ハイ・ケース(バガヌール600万トン)	58
表 2.28	CES地域の必要石炭量-ロー・ケース(バガヌール600万トン)	59
表 2.29	CES地域の必要石炭量-ハイ・ケース(バガヌール370万トン)	60
表 2.30	CES地域の必要石炭量-ロー・ケース(バガヌール370万トン)	61

3 石炭開発計画

表 3.1	石炭品質の分類	64
表 3.2	メガブロック別石炭鉱床	66
表 3.3	モンゴルの主要石炭鉱床の概要	69
表 3.4	モンゴル炭鉱の概要	101
表 3.5	各炭鉱の採掘状況	103
表 3.6	既存炭鉱の生産能力の推定	111
表 3.7	ロング・リスト	113
表 3.8	ショート・リスト	117
表 3.9	ショート・リストの石炭開発計画	118

表 3.10	ツアイダムヌール-鉱床の探査計画	124
表 3.11	ツグルグヌール鉱床の探査計画	127
表 3.12	フート鉱床の探査計画	129
表 3.13	シビーオボー鉱床の探査計画	132
表 3.14	各石炭鉱床の探査費用	135
表 3.15	鉄道輸送のコスト試算	140
表 3.16	社会インフラストラクチャーのコスト試算	140
表 3.17	山元発電所候補地周辺の水資源	141
表 3.18	選定炭鉱開発計画	145

4 石炭利用計画

表 4.1	発電および熱供給設備(1993)	152
表 4.2	モンゴルのディーゼル発電容量	153
表 4.3	CES 地域の電力需要の推移と予測(1985-2010)	156
表 4.4	3 鉱山の石炭性状	158

6 石炭燃焼に伴う大気質の保全

表 6.1	ウランバートル市におけるゲルの戸数(1994)	185
表 6.2	ウランバートルにおける石炭の消費量(1993)	185
表 6.3	ウランバートルで使用する石炭の炭鉱別品質	186
表 6.4	ウランバートルにおける石炭の消費者別平均的品質	186
表 6.5	石炭関連大気汚染物質の排出係数	187
表 6.6	石炭関連汚染物質の現在の推算排出量(1993)	187
表 6.7	SO ₂ 、NO ₂ 、およびダストの環境基準	188
表 6.8	ウランバートルの固定局における SO ₂ 、NO ₂ 濃度の経年変化	191
表 6.9	ウランバートルの固定局における SO ₂ 、NO ₂ 濃度の季節変化	191
表 6.10	移動測定車による SO ₂ と NO ₂ の季別モニタリングの結果(1994)	192
表 6.11	ウランバートルにおける日平均 TSP 濃度の測定結果概要	194
表 6.12	日平均 TSP 濃度のランク別出現頻度	194
表 6.13	JICA チーム測定によるウランバートルにおける日平均 TSP 濃度	195
表 6.14	ウランバートルにおける予測石炭消費量	197
表 6.15	ウランバートルにおける予測石炭消費量に伴う汚染物質排出量推算値	197
表 6.16	ウランバートルにおける月平均気温と風速(1983~1992)	198
表 6.17	発電所排出の SO ₂ の最大着地濃度推算値	199
表 6.18	発電所排出の NO ₂ の最大着地濃度推算値	199
表 6.19	ストーブと中・小ボイラーでのバイオブリケット使用による 汚染物質の削減効果	202

7 開発有力炭鉱の予備調査

表 7.1	ツアイダムヌール炭鉱の採掘計画	211
表 7.2	ツアイダムヌール炭鉱の経済評価	213
表 7.3	トゥグルグヌール炭鉱の採掘計画	221
表 7.4	トゥグルグヌール炭鉱の経済評価	223
表 7.5	フート炭鉱の採掘計画	232

表 7.6	フート炭鉱の経済評価	234
表 7.7	タバントルゴイ炭鉱の採掘計画	240

8 概念的行動計画

表 8.1	各開発計画の技術的・経済的特徴の比較	264
表 8.2	プロジェクトの稼働時期と生産能力	265
表 8.3	マスタープラン実施に必要な所要資金	266
表 8.4	マスタープラン実施に必要な資金調達額	267
表 8.5	マスタープランに対する総ネットキャッシュフロー	268
表 8.6	電源開発計画	270
表 8.7	マスタープランに必要な総費用	271
表 8.8	10% FIRR を得るのに必要な減免税	274
表 8.9	減免税と低利融資の抱合わせ効果	274
表 8.10	消費者からの要求品位	278
表 8.11	No.4 発電所に納入された石炭品位	278
表 8.12	製品炭品位	284

図目次

2 石炭需給予測

図 2.1	1次エネルギーとNMPとの関係	8
図 2.2	モンゴルの発電量の推移	14
図 2.3	部門別電気消費量の推移	14
図 2.4	モンゴルのコール・フロー	29
図 2.5	貨物列車のダイヤグラム	34
図 2.6	石炭需要予測 (ハイ・ケース)	53
図 2.7	石炭需要予測 (ロー・ケース)	53
図 2.8	ウランバートルの発電所からのエネルギー生産量(1993)	55
図 2.9	ウランバートルの発電所の石炭消費量(1993)	56

3 石炭開発計画

図 3.1	夾炭盆地の分布図	63
図 3.2	モンゴルの主要石炭鉱床	67
図 3.3	東部オムノゴビ県鉱床位置図	73
図 3.4	タバントルゴイ鉱床地質図	75
図 3.5	タバントルゴイ炭鉱炭層図	77
図 3.6	タバントルゴイ炭鉱の概要図	78
図 3.7	セレンゲ県鉱床位置図	80
図 3.8	シャリングル鉱床地質図	81
図 3.9	シャリングル炭鉱の概要図	82
図 3.10	ヘンティ県鉱床位置図	84
図 3.11	チャンドガントル鉱床地質図	85
図 3.12	チャンドガントル炭鉱の概要図	86
図 3.13	ドンドゴビ県鉱床位置図	88
図 3.14	フート鉱床地質図	90
図 3.15	フート炭鉱地質図	91
図 3.16	ツァブ県鉱床位置図	94
図 3.17	ツァイダムヌール鉱床地質図	95
図 3.18	トゥグルグヌール地質図	97
図 3.19	トゥグルグヌール鉱床炭層図	98
図 3.20	トラックの輸送距離、容量、台数との関係(EKG5a+Belaz548)	108
図 3.21	トラックの輸送距離、容量、台数との関係(1m ³ shovel+12 ton truck)	109
図 3.22	反射地震波エネルギーの測定	120
図 3.23	地震記録の例	121
図 3.24	ツァイダムヌール鉱床の現地調査計画	123
図 3.25	トゥグルグヌール鉱床の現地調査計画	126
図 3.26	フート鉱床の現地調査計画	128
図 3.27	シビーオボー鉱床の現地調査計画	131
図 3.28	選定炭鉱の位置図(1)	136
図 3.29	選定炭鉱の位置図(2)	137

4 石炭利用計画

図 4.1	電力設備の概要	150
図 4.2	中央エネルギーシステムの概要	151
図 4.3	流動床ボイラー	162
図 4.4	バイオコーク製造フロー	168
図 4.5	石炭液化プロセスフロー	173

5 石炭関連施設の省エネルギー

図 5.1	ウランバートル第3発電所および接続エリアの エネルギー供給システムのエネルギーバランス	176
-------	--	-----

6 石炭燃焼に伴う大気質の保全

図 6.1	ウランバートルにおけるモニタリング局と発電所の位置	189
-------	---------------------------------	-----

7 開発有力炭鉱の予備調査

図 7.1	ワーク・ショップの例	244
図 7.2	発電所の廃水処理フロー	252
図 7.3	バガヌール発電所の熱バランス	257

8 概念的行動計画

図 8.1	CES 地域の石炭生産能力マスタープラン	265
図 8.2	マスタープラン実施に必要な年別所要資金	268
図 8.3	シビーオポー炭鉱のネットキャッシュフロー	269
図 8.4	バガヌール炭鉱のネットキャッシュフロー	269
図 8.5	ツアイダムヌール炭鉱のネットキャッシュフロー	269
図 8.6	マスタープランにおける総ネットキャッシュフロー	269

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 Interest 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

1 はじめに

1.1 調査の背景

モンゴルはコメコンによるバーター貿易の停止により、深刻な経済危機に直面している。モンゴル政府はこの危機を豊富な石炭資源の開発利用により克服しようとしている。モンゴルの石炭埋蔵量は1500億トンとも言われており、その埋蔵量が確認されているもので240億トンとされている。しかし、モンゴルの年間の石炭生産量は1988年の860万トンをピークとして年々減少しており、1992年には620万トンにまで落ち込んだ。

そのため、モンゴル国は近年エネルギー危機に瀕しており、特に寒さの厳しい冬季には深刻な状態となっている。これは設備の老朽化やスペアパーツの不足、乏しい経済力などに起因しているものと考えられる。モンゴル政府は石炭の開発は最重要課題のひとつとしており、このような現状を踏まえた主要炭鉱のリハビリ、新規炭田の開発など総合的な開発利用計画の策定が緊急の課題となっている。

1.2 調査の目的と範囲

本調査の目的は次の2点である。

- ・既存2炭鉱のリハビリテーションのための技術的、経済的、財務的に適切な計画を策定すること
- ・長期石炭需給予測を行い石炭開発と利用に関するマスタープランを策定すること。

その他の重要な目的として、本調査期間においてモンゴル側カウンターパートへの技術移転があげられる。

本調査は第一部（バガヌール炭鉱とシビーオボー炭鉱の改善計画）及び第二部（石炭開発利用計画）とからなっている。

第一部の調査範囲と手順は以下のとおりである。

- (1) 炭鉱リハビリテーションのための情報収集
- (2) 調査炭鉱の選定
- (3) 環境調査を含めた有効なリハビリテーション計画調査
- (4) 投資額及び操業コスト調査
- (5) 財務・経済分析

第二部の調査範囲と手順は以下のとおりである。

- (1) 石炭開発利用計画のマスタープランのための情報収集
- (2) 石炭需給予測
- (3) 石炭開発計画調査
- (4) 石炭利用計画調査
- (5) 石炭関連施設に対する省エネルギー計画及び環境対策調査
- (6) 有望計画の予備調査
- (7) 概念的実行計画調査

本報告書は2分冊より構成されており、本編は第二部の調査結果が記載されている。
第一部については分冊（第一部）を参照されたい。

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

1921年の独立後、鉱物資源や羊毛、皮革、カシミアなどの原料に富んでいるモンゴルは、1989年まで、旧ソ連や他の共産諸国とのバータ取引によって工業製品を輸入してきた。その後、モンゴルは従来の中央計画経済から市場経済への移行を決意した。この改革は、旧ソ連での同様の事態の進展とあいまって、モンゴル経済に急激な変化を引き起こした。最大の原因は、旧ソ連との経済関係の崩壊と全ての補助金が得られなくなったことである。

1992年に民主主義による選挙が行われ、新しい憲法が採択された。再編された議会は市場経済の推進を施行し、民営化プログラムを導入したが、経済状況の回復はまだまだ難しく、インフレは進み、貨幣価値は下がっている。今なお、モンゴルは市場経済への過渡期にあるといえよう。

(1) 1980年代後半までの経済成長

モンゴルは1989年まで比較的高い経済成長を示してきたが、その年に旧ソ連からの援助が突然中止された。1940年から1990年までの純物的生産(NMP)の年平均成長率を以下に示す。

	合計	工業	農業
1940-1960	6.9	8.6	3.5
1960-1970	2.7	10.3	0.7
1970-1980	6.1	11.4	1.1
1980-1990	5.1	6.3	4.3

(注) 社会主義国では経済活動の指標としてNMPを使用している。

これらの統計を見る限りでは、高い経済成長率は工業部門によって達成されており、農業部門は過去20年間低成長を記録してきた。NMPの工業部門に占める割合は、1970年の20%から1990年の36%に増加しており、それに対して農業部門は、33%および19%であった(表2.1)。

(2) 援助停止後の経済成長

モンゴルは旧ソ連から多大な援助を受け、鉱工業を開発するために使用してきた。また、旧ソ連は、モンゴルの輸送システムの建設、石油製品の供給、発電所の建設と運転、学生のための奨学金の援助等の支援も行ってきた。

旧ソ連から供給されていたスペア・パーツや機器などの突然の不足は、ソ連に頼ってきたモンゴル工業に対し多大な問題を引き起こした。さらに、共産圏の他の諸国との貿易も混乱し、モンゴルは新たな貿易のパートナーや輸出市場を見つけることを余儀なくされている。さらに都合の悪いことには、輸出品の中心である銅やカシミヤの国際市場価格が低下したため、貿易条件がモンゴルに対し不利になった。結果として、1990年から1993年の4年間、経済成長はマイナス成長を余儀なくされ、この期間のNMPの減少率は累積で34%に達した(表2.2)。

経済を安定させるため、財政および通貨政策において、さまざまな方法によって引き締めが行われた。経済成長を回復させるために、政府は内外貿易、国内自由市場の自由化や公共資産の民営化などの根本的な改革を導入した。1990-93年において減少を示したNMPは、1994年において成長率がプラスに転じ、経済調整の最悪の局面を脱すると見られている。

(3) モンゴル経済の特徴

モンゴル経済の主な特徴は以下の5つにまとめられる：

1) 広い国土と少ない人口

160万平方キロメートル(日本の4倍)の国土に220万人の人口を持つモンゴルは、世界でも人口密度の低い国のひとつである。少ない人口では小さな国内市場しかなく、また、広大な国土は、十分なインフラストラクチャーのために多大な資金を要する。

2) 大国(中国、ロシア)に囲まれた内陸国

中国、ロシア以外の国に対する輸出コストが非常に高い。

3) 有力な牧畜業

モンゴルは大陸性気候で、ここの牧草地は2,400万頭(1人当たり10頭以上)の家畜にとって最適な場所である。就業人口の約30%が牧畜業に従事しており、牧畜および農業関連製品は総輸出の40%を占めている。

表 2.1 NMP に占める工業と農業の割合

				(%)
Year	Industry	Agriculture	Others	Total
1940	7.0	76.1	16.9	100.0
1960	9.6	40.3	50.1	100.0
1970	19.6	33.1	47.3	100.0
1980	31.9	20.3	47.8	100.0
1990	35.5	18.7	45.8	100.0

(Source) N. Matsunaga, "Mongolia's Economic Revolution - Development and Aid Strategies", Forum IDC, No.12 (March, 1993).

表 2.2 NMP、農業、工業の成長率

				(%)
Year	NMP	Agriculture	Industry	
1989	9.7	13.8	11.4	
1990	-3.7	-1.9	-0.3	
1991	-13.9	-5.1	-12.7	
1992	-13.5	-3.9	-7.9	
1993	-3.3	-7.0	-6.8	

(Source) World Bank, "Mongolia - Country Economic Memorandum : Priorities in Macroeconomic Management", October 31, 1994.

4) 豊富な鉱物資源

モンゴルは石炭、銅、蛍石、モリブデンなどの鉱物資源に恵まれており、石炭はこの国の主要なエネルギー資源であり、銅は外貨獲得のための主要資源である。

5) 高い教育レベル

モンゴルは96%の識字率を持つ、非常に教育が行き届いた民族である。

2.1.2 エネルギー需給の推移

(1) 最終エネルギー消費

JICAチームによるエネルギーバランス表では、1990年のモンゴルの最終エネルギー消費は419万トン(7,000kcal/kg石炭換算トン:以後tce)であった。石油の割合が最も高く、続いて石炭、熱(温水および蒸気)、電気、木材、バイオマスとなっている(表2.3)。石油消費では運輸/通信部門が一番高く、続いて工業/建築、農業部門となっている。

薪の57%は公共サービス/家庭部門で、続いて工業/建築、農業、その他の部門となっている。バイオマスの消費も薪と同じ傾向である。

電気の68%は工業/建築部門で消費され、公共サービス/家庭部門は2番目に大きな消費を見せているが、13%にすぎない。

熱の最終消費とは、発電所から工場や家庭に供給されている熱を意味しており、72万トンの熱水および蒸気が、中央エネルギーシステム(CES)によって供給されている。この表には、CES内の5つの発電所以外の供給者によって供給されている熱量は含まれていないが、それら供給者による石炭、石油、その他の最終消費は含まれている。

(2) 一次エネルギー必要量

上記の最終エネルギー消費に投入される一次エネルギーは1992年に552万tceであった(表2.3)。石炭の割合が一番大きく、全体の61%を占めている。1970年以来、石炭は全体の一次エネルギーの約3分の2を占めていることが表2.4からわかる。

石油製品が石炭に続き34%を占めており、総一次エネルギー量の95%を石炭と石油が占めている。木材、バイオマスおよび輸入電力はわずか5%にすぎない。

表 2.3 モンゴルのエネルギーバランス(1990)

	Coal	Wood	Other Biomass	Petroleum Products	Coke	Electricity	Heat	Total
(1,000 tce) *								
<Primary Energy Supply>								
Production	3,632.5	186.5	50.9	-	-	-	-	3,869.9
Import	41.6	-	-	1,120.0	4.7	28.0	-	1,194.3
Total Supply	3,674.1	186.5	50.9	1,120.0	4.7	28.0	-	5,064.2
Export	(-)235.2	-0.2	-	-	-	(-)9.3	-	(-)244.7
Stock change	(-)59.8	46.4	(-)31.6	748.4	(-)0.2	-	-	703.2
Domestic Supply	3,379.1	232.7	19.3	1,868.4	4.5	18.7	-	5,522.70
<Energy Conversion, Own Consumption and Losses>								
Electricity and heat generation	(-)2,194.6	-	-	(-)146.0	-	411.3	721.1	(-)1,208.2
Own Consumption and losses	(-)4.3	(-)0.3	-	(-)12.5	-	(-)105.3	-	(-)122.4
<Final Energy Consumption>								
Industry/construction	505.0	29.8	5.4	505.1	4.1	221.5	n.a.	n.a.
Transportation/communication	57.9	2.4	0.4	796.7	0.4	21.5	n.a.	n.a.
Agriculture	80.7	27.8	2.5	239.0	-	14.4	n.a.	n.a.
Public service/household	340.1	133.5	5.6	18.2	-	42.9	n.a.	n.a.
Others	196.4	38.5	4.0	150.8	-	24.6	n.a.	n.a.
Sub-Total	1,180.1	232.0	17.4	1,709.8	4.5	324.7	721.1	4,190.1
Other Uses	0.1	0.4	1.4	0.1	-	-	-	2.0
Total	1,180.2	232.4	19.3	1,709.9	4.5	324.7	721.1	4,192.1

(Note) * --- 7,000 kcal/kg

(Source) MEGM

モンゴルで消費されている石炭の殆どは国内で生産されており、わずかに16万6千トンの石炭がエルデネット銅鉱山によって輸入されている。一方、石油製品は全て輸入に頼っている。石油製品の中で、ガソリンとディーゼル燃料油が大きなシェアを占めており、主に乗用車、バス、トラックに使用されている（表2.5）。また、ディーゼル燃料油は、CES地域外に設置されているディーゼル発電所の燃料としても使用されている。

(3) 経済成長とエネルギー消費

一般にエネルギー消費量は国内総生産(GDP)が高いほど高くなる。この相関は、GDPの伸び率とエネルギー消費量の伸び率の比率によって表すことができ、この関係はエネルギーGDP弾性値として知られている。一方、GDP単位当りのエネルギー消費はエネルギー消費量とGDPとの関係の指標であり、エネルギー消費とGDPとの比率である。

モンゴルでは、純物的生産（NMP）がGDPの代わりに使われているが、エネルギー消費量は5年毎にまとめられているため、エネルギー消費とNMPとの相関関係は1990年以降はわからない。図2.1はモンゴルのエネルギー消費とNMPとの関係を示している。この図から判断する限りでは、経済が混乱するまでは、明らかにこれら2つの指標の間には相関が見られる。本調査では、将来、需要はこれらの相関を基にして予測される。

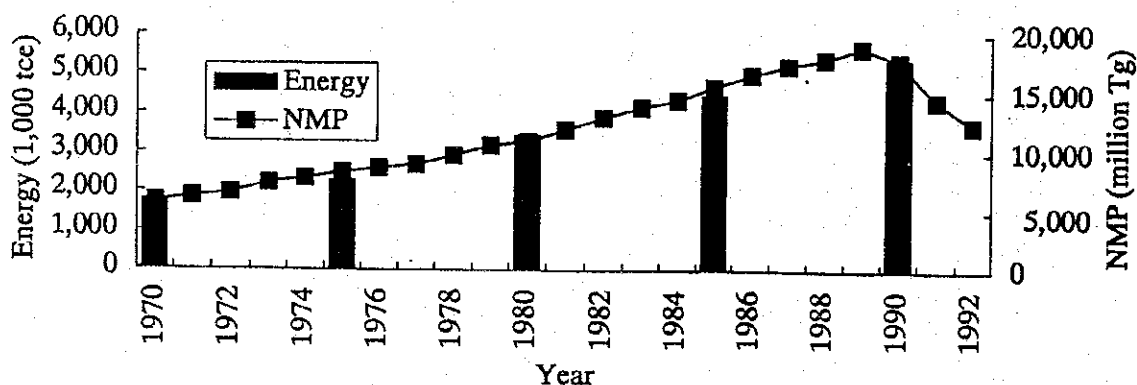


図 2.1 1次エネルギーとNMP との関係

表 2.4 モンゴルの1次エネルギー必要量の推移

	(1,000 tce)*				
	1970	1975	1980	1985	1990
Coal	1,059 (66.1)	1,454 (64.5)	2,381 (69.8)	2,949 (67.0)	3,370 (63.0)
Coke	1 (0.1)	2 (0.1)	-- (--)	5 (0.1)	5 (0.1)
Petroleum	355 (22.2)	517 (22.9)	740 (21.7)	1,078 (24.5)	1,710 (31.9)
Wood	151 (9.4)	252 (11.2)	226 (6.6)	341 (7.7)	232 (4.3)
Other Biomass	36 (2.2)	31 (1.4)	30 (0.9)	16 (0.4)	17 (0.3)
Net import of Electric Power	- (-)	- (-)	32 (0.9)	12 (0.3)	19 (0.4)
Total	1,602 (100.0)	2,256 (100.0)	3,409 (100.0)	4,401 (100.0)	5,353 (100.0)

(Note) -- means negligible small and - zero.

* --- 7,000 kcal/kg

(Source) Estimated from Statistics of MEGM

表 2.5 モンゴルの石油製品消費量

	(1,000 tce) *				
	1970	1975	1980	1985	1990
Gasoline	206.7 (57.9)	293.0 (56.7)	398.2 (52.9)	484.2 (44.9)	806.5 (47.2)
Kerosine	7.0 (2.0)	5.2 (1.0)	9.6 (1.3)	7.3 (0.7)	7.0 (0.4)
Gas oil	132.2 (37.0)	204.4 (39.5)	292.0 (38.8)	503.4 (46.6)	793.2 (46.4)
Heavy fuel oil	11.1 (3.1)	14.5 (2.8)	53.4 (7.1)	84.3 (7.8)	103.1 (6.0)
Total	357.0 (100.0)	517.1 (100.0)	753.2 (100.0)	1,079.2 (100.0)	1,709.8 (100.0)

* :---7,000kcal/kg

(Source) Estimated from Statistics of MEGM

2.1.3 石炭需給の推移

(1) 石炭需要

1993年の石炭需要は526万トン（発熱量3,000-3,500kcal/kg）であった。石炭需要のピークは1988年に記録され（760万トン）、ここ5年間で200万トン減少した（表2.6）。

最大の消費者は発電所で、1993年は405万トンの石炭を消費した。このセクターの石炭需要も1988年にピークを記録した。石炭需要が1989年から1993年の間に急激に落ち込んだのと比較して、発電所の石炭需要の減少はそれほど大きくなく50万トン程度であった。このことは、電力セクターにおいては石炭が重要な位置を占めていることを証明している。言い換えれば、他のセクターでの石炭需要の減少が非常に大きかったことを物語っている。1990年のCES地域の石炭需要量は全体の88%に達しており、中でもウランバートルは、以下に示すように最大のシェアを占めている。

	(%)
ウランバートル	79
（内、3つの発電所）	(71)
ナライハ	1
ダルハン	7
エルデネット	7
その他	6
合計	100

(2) 石炭供給

3つの主要炭鉱（バガヌール、シビーオボー、シャリングル）がCES地域に、その殆どの石炭を供給している。1993年のこれら炭鉱からの石炭供給量は、それぞれ285万トン、60万トン、118万トンであった。さらに、30万から40万トンの貯炭が1993年の需要を満たすために消費された。シビーオボーは1992年に生産を開始した最新の炭鉱で、一方、バガヌールは1978年から生産している。シャリングルは1965年に生産を開始しているが、現在の生産レベルはピーク時の半分に減少している。

表 2.6 部門別石炭消費量

(unit: 1000 ton)

Years	Total Consumption	Electricity generation & Heating plants	Industry & construction	Transportation & communication	Agriculture	Public Services & Household	Others
1980	4,315.6	2,184.0	711.7	41.7	321.9	426.6	629.7
1981	4,581.2	2,211.3	810.5	44.3	347.7	774.9	392.5
1982	4,720.5	2,352.8	793.0	45.6	348.6	772.1	408.4
1983	4,910.4	2,520.0	816.0	47.4	353.0	740.0	434.0
1984	5,470.1	3,468.0	766.0	52.9	381.0	666.0	136.2
1985	6,166.8	3,678.6	1,232.4	60.9	400.5	702.4	92.0
1986	6,816.8	3,904.0	911.0	67.3	465.0	784.0	685.5
1987	7,212.3	4,243.0	1,329.0	71.2	517.0	439.0	613.1
1988	7,596.8	4,542.0	1,137.0	75.0	429.0	737.0	676.8
1989	7,251.5	4,311.0	1,066.0	71.6	202.0	668.0	932.9
1990	6,649.0	4,324.0	995.0	114.0	159.0	670.0	387.0
1991	6,991.8	4,497.0	1,099.0	56.0	101.0	611.0	627.8
1992	6,014.0	4,438.0	877.0	66.0	69.0	452.0	112.0
1993	5,261.9	4,049.0	734.6	86.8	61.5	209.0	121.0

(Source) Ministry of Energy, Geology and Mining of Mongolia

モンゴルで4番目に大きく、年間35万トンを生産しているアドンチュールン炭鉱は、ドルノド県に位置しており、CESに含まれていない県営の石炭火力発電所に供給している。モンゴルの90%の石炭は、これら4つの炭鉱から生産されている。この他の22炭鉱は規模が小さく、最大のものでさえ年産10万トン以下であり、これらは単にCES以外の地域の需要を満たしているだけである（ナライハ炭鉱を除いて）。

総石炭生産量は、1988年に記録したピーク時から300万トン減少した。表2.7は、エネルギー・地質・鉱業省によって推定された1993年の石炭需給を示している。この中のいくつかのデータは上記の説明と若干違っているところもある。

2.2 石炭消費セクターの将来活動

2.2.1 電力セクター

モンゴルの発電および送電は2つのシステムに分けられる。CESとCES外である。CESは1967年に110kVの送電線網により確立した。CESの現状については本報告書の4.1.1で詳しく記述されている。一方、CES地域外の11県の主要地には、630-1,800kW規模のディーゼル発電所が160カ所あり、その他の300の小さな村には60-100kWの小さなディーゼル発電所が約600カ所ある。モンゴルの発電所の総容量は984MWに上り、CESの5つの発電所の容量は以下の通りである：

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

図2.2および2.3は、モンゴルの発電量とセクター別電力消費量の推移を示している。殆どの電気はCESによって発電されており、CES以外は全体の11%にすぎない。CES地域の将来の電力需要は本報告書の2.4に記述されているが、現在の景気低迷の回復後、5%から6%で伸びていくと思われる。一方、CES地域外の将来の電力需要は、政府の地方電化政策などに大きく左右されるであろう。既存のCESグリッドには水力発電がないが、CES外に位置している北西地域に加えて、北部にもいくつかの水力発電の可能な地域がある。水力発電が不足しているため、ピーク時の電力は220kV送電線を通してロシアから輸入している。石炭火力発電所しか持たないCESの弱点を解決するため、

表 2.7 1993 年の石炭需給

Consumers						(1,000 ton)
	Nalaikh	Sharyngol	Baganuur	Shivee-ovoo	Local mines	Total
Ulaanbaatar						
Power plant No.2		57.3	82.2	1.4		140.9
Power plant No.3		554.9	362.0	14.0		930.9
Power plant No.4			1,750.0	300.0		2,050.0
Biol. plant		8.6	9.4	1.4		19.4
Railway		5.2	81.3			86.5
Other		1.9	250.6	65.0	5.0	322.5
Nalaikh aimag	31.6		8.8		8.4	48.8
Sub-total	31.6	627.9	2,544.3	381.8	13.4	3,599.0
Darkhan						
Power plant		214.1				214.1
Cement plant		8.4				8.4
Hotol plant		24.2				24.2
White Brick Co.		3.7				3.7
Sovinvest		7.1				7.1
Other		4.2	22.4	3.5		30.1
Sub-total		261.7	22.4	3.5		287.6
Erdenet						
Power plant		130.0	76.3	5.9		212.2
Erdenet copper		84.3				84.3
Other					10.0	10.0
Sub-total		214.3	76.3	5.9	10.0	306.5
Selenge						
Erchim		10.4	25.2	3.0		38.6
SBBK		8.6	20.8			29.4
Other		2.3	7.6	2.2		12.1
Sub-total		21.3	53.6	5.2		80.1
Aimags						
Tov			58.0	10.0		68.0
Bulgan			18.6	12.4	7.8	38.8
Uvs					42.5	42.5
Hovd					50.6	50.6
Bayanolgii					95.1	95.1
Zavhan					11.0	11.0
Govialtai					24.1	24.1
Bayanhongor					27.1	27.1
Ovorhangay					58.2	58.2
Dundgovi					22.7	22.7
Omnogovi					35.4	35.4
Dornogovi			4.6	20.0	7.3	31.9
Hovsgol			14.0	3.0	7.3	24.3
Suhbaatar					49.6	49.6
Dornod					351.0	351.0
Arhangay					23.0	23.0
Mongolsov					10.0	10.0
Mine use	10.0	59.2	78.7	8.3	51.9	208.1
Total	41.6	1,184.4	2,870.5	450.1	898.0	5,444.6

(Source) MEGM

CESグリッドの近くに220MW (55MW×4) の容量を持つエギン水力発電所が、2000年頃に導入される予定である。この水力発電計画は、国内の建設資材産業や労働者の雇用機会などの経済活動にとって好機を与えることになるであろう。

外貨獲得のための将来プロジェクトとして、直流高圧送電線による中国、韓国、日本などへの電気の輸出の可能性が、石炭の有効利用のための一つのオプションとして勧められるべきである。隣接国の中国においては、1991年からの第8次5カ年計画および2000年までの社会経済発展10カ年計画では、GNPの成長率6%を前提に、2000年の発電量を1兆1,000億kWh、設備容量を2億4,000万kWと見込んでいた。しかし、1992年10月に、2000年までのGNP成長率を8~9%とすることが決定され、2000年時点での発電設備容量は約3億kW (発電電力量は1兆5,000億kWh) が必要と予測されている。この3億kWを達成するためには、中国は毎年平均1,700万kWの発電所を運開させなくてはならない訳であるが、石炭生産・輸送能力の不足や資金不足が予想されており、開発は容易ではない。このような中国の電力事情を背景に、モンゴルの石炭資源の有効利用と外貨獲得のために、電力輸出を行う技術的、経済的可能性が高まってくると予想される。本報告書では、このプロジェクトの可能性が4.1.2(5)で述べられている。

なお、国内の石油が発見されたとしても、まず、輸入されている石油製品の代替えになり、さらに生産量に余裕がある場合は、国外への輸出による外貨獲得に向けられると考えられるため、石炭は将来もCESの電気および熱供給の重要なエネルギー源の位置を保つであろう。

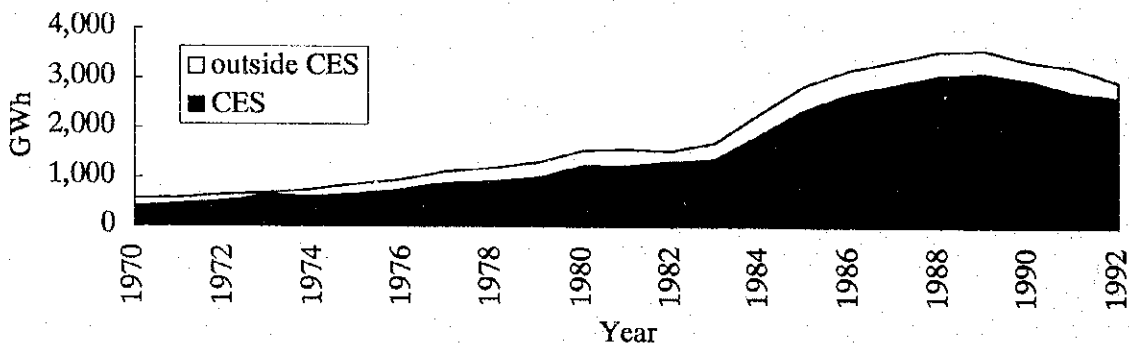


図 2.2 モンゴルの発電量の推移

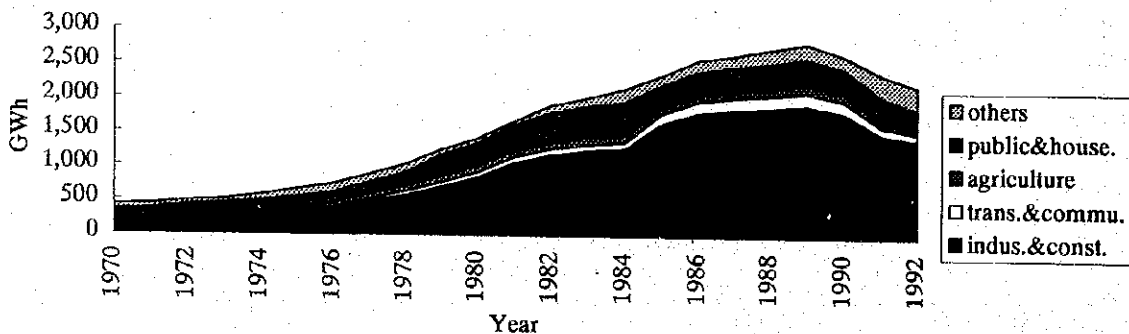


図 2.3 部門別電気消費量の推移

2.2.2 工業および建設セクター

モンゴルは豊富な鉱物資源を持った国で、主要産業の一つとして、それらの開発が期待されている。大規模な地質調査が1920年代に始められて以来、銅、モリブデン、鉛、亜鉛、錫、タングステン、金、銀、螢石、燐灰石、石油、石炭、鉄などの数多くの鉱物資源が発見された。

モンゴルの多くの会社は、ロシアや旧ソ連とのジョイント・ベンチャーのもとで銅、モリブデン、錫、タングステン、螢石を生産している。多くの鉱物資源は加工して輸出しているが、その品質はあまり良くない。

モンゴルの銅の埋蔵量は世界5位で、銅はこの国の総輸出額の約40%から50%を占めている。主な鉱床は、エルデネットやツァガンスバルガであり、その他の鉱物資源は以下の通りである：

- ・モリブデン----大部分は銅と同じようにエルデネットインオボーやツァガンスバルガ鉱床にあり、埋蔵量は少ないが、その他にはアリンヌール、アンダーツァガン、エグザなどで確認されている。
- ・鉛、亜鉛-----多くの金属鉱床は主にモンゴル中央部に位置しており、現在までに約30の鉛および亜鉛の鉱床が、ツムルテイオボー、ウラーン、ツァブで発見された。
- ・金、銀-----数カ所の砂金鉱床や金鉱床が、北ヘンティやモンゴル西部の西バヤンホンゴルゼディンで発見されている。一方、銀は、モンゴル北部のアルタイ山脈に位置するアスガットやバガヌールから170km離れたマンガンウンドゥリンにある。
- ・タングステン---タングステン鉱床はモンゴル全体に広がっているが、特に集中しているのは、アルタイの東部および中央部である。
- ・螢石-----60以上の鉱床と約300の鉱徴が、主に中央部および東部で発見されている。埋蔵量が最も多いのは、ベルフ、ハルアイラグ、ボルウンドゥル地域である。
- ・鉄-----国土の南東部および北部に鉱床が集中しており、ツムルトルゴイ、バヤンゴル、ツムルテイで鉱床調査中である。

上記のように、鉱物資源の殆どは、首都ウランバートルから数百km離れたところにあり、道路、鉄道、送電線、給水設備などのインフラストラクチャーはまだその近くにはない。

国家開発庁（NDB）は、金属加工業、建築資材業、軽工業が、工業／建設部門での生産割合を増加させる、と予測している（表2.8）。金属加工業および建築資材業は製鉄、セメント、煉瓦、石灰業と同じように石炭消費産業である。

NDBは、工業部門の主なプロジェクトを発表している（表2.9）。

(1) 鉱業プロジェクト

1) エルデネット銅鉱山プロジェクト

表2.10が示すように、銅選鉱の生産量は、1980年の4万4千トンから1990年には35万4千トンに増加した。これらの全ては、モンゴル/ロシアのジョイント・ベンチャーによるエルデネット銅鉱山会社によって生産され、モンゴル総輸出額の40%から50%を占めている。ここの銅選鉱の処理容量は年間35万トンである。

表 2.8 モンゴルの鉱工業部門の生産予測

	(Billion Tug.)				
	1993	1994	2000	2005	2010
Electricity / Heat	32.8 (19.0)	48.3 (18.1)	73.9 (14.2)	90.9 (12.6)	127.3 (14.0)
Coal	11.9 (6.9)	17.7 (6.6)	20.9 (4.0)	22.6 (3.1)	37.9 (4.2)
Mining	70.4 (40.8)	72.1 (27.0)	119.1 (22.8)	160.6 (22.2)	166.9 (18.4)
Metal Processing	0.3 (0.2)	4.2 (1.6)	23.5 (4.5)	57.2 (7.9)	135.9 (15.0)
Building Materials	3.2 (1.9)	3.2 (1.2)	39.8 (7.6)	61.6 (8.5)	77.6 (8.6)
Food Processing	28.5 (16.5)	52.3 (19.6)	92.2 (17.6)	103.8 (14.4)	114.6 (12.6)
Light	20 (11.6)	43.7 (16.3)	134 (25.6)	199.3 (27.6)	208.3 (23.0)
Others	5.4 (3.1)	25.9 (9.7)	19.4 (3.7)	26.9 (3.7)	38.0 (4.2)
Total	172.5 (100.0)	267.4 (100.0)	522.8 (100.0)	722.9 (100.0)	906.5 (100.0)

(Source) NDB

表 2.9 モンゴルの主要鉱工業プロジェクト

Project name	Year of Commissioning	Planned Capacity (Thousand tons per year)
<Mining>		
Modernization of Erdenet copper mine	1995-2009	20,000-25,000
Ulaan deposit	1998-2000	2,000 (*)
Tsav deposit	2000-2003	100 (*)
Undur Tsagaan deposit	2005-2008	5,000 (**)
Tavantolgoi coal deposit	22005-2010	7,000
<Building materials>		
Shivee-govi cement	1997-2000	1,200
small cement plan	2000-2010	10-15 (each)
<Metal processing>		
Copper wire rolling	2000-2003	20
Ferro-moly bdenum	2005-2006	5
Tungsten alloy	2004-2006	0.05
<Textile>		
Synthetic fiber	2005	1
Cotton spinning	2010	0.5
<Leather processing>		
Leather processing	2005	n.a.
Leather dying	2010	0.5

(*) lead and / or zinc

(**) tuugsten

(Source) NDB

約25万トンの石炭がここの選鉱所で蒸気発生のために使われ、このうち16万トンがロシアから輸入されている。また、電気については、CESから供給されているが、将来は自家発電を設置する予定である。これは30MWの発電機を2台設置し、ボイラーは既存のものを使用する。1997年から98年に導入予定の自家発電後は、約30万トンの石炭が追加的に消費されるであろう。

表 2.10 銅選鉱の生産と輸出

(1,000 tons)		
Year	Production	Export
1980	44.0	128.9
1985	342.7	342.7
1990	354.0	347.5
1991	257.4	243.6
1992	300.2	346.0
1993	334.3	394.5

(Source) Statistical office of Mongolia,
Mongolian Economy and Society in 1993,1994

2) その他の鉱業プロジェクト

各プロジェクトの石炭消費量ははっきりしていないが、計画されたプロジェクトの中で、蒸気や他の用途で使われると思われる。

(a) ウラーン鉛、亜鉛鉱床

この鉱床はドルノド県のチョイバルサンの北方120kmのところに位置しており、NDBによると、1998年から2000年頃に鉱山が開発されれば、生産規模は年間200万トンになるということである。

(b) ツァブ鉛、亜鉛鉱床

この鉱床もドルノド県にあり、2000-2003年頃開発予定で、NDBによると、生産規模は年間10万トンである。

(c) ウンドゥルツァガン・タングステン鉱床

この鉱床はヘンティ県中の、バガヌール駅から170km離れたところに位置しており、これもNDBによると、年間500万トンのタングステンが2005-2008年頃に生産されるということである。

このような開発計画はあるが、これら3つのプロジェクトは、国際市場でのユーザーを見つけるのが難しいため、スケジュールが遅れる可能性もある。

(2) 製造業プロジェクト

1) セメント

セメントの生産量は1980年の17万8千トンから増加し、1987年に54万1千トンのピークに達した。その後、徐々に減少し、1993年は8万2千トンであった。モンゴルには2つのセメント工場があり、ひとつはダルハン、もう一つはダルハンから60km離れたフトゥールにある。これらの工場は、2つとも湿式ロータリーキルンによるものであり、セメント生産規模は、ダルハンで年間20万トン、フトゥールで50万トンである。

1993年には、ダルハン工場では8,400トン、フトゥールでは4万8,400トンの石炭を消費したが、後者のうち半分はロシアから輸入されている。これらの工場がフル操業をした場合の石炭消費量はダルハンで年間13万トン、フトゥールで32万5千トンと見積もられているが、現在の生産量は、フル操業の10分の1にすぎない。

現在、新しいセメント工場が建設中で1995年に運転を開始する。これはホブド県のホブドにあり、生産規模は年間1万トンである。

さらに、ホブドセメントのような小さな工場の建設が、ヘンティ、オムノゴビ、スフバートルの各県で計画されている。これらの工場より規模の大きい工場の建設が、バヤンホンゴルやホブスゴル県で計画されている（ホブスゴルのモロン市では10万トンプラント、バヤンホンゴルでは5-20万トンプラントといわれている）。

現在考えられている最大のプラントは、ドルノド県のシビーゴビ（シビーオボーの近く）の120万トンプラントであり、これもNDBによると、2000-2005年頃に完成すると思われる。全部が完成すれば、年間70万トンの石炭が消費されることになる。

2) 煉瓦

赤煉瓦の生産量は、1980年の11万1千トンから増大し、1988年には18万1千トンのピークに達したが、その後は落ち込み、1993年にはわずか3万3千トンになってしまった。

モンゴルでは、赤煉瓦は家やビルの材料として使われ、15以上の煉瓦製造工場がある。一番大きな煉瓦工場はウランバートルにあり、その生産規模は年間6-7千万個である。その他の3つの工場はドルノゴビ、ホブド、ゴビアルタイ県にあり、生産規模は8-16百万個である。

その他の各県には2-4百万個の煉瓦が生産できる小さな工場があり、その多くは季節によって操業したり休止したりしている。

石炭消費量はウランバートルの工場の生産規模でフル生産の場合、年間8万トンと推定される。

家やビルの壁などに使用する白煉瓦の生産量は、上記の数字に含まれているとみられる。

モンゴルには白煉瓦の工場が2つあり、ひとつはダルハンに、もうひとつはドルノドにある。ダルハンの生産規模は現在、20-30百万個から65-75百万個に拡張されている。

3) 石灰石

石灰石の生産量は、1980年の6万4千トンから増大し、1988年には12万2千トンのピークに達したが、1993年には6万8千トンに落ち込んだ。モンゴルにはフトゥール（セメント工場と同じ場所）とダルハン（白煉瓦工場と同じ場所）に大きな石灰工場がある。1993年のダルハン工場の稼働率は50%（白煉瓦の場合は30%）で、製品の70%は白煉瓦に使用され、残りはエルデネット銅鉍山に供給されている。フトゥール石灰工場は年間6万5千トンの生産規模を持っており、この生産規模では約3万トンの石炭を消費すると推定される。モンゴルにはこのほかに8つの石灰工場がある。

4) 鉄

ダルハンには1994年に操業を開始した製鉄工場があり、将来は石炭を使用する計画がある。この工場は現在、電炉で鉄くずを溶解して製品を作っているが、通産省の計画によれば、1998年には直接還元法を導入して石炭を使用するということである。この計画では、最初は7万5千トンのスポンジアイアンの生産規模で始め、その後32万トンに拡張し、石炭はシャリンゴル炭を32万トン使用する予定である。鉄鉍石の鉍山はダルハンから100km離れたツムルティで開発され、石炭は蒸気や他の用途のために使われる。

2.2.3 農業セクター

NDBによると、農業生産高は以下のように増大する見込みである（10⁹Tug.）。

1993	91.1
1994	118.2
2000	124.9
2005	135.1
2010	140.6

農業セクターの石炭消費量は、1980年の32万2千トンから増大し、1987年には51万7千トンのピークに達したが、1993年には6万2千トンに落ち込んだ。アグロ・インダストリアル（農牧業を基盤とした産業）・プロジェクトは、輸出拡張を目標とするプロジェクトのひとつと考えられている。このセクターのエネルギー消費量（石炭を含む）は他のセクターの平均以上に伸びると考えられている。

2.2.4 公共サービス、家庭セクター

このセクターの石炭消費量は、1980年の42万7千トンから増大し、1986年には78万4千トンのピークに達したが、1993年には20万9千トンに落ち込んだ。中長期的に2つの要因が、このセクターの石炭消費量を増大させると考えられる。ひとつは人々が定住することで、電力に加えて、石炭消費の増大が生じ、もう一つは、大都市周辺のゲルでの家畜の糞および薪を含むバイオマス燃料の不足により、厨房や暖房のために使われる石炭消費の増加である。

2.2.5 運輸、通信、その他のセクター

運輸、通信セクターの石炭消費量は、1980年の4万2千トンから増大し、1990年には11万4千トンに達した。その他のセクターの石炭消費量は、1980年の63万トンから増大し、1986年には68万6千トンのピークに達したが、1993年には12万1千トンに落ち込んだ。このセクターの石炭は主に小さなボイラーで消費され、機関車などで使われているわけではない。しかしながら、このセクターの石炭消費量は、将来の高い経済活動の結果、貨物や旅客の拡張により増大するとみられている。

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。

タバントルゴイ鉱床は、ウランバートルの南540kmに位置し、石炭は瀝青炭に分類され、数枚の炭層は、原料炭に属する。しかし、インフラストラクチャー建設のため、莫大な投資が必要とされる。さらにタバントルゴイ炭の開発を行なうためには、原料炭の潜在的需要と隣国への輸送に関し、調査しなければならない。

2.3 石炭供給能力

2.3.1 既存炭鉱の現状

モンゴルは、中および低品位炭ではあるが、膨大な石炭埋蔵量を有している。15の炭田に含まれている地質埋蔵量は約1,500億トンである。現在の確認埋蔵量は探査が必ずしも十分に行われたわけではなく、期待されている埋蔵量と比べて少ないが、各石炭鉱床での探査が続けられることによって、全体の石炭埋蔵量が増えることが十分期待できる。石炭はモンゴルにおいて唯一の一次エネルギー源である故、石炭開発計画はこの国のエネルギー戦略において重要な問題である。現在、モンゴルにはエネルギー・地質・鉱山省（MEGM）の管轄下に17の国営炭鉱があり、1980年以降の生産量の推移を表2.11に示している。1980年から1988年にかけて石炭生産量は約2倍になったが、1989年以降、それまでの中央計画経済から市場経済へと移行したことにより生じた経済の後退により、徐々に減少していった。現在、国営炭鉱の総生産量の約90%がシャリングル、バガヌール、シビーオボー、アドンチュルーンの4炭鉱から生産されている。

モンゴルの炭鉱は大きく二つのタイプに分けられる。ひとつは中央エネルギー・システム（CES）地域の発電所、熱供給ボイラー、鉱業セクターなどに石炭を供給する大規模炭鉱（バガヌール、シビーオボー、シャリングル）と地方需要を満たすための小炭鉱である。これら地方炭鉱は、鉄道からの距離が遠いためCESへ石炭を供給できず、地方の需要を満たす分だけを生産している。表2.12は既存炭鉱の状況を示している。

注：CES地域とは、ウランバートル、ダルハン、エルデネットにある5つの発電所を通して110kVと220kVの送電線でつながれている地域であり、セレンゲ、バルガン、ヘンティ、アルハンガイ、ツァブ、オボルハンガイ、ドルノゴビの7つの県がCES地域に属している。炭鉱に関しては、バガヌール、シビーオボー、シャリングル、ナライハ、サイハンオボー、バヤンティエグ、チャンダガンタル、ウブルチュルーツ、ハンガイがCES地域内にある（ナライハは1995年閉山予定）。

表 2.11 炭鉱別石炭生産量(1980-1993)

	(Unit: 1,000 ton)													
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Coal Mine														
Nalaikh	804.6	860.0	856.6	818.0	489.5	414.0	629.8	712.6	538.7	434.5	234.9	199.4	114.0	41.6
Sharyngol	1,798.8	2,020.5	2,076.0	2,121.9	2,034.4	2,032.8	2,025.3	1,984.4	2,053.0	1,900.6	1,474.8	1,296.7	1,291.0	1,183.1
Baganuur	539.4	197.6	743.6	718.1	1,386.5	2,509.4	2,884.5	3,342.8	4,064.5	3,785.8	3,700.6	3,831.6	3,398.6	2,848.2
Shivee Ovoo													145.3	603.1
Aduunchuluun	297.2	341.2	356.6	390.5	427.2	412.0	388.5	469.3	612.9	536.1	512.2	496.5	443.5	350.8
Tevshingovi					71.2	69.2	62.0	70.1	72.3	57.5	37.8	46.8	22.3	22.7
Saikhan Ovoo	35.0				20.0	24.0	27.0	28.1	29.0	26.0	9.2	20.5	7.7	2.8
Nuurskhotgor	125.6	127.7	124.6	135.3	131.2	134.7	138.6	146.4	180.5	192.0	198.4	174.6	144.3	95.1
Bayanteeg	227.2	206.0	178.1	182.0	200.9	207.8	220.5	221.6	230.1	240.3	226.1	188.6	153.4	108.3
Khairavagatai	76.2	85.0	98.1	87.5	98.5	109.9	110.5	172.5	192.0	219.7	213.0	157.4	110.0	51.9
Zeege		47.5	42.0	48.0	55.0	60.0	72.9	78.7	86.8	91.2	72.2	87.8	52.2	24.1
Tavantolgoi	117.7	88.7	95.1	89.0	104.3	106.6	129.3	133.4	136.3	137.3	115.0	129.0	94.0	43.1
Mogingol	61.5	62.0	65.7	74.2	89.8	102.3	108.0	122.6	124.8	127.9	103.5	108.9	64.3	35.3
Khusheet	51.4	56.6	62.0	67.0	81.5	96.8	86.0	76.0	60.7	65.0	61.5	60.0	41.2	33.6
Chandgantai	67.0	75.0	80.1	82.1	76.4	83.4	85.8	100.8	113.0	120.5	102.3	123.8	91.5	55.1
Jinst												20.0	2.9	10.0
Talbulag	81.2	85.1	77.5	91.4	87.4	91.1	95.8	106.0	111.2	110.1	95.5	94.4	71.1	55.6
Total	4,282.8	4,252.9	4,856.0	4,905.0	5,353.8	6,454.0	7,064.5	7,765.3	8,605.8	8,044.5	7,157.0	7,036.0	6,247.3	5,564.4

(Source) MEGM

表 2.12 各石炭鉱山の現状

Coal Mine	Production (1,000 ton)	Present capacity (1,000 ton)	Rank of coal	Destination	Mining method
[State mine]					
CES area					
Sharyngol	1,183	800	Sub-bituminous	1,2,3	Open cut
Baganuur	2,848	3,700	Lignite	1,2,3	Open cut
Shivee owoo	603	600	Lignite	1,2,3	Open cut
Nalaikh	42	closed in 1995	Lignite	1,2,3	Underground
Saikhan owoo	3	n.a	Bituminous	3	Underground
Bayanteeg	108	642	Lignite	3	Open cut
Chandgantai	55	348	Lignite	3	Open cut
Non-CES area					
Aduunchuluun	350	1,356	Lignite	1,2,3	Open cut
Tevshiingovi	22	266	Lignite	3	Open cut
Nuurstkhotgor	95	266	Sub-bituminous	3	Open cut
Khartaivagatai	52	266	Sub-bituminous	3	Open cut
Zeegt	24	266	Sub-bituminous	3	Open cut
Tavantlgoi	43	75	Bituminous	3	Open cut
Mogoiingol	35	90	Sub-bituminous	3	Open cut
Khusheet	34	266	Bituminous	3	Open cut
Jinst	10	150	Bituminous	3	Open cut
Talbulag	56	72	Lignite	3	Open cut
[Prefectural]					
Non-CES					
Maant	3	n.a	Sub-bituminous	3	Open cut
Hurengol	5	n.a	Sub-bituminous	3	Open cut
[Private]					
CES					
Uburchuluut	1	n.a	Lignite	3	Open cut
Hangay	20	n.a	Lignite	3	Open cut
Non-CES					
Tsahiurt	3	n.a	Sub-bituminous	3	Open cut
Dubunt	45	n.a	Sub-bituminous	3	Open cut
Olonbulag	2	n.a	Bituminous	3	Open cut
Narynsokhait	n.a	n.a	Bituminous	3	Open cut
Tsagaan owoo	n.a	n.a	Lignite	3	Open cut
Khoot	1	n.a	Lignite	3	Open cut

(Note) 1 --- power plant, 2 --- heat boiler, 3 --- local use n.a --- not available

(Source) MEGM

(1) 発電所に供給している炭鉱

1980年以降のモンゴルの石炭需要は2.2に示しているが、石炭需要の大部分が電気および熱セクターである。モンゴル総電力量の約90%がCES地域の5つの発電所で発電されていて、3つの炭鉱（シャリングゴル、バガヌール、シビーオボー）がこのCESへ石炭を供給している。

1) バガヌール炭鉱

バガヌール炭鉱はウランバートルの東110kmに位置しており、モンゴルで一番大きな露天掘り炭鉱である。可採埋蔵量は、200m以浅で5億トン以上で、地質埋蔵量は、350m以浅で7億トン以上である。稼行対象炭層は2.4mから97.8mの3枚である。生産能力は年間600万トンで設計されたが、現在の生産能力は370万トンである。バガヌール炭鉱は1988年に406万トンの生産を記録したが、経済の混乱によって生じた予備品の不足などで、1993年には285万トンに大幅に減少した。石炭品質は、発熱量3,870kcal/kg、水分31%、灰分12.1%、硫黄分0.4%の褐炭で、このような石炭は自然発火がしやすい。1993年のバガヌール炭鉱の供給先は、第2発電所に6万9千トン、第3発電所に32万5千トン、第4発電所に172万トン、CESの熱供給ボイラーに14万7千トン、その他にヌールス会社を通して工場や家庭などに5万トンである。石炭はバガヌールからウランバートルまでの201kmを、2,000馬力のM62型ディーゼル機関車2台で30ワゴンを牽引して運ばれる。ワゴンの容量は65トンで、バガヌールとバガハンガイ間の鉄道の年間石炭輸送能力は400万トンである。

2) シビーオボー炭鉱

シビーオボー炭鉱はウランバートルから南東260kmに位置した最新の炭鉱で、モンゴル鉱山研究所によって50万トンの生産能力で設計され、1992年に生産を開始し、1993年には約60万トンを生産した。現在の採掘区域での可採埋蔵量は5億トンを越えており、シビーオボー地区全体の地質埋蔵量は25億トン以上である。稼行炭層は2mから23.2mの厚さの4層で、炭質は2,690~3,610kcal/kgの発熱量、水分34.5~43.6%、灰分8.7~17.3%、硫黄分0.5~0.9%であるが、抜水作業の遅れや地表に近い酸化炭を採掘しているために、本来の品質よりも劣っている。バガヌールとシビーオボーについては、本調査の第一部で詳しく記述されている。シビーオボー炭鉱は主にウランバートルの第3、4発電所とチョイルの熱ボイラーに供給され、残りは周辺地域に供給している。石炭はシビーオボーからウランバートルまでの250kmを、2,000馬力のM62型ディーゼル機関車2台で29ワゴンを牽引して運ばれる。

3) シャリングゴル炭鉱

ウランバートルから北200kmに位置しているシャリングゴル炭鉱は、250万トンの生産能力で設

計され、1965年に生産を開始した。しかしながら、深度250mまでの残りの可採埋蔵量が約3,000万トンになったため、生産量は現在の100万トンを維持することが必要になった。ここの石炭は亜瀝青炭で、バガヌールやシビーオボーよりも高い発熱量で品質が良く、他の低品位炭との混炭も考えられる。シャリングル炭の品質は水分15%、灰分17.5%、発熱量3,900~4,200kcal/kg、硫黄分0.6%である。1993年の石炭の供給先は、第2発電所へ4万5千トン、第3発電所へ51万7千トン、第4発電所へ84万5千トン、ダルハン発電所へ21万6千トン、エルデネット発電所へ12万9千トンである。このように、シャリングルからの約80%の石炭はCESの発電所で消費されている。石炭は1,000馬力のTE2型ディーゼル機関車2台で25ワゴンを牽引して各需要地に運ばれる。1980年代の初めには、シャリングル炭鉱は200万トンの石炭を供給していた。

4) アドンチュルーン炭鉱

CES地域の外にあるアドンチュルーン炭鉱も、CESには接続されてはいないが、チョイバルサンにある石炭火力発電所に石炭を供給している。アドンチュルーン炭鉱から少し離れたこの発電所はドルノド県やスフバートル県に電気を供給している。この炭鉱は、地方炭鉱の中でも一番大きく、1957年に坑内掘りで開発され、その後1969年に露天掘りに移行し、88年には約60万トンを生産した。また、1988年から1992年にかけて合計41万5千トンを旧ソ連に輸出していたが、1993年にはロシアの需要が減り輸出がなくなり、生産量は35万トンに減少した。炭質は、発熱量2,400kcal/kgの褐炭で、水分45.2%、灰分16.7%、硫黄分1.1%である。

(2) その他の地方炭鉱

1960年に、CES地域の外に10炭鉱が地方の石炭需要を満たすために開発された。現在、バヤンウルギー、ザブハン、アルハンガイ県を除いて全ての県に炭鉱がある。地方炭鉱の殆どが実際の生産量よりも大きな生産能力を持っているが、需要地までの輸送設備が不足していることや地方の需要が小さいことから、生産量を制限している。いくつかの地方炭鉱は高品位炭を生産しているが、大消費地への供給も輸出もできない。実際に、地方炭鉱の殆どが、鉄道だけでなくトラックなどの輸送設備も持っていない。このような状況のため、消費者は各自で石炭を運ばなくてはならない。そして、このことが、山元から遠く離れた消費者の輸送費を非常に高いものになっている。また、整備されていない地方の道路状況が輸送効率を低くし、これも輸送費を引き上げる結果となっている。

一般に、地方には大きな工業がなく、石炭は地方都市のボイラーや、公共施設、学校、家庭などで消費されているだけである。地方の石炭需要量が少ないことから、地方炭鉱の大部分が夏に剥土作業を行い、冬に採炭をしている。もし、将来、地方の石炭需要が増大したとしても、

重機を増やすことなく稼働率を上げることで対応できるであろう。図2.4はモンゴルのコールフローを示している。

2.3.2 炭鉱開発の可能性

モンゴルには露天掘り炭鉱の開発可能性が十分にある。将来の石炭需要の増大を考えると、需要地から近い順に開発の優先順位をつけることが重要である。モンゴルにはMEGMが管轄している炭鉱が17あり、石炭生産量は経済の混乱により1989年以来徐々に低下してきている。さらに、ウランバートルに近いナライハ炭鉱が、採掘条件の悪化のために1995年に閉山予定となっており、また、シャリング炭鉱の生産量も、採炭条件の悪化に伴う生産コストの上昇のため、100万トンから今後は80万トンに減産する計画となっており、2000年以降にはさらに生産能力が低下することも考えられる。MEGMは石炭の安定供給ができるように2つの炭鉱のリハビリテーションを検討中である。

・バガヌール炭鉱

このプロジェクトは、現在設備の生産性を向上しつつ、一部増設を行って年間の生産能力を370万トンから600万トンに拡張することである。

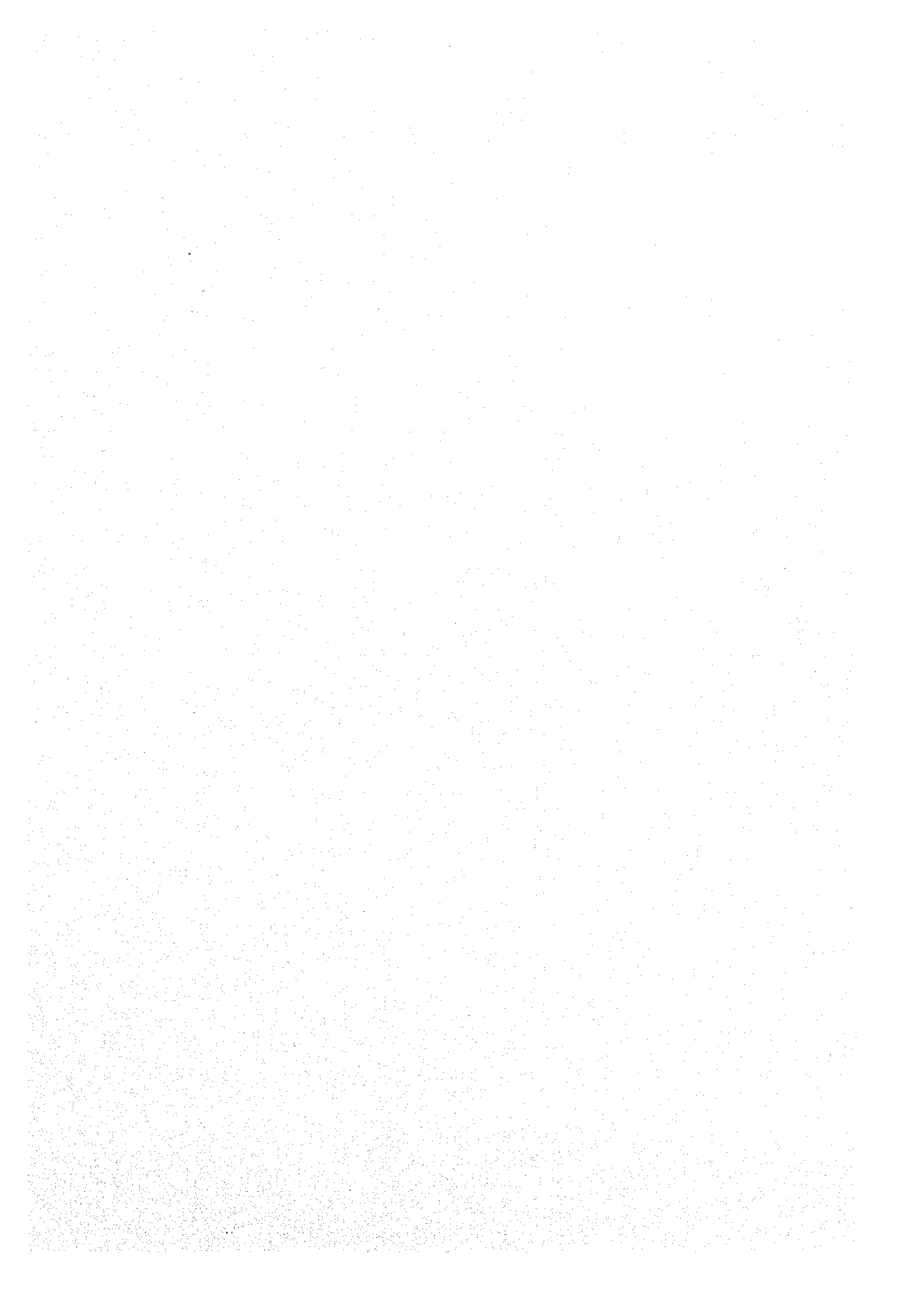
・シビーオボー炭鉱

このプロジェクトは、年間の生産能力を60万トンから200万トンに拡張することである。

これらのプロジェクトは本調査の第一部に詳しく記述されている。

将来のCES地域の需要のための生産能力は、上記を全て実施したとすれば、880万トン（バガヌール600万トン、シビーオボー200万トン、シャリング80万トン）となる。しかしながら、既存炭鉱よりさらに経済性の高い新たな新規炭鉱開発の可能性調査が必要であり、また、生産能力が減少する可能性の高いシャリング炭の代替となる高品位炭の開発も考えておく必要がある。一方、産炭地から遠く離れた地方は、高い輸送コストが問題であり、このような地方に対して、政府は積極的に可能性のある石炭鉱床の探査や開発を支援することが好ましい。

注) シャーマル駅の西120kmにウランオボーがあり、発熱量は4,300 kcal/kg (are)でシャリング炭と代替可能な石炭である。現在すでに、エルデネット鉱山会社が独自に55万トン/年の規模で開発中であるので、本調査の今後の開発計画には含めていない。



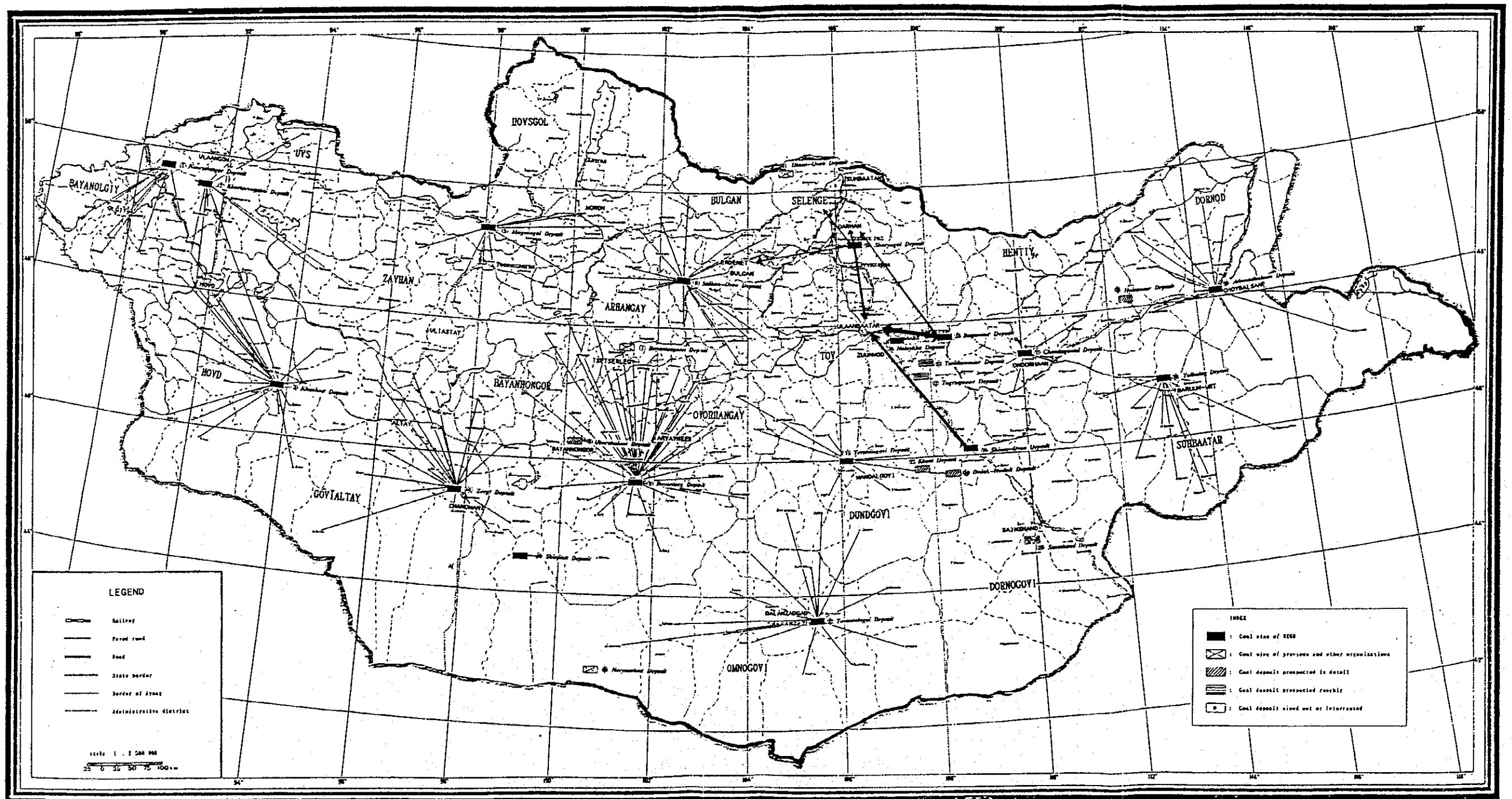
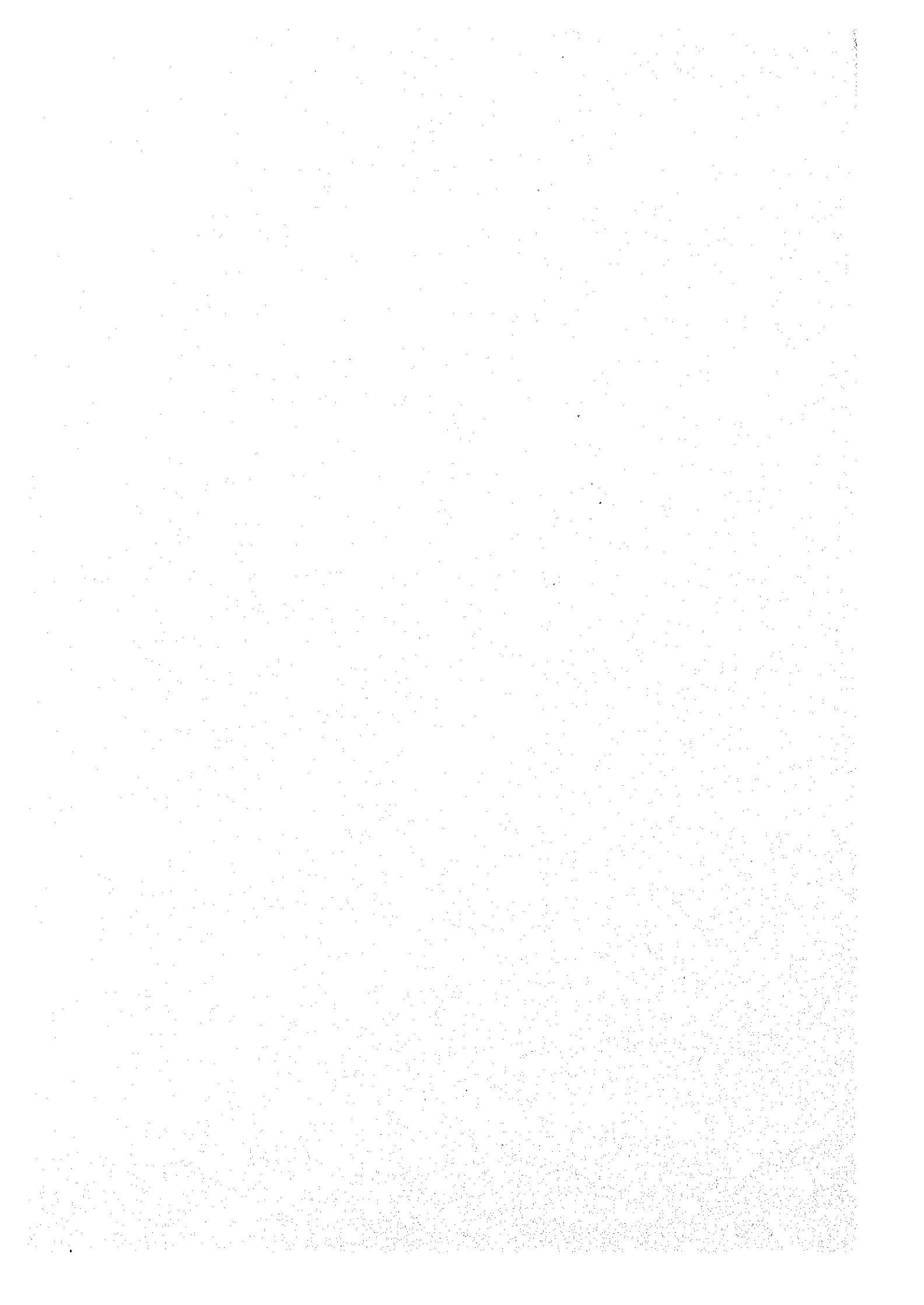


図 2.4 モンゴルのコール・フロー

(Source) MEGM



2.3.3 石炭輸送

(1) 輸送システムの現状

モンゴルは鉄道による貨物の輸送量が道路輸送よりかなり高い。また、空および水上輸送の割合はきわめて小さい。長距離の旅客および貨物の輸送は、道路整備が不十分なこととまだ十分に開発されていないことから、鉄道に頼ってしまう。輸送種別による旅客と貨物の輸送量の推移を表2.13に示す。総輸送量は1989年を境に減少してきた。

表2.13 輸送部門別貨物および旅客量

Item	Unit	1987	1988	1989	1990	1991
Freight traffic						
Road	mil. ton-km	2,099.1	2,162.2	2,097.9	1,771.7	1,362.5
Railway	mil. ton-km	6,179.9	6,241.1	5,956.1	5,085.9	3,012.6
Air	mil. ton-km	8.1	10.6	9.9	7.8	4.1
Waterway	mil. ton-km	5.2	4.9	5.0	4.9	1.7
Total	mil. ton-km	8,292.3	8,418.8	8,068.9	6,870.3	4,380.9
Passenger traffic						
Road	mil. passenger-km	838.6	923.4	957.0	n.a.	913.4
Railway	mil. passenger-km	486.5	531.0	578.6	570.0	596.3
Air	mil. passenger-km	367.7	532.4	567.3	n.a.	448.4
Total	mil. passenger-km	1,692.8	1,986.8	2,102.9	n.a.	1,958.1

(Source) Mongolian Railway, and National Development Board

1) 鉄道

1987年から1991年までの貨物輸送量を表2.14に示しているが、1989年から急激に落ち込んできている。特に、ロシアとの輸出入や、通過物資が減少している。しかし、国内輸送量の減少はそれほど激しくはない。表2.15は品目別の国内輸送量を示している。これによると、国内輸送量の減少にもかかわらず、石炭の量はそれほど減少しておらず、国内輸送量の大部分が石炭で占められている。それ故、将来の石炭需要量の増加は鉄道の輸送能力に関して重要な問題である。モンゴルの鉄道網は、ロシアから中国へつながっている幹線と、そこから枝分かれしている支線および北東部の独立した幹線とその支線からなっている。各線の距離は以下の通りである：

表 2.14 貨物輸送量の推移

(Unit:1,000 ton)

	1987	1988	1989	1990	1991
Export					
to Russia	2,306.3	2,787.7	2,823.0	2,659.2	1,564.5
to China	33.4	41.4	50.3	94.2	142.3
Import					
from Russia	3,697.4	3,697.3	3,000.9	2,190.0	1,200.0
from China	13.9	11.8	18.8	19.8	81.2
Passing through	1,549.2	1,353.8	1,268.0	978.3	168.6
Domestic	9,152.3	9,958.4	9,687.0	8,575.6	7,113.2
Total	16,752.5	17,850.4	16,848.0	14,517.1	10,269.8

(Source) Mongolian Railway

表 2.15 物資別国内輸送量

(Unit:1,000 ton)

	1987	1988	1989	1990	1991
Coal	5,023.0	5,342.2	5,073.7	4,830.0	4,910.0
Oil products	29.3	21.5	43.8	32.3	26.3
Iron & steel	73.8	85.3	55.9	25.3	23.1
Machines	45.4	34.6	14.6	11.3	9.6
Building materials	2,564.7	3,148.5	3,301.4	2,693.9	1,414.5
Wheat products	67.1	89.4	91.5	66.0	45.5
Raw foods	21.6	15.5	11.3	10.3	6.9
Livestock	14.5	10.0	9.9	9.3	8.9
Wool & furs	10.2	10.0	9.0	7.4	5.1
Fluorite	3.8	78.6	77.9	105.5	104.4
Chemical products	4.2	6.0	3.6	10.6	2.1
Fertilizer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
Foods	29.1	47.9	49.9	39.7	24.9
woods	299.7	268.1	221.2	151.9	101.2
Timber	599.6	474.2	441.0	375.9	258.5
Nonferrous metals	0.4	1.3	0.6	0.3	0.7
Others	365.9	325.3	285.8	205.9	170.5
Total	9,152.3	9,958.4	9,691.1	8,575.6	7,113.1

(Source) Mongolian Railway

幹線

スフバートルーザミンウッド 1,111km

支線

ダルハン2ーシャリンゴル 63km

サルヒットーエルデネット 164km

トルゴイトーソングノ 20km

ホンホールーナライハ 14km

バガハンガイーバガヌール 94km

アイラグーボロンドル 60km

サインシャンドーザブハン 50km

独立幹線

エレンツァブーバヤンツメン 237km

合計

1,813km

鉄道は、ダルハン1とダルハン2の間の複線部分を除いて全て単線である。軌条幅は1,524mmでロシア鉄道と同じである。それ故、モンゴルの列車は直接ロシアに乗り入れることができるが、中国鉄道の軌条幅は1,435mmであるため、中国へは、国境駅のザミンウッドで一度ボギーを替える必要がある。当積替作業の能率向上のため、モンゴル政府は海外支援を受けて施設整備計画を進めている。

2.3.2で述べた通り、MEGMは将来のCESの石炭需要に対応させるため、バガヌールとシビーオポーの生産能力を増大させる計画である。この増産計画がスケジュール通りに実行されれば、2000年までに、これら2つの鉱山からの石炭生産量は800万トンに上る。これら2つの炭鉱からの石炭の殆どが、鉄道で輸送されウランバートルで消費されるであろう。

図2.5は貨物列車のダイヤを示しており、操作可能な最大の運行回数である。列車の運行回数は毎日の輸送量に従って少なくしている。バガハンガイからウランバートル間の貨物の運行回数は、このダイヤによれば1日最大9回であることがわかる。また、1986年から1991年の実際の運行回数を表2.16に示してある。

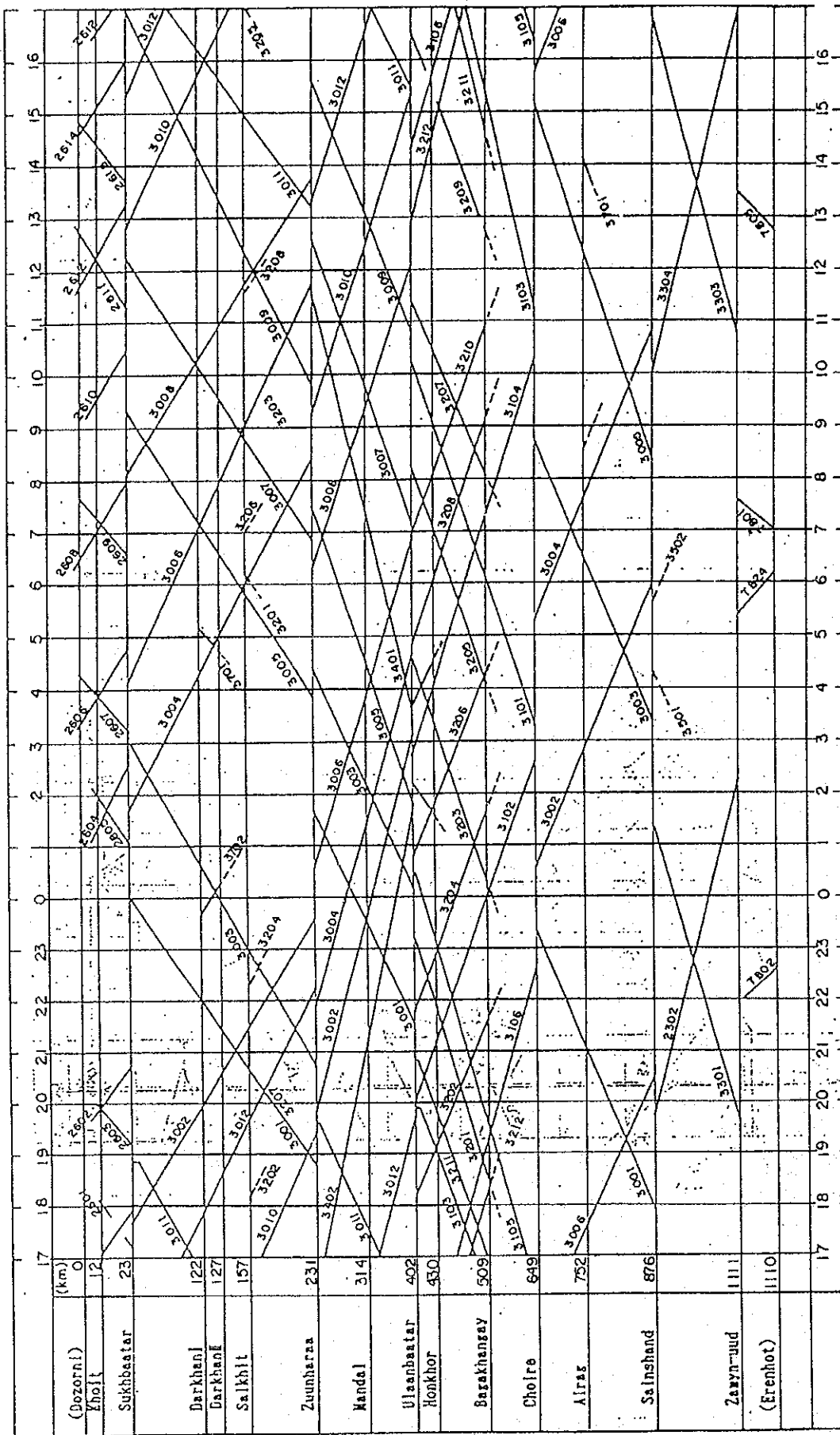


図 2.5 貨物列車のダイヤグラム

(Source) OECF, The Railway Transport Capacity Reinforcement Project in Mongolia, Feb. 1993

表 2.16 1 日の貨物列車運行数

Section	1986			1987			1988			1989			1990			1991		
	UP	DN	Total	UP	DN	Total	UP	DN	Total	UP	DN	Total	UP	DN	Total	UP	DN	Total
1 (Dozomi) - Sukhbaatar	5.7	3.1	8.8	5.0	3.3	8.3	4.7	3.8	8.5	4.5	3.5	8.0	2.0	1.9	3.9	1.5	0.8	2.3
2 Sukhbaatar - Zuun-Haraa	4.7	4.4	9.1	4.4	4.3	8.7	4.3	4.0	8.3	4.0	3.7	7.7	3.8	3.6	7.4	3.4	3.2	6.6
3 Darkhan-I - Zuun-Haraa	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.2	1.0	2.2
4 Zuun-Haraa - Ulaanbaatar	6.0	6.0	12.0	5.9	5.9	11.8	5.7	5.7	11.4	5.0	5.0	10.0	4.5	4.5	9.0	4.3	4.3	8.6
5 Ulaanbaatar - Choir	4.0	4.4	8.4	4.1	4.2	8.3	4.1	4.5	8.6	4.1	4.4	8.5	4.0	4.5	8.5	3.9	4.5	8.4
6 Choir - Sainshand	1.8	2.1	3.9	1.9	1.9	3.8	1.8	1.8	3.6	1.8	1.8	3.6	1.7	1.8	3.5	1.7	1.8	3.5
7 Sainshand - Zamyun-Uud	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	2.2	1.1	1.2	2.3
8 Ulaanbaatar - Bagahangai	2.5	2.9	5.4	2.6	2.7	5.3	2.6	3.0	5.6	2.6	2.9	5.5	2.5	3.0	5.5	2.4	2.9	5.3
9 Zamyun-Uud - (Erenhot)	2.9	0.8	3.7	2.9	0.8	3.7	2.0	0.7	2.7	1.9	0.8	2.7	1.4	0.8	2.2	0.6	0.2	0.8
10 Darkhan-I - Sharyngol	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	1.8	1.9	3.7
11 Salkhit - Erdenet	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0	2.3	2.9	5.2
12 Bagahangai - Baganuur	2.5	2.9	5.4	2.6	2.7	5.3	2.6	2.9	5.5	2.6	2.9	5.5	2.5	3.0	5.5	2.4	2.9	5.3
13 Honkhor - Nalaikh	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	1.6	1.7	3.3
14 Airag - Borundur	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.1	1.1	2.2
15 Sainshand - Zuun-Bayan	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.1	1.1	2.2

(Source) OECF, The Railway Transport Capacity Reinforcement Project in Mongolia, Feb. 1993

幹線の各駅間の距離、勾配、運転時間、許容牽引量を表2.17に示してある。最大勾配はトルゴイトとエミュート間の18.5%、この区間の牽引量は1,500トンに制限されている。また、列車編成の最大は、50ワゴンまたは200車軸までとされている。一方、バガハンガイーウランバートル間の勾配は9%、最大牽引量は2,600トンである。これらのことから判断すると、バガハンガイーウランバートル間の年間最大貨物輸送能力は次のように計算される：

$$2,600 \text{ tons/train} \times 365 \text{ days} \times 9 \text{ trains/day} = 8,541,000 \text{ tons/year}$$

現在の石炭の輸送能力は、将来の石炭需要の増加に対して適応できないと思われる。さらに、年間の石炭需要の大きな変動がこの問題を難しくしている。これは、モンゴルの発電所は電気の他に熱も供給しているため、冬季の石炭需要が必然的に増大するからである。モンゴル鉄道によると、夏季は60~70のワゴンが必要で、冬季は330~350のワゴンが必要になり、実に夏と冬では5倍の差がある。さらに、モンゴルの石炭は、その性質上自然発火を起こしやすいため、長期間の貯炭をすることができない。たとえ、機関車とワゴンを石炭の需要に伴って補充するにしても、それにも限界がある。輸送能力を増大させる基本的な対策は、本線の拡張と、鉄道設備への投資であるが、それには多額の資金が必要である。それ故、将来の輸送量を正確につかみ、石炭需要にあった輸送スケジュールを作成することが必要であり、それにはさらに正確な列車編成とダイヤの作成が必要である。モンゴル鉄道は主要駅と信号所を除くと、殆どが単線で出来ている。

輸送能力を増大させるためには、1列車当たりの輸送量を増大させるか、列車の運行回数を増やすことである。以下の3つは、列車の運行回数を増やす方法として考えられている。

－列車のスピードアップ

モンゴルの鉄道はかなり老朽化している上に、さらにカーブ（ホンホールーバヤン間）が多く速度が規制されている。これら線路の保守をし、直線化を図ることによって運行速度が上がり、運行回数の増加につながる。

－行き違い設備新設

例えば、今、ネックになっている最大駅間距離のあるホンホールーバヤン間の中間に、行き違い設備を新設することによって輸送容量が増加することになる。

－複線化

輸送力が単線に比べ3倍以上に大幅増加する。特に単線区間で生ずる行き違いによる不要待ち合わせ時分が解消するので、スピードアップが可能となる。

表 2.17 各駅間の牽引容量と所要時間

	Distance (km)		Traveling time (minutes)				Ruling gradient (%)		Hauling Capacity (tonnes)	
	Between Stations	Accumulated	Passenger Train		Freight Train		North→South		South Bound	North Bounds
			South Bound	North Bounds	South Bound	North Bounds				
Ulaanbaatar										
Amgalan	10	412	13	10	16	11	-	9	↑	↑
Tuul	7	419	10	9	16	8	-8	8	↑	↑
Honkhor	11	430	15	11	26	11		9	↑	↑
Bayan	20	450	25	23	47	22		9	2,600	2,650
Hoolt	18	468	24	20	46	20	-9	9		↓
Tsagaanyar	9	477	11	13	17	18	-9	-	↑	↑
Hangay	20	497	20	28	20	55	-9	-	2,650	
Bagakhangay	12	509	12	16	13	24	-9		↓	
Maanyt	12	521	11	13	12	17	-9		2,600	4,500
Naraneigen	52	573	44	50	51	66	6	-9	2,600	3,700
Lun	51	624	47	50	60	64	-9	9	2,600	2,600
Choir	25	649	28	29	33	36	9	-9	↓	
Shivee Ovoo	22	671	18	24	28	35	9	-9		
Shivee gobi	12	684	15	16	16	17	-9	8		
Oloon ovoot	34	718	33	35	38	53	-9	9		
Airag	34	752	33	34	36	55	-9	9		
Ulaan ovoo	66	818	62	62	69	71	-9	9		
Sainshand	58	876	58	55	70	71	-9	9		
Orgon	63	939	58	49	90	90	-9	9		
Ulaan-uul	47	986	49	53	60	58	-9	9		
Auchny gol	60	1,046	57	60	100	81	-9.2	9	↓	↓
Zamyn-uud	65	1,111	69	70	82	95	-9	9	2,000	2,000
Erenhot	5	1,116					-9	6.7	↑	↑

(Source) OECF, The Railway Transport Capacity Reinforcement Project in Mongolia, Feb. 1993

2010年のCES地域の石炭需要量は、ハイ・ケースで約1,100万トンと見積もられている。これらの石炭は、シャリング炭鉱を除くと、ウランバートルより南で生産され、ウランバートル以北で消費されることとなる。将来の新設発電所を山元発電にしたとしても、約1,000万トンの石炭が鉄道で輸送されることとなる。

現在、全輸送量に占める石炭の割合は7割であり、今後もこの割合が続くとすれば、将来の鉄道輸送能力は現在の1.5倍は必要である。具体的な計画は、詳細に検討されなければならないが、ここでは将来の石炭需要増に備えての鉄道設備増強のステップを提言する。

- ・機関車およびワゴン数の増強
- ・既存鉄道設備の保守、整備、直線化によるスピードアップ
- ・長距離駅間に信号所の建設
- ・部分複線化

2) 道路

モンゴル国有道路会社が、道路の計画、建設、保守を管理している。モンゴルの道路は、9,700kmの国道と39,600kmの地方道路と150,000kmの小さな村や農場を結ぶ道路の合計199,300kmからなっており、舗装道路に使用するアスファルトを輸入に頼っているため、舗装道路の総延長はわずか1%弱にすぎない。1991年の車による輸送量は次の通りである：

表 2.18 1991年の車両による輸送量

Item	(Unit:1,000 ton)
Coal	1,131.5
Machines	204.7
Building materials	14,771.9
Wheat products	530.5
Fuels	278.6
Livestock foods	264.8
Water	635.8
Foods	363.3
Woods	328.1
Fluorite	168.2
Others	7,522.6
Total	26,200.0

表2.18から、石炭の道路輸送量は全輸送量のわずか5%である。1991年のアドンチュルーン炭鉱を除く地方炭鉱の石炭生産量は約120万トンであるが、これら地方炭鉱の石炭輸送はトラックに依存していることがうかがえる。

2.4 石炭需要予測

石炭需要予測は2つの地域、ひとつはCES地域、もう一つはCES地域外に分けて行われる。予測にはいくつかの制限があるものの、CES地域の石炭需要予測に関しては、既存のデータや情報を使用して比較的簡単に予測することが出来るが、CES地域外の石炭需要を予測することは非常に難しい。その理由として、CES地域外の需要予測は、エンジニアリング法（積み上げ方式）で行わざるをえず、地方の将来需要は、政策や新規プロジェクトに依存するところが多い。そのような情報を収集するには多くの時間と人員が必要である。もし、エコノメトリック法で予測を行うとしたら、地域毎の経済データが必要であるが、そのようなデータは今のところない。それ故、ここでは、CES地域外の石炭需要予測についてはモンゴルのMEGMの推定値を使うこととした。一方、CES地域の石炭需要は、電気および熱、工業／建設、交通／通信、農業、家庭、その他に分けられ、それぞれについて予測した。

石油探査はモンゴル南東部で行われており、もし新しい油田が発見されたとしても、国内石油は輸入石油製品の代替えとなり、将来の石炭需要に直接影響を与えるものとは考えられないし、発電所で燃料として使用されるべきでなく、外貨獲得のための価値ある資源である。

2.4.1 CES地域の電力および熱供給セクター

(1) 電力供給予測

1) 予測方法

電力需要予測は、多くのデータ収集を必要としないエコノメトリック法で行われた。本調査では、NMPと各セクター毎の電力消費量との関係を、回帰分析を行って数理モデルを構築した。電力需要の予測は、この数理モデルを使ってシナリオスタディにより行われる。モデル構築の要領、およびモデルの式は、以下のとおりである。

- 電力需要を工業／建設、運輸／通信、農業、サービス／家庭、その他に分類
- データは1980-1992年を採用
- 各セクター毎の電力需要をNMPの関数として算出
- 数理モデルは回帰分析により構築

(a) 工業／建設部門の電力需要(DI)

$$\text{Log(DI)} = -3.7151 + 0.6401 \times \text{Log(NMP)} + 0.6699 \times \text{Log(DI(-1))}$$

$$(-1.96) \quad (2.24) \quad (5.47) \quad \text{----- T-value}$$

$$\text{R-squared} = 0.985$$

Durbin-Watson rate = 1.297

Standard Error = 0.098

(b) 運輸／通信部門の電力需要(DT)

$$DT = -836.7 + 94.8 \times \text{Log}(NMP) + 0.435 \times \text{Log}(DT(-1))$$

(-3.82) (3.87) (3.22) ----- T-value

R-squared = 0.943

Durbin-Watson rate = 1.292

Standard Error = 15.277

(c) 農業部門の電力需要(DA)

$$\text{Log}(DA) = -0.6249 + 0.1805 \times \text{Log}(NMP) + 0.7536 \times \text{Log}(DA(-1))$$

(-0.27) (0.57) (4.02) ----- T-value

R-squared = 0.863

Durbin-Watson rate = 0.965

Standard Error = 0.210

(d) サービス／家庭部門の電力需要(DH)

$$\text{Log}(DH) = -0.1885 + 0.1395 \times \text{Log}(NMP) + 0.8063 \times \text{Log}(DH(-1))$$

(-0.14) (0.64) (5.38) ----- T-value

R-squared = 0.914

Durbin-Watson rate = 1.680

Standard Error = 0.146

(e) その他の電力需要(D0)

$$\text{Log}(D0) = -1.8013 + 0.3203 \times \text{Log}(NMP) + 0.7630 \times \text{Log}(D0(-1))$$

(-1.03) (1.36) (4.55) ----- T-value

R-squared = 0.759

Durbin-Watson rate = 2.279

Standard Error = 0.270

2) NMP成長率の予測

(a) モンゴルの経済発展の段階

モンゴル経済は、新体制に移行してから、以下の3つの段階を経て発展しつつあると考えられる：

- a) 短期 (約3年) ----- 経済混乱が収まり経済が安定する。
- b) 中期 (約3～5年) ----- 市場経済に移行する。
- c) 長期 (10年以上) ----- 中長期成長段階に入る。

世界銀行によると、最初の段階はすでに終了したことが認められている (1990-1994年)。
モンゴル経済は今や第2段階に入り、同時に、中長期成長段階の初期に入ろうとしている。

- (b) 一般に、発展途上国が成長していくための基本的な方法は以下の通りである：
 - a) 最初に、海外貯蓄 (ODAや外国からの直接投資) が投資や国際貿易赤字の資金調達のために必要とされる。
 - b) 国民所得が増大することによって、海外からの援助への依存度が減少し、かつ、貿易バランスが改善されることによって国内貯蓄が増加する。
 - c) 最後に、国民所得と国内貯蓄性向がさらに上昇することによって、国内貯蓄が増大し、また、貿易黒字が拡大することにより、海外からの借款の返済に十分対応できるようになる。

モンゴル経済は今、上記a) (1994-1997年) の過程にある。表2.19は、外国からの資金供給が上記期間において大きな役割を果たしていること、また、エネルギー、運輸、通信がその主な対象セクターであることを示している。

表2.19 1994-97年までの公共投資計画

	1994	1995	1996	1997
	as percent of GDP			
Resources availability	23.8	22.1	20.4	21.0
Government savings	2.9	3.9	4.9	6.0
Foreign financing	22.3	18.7	15.5	15.0
Other domestic financing *	-1.4	-0.5	0.0	0.0
	in US\$ millions			
Resource use	140.5	157.0	155.0	173.2
Directly productive projects **	33.8	20.6	7.6	24.0
Energy	45.2	39.7	50.0	49.3
Transport	43.9	65.9	60.8	70.0
Telecommunication	0.0	16.4	29.2	22.6
Other	17.6	14.4	7.4	7.3

(Note) * Includes borrowing by the public sector and internal savings of state-owned enterprises.

** Investment in manufacturing, agricultural, on-lending to the private sector.

(Source) World Bank

(c) 将来の主要産業

プロセスb)およびc)においては、いくつかの産業が将来の経済活動や輸出の増大に貢献し、発達して行くであろう。それらは特に、輸出の拡大、あるいは外貨蓄積の観点から、牧畜を基盤とした産業（食品加工やカシミアを含む）や観光、工業であると考えられる。同時に、セメントや煉瓦を含む建築資材産業や金属加工業も、すでに2.2.2で記述したように、国内市場の主要産業となるであろう。

(d) NMP成長率のシナリオ

上記の考え方に基づいて、以下のNMP成長率のシナリオを想定した。

シナリオは高成長と低成長に分けられるが、高成長は、モンゴル経済のための政策の策定や遂行がうまくいった場合、反対に、低成長は、これらが計画あるいはスケジュール通りに進まなかった場合である。

以下はこの2つのシナリオのNMP成長率の予想である：

	高成長	低成長
1993	-3.25	-3.25
1994	2.50	2.50
1995-1996	3.50	3.00
1997-2000	4.50	3.50
2001-2005	5.00	4.00
2006-2010	6.00	4.50

3) 将来の電力需要

表2.20と2.21は、1993年から2010年までのCES地域での各セクター毎の電力需要予測を高成長および低成長別に示している。発電量は、最終電力需要から所内利用率、送・配電ロスを考慮して計算している。本報告書では、所内利用率と送・配電ロスは過去の傾向からそれぞれ20%と10%と想定した。低成長では、1992年の2,768GWhが、2000年には2,952.6GWh（年率0.8%増）、2005年には3,957GWh（年率6%増）、2010年には5,584.4GWh（年率7.1%増）に達し、1992年の2倍になっている。一方、高成長では、2000年には3,105GWh（年率1.4%増）、2005年には4,483.5GWh（年率7.6%増）、2010年には7,053.9GWh（年率9.5%増）に達し、1992年の2.5倍になっている。

表 2.20 CES 地域の電力需要予測 (ハイ・ケース)

Year	High Case											
	1994		1995-1996		1997-2000		2001-2005		2006-2010			
NMP Growth Rate (%)	2.5	3.50	3.50	4.50	4.50	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00		
Year	Demand (GWh)											
	Industry	Transport	Agriculture	Household	Others	Total	Trans. loss (%)	Net output (GWh)	Auxiliary power (%)	Gross output (GWh)	NMP (Million Tg)	Growth rate (%)
1992	1,238.6	88.5	38.6	270.0	290.6	1,926.3	12.9	2,211.6	20.1	2,768.0	12,343.3	
1993	1,170.5	92.2	45.7	280.1	189.9	1,778.3	14.4	2,077.5	20.4	2,609.9	11,942.1	-3.25
1994	1,144.9	96.1	52.2	289.5	155.4	1,738.0	10.0	1,931.1	20.0	2,413.9	12,240.7	2.50
1995	1,153.1	101.0	58.1	298.7	143.0	1,754.0	10.0	1,948.9	20.0	2,436.1	12,669.1	3.50
1996	1,184.5	106.5	63.3	307.8	139.6	1,801.7	10.0	2,001.9	20.0	2,502.4	13,112.5	3.50
1997	1,240.5	113.0	68.1	317.3	141.1	1,880.0	10.0	2,088.9	20.0	2,611.1	13,702.6	4.50
1998	1,316.0	120.0	72.5	327.2	145.0	1,980.8	10.0	2,200.8	20.0	2,751.1	14,319.2	4.50
1999	1,408.3	127.3	76.6	337.5	150.3	2,100.0	10.0	2,333.3	20.0	2,916.7	14,963.5	4.50
2000	1,515.8	134.6	80.5	348.1	156.5	2,235.6	10.0	2,484.0	20.0	3,105.0	15,636.9	4.50
2001	1,642.9	142.4	84.3	359.4	163.8	2,392.8	10.0	2,658.7	20.0	3,323.3	16,418.7	5.00
2002	1,789.0	150.5	88.1	371.2	171.7	2,570.5	10.0	2,856.1	20.0	3,570.1	17,239.7	5.00
2003	1,954.1	158.6	91.8	383.7	180.2	2,768.5	10.0	3,076.1	20.0	3,845.1	18,101.7	5.00
2004	2,138.9	166.8	95.6	396.7	189.3	2,987.3	10.0	3,319.3	20.0	4,149.1	19,006.7	5.00
2005	2,344.5	175.0	99.4	410.3	198.9	3,228.1	10.0	3,586.8	20.0	4,483.5	19,957.1	5.00
2006	2,588.0	184.1	103.5	425.1	210.0	3,510.6	10.0	3,900.6	20.0	4,875.8	21,154.5	6.00
2007	2,870.1	193.5	107.8	440.9	222.3	3,834.6	10.0	4,260.7	20.0	5,325.9	22,423.8	6.00
2008	3,193.0	203.2	112.3	457.9	235.5	4,201.9	10.0	4,668.8	20.0	5,836.0	23,769.2	6.00
2009	3,539.7	212.9	117.1	475.8	249.8	4,615.4	10.0	5,128.2	20.0	6,410.2	25,195.3	6.00
2010	3,974.2	222.7	122.1	494.8	264.9	5,078.8	10.0	5,643.1	20.0	7,053.9	26,707.1	6.00
Growth(%)	7.46	5.33	5.95	3.40	1.98	6.37		6.05		6.02	4.85	
(1993-2010)												

表 2.21 CES 地域の電力需要予測 (ロー・ケース)

Year	Demand (GWh)										Trans. loss (%)	Net output (GWh)	Auxiliary power (%)	Gross output (GWh)	NMP (Million Tg)	Growth rate (%)																																																																																																																																																																																																																													
	1994					1995-1996											1997-2000					2001-2005					2006-2010																																																																																																																																																																																																																		
	Industry	Transport	Agriculture	Household	Others	Total (GWh)	Industry	Transport	Agriculture	Household							Others	Total (GWh)	Industry	Transport	Agriculture	Household	Others	Total (GWh)	Industry	Transport	Agriculture	Household	Others	Total (GWh)	Industry	Transport	Agriculture	Household	Others	Total (GWh)																																																																																																																																																																																																									
1992	1,238.6	88.5	38.6	270.0	290.6	1,926.3	12.9	2,211.6	20.1	2,768.0	12,343.3	1993	1,170.5	92.2	45.7	280.1	189.9	1,778.3	14.4	2,077.5	20.4	2,609.9	11,942.1	1994	1,144.9	96.1	52.2	289.5	155.4	1,738.0	10.0	1,931.1	20.0	2,413.9	12,240.7	1995	1,149.6	100.6	58.0	298.5	142.7	1,749.3	10.0	1,943.7	20.0	2,429.6	12,607.9	1996	1,174.7	105.4	63.1	307.2	138.8	1,789.3	10.0	1,988.1	20.0	2,485.1	12,986.1	1997	1,218.5	110.7	67.7	316.0	139.3	1,852.2	10.0	2,057.9	20.0	2,572.4	13,440.6	1998	1,276.5	116.3	71.8	324.8	142.0	1,931.4	10.0	2,146.0	20.0	2,682.4	13,911.0	1999	1,346.2	122.0	75.6	333.7	145.9	2,023.3	10.0	2,248.1	20.0	2,810.1	14,397.9	2000	1,426.0	127.7	79.0	342.6	150.5	2,125.9	10.0	2,362.1	20.0	2,952.6	14,901.9	2001	1,519.9	134.0	82.3	352.0	155.9	2,244.0	10.0	2,493.3	20.0	3,116.6	15,497.9	2002	1,626.5	140.4	85.4	361.6	161.9	2,375.8	10.0	2,639.8	20.0	3,299.8	16,117.8	2003	1,745.3	146.9	88.5	371.7	168.3	2,520.7	10.0	2,800.8	20.0	3,501.0	16,762.6	2004	1,876.3	153.5	91.5	382.0	175.1	2,678.4	10.0	2,976.0	20.0	3,720.0	17,433.1	2005	2,019.5	160.1	94.6	392.7	182.1	2,849.0	10.0	3,165.6	20.0	3,957.0	18,130.4	2006	2,182.2	167.1	97.7	404.1	190.0	3,041.1	10.0	3,379.0	20.0	4,223.7	18,946.3	2007	2,364.1	174.3	100.9	416.0	198.4	3,253.8	10.0	3,615.3	20.0	4,519.2	19,798.8	2008	2,565.7	181.7	104.2	428.5	207.4	3,487.5	10.0	3,875.0	20.0	4,843.7	20,689.8	2009	2,787.7	189.1	107.7	441.5	216.8	3,742.7	10.0	4,158.6	20.0	5,198.2	21,620.8	2010	3,031.3	196.4	111.2	455.1	226.7	4,020.7	10.0	4,467.5	20.0	5,584.4	22,593.8	Growth (%)	5.76	4.55	5.37	2.90	1.05	4.92	4.61	4.58	3.82

(2) 熱供給予測

将来の熱供給予測は家庭用とそれ以外に分けて行われ、CESの発電所から送り出される熱量（蒸気および熱水）と定義している。表2.22は、ウランバートル、ダルハン、エルデネットの熱供給予測を示している。家庭用の熱供給予測には2つの要因が使われており、ひとつは人口、もう一つは千人当たりの必要熱供給量である。ウランバートル、ダルハン、エルデネットの人口は以下の割合で増加していくと思われる：

1993-2000	1.75%
2001-2005	2.00%
2006-2010	2.00%

千人当たりの熱供給量に関しては、2つのケース（ハイ・ケースとロー・ケース）が考えられる。ハイ・ケースでは、家庭の所得がこのセクターでの熱需要を増加させるほどには回復しないとされることから、都市部の千人当たりの熱供給量は、1993年から2000年までの間は10%ほど減少すると思われる。しかしながら、千人当たりの熱供給量は、経済活動の回復や拡張の影響により、2001～2005年の間は30%以上、2006～2010年の間は10%程度上昇すると見られる。

ロー・ケースにおいては、家庭の所得の回復がハイ・ケースより遅くなるとされ、そのため、1993～2000年の間で熱需要は20%減少し、その後は回復し、2001～2005年の間では約20%、2006～2010年の間では20%上昇すると見られている。

家庭用以外（工業およびその他セクター）の熱供給予測については、顧客数と1顧客当たりの熱供給量の2つの要因を使用した。過去の成長率から考えると、この3都市の顧客数は以下の割合で増加するとみられる：

1993-2000	0.53%
2001-2005	0.55%
2006-2010	0.50%

1顧客当たり熱供給量は、ハイ・ケースでは、1993～2000年に20%、2001～2005年に17%、2006～2010年に約30%増加し、ロー・ケースでは、1993～2000年の間は現状を維持し、2001～2005年に20%、2006～2010年に約17%増加するとみられている。

表 2.22 主要 3 都市の熱供給予測

	1993	2000		2005		2010	
		High case	Low case	High case	Low case	High case	Low case
<Residential>							
Ulaanbaatar							
Population (1,000 people)	598.6	675.9	675.9	746.2	746.2	823.9	823.9
Growth rate (%)		1.75	1.75	2	2	2	2
Heat supply/1,000 people	2.6	2.4	2.08	3.12	2.6	3.38	3.12
Total heat supply (1,000Gcal)	1,556	1,622	1,406	2,328	1,940	2,785	2,571
Darkhan							
Population (1,000 people)	93	105.0	105.0	115.9	115.9	128.0	128.0
Growth rate (%)		1.75	1.75	2	2	2	2
Heat supply/1,000 people	1	0.9	0.8	1.2	1	1.3	1.2
Total heat supply (1,000Gcal)	93	95	84	139	116	166	154
Erdenet							
Population (1,000 people)	64.5	72.8	72.8	80.4	80.4	88.8	88.8
Growth rate (%)		1.75	1.75	2	2	2	2
Heat supply/1,000 people	3	2.7	2.4	3.6	3	3.9	3.6
Total heat supply (1,000Gcal)	194	197	175	289	241	346	320
<Non-Residential>							
Ulaanbaatar							
Customers	2135	2215.5	2215.5	2277.1	2277.1	2334.6	2334.6
Growth rate (%)		0.53	0.53	0.55	0.55	0.5	0.5
Heat supply/customer	0.9	1.08	0.9	1.26	1.08	1.62	1.26
Total heat supply (1,000Gcal)	1,922	2,393	1,994	2,869	2,459	3,782	2,942
Darkhan							
Customers	234	242.8	242.8	249.6	249.6	255.9	255.9
Growth rate (%)		0.53	0.53	0.55	0.55	0.5	0.5
Heat supply/customer	1.6	1.92	1.6	2.24	1.92	2.88	2.24
Total heat supply (1,000Gcal)	374	466	389	559	479	737	573
Erdenet							
Customers	90	93.4	93.4	96.0	96.0	98.4	98.4
Growth rate (%)		0.53	0.53	0.55	0.55	0.5	0.5
Heat supply/customer	2.6	3.12	2.6	3.64	3.12	4.68	3.64
Total heat supply (1,000Gcal)	234	291	243	349	299	461	358
Ground total	4,373	5,064	4,290	6,534	5,535	8,277	6,917

ハイとローの両ケースでの1顧客当たりの熱供給のそれぞれの伸び率は、蒸気および熱水の主なユーザーである工業およびその他のセクターでの経済活動の回復を反映している。さらに、家庭用よりそれ以外のセクターのほうが高い伸び率を示している理由は、家庭用以外の経済活動のほうが、家庭の所得の増加より早く回復する、と見られていることである。

(3) 発電所用石炭需要

発電所用石炭需要は、将来の電気および熱生産量を基に計算されている。予測においては、発電効率を35%、ボイラー効率を80%と想定したが、これらの効率は発電所の実際のデータを基に推定した。さらに2005年以降は、熱ボイラーからの熱回収が可能になると考えて石炭需要を計算しているが、その回収率(注)は、1日の負荷変動や年間の負荷変動のために非常に低いものとしている。表2.23は、CES地域の発電所用の必要な石炭量を示している。この石炭需要予測においては、エギン水力発電の影響は考慮していない。なぜなら、220MWの水力発電の規模は、年間約30万トンの石炭消費量に相当するにすぎないからである(稼働率25%)。

(注) : 2010年時点のボイラーからの熱回収率は以下のように想定した:

発電効率を35%と想定し、残りの65%はエネルギーロスと考えられる。このうち回収できるのは、1日の負荷変動を考慮して65%のうち半分、さらに年間の負荷変動を考慮して、さらに半分となり

$65\% \times 50\% \times 50\% = 16\%$ と想定した。

なお、2005年には排熱回収設備の布設が50%と見込んで、さらにこの半分の8%とした。

2.4.2 工業および建設セクターの石炭需要

工業および建設セクターの石炭需要についても、NMPとの相関関係が確認されたので、過去のNMPの推移とこのセクターの石炭需要量との回帰分析によって構築されたモデルによって予測された。モデルによる結果は、全国レベルの石炭需要量であるから、ここでは、CES地域のこのセクターでの石炭需要量は、全国の約80%を占めると想定している。

2.4.3 その他の石炭需要

その他のセクター(運輸/通信、農業、サービス/家庭、その他)に関しては、エコノメトリックモデルを使うことができなかった。なぜなら、これらのセクターの石炭消費量とNMPとの推移の間には何の関係も見られなかったからである。これらのセクターの石炭消費量は、NMPの成長率とは無関係に高くなったり、低くなったりしている。その理由として、これらのセクターの石炭

表 2. 23 CES 地域の発電所用石炭需要

	2000		2005		2010	
	High case	Low case	High case	Low case	High case	Low case
Gross thermal generation (convert to calorie the above) Gcal	3,105,000	2,952,639	4,483,472	3,956,944	7,053,889	5,584,306
Auxiliary power rate	%	20	20	20	20	20
Transmission loss	%	10	10	10	10	10
Net thermal generation	1000kWh	2,484,000	2,362,111	3,586,778	3,165,556	4,467,444
Final power consumption	1000kWh	2,235,600	2,125,900	3,228,100	2,849,000	4,020,700
Coal for power (7,000kcal/kg)	ton	1,086,750	1,033,424	1,569,215	1,384,931	1,954,507
Heat recovery from thermal boiler	Gcal	0	0	892,491	787,679	2,223,252
Heat demand	Gcal	5,064,000	4,290,000	6,534,000	5,535,000	6,917,000
Heat generation from heat boiler	Gcal	5,064,000	4,290,000	5,641,509	4,747,321	4,693,748
Coal for heat boiler (7,000kcal/kg)	ton	904,286	766,071	1,007,412	847,736	838,169
Required energy to heat boiler	Gcal	6,330,000	5,562,500	7,051,886	5,934,151	5,867,185
Total coal amount (7,000kcal/kg)	ton	1,991,036	1,799,495	2,576,628	2,232,666	2,792,676
Total coal amount (3,500kcal/kg)	ton	3,982,071	3,598,990	5,153,255	4,465,333	5,585,353

Heat rate (35%)	kcal/kWh	2450
Boiler efficiency	%	80
Heat recovery from thermal boiler	2000;	0%
	2005;	8%
	2010;	16%
		(65% × 25% × 50%)
		(65% × 25%)

表 2.24 モデルによるモンゴルの部門別石炭需要予測

NMP growth rate (%)	High case	1995-1996	1997-2000	2001-2005	2006-2010
	Low case	3.50	4.50	5.00	6.00
Population growth rate (%)		1993-2000		2001-2010	1993-2000
		1.75		2.00	1.75

(Unit: 1,000 ton)

Year	Coal Demand					
	Industry/Construction		Transport	Agriculture	Residential	Others
	High case	Low case	Communication			
1993	734.6	734.6	75.0	517.0	737.0	676.8
1994	802.8	802.8	76.3	526.0	749.9	688.6
1995	843.2	840.1	77.6	535.3	763.0	700.7
1996	877.0	869.5	79.0	544.6	776.4	713.0
1997	916.6	901.0	80.4	554.2	790.0	725.4
1998	959.3	933.8	81.8	563.8	803.8	738.1
1999	1004.2	967.9	83.2	573.7	817.9	751.0
2000	1051.4	1003.3	84.7	583.8	832.2	764.2
2001	1104.9	1043.8	86.4	595.4	848.8	779.5
2002	1162.2	1087.1	88.1	607.3	865.8	795.1
2003	1222.7	1132.3	89.9	619.5	883.1	811.0
2004	1286.5	1179.6	91.7	631.9	900.8	827.2
2005	1353.7	1228.8	93.5	644.5	918.8	843.7
2006	1434.9	1285.0	95.4	657.4	937.2	860.6
2007	1523.9	1344.9	97.3	670.6	955.9	877.8
2008	1619.1	1407.9	99.2	684.0	975.0	895.4
2009	1720.5	1474.1	101.2	697.6	994.5	913.3
2010	1828.2	1543.3	103.2	711.6	1,014.4	931.5
Growth (%)	5.28	4.17	1.91	1.91	1.91	1.91

表 2.25 モデルによる CES 地域の部門別石炭需要予測

NMP growth rate (%)	High case	1995-1996	1997-2000	2001-2005	2006-2010
	Low case	3.50	4.50	5.00	6.00
Population growth rate (%)		1993-2000		2001-2010	1993-2000
		1.75		2.00	1.75

(Unit: 1,000 ton)

Year	Coal Demand					
	Industry/Construction		Transport	Agriculture	Residential	Others
	High case	Low case	Communication			
1993	587.7	587.7	37.5	258.5	368.5	338.4
1994	642.2	642.2	38.2	263.0	374.9	344.3
1995	674.6	672.0	38.8	267.6	381.5	350.3
1996	701.6	695.6	39.5	272.3	388.2	356.5
1997	733.3	720.8	40.2	277.1	395.0	362.7
1998	767.4	747.1	40.9	281.9	401.9	369.1
1999	803.4	774.3	41.6	286.9	408.9	375.5
2000	841.1	802.6	42.3	291.9	416.1	382.1
2001	883.9	835.1	43.2	297.7	424.4	389.7
2002	929.7	869.6	44.1	303.7	432.9	397.5
2003	978.2	905.9	44.9	309.7	441.5	405.5
2004	1,029.2	943.7	45.8	315.9	450.4	413.6
2005	1,083.0	983.1	46.7	322.3	459.4	421.9
2006	1,147.9	1,028.0	47.7	328.7	468.6	430.3
2007	1,219.1	1,075.9	48.6	335.3	477.9	438.9
2008	1,295.3	1,126.4	49.6	342.0	487.5	447.7
2009	1,376.4	1,179.2	50.6	348.8	497.3	456.6
2010	1,462.6	1,234.6	51.6	355.8	507.2	465.8
Growth (%)	5.28	4.17	1.91	1.91	1.91	1.91

表 2.26 モンゴルの石炭需要予測総括

(Unit: 1,000 ton)

	1993	2000		2005		2010	
		High	Low	High	Low	High	Low
CBS area							
Power plants	3,336	3,982	3,599	5,153	4,465	6,891	5,585
Industry * & Construction	307	841	803	1,083	983	1,463	1,235
Transport & Communication	35	42	42	47	47	52	52
Agriculture	245	292	292	322	322	356	356
Service & Household	349	416	416	459	459	507	507
Others	320	382	382	422	422	466	466
Erdenet copper	250	550	550	550	550	550	550
Unspecified Projects	-	300	300	600	600	900	900
CBS total	4,842	6,806	6,384	8,636	7,848	11,184	9,650
Outside CBS area **							
Export	722	2,090	2,090	2,510	2,510	2,510	2,510
		400	400	400	400	400	400
Total	5,564	9,296	8,874	11,546	10,758	14,094	12,560

(Note) 1993 is estimated.

Demand of outside CBS area and export uses the demand forecast of MGEM.

(Source) JICA study team estimate

消費の統計方法が、過去においてしばしば変わったことが考えられる。モンゴルにおいて、これらのセクターの石炭需要は、従業員の熱需要のために消費されていると思われる。そこで、本調査では、これらの需要予測は、経済混乱前のデータを基に将来の人口増加率で増やした。また、CES地域の石炭需要は全国の半分と仮定した。表2.24は、電気および熱供給を除くモンゴル全体のセクター毎のモデルによる、石炭消費量の予測値を示しており、表2.25は、モデルによるCES地域の石炭消費量の予測値を示している。

2.4.4 予測結果統計

1993年に、エルデネット銅鉱山が25万トンの石炭を消費した。そして2000年以降は、この会社は約55万トンの石炭を消費することになっているが、これらの石炭は、あと数年で操業を開始すると思われるウランオボー炭鉱から供給する予定である。しかしながら、この予測モデルは新規の石炭消費プロジェクトの関連見通しを予測することは出来ない。モンゴルは発展途上国であり、産業セクターにおいて、いくつかの新規プロジェクトが将来実行されようとしている。これらの新規の石炭消費プロジェクトの開発見通しを考慮して、本調査では、モデルで予測された石炭需要（表2.24、2.25）に対して、2000年に30万トン、2005年に60万トン、2010年に90万トンの追加需要を計上した。これらの追加需要の中には、将来のダルハン製鉄所の需要も含まれている。

表2.26と図2.6および2.7は、部門別予測結果と上述の追加需要を総合した予測結果を示している。モンゴル全体の石炭需要は、1993年の556万トンから2000年には887～930万トンに、2005年には1,076～1,155万トン、2010年には1,256～1,409万トンに増大していく。

2.5 必要石炭貯炭量

2.5.1 需要側の貯炭

一般に、石炭供給能力に余裕があれば、必要な量の石炭を供給することによって非常時を回避することが出来る。しかしながら、発電所でも予期できないトラブルや石炭の供給の途絶えに備えて、供給のストックを持つことが好ましい。日本では、石炭を輸入に依存する割合が大きくなってきて以来、発電所などでは、石炭の安全保障の目的で約45日分の石炭のストックを持つことにしている。この考え方は、45日の余裕を持つことは、他の石炭供給者との再契約に十分な時間であると考えられている。

上記と同じ理由により、モンゴルの需要者は約15日分のストックを持つことを勧める。モンゴルの場合、石炭供給が途絶える要因として以下のことが考えられる。

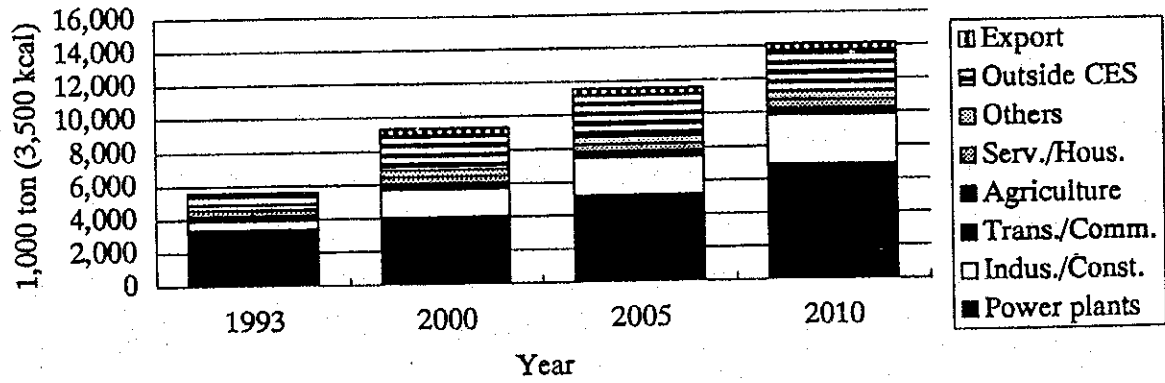


図 2.6 石炭需要予測 (ハイ・ケース)

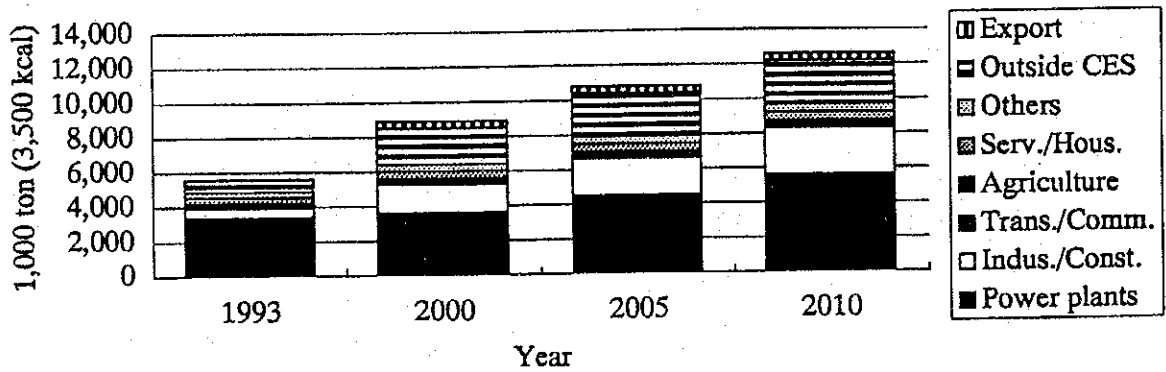


図 2.7 石炭需要予測 (ロー・ケース)

- 鉄道事故
- 炭鉱での採掘機器の故障
- 大雨などの自然災害による採掘の一時的な停止

(1) 貯炭時の問題点

モンゴルの石炭は、その殆どが褐炭で、長期の貯炭が難しいといわれている。すなわち、炭化度の低い褐炭は、他の瀝青炭や無煙炭と比較して、水分、揮発分および酸素含有量が多い。一般に炭化度が低く、揮発分と酸素含有量が多くなると、酸素吸収量が増加し、酸化が促進される。また、水分の多い石炭は、水分が蒸発する際に空隙に空気を吸収し、石炭に亀裂が入り、表面積が増えるため、やはり酸化が促進される。このような理由から、褐炭のような炭化度の低い石炭は、自然発火し易く、長期貯炭が難しい。

自然発火は、貯炭の状態、気候条件などにも左右され、なにも手を加えなければ、褐炭の場合は約1週間から10日ぐらいで自然発火が起こった例もある。自然発火は以下の要因に大きな関係がある。

- 石炭の品質
- 貯炭の高さ
- 石炭のサイズ
- 貯炭の位置
- 貯炭堆のローテーション
- 貯炭の方法

石炭の酸化速度は、石炭の品質が良くなるに従い減少する。最も悪いストックパイルは、石炭のサイズがまちまちの粉炭と塊炭が混在している場合である。塊炭はストックパイルの表面にさらされているため、自然発火の危険の高い粉炭に空気の通り道を与えてしまう。酸化による温度上昇は、酸化速度を促進させる。概していえば、酸化速度は温度が10℃上昇するに従い2倍の速度になる。

(2) 自然発火防止対策

自然発火防止対策として以下のことを提案する。

- 各分層毎に転圧したり、貯炭堆の斜面もブルドーザあるいはフロントエンドローダによって固めることによって空気の流入を防ぐことが、安全で効果的な方法であり、貯炭のスロ

- ーブも、理想的には30度以下が望ましい。
- ー積み上げる場合には、粒度の違う石炭の分離を避けるため、低い高さ（1mから2m）から石炭を流し込む。
- ー夏期に貯炭をする場合は、直射日光を避け、曇天の日か、早朝または夕方の気温の下がったときにする。
- ー貯炭堆には、温度や発生するガスが測定できるようにパイプを挿入しておく。
- ー温度が上昇した場合は貯炭堆を積み替える。そのためには、貯炭場に貯炭堆を移しかえる余地を考えておく必要がある。

以上のような対策を講じることにより、比較的自然発火のし易い褐炭をある程度の期間貯炭することが出来る。しかし、どのくらいの期間貯炭が出来るかは、石炭の品質、貯炭場の条件、気候などに左右されることから、温度測定などの計測を強化し、それぞれの特徴を十分把握することが必要である。

2.5.2 季節変動の問題点

石炭供給者が考慮しなくてはならないその他の問題点としては、夏と冬の需要差がある。モンゴルでは、電力の供給に関しては、夏と冬の差はあまり見られないが、熱水および蒸気の供給にはかなりの差がでてくる。図2.8は、MEGMが行ったモンゴルのエネルギー効率および省エネルギー調査報告書の中にあつたもので、ウランバートルの3つの発電所から供給される電気、蒸気および熱水の量を月別に電力換算したものである。このグラフを基にして月別の石炭消費量（3,500kcal/kg）を計算したものが図2.9である（換算係数はモンゴルエネルギー統計の発電所のデータを基にした）。このように、発電所の石炭消費量は季節によってかなり差がでてくる。特に冬の消費量は、夏の約2倍にも達している。このようなことを考慮すれば、石炭供給者は夏の需要が少ない時に剥土作業を進め、冬の石炭需要が増えたときのために準備を整えておくことが必要である。

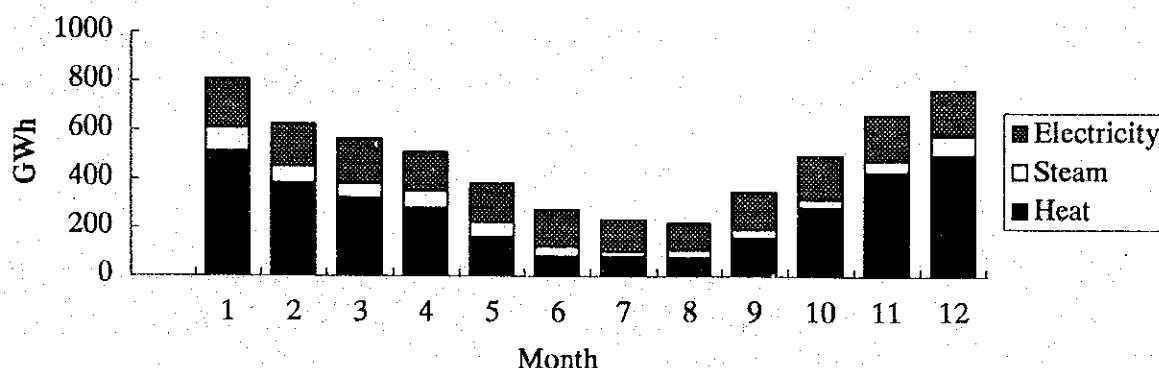


図 2.8 ウランバートルの発電所からのエネルギー生産量(1993)

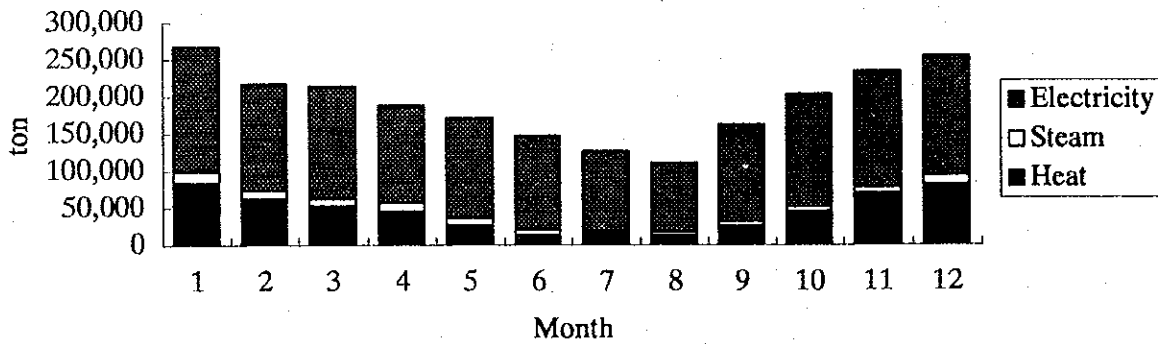


図 2.9 ウランバートルの発電所の石炭消費量(1993)

2.5.3 生産能力の余裕

現在、石炭需要の70%以上は発電および熱供給のためである。本調査では、将来もこの比率はあまり変わらないと予想されている。それ故、石炭をこのような発電所などに安定供給することは、社会・経済の面からも非常に重要なことである。モンゴルの場合、発電所で消費される石炭は全て国内炭であり、国内の炭鉱が事故などによって計画通り出炭されなかった場合、すぐにロシアあるいは中国などから輸入するのは難しいし、費用もかかる。そこで、このような供給のショート時に対応するために、炭鉱はモンゴル全体の需要量より若干多めの生産能力を持っていることが望ましい。需要予測によれば、2010年時点の石炭需要量は、ハイ・ケースで約1,100万トンに達する。モンゴルにとって供給がショートすることが考えられる最悪のケースは、モンゴルの石炭生産の半分以上を占めるバガヌール炭鉱の事故による供給ストップである。そこで供給予備量を決めるための基本的な考え方として、バガヌール炭鉱の生産が1カ月にわたって停止したことを想定する。これは、他の産炭国を見てみると、ストなどの特別な場合を除いて、1カ月以上生産がストップすることが殆どないことが基本となっている。その他に、他の産炭国と同じように、各炭鉱は、非常時のために2～3カ月分の先行剥土を持たせる。対処方法としては、このような非常時を回避するために、各炭鉱は剥土用のトラックを石炭採掘用として使用する。このような長期にわたる生産停止が、1年間に何回も起こるとは考えられないので、先行剥土を緊急対応のために使用した分を1年間で取り戻すこととすることとし、バガヌール以外の炭鉱の剥土比を3と仮定すると、バガヌール炭鉱の生産能力が370万トンの時、約45万トンの追加的な供給能力が必要で、バガヌールが600万トンの時は、約70万トンの追加供給能力が必要であることが計算された。

2.5.4 新規炭鉱の必要生産量

エネルギー安定供給確保の観点から、供給源の分散化が課題のひとつになる。モンゴル全体の需要量の半分以上がひとつの炭鉱に依存することは、採掘上のトラブルおよび輸送上のトラブルが起こった場合、他の炭鉱に与える負担は大きい。

また、本調査の第1部で報告されたバガヌール炭鉱のリノベーション計画調査では、必ずしもバガヌール炭鉱増産の経済性が他の新規炭鉱の開発に比べて優れているかどうか確認されておらず、また、他の有望鉱床を調査開発することが、経済性、リスク分散および地域振興のために検討すべき問題と考えられ、ここではバガヌール炭鉱の生産規模を370万トンレベルのままにして、増産しないケースもオプションの1つとして考えてみることにした。新規炭鉱の開発時期と生産規模を検討するオプションとして、以下を表にまとめてみる。

ーバガヌール炭鉱600万トン体制

ーバガヌール炭鉱370万トン体制

上記の2つのオプションに加えて、将来需要予測のシナリオが、ハイおよびロー・ケースがあるのでそれぞれまとめた(表2.27~2.30)。バガヌール炭鉱の生産能力が370万トンで、ハイ・ケースの時、新規炭鉱が2001年には開発が必要で、ロー・ケースで、バガヌール炭鉱の生産能力が600万トンの時は、2009年に新規炭鉱の開発が必要である。さらに、シャリングル炭鉱の代替石炭としての高品位炭の新規炭鉱開発も考えておくべきである。なお、第3章以下の炭鉱開発計画は、上記の必要開発能力をベースに進めるものとした。

表 2.27 CES 地域の必要石炭量 - ハイ・ケース (バガヌール 600 万トン)

	1993	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(Unit: 1,000 ton)												
Required coal amount												
Demand in CES	4,842	6,806	7,172	7,538	7,904	8,270	8,636	9,146	9,655	10,165	10,674	11,184
Margin capacity		450	460	490	540	580	630	700	700	700	700	700
Total	4,842	7,256	7,632	8,028	8,444	8,850	9,266	9,846	10,355	10,865	11,374	11,884
Supply capacity												
Nalaikh	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bagannur	2,848	4,000	4,100	4,350	4,800	5,200	5,600	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Shivee ovoo	603	1,600	1,900	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sharyngol	1,183	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Saikhan ovoo	3	20	20	20	20	20	20	21	22	23	24	25
Bayanteeg	108	200	204	208	212	216	220	220	220	220	220	220
Chandgantail	55	70	72	74	76	78	80	80	80	80	80	80
Ulaan ovoo	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Others	21	24	24	25	25	26	26	27	28	28	29	29
New mines	0	0	0	0	0	0	0	200	700	1,200	1,700	2,200
Total	4,863	7,264	7,670	8,027	8,483	8,890	9,296	9,898	10,400	10,901	11,403	11,904

(Note) Others are Uburchulunt and Hangay

(Source) JICA study

表 2.28 CES 地域の必要石炭量 - ロー・ケース (バガヌール 600 万トン)

(Unit: 1,000 ton)

	1993	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Required coal amount												
Demand in CES	4,842	6,384	6,677	6,970	7,262	7,555	7,848	8,208	8,569	8,929	9,290	9,650
Margin capacity	450	450	450	450	450	490	540	580	630	700	700	700
Total	4,842	6,834	7,127	7,420	7,712	8,045	8,388	8,788	9,199	9,629	9,990	10,350
Supply capacity												
Nalaikh	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baganuur	2,848	4,000	4,000	4,000	4,050	4,400	4,700	5,100	5,500	5,950	6,000	6,000
Shivee ovoo	603	1,200	1,460	1,750	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sharyngol	1,183	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Saikhan ovoo	3	20	20	20	20	20	20	21	22	23	24	25
Bayanteeg	108	200	204	208	212	216	220	220	220	220	220	220
Chandgantai	55	70	72	74	76	78	80	80	80	80	80	80
Ulaan ovoo	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Others	21	24	24	25	25	26	26	27	28	28	29	29
New mines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	700
Total	4,863	6,864	7,130	7,427	7,733	8,090	8,396	8,798	9,200	9,651	10,003	10,404

(Note) Others are Uburchulut and Hangay

(Source) JICA study

表 2.29 CES 地域の必要石炭量－ハイ・ケース（バガヌール 370 万トン）

	1993	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(Unit: 1,000 ton)												
Required coal amount												
Demand in CES	4,842	6,806	7,172	7,538	7,904	8,270	8,636	9,146	9,655	10,165	10,674	11,184
Margin capacity		420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
Total	4,842	7,226	7,592	7,958	8,324	8,690	9,056	9,566	10,075	10,585	11,094	11,604
Supply capacity												
Nalaikh	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baganuur	2,848	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700
Shivee ovoo	603	1,900	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sharyngol	1,183	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Saikhan ovoo	3	20	20	20	20	20	20	21	22	23	24	25
Bayanteeg	108	200	204	208	212	216	220	220	220	220	220	220
Chandgantai	55	70	72	74	76	78	80	80	80	80	80	80
Ulaan ovoo	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Others	21	24	24	25	25	26	26	27	28	28	29	29
New mines	0	0	250	600	1,000	1,300	1,700	2,200	2,700	3,300	3,700	4,200
Total	4,863	7,264	7,620	7,977	8,383	8,690	9,096	9,598	10,100	10,701	11,103	11,604

(Note) Others are Uburchubut and Hangay

(Source) JICA study

表 2.30 CES 地域の必要石炭量 - ロー・ケース (バガヌール 370 万トン)

(Unit: 1,000 ton)

	1993	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Required coal amount												
Demand in CES	4,842	6,384	6,677	6,970	7,262	7,555	7,848	8,208	8,569	8,929	9,290	9,650
Margin capacity		420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
Total	4,842	6,804	7,097	7,390	7,682	7,975	8,268	8,628	8,989	9,349	9,710	10,070
Supply capacity												
Nalaikh	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baganuur	2,848	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700
Shivee ovoo	603	1,500	1,800	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sharyngol	1,183	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Saikhan ovoo	3	20	20	20	20	20	20	21	22	23	24	25
Bayanteeg	108	200	204	208	212	216	220	220	220	220	220	220
Chandgantal	55	70	72	74	76	78	80	80	80	80	80	80
Ulaan ovoo	0	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Others	21	24	24	25	25	26	26	27	28	28	29	29
New mines	0	0	0	50	300	600	900	1,300	1,600	2,000	2,350	2,700
Total	4,863	6,864	7,170	7,427	7,683	7,990	8,296	8,698	9,000	9,401	9,753	10,104

(Note) Others are Uburchuluut and Hangay

(Source) JICA study