2.3 既存炭鉱の石炭供給可能量

2.3.1 石炭採掘活動の現状

- モンゴルの炭鉱は2つのタイプに分類される。すなわち、ＣＥＳの発電所に供給を行うために大型の炭鉱設備を有する 3 つの大規模な炭鉱と地方の住民に供給を行うための24の小規模な炭鉱である。
- モンゴルには多くの石炭鉱床（デポジット）があるが、石炭輸送のためのインフラは未開発である。従って、地方で消費される石炭は、需要地近くの小規模な炭鉱の開発によって供給されている。
- 石炭採掘活動の詳細は3. 1. 3、および添付資料：表3. 5で述べられている。

2.3.2 既存炭鉱の開発計画

- 主要な既存炭鉱の開発計画は次のように予定されている；

  バガヌール炭鉱　　：370万トン／年から600万トン／年へ能力拡大
  シビー・オボー炭鉱：60万トン／年から200万トン／年へ能力拡大
  シャリンゴル炭鉱　：能力拡大計画なし（80万トン／年）
  ウラン・オボー炭鉱：55万トン／年で建設中（炭質はシャリンゴル炭と同等）

（注記）各炭鉱の拡張計画の実施工程は、当第二部調査（第8節）で検討される。

- 地方の小規模炭鉱の開発計画はこの報告書ではとくに取り扱われないが、操業時間の延長によって生産の増加は容易に達成されるであろう。

2.3.3 石炭輸送

- ＣＥＳ地域においては石炭は鉄道で輸送されているが、同地域外ではトラックが使用されている。
- 1991年の鉄道による石炭輸送量は490万トン／年で、全貨物輸送の69%と最大のシェアを占めた。
- ウランバートル～バガハンガイ間の現在の鉄道輸送能力は約850万トン／年であるが、(i) 既存鉄道のリハビリテーション 、(ii) 行違い設備の新設 、(iii)複線の新設、によって増強が可能である。
- ＣＥＳ地域内の既存炭鉱の拡張計画に関する限り、新線の建設は不要であろう。

2.4 石炭の需要予測

- 石炭需要の予測は、ＣＥＳ地域内および同地域外に分けて行われるが、それはこれら地域の消費パターンが異なること、ならびに経済的データの入手可能性による。
- ＣＥＳ地域内の石炭需要予測は、回帰分析により各部門毎に行われる。

- ＣＥＳ地域外の石炭需要としては、経済的データおよび時系列的データが得られないので、ＭＥＧＭの推定による需要値を用いる。
- モンゴルにおける石油開発のインパクトは本調査ではとくに検討しなかった。その理由は、石炭の代替燃料として貴重な石油が使われることはないであろうと考えたことによる。

2.4.1 ＣＥＳ地域内における発電用・熱供給用の石炭需要

- ＣＥＳ地域内の電力需要の予測は、計量経済学的手法によって行われるが、そのためのモデルは、ＮＭＰと電力消費の関連に関する過去の傾向の回帰分析によって構築されている。
- 長期的にみたモンゴル経済の発展は、次のような３つの段階を経て行われるであろう。
  - (i) 第一段階（約3年）　：経済的混乱が安定化に向かう。
  - (ii) 第二段階（約3～5年）　：緩慢な回復に向かう。
  - (iii) 第三段階（10年以上）　：新しい成長段階になる。

  そこで、石炭需要の予測の基本条件として、次の２つのケースを想定した。

  ハイ・ケース：上述の経済発展が急速に進行する。

  ロー・ケース：上述の経済発展がゆっくり進行する。

- ＮＭＰの成長率は上記の経済発展見通しを基に以下のように想定した。

	1993	1994	1995-1996	1997-2000	2001-2005	2006-2010
ﾊｲ･ｹｰｽ	-3.3	2.5	3.5	4.5	5.0	6.0
ﾛｰ･ｹｰｽ	-3.3	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5

- ＣＥＳ地域内の電力需要（総消費量）、発電量（総発電量）および石炭消費は、“高ケース”および“低ケース”について予測された。なお、次のような想定のもとに推算を行った。

  ＊1：所内消費率＝20％、送・配電ロス＝10％

  ＊2：発電効率＝35％（転換効率：kcal/kWh＝2,450）、
  石炭の発熱量＝7,000kcal/kg

表６　CES地域の電力需要と必要石炭量

ﾊｲ･ｹｰｽ	1993	2000	2005	2010
総消費量(GWh)	1,780	2,240	3,230	5,080
工業	1,170	1,520	2,340	3,970
運輸	90	130	180	220
農業	50	80	100	120
民生	280	350	410	490
その他	190	160	200	260
総発電量(GWh)*1	2,610	3,110	4,480	7,050
石炭消費量(1,000t)*2	880	1,090	1,570	2,470

ﾛｰ･ｹｰｽ	1993	2000	2005	2010
総消費量(GWh)	1,780	2,130	2,850	4,020
工業	1,170	1,430	2,020	3,030
運輸	90	130	160	200
農業	50	80	90	110
民生	280	340	390	460
その他	190	150	180	230
総発電量(GWh)*1	2,610	2,950	3,960	5,580
石炭消費量(1,000t)*2	880	1,030	1,380	1,950

- ＣＥＳ地域内における熱供給用の石炭需要は、次の想定にもとづいて行われた：
  (i) 発電機からの熱回収は2005年から行われる。
  (ii) タービンからの有効熱回収率（年間平均）は理論値の16%となる。

表7　熱供給用石炭需要

	1993	2000	2005	2010
ﾊｲ･ｹｰｽ				
熱需要予測　(mil.Gcal)	4.3	5.0	6.5	8.3
回収熱による供給　(")		0	0.9	2.8
熱ﾎﾞｲﾗｰからの供給　(")		5.0	5.6	5.5
熱ﾎﾞｲﾗｰへの石炭供給量*1	0.79	0.91	1.01	0.98
ﾛｰ･ｹｰｽ				
熱需要予測　(mil.Gcal)	4.3	4.3	5.5	6.9
回収熱による供給　(")		0	0.8	2.2
熱ﾎﾞｲﾗｰからの供給　(")		4.3	4.7	4.7
熱ﾎﾞｲﾗｰへの石炭供給量*1	790	770	850	840

注記*1：1,000トン、石炭発熱量＝7,000kcal/kgの場合

2.4.2 ＣＥＳ地域内における鉱業・工業・その他部門の石炭需要

- 鉱業および工業部門の石炭需要予測は上記2.4.1と同じ手法で行われた。さらに、2.2で述べた需要のポテンシャルを考慮して、その他の未確定の大規模プロジェクトの開発による特殊な追加需要を想定し、加算している。
- その他の部門については、ＮＭＰと石炭消費の過去の傾向の関係に相関がないため計量経済学的な手法は適用されなかった。各部門における過去の石炭需要は合理的な理由なしに度々変動している。本調査では、各部門の需要は経済的混乱が起こる前のデータにもとづき、人口増加との相関により推定されている。
- このような手法により、ＣＥＳ地域内の産業およびその他の部門の石炭需要は、次のように予測される。

表 8　CES 地域の部門別石炭需要予測

	1993	2000	2005	2010
工業				
ﾊｲ･ｹｰｽ（10^3 ﾄﾝ／年）	560	1,690	2,230	2,910
ﾛｰ･ｹｰｽ	560	1,650	2,130	2,690
運輸	40	40	50	50
農業	250	290	320	360
民生	350	420	460	510
その他	320	380	420	470

2.4.3 石炭需要予測の総括

- モンゴルにおける石炭需要予測を総括したのが下表である。次節以降で行う石炭供給マスタープラン調査は、ＣＥＳ地域内の石炭需要に関してのみ検討される。

表9　モンゴルの石炭需要予測

		1993	2000	2005	2010
CES 地域内	ﾊｲ･ｹｰｽ（10^3 ﾄﾝ ／年）	4,840	6,810	8,640	11,180
	ﾛｰ･ｹｰｽ	—	6,380	7,850	9,650
CES 地域外		720	2,090	2,510	2,510
輸出		0	400	400	400
合計	ﾊｲ･ｹｰｽ	5,560	9,300	11,550	14,090
	ﾛｰ･ｹｰｽ	—	8,870	10,760	12,560

2.5 石炭の供給必要量

2.5.1 予備生産能力

- 実際の石炭需要は、次図の通り、季節によって変動が見られる。しかし、このような変動に対しては、剥土と採炭作業量を変えることによって対応出来るであろう。

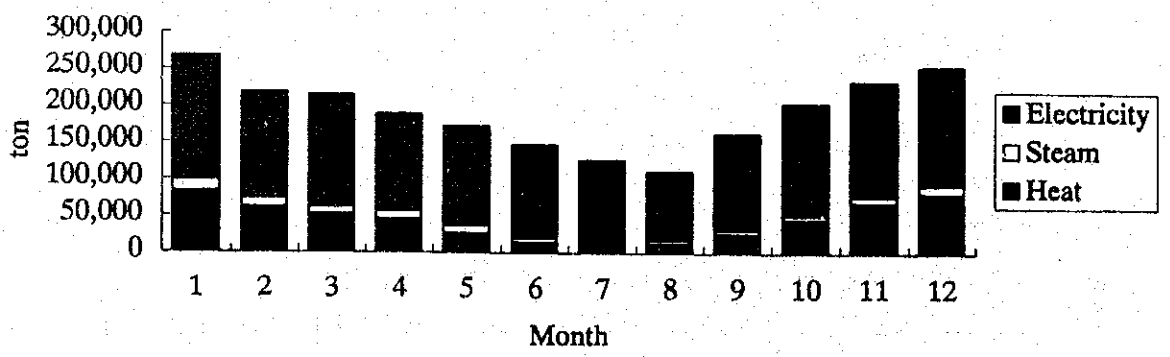


図 3　1993 年のウランバートル発電所の石炭消費量

- 安定的な石炭供給を確保するためには、石炭の生産および輸送上のトラブルが生ずる場合に備えて、約15日分の消費量に相当する在庫が消費者の下に必要とされる。
- このような消費者在庫に加えて、炭鉱におけるトラブルの発生による生産減少をカバーするために、若干の予備生産能力が必要とされるであろう。
- 結論として、ＣＥＳ地域内の炭鉱が持つべき必要予備生産能力は、最大炭鉱の生産能力の約10%である。
  国内最大能力のバガヌール炭鉱のトラブルを想定すると、40～60 万トン／年の予備生産能力が算出される。

2.5.2 新規炭鉱の必要生産能力

- 下表は、石炭需要予測の高ケースおよび低ケースに対応する新規炭鉱の全必要生産能力を示したものである。

表 10　新規炭鉱の必要生産規模

（単位；1,000 トン、3,500kcal/kg）

	ハイ・ケース			ロー・ケース		
	2000	2005	2010	2000	2005	2010
総必要量	7,300	9,300	11,900	6,800	8,400	10,400
CES 内需要	6,800	8,600	11,200	6,400	7,900	9,700
供給予備量	500	600	700	500	500	700
既存炭鉱の能力	7,300	9,300	9,700	6,800	8,400	9,700
必要新規炭鉱能力	0	0	2,200	0	0	700

- バガヌール炭鉱が年産能力6百万トンに拡張される場合には、その他の新規炭鉱の開発は2010年頃まで不必要である。
- 最適な開発計画の選択は、バガヌール炭鉱およびシビー・オボー炭鉱の拡張計画と、第3節で検討される新規炭鉱の開発計画とについて経済性比較を暫定的に行った上で決められるべきであろう。

3　石炭開発計画

3.1 石炭資源の概説

3.1.1 石炭資源の概要

- モンゴルは世界でも際立った膨大な石炭資源を持っている国の一つである。その地質埋蔵量は1,500億トンと推定されている。
- 石炭は、東部地域の亜瀝青炭および褐炭と、西部地域の瀝青炭に大きく分類される。

- 添付資料: 図4に示すように、27の石炭鉱床がある。

3.1.2 主要石炭鉱床

- 石炭鉱床の主要な情報は添付資料：表11にまとめられている。
- モンゴルには27の炭鉱がある。エネルギー・地質・鉱業省によって管理されている17炭鉱、地方政府による2炭鉱、民間による8炭鉱である。
- 特に、ＣＥＳ地域の7つの石炭鉱床は、既存炭鉱の拡張や新規炭鉱の開発の対象として特に有望視されている。
- 現在は輸送手段がないが、タバントルゴイ鉱床は原料炭輸出のために期待されている。

3.1.3 既存炭鉱の採掘条件と設備

- 添付資料：表12は、エネルギー・地質・鉱業省が管轄している各炭鉱の概要で、本調査においてヒアリングで得た情報を基に、炭質、採掘条件、既存設備、推定生産能力が記載されている。
- 本調査では、各炭鉱の採掘条件および設備データを基に、実生産能力を簡単に推定する方法を開発し、以下の検討に使用している。

3.2 有望鉱床の開発計画

3.2.1 有望鉱床の計画

- 添付資料：表13のロングリストで示すように、以下の調査基準を基にして14の有望鉱床が選定された。
  - (i) 1億トン以上の石炭埋蔵量があること
  - (ii) 単純な地質構造と地表に近い部分に賦存していること
  - (iii) 期待される用途に適する石炭品質であること

3.2.2 有望鉱床に必要な付帯設備

- 有望鉱床はすべて遠隔地域に位置しているため、整備工場や十分な予備品と消耗品を持った倉庫などの付帯設備の建設が必要である。
- 排水システム、石炭破砕・サイジング設備および品質分析装置などの石炭品質管理システムが必要である。
- 病院、学校、その他公共施設も準備されなくてはいけないが、通常このようなインフラストラクチャーは政府によって設置される。

3.2.3 有望炭鉱開発

- 表13のロングリストに載った有望鉱床の中から、以下の開発条件の判断基準に基づき有望炭鉱が選定された。
  - (i) 生産された石炭が、既存の鉄道網で輸送できるか、山元の発電所で消費される

こと。

(ii) 最大採掘深度として200 m、最大剥土比として4.2の基準で計算された可採埋蔵量の採掘コストが、商業ベースに適していると評価されること。

- 有望炭鉱の概念計画は簡単な推定方法（3.1.3参照）と以下の条件を基に行われた。
  - (i) 剥土作業には12 m^3 ショベルと80トントラックを用いる。
  - (ii) 最大採掘深度は200 mあるいは平均剥土比が4.2までの深さとする。
  - (iii) 資本費の構成は採掘機器、一般的な補助機器および付帯施設とし、公共施設は含まない。
  - (iv) 操業コストは第一部調査の結果を基に1.43ドル／BCM で計算した。
- 添付資料: 表14は、有望炭鉱の概要と概念設計の結果を示している。
- フート炭鉱は埋蔵量、採掘条件ともに劣っているが、品質が優れているので、シャリンゴル炭鉱の代替えとして選定された。
- 建設中のウランオボー炭はシャリンゴル炭代替として利用可能である。

3.2.4 必要な探査計画

- タバントルゴイとチャンダガンタルを除く4つの有望炭鉱は、詳細な地質データが不足しているため、開発のためのＦ／Ｓを行う前に追加的な探査活動が必要である。
- 従来のボーリング調査の他に、高分解能反射法地震探査を勧める。
- 1つの鉱山のための探査活動は約4年必要である。
- 現地調査、解析、評価を含めた探査活動のおおよその計画は以下の通りである。

表15　各石炭鉱床の探査費用

	ﾄｩｸﾞﾙｸﾞﾇｰﾙ	ﾂｱｲﾀﾞﾑﾇｰﾙ	ﾌｰﾄ	ｼﾋﾞｰｵﾎﾞｰ
地震探査観測長(Km)	145	90	60	55
ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ 探査				
孔数	90	62	45	45
総孔長(Km)	14	11	8	8
総探査ｺｽﾄ (mil.US$)	11	8	6	6

3.3 インフラストラクチャー開発計画

3.3.1 インフラストラクチャー

- タバントルゴイを除く5つの炭鉱はＣＥＳ地域内に位置しているため、インフラストラクチャーのための必要投資は最小限に抑えることが出来るであろう。
- 追加が必要なインフラストラクチャーは輸送設備、送電線、給水設備の他に病院や学校などを含めた公共施設があげられる。
- これら追加施設の初期所要資金は以下のように大まかに推定される：

表 16　社会インフラストラクチャーのコスト試算

百万 US$

	ﾄｩｸﾞﾙｸﾞﾇｰﾙ	ﾂｧｲﾀﾞﾑﾇｰﾙ	ﾌｰﾄ	ｼﾋﾞｰｵﾎﾞｰ	ﾀﾊﾞﾝﾄﾙｺﾞｲ	ﾁｬﾝﾀﾞｶﾞﾝﾀﾙ
鉄道*1	17	7	61	0	300	110
道路	6	2	4	0	14	7
送電線	1	2	3	0	21	7
居住地	18	17	16	17	23	21
その他	2	1	7	0	33	12
合計	44	29	90	17	388	156

注*1：石炭が山元火力発電所でのみ使用される場合には鉄道は不要であろう。

3.3.2 教育センター

- 第1部のリノベーション調査によると、既存炭鉱の問題は以下のように指摘されている：
  - (i) 採掘機器や鉄道システムの予備品の不足
  - (ii) 保全のための専門家や熟練労働者の不足
  - (iii) 大型機器については、モンゴル人専門家による修理が難しいため、長期間の運転停止が起こる
- モンゴルにある炭鉱のうち、25 炭鉱が自分たちの整備工場や保全専門家を持つことが難しい。
- 上記問題を解決するために、以下の機能を持っている研修センターの設置を提案する。
  - (i) 採掘機器の操縦やメカニズムの教育
  - (ii) 故障が生じた炭鉱への保全専門家の派遣
  - (iii) 共通予備品の保管と供給

3.4 石炭開発計画総合検討

3.4.1 炭鉱開発の社会的影響

- 原料炭を生産できるタバントルゴイ炭鉱の開発は外貨獲得の貢献が期待される。
- その他の有望炭鉱開発は安価な燃料を供給できる。

3.4.2 炭鉱開発プロジェクトの選定

- 新規炭鉱からの約 400 万トンの必要炭量（2.5.2 参照）の供給のために、有望炭鉱のなかから開発プロジェクトの候補炭鉱が選定された。
- 3.2.3 で記載されたように、フート炭鉱はシャリンゴル炭鉱の代替えとして選定されるべきである。
- トゥグルグヌールとツァイダムヌールは、有望な地質条件とインフラストラクチャーを備えた好ましい立地にあることから選定された。

- チョイルは近い将来、多くの炭鉱（バガヌール、シビーオボー、フート、トゥグルグヌール、ツァイダムヌール）にとりまかれるであろう。また、この地域は、オイルシェール、石灰石、螢石、ウラニウムなどのその他の鉱物資源も豊富である。従って、チョイルはモンゴルの鉱業の中心地の一つになるであろう。

4 石炭利用計画

4.1 電力・熱生産部門

4.1.1 石炭利用の現状

- 電力部門と石炭需要見通しの現状は2.2.1と2.4.1で報告した。この電力部門は石炭の最大消費者である。
- 石炭は旧ソ連によって設計された微粉だき石炭火力発電所で消費されている。これらの古い発電所は、1961－1965年頃に建設されたもので、現在もなお稼働している。
- 操業および保全に関する石炭火力発電所の多くの問題点は、以下の理由によって引き起こされている：
  - (i) 不十分な保全と予備品の不足
  - (ii) 規格外石炭の発送を含む低品位炭
  - (iii) 現在の石炭品質に対する既存ボイラーの不適切な構造（石炭の前処理および灰処理設備の不備）
- 水力発電所がない。
- ＣＥＳ地域の現在の発電所は、十分な設備容量があるにもかかわらず、ピーク電力はロシアから輸入している。
- ＣＥＳ地域外の電力は、殆どがその需要地域に設置されているディーゼル発電によって供給されている。

4.1.2 電源開発計画

- 電力需要予測によれば、65％の負荷率では、ピーク電力（最大需要：MW）は以下のように増大する：

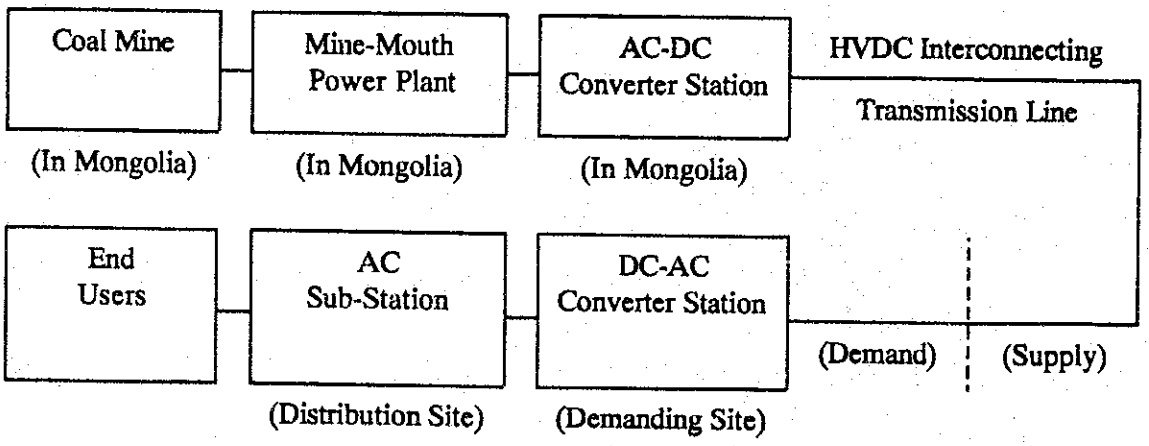
表17　電力需要予測をベースとしたピークロード

	ハイ・ケース	ロー・ケース
1993	470	470
2000	550	520
2005	790	700
2010	1,240	980

- 電源開発計画のなかで、第１の優先順位は、ピーク電力対応のために設計され、2000

年頃に運開すると思われる220 MWのエギン水力発電所である。

- 第2の優先順位は、2005年頃にバガヌール、シビーオボー、ツァイダムヌールのような石炭生産地に建設される山元石炭火力発電所があげられるであろう。
  山元石炭火力発電所は、以下のような優位性がある：
  （i）石炭輸送（鉄道）や貯炭施設が最小になる。
  （ii）環境問題が最小になる。
- 環境に適応した方法で低品位炭を燃焼できることから、流動床ボイラーは、ＣＥＳ地域の炭鉱から供給されるこのような低品位炭にとって好ましい。
- モンゴルの膨大な石炭資源を利用するために、山元で発電を行い、高圧直流送電線（ＨＶＤＣ）によって、中国、韓国、日本などの近隣諸国に電気を輸出することは、モンゴル経済を支える魅力ある計画と思われる。
  以下に示すモデル・スタディによる技術概要および経済性データから、このような高圧直流送電線による電力輸出計画は、可能性が有ると予想される。
  ・予想される基本開発案は以下のとおりである。



・計画の概要は以下のとおりである。

発電出力	：4,000MW(500X8)
石炭消費量	：9 百万トン(6,200 kcal/kg)
高圧直流電圧	：±500KV
送電距離	：タバントルゴイ炭鉱から 1、200 km
資本費	
発電所	：40 億ドル
変電所	：8 億ドル
HVDC 線	：6 億ドル

試算電力コスト（課税前）

山元　　：3　セント

最終消費者　　：3.9 セント

注記：上記コストは石炭 10 US$/t 、プラント・ファクター 70%を基にしている。

- 流動床ボイラーの適用やＨＶＤＣ送電線による電気の輸出を含めた山元石炭火力発電所のＦ／Ｓの遂行を勧める。

4.2 鉱工業および建設部門

4.2.1 石炭利用の現状

- 石炭は炭鉱、金属鉱山やセメント、煉瓦、鉄鋼などの製造産業の建物の暖房の他、製造過程のヒート用に使用されている。
- 殆どの石炭発熱量は各工場の設計値よりも低いため、多くのユーザーは高発熱石炭の使用を希望している。

4.2.2 鉱工業における主要石炭利用計画

- エルデネット銅鉱山、ボルオドル(Bor-Odor)螢石鉱山、ツァブ(TSAV)鉛・亜鉛鉱山などの金属鉱山の拡張は、2000 年頃に予定されている。
- 加えて、ボロ(Boro)やブマット(Bumat) 金鉱山などのいくつかの新規金属鉱山が、2000 年頃に操業を開始する予定である。さらに、いくつかの金属鉱山とウラニウム精錬を含む精錬プロジェクトが、2000 年以降に期待される。
- セメントや煉瓦などの建築資材工場の拡張が、2000 年頃に始まる予定である。
  輸出市場用の大規模工場と地方市場用の年間 1 万トン程度の小規模工場について、調査が行われている。
- ツムルテイ(Tumurtei)鉄鉱床でのスポンジアイアンプロジェクトの開発が、ダルハン製鋼工場によって計画されている。
- エルデネット銅鉱山における輸入炭の代替えが期待される。
- モンゴル経済の観点から見て、近い将来に化学品や合成燃料の生産のための石炭利用は期待できない（4.6 節参照）。
- その他の一般的な石炭利用は、モンゴル経済の発展に従って拡張が期待できる。

4.3 農牧業部門

- 石炭は、温室の暖房や農牧民の厨房および暖房用に使用されていると思われる。
- 特定の石炭利用計画は、この分野では見受けられない。

4.4 公共事業および民生部門

- 石炭は厨房および暖房用に消費されている。
- 特定の石炭利用計画は、この分野では報告されていない。

4.5 運輸および通信部門

- 石炭は運輸や通信の目的として使用されていないが、従業員の家庭で厨房および暖房用として使用されている。
- 特定の石炭利用計画は、この分野では報告されていない。

4.6 新利用技術

4.6.1 石炭ブリケット

- 石炭ブリケットは、石炭の取り扱いや燃焼性を向上させるために、世界中で広く使用されている。
- “バイオコール”と呼ばれている石炭－バイオマス・ブリケットは、モンゴルの低品位炭からブリケットを製造するのに適した技術である。これは、石炭を燃焼することによって排出される煙、臭気、煤塵、酸化硫黄物、燃えかすのような公害を減少させることが出来る。

石炭 ―― 乾燥 ―― 粉砕 ┐
　　　　　　　　　　　　　├― 混合 ―― 圧縮 ―― バイオコール
バイオマス ―― 乾燥 ―― 粉砕 ┘
（廃材、バガス、藁など）

- バイオコールプラントの資本費は約 170 ドル／トンで、課税前の生産コストは、石炭やバイオマスのコストを 10 ドル／トンとすると、21 ドル／トンである。
- “誰がその加工コストを負担するか”が、モンゴルがブリケット利用を導入するに際しての問題点である。
- 石炭ブリケットの製造および利用に関するＦ／Ｓの実施をエネルギー・地質・鉱業省に勧める。

4.6.2 石炭ガス化および誘導品

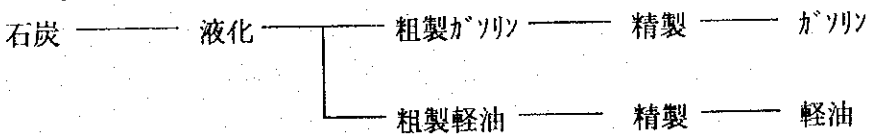
- 石炭ガス化は以下の二つの目的；製品の製造および発電のために用いられる。

石炭 ― ガス化 ┬― 複合発電 ―― 電力／熱水
　　　　　　　　└― 合成 ┬― 化成品 ― アンモニア、メタノール
　　　　　　　　　　　　　└― 燃料油 ― ガソリン、軽油

- 化学品、主としてアンモニアとメタノールの生産は中国、南アフリカ、東欧諸国のように、特別な経済条件の諸国で工業化された。採用された主要プロセスは、固定床方式（ルルギ）と噴流床方式（コッパートツェック、テキサコ）である。
- モンゴルではその市場が小さいこと、製造価格が高価なことから、上記の化学製品の製造は推奨出来ない。
- フィッシャー・トロプシュ法によるガソリンおよび軽油の製造は、特殊経済条件下の南アフリカで実用化された。
- 石炭ガス化、複合発電、およびガソリンおよび軽油合成のための技術開発について、日本のＮＥＤＯが取り進めているが、その目的は、i)発電における省エネルギーと環境対策、ii）ガス化合成による代替液体燃料の供給である。
- 合成液化油の製造は、原油価格がバレル当たり 30 米ドルを越えれば、採算にのると報告されている。
- 日本経済研究所の最近の石油価格予測によれば、原油価格は 2010 年頃バレル当たり 30 米ドルまで上昇するとしている。
  従って、当分の間、モンゴルにおける石炭ガス化の工業化は推奨出来ない。
- エネルギー・地質・鉱業省に対して、関係研究機関に小規模の試験用装置を設置して、石炭のガス化特性の評価を行うことを推奨する。

4.6.3 石炭直接液化

- 石炭直接液化はガソリンおよび軽油の製造を目的としている。現時点で工業規模の製造設備は、全世界に存在しない。
- 新しい石炭直接液化技術の開発は、日本のＮＥＤＯが推進している。ＮＥＤＯは褐炭液化の準工業規模の実証プラントをオーストラリアに建設して、パイロットプラント試験を完了した。



- 石炭直接液化による合成燃料油の生産は、原油価格がバレル当たり 30 米ドル以上になれば経済性があると報告されている。
- エネルギー・地質・鉱業省に対して、関係研究機関に小規模の試験用装置をを設置して、直接液化に適する石炭の性状評価を行うことを推奨する。

5　石炭関連設備の省エネルギー

5.1 石炭利用における熱効率の現状

- 先ず、モンゴルにおいて頻発する故障停電および計画停電が、エネルギー自体のロスのみならず、モンゴルの全分野における物質面ならびに時間面で多大の損失を与えていることに注意を喚起したい。
  しかしながら、本章においては、電力供給状態の早期改善が期待されるため、検討対象から除外されている。
- 石炭利用設備は、省エネルギーの観点から以下の3グループに分類される：(i) 石炭転換設備（石炭火力発電および熱生産プラント）、(ii)直接石炭利用設備（ボイラーおよびストーブ）および（iii)間接式石炭利用設備（電力および熱）。
  省エネルギー計画は以下に各グループ毎に検討する。

5.1.1 石炭転換設備

- 2.1.3に記述されているように、利用された石炭の77%が、大型および中型ボイラーで電気、蒸気および熱水に転換されている。
- それらのボイラーの実際の熱効率は 80－85%で、旧ソ連による省エネルギーを考慮していない設計思想で設計されているので、最新技術の90%に比べ低い効率である。
- ＡＤＢは熱水供給および利用におけるロスが多大で、供給エネルギーの 50%にも達していると報告している。

5.1.2 直接石炭利用設備

- 工業分野
  - ・2.1.3に示すとおり、工業分野では14%の石炭を消費する。
  - ・工業分野での石炭消費効率は、殆どの設備で省エネルギーを考慮した設計、運転がなされていないことから、約60%と比較的低い。
- 公共および家庭分野
  - ・2.1.3に示すとおり、公共家庭分野では4%の石炭を消費する。
  - ・公共家庭分野での石炭消費効率は得られていない。しかしながら、上述の小型ボイラーとオーブンの効率は20－30%と非常に低く推測される。
- その他分野
  - ・その他分野における石炭消費量は2%であるが、公共および家庭分野と殆ど同じ利用、すなわち、暖房および厨房で用いられている。
  - ・この分野の現在の効率は、石炭が暖房および厨房用として使用されていることから、公共および家庭分野と同様と予想される。
  - ・本分野における省エネルギーの効果の不確実な点を考慮して、直接石炭燃焼機器の省エネルギーの影響は、2. 4節に記載の石炭需要には含まれていない。

5.1.3 間接石炭利用設備（電気および熱）

- 工業分野
  - ・図2に示されたとおり、工業分野での電力消費量は67%である。
  - ・熱エネルギーの占める割合はわかっていないが、同様に 60－70%を占めると推定される。
  - ・工業分野における電力および熱エネルギー利用効率の実証データは不明であるが、殆どの設備が省エネルギーを考慮していない旧ソ連の設計による設備であることから推定して、低い水準にあると推測される。
- その他の分野
  - ・その他の分野の電力消費は全体の 33%を占めるが、その用途は、熱水供給範囲外の建物および家庭の暖房を含む、種々の日常目的に使われる。
  - ・その他分野における電力および熱エネルギー利用効率の実証データは不明であるが、省エネルギー方策は行われておらず、またエネルギー管理装置も設置されておらないので、極めて低いレベルにあると推定される。

5.2 省エネルギー（石炭）の技術的可能性

- 既設機器の省エネルギーの可能性の分析は、本分析が今回の検討項目対象外であるので、本報告に含まれていない。

5.2.1 石炭転換設備における石炭節約

- 発電プラント
  - ・ＣＥＳ内の設備改修計画が 2000 年までに完成するべく計画されているので、省エネルギー対策も 2000 年までに行われるであろう。
  - ・4.1.2 で述べられた山元石炭力発電所は、炭鉱の近傍に 2005 年頃建設されよう。この新鋭発電プラントは確実な高能率な設計が行われ、最新鋭技術を駆使して、35%の総合発電効率を達成するであろう。
  - ・ガス化複合併給システムのような、より高効率な発電システムは、石油価格が高騰するまで工業化されないであろう。
- 熱供給システム
  - ・ボイラーの省エネルギーは発電プラントと同様で、2000 年までに実行されるであろう。
  - ・熱水供給システムにおける熱損失は、各需要家に流量計を設置することを含むシステムの修理、改良を行うことによって、最小限に抑えなくてはならない。
  - ・ＡＤＢの報告によれば、現在約 50%ある全供給熱量中のロスを、設備の改修とユーザー側の省エネルギーの努力によって、少なくとも 30%まで引下げることが出来るとしている。
- 上記改修が行われることを考慮に入れて、2.4 節に述べた石炭需要予測には、電力部門

における省エネルギーの効果を折り込み済みである。

注：日本における最新式石炭焚発電所の平均総合変換効率 35%を評価用に採用している。

5.2.2 直接石炭利用における省エネルギー

- 中型ボイラーと典型的オーブンの熱効率の現状ならびに目標値は、以下のように推測される。

	現状	目標値
工業ﾎﾞｲﾗｰ／ﾋｰﾀｰ	60	88－92
家庭用オーブン	50	60－65

- 電力部門以外の省エネルギーは、政府の価格政策によって推進される省エネルギーへの努力によって達成されるであろう。しかしながら、設備の改修による省エネルギーは、設備投資の不足により長い期間が必要であろう。
- 上記ボイラーの期待される省エネルギーが不確かなため、発電所を除く直接石炭利用の省エネルギーの影響は、2.4節に記述されている石炭需要予測には含まれていない。

5.2.3 間接石炭利用（電気および熱）の省エネルギー

- 省電力のための最善で最も早い方法は、政府による価格政策であるが、価格政策で得た利益は、省エネルギーのための資金の助成金として使用されなくてはいけない。
- 工業分野での省電力および省エネルギー（熱）は、たいてい設備の改修や時によってはプラント全体の改修によって達成されるが、長い期間が必要である。
- 電気および熱の消費者による省エネルギーが予測できないため、間接石炭利用の省エネルギーの影響は、2.4節で検討した石炭需要予測には含まれていない。

5.2.4 その他の省エネルギー（石炭）の可能性

- 石油から石炭への転換
  - モンゴルでは、石油製品は主に次の3つの分野で使用されている。(i)車および機械のためのガソリンや軽油、(ii) 地方での発電用ディーゼル油 、(iii)石炭ボイラーを調節するための重油である。
  - (i) と(ii)の石油消費量の合計は、石炭換算で年間約2百万トン（1990年）である。技術や経済性の観点からいっても、これらを石炭に転換することは難しい。
  - (iii) の重油の消費量は発電所の石炭消費量の約4%であり、石炭(3,500kcal/kg)に換算すれば年間約13万トン、石油で約5万トン分である。
    しかしながら、これらは2000年までに既存ボイラーの修理や改修が完了することによって最小になるだろう。

- 石炭品質の向上
  - 洗炭による褐炭の品質向上は、経済的な手法でないために勧められない。
  - タバントルゴイの原料炭の品質向上は、輸出用として実施されるであろう。
  - 褐炭ブリケットは、大気汚染の減少と小型ボイラーやストーブの効率向上のための手段として勧められる。
- 可燃ゴミの利用
  - 可燃ゴミの効率的利用は、モンゴルの家庭ではすでに実施されていると思われるので、大型ゴミ焼却ボイラーの導入は必要ない。

5.3 省エネルギー推進のための政策および手順

- 省エネルギーを推進するための基本政策は以下の通りである：

(i) ガイダンスおよび誘因	：省エネルギーのキャンペーン エネルギー効率規準の設定 省エネルギーセンターによる教育
(ii) 奨励策	：それぞれの燃料の価格政策 省エネルギー計画のための減免税 省エネルギー計画のための資金援助
(iii) 規制	：運転の制限 休日のガソリンスタンドの閉鎖

- 上記（ii）の減免税および資金援助は、特に工業分野の省エネルギー促進に効果的な方法である。
- 全ての分野において最も効果的な政策は、政府による各燃料の税金抑制を含めた価格の値上げである。
  しかし、価格の増加によって得られた利益は、税金の抑制や低金利融資のための資金の他に、低所得層の人々のための支援としても使われなければならない。

5.4 省エネルギー計画

- まず最初に、既存発電所の修理や改修が、停電および計画停電を避けるためにすぐにも始められなくてはいけない。
- 次に、省エネルギー策を含んだ製造過程や工場の近代化のための資金不足に関して、政府は工業部門に対する税制の見直しによる必要資金の供給や低金利融資などの援助を行わなくてはいけない。
  このような政策に入る前に、政府は、モンゴルの企業が苦しんでいる好ましくない相互負債に関する問題を解決することが必要である。
- 最後に、特に国民の生活への影響に配慮しながら、国際水準までエネルギー価格を引き上げることを検討する。

6 石炭関連施設における環境保全計画

6.1 大気質の現状

6.1.1 石炭関連施設からの排出汚染物質

- 石炭火力発電所
  - ・3つの石炭火力発電所がウランバートルで運転されており、発電量はモンゴル全体の90%で、年間2.9百万トンの石炭を消費している。
  - ・第3火力にはスクラバーが、第4火力には電気集塵機が設置されているが、脱硫および脱硝装置はどの発電所にも設置されていない。
- 各種ボイラー
  - ・全部で222の大小のボイラーがオフィスや工場に設置されており、年間40万トンの石炭が消費されている。
  - ・これらのボイラーにはフィルターのような排気処理装置などは一切取り付けられていない。
- ゲルのストーブ
  - ・ウランバートルの住民の約半分（30万人）が郊外の約5万3千のゲルに住んでいて、1世帯当たり年間4～5トンの石炭と約4 m^3 の薪を消費している。
  - ・これらのストーブは3～4 mの煙突で、特にゲルの密集した地域においては、大気汚染の原因の1つと見なされている。

6.1.2 石炭関連汚染物質の排出量

- 1993年のウランバートルにおける大気汚染物質推定排出量は次の通りである。

表18　ウランバートルの大気汚染物質の推定

	石炭		推定排出量			
	消費量 (1000t)	硫黄分 (wt%)	SO_2	NO_2	Dust	ﾍﾞﾝｿﾞﾋﾟﾚﾝ
			(1000 t/y)			(kg/y)
発電所	2,900	0.74	42	36	86	14
ﾎﾞｲﾗｰ	400	0.76	5	3	23	17
ｽﾄｰﾌﾞ	260	0.76	2	1	10	161
合計	3,560		49	39	119	192

注：大気汚染物質の量は、日本の資料を参照し、排出係数を想定し、上記の石炭品質をベースとして計算された。

- SO_2 、NO_2 の排出量における発電所の割合は一番高く、各種ボイラーやストーブの方は無視できるほど小さい。ところが、ベンゾピレンの 92%は、この各種ボイラーとストーブから排出されている。ベンゾピレンの濃度は、ゲルの密集した地域では高く問題であると思われる。

6.1.3 大気汚染物質の濃度

- SO_2 、NO_2 濃度
  - モンゴルの環境省がウランバートルの3つの固定局でSO_2 、NO_2 濃度を測定し、1990～94年までに得た結果は次の通りである。

表19　固定局におけるSO_2およびNO_2濃度

	SO_2	NO_2
1990-94 年の最大値（mg/m³）	0.03 - 0.25	0.111-0.401
1990-94 年の平均値	0.004 - 0.013	0.025-0.115
環境基準（一日）	0.05	0.04
（一時間）	0.5	0.085

  - 年間平均SO_2濃度は、各年とも環境基準である0.05mg/m³を下回っているが、最大濃度はときどき基準値を越えていた。
  - 年間平均NO_2濃度はときどき、また最大濃度は何度も基準値を越えていた。
- 煤塵濃度
  - 浮遊粒子（煤塵）は1995年2月にウランバートルでハイ・ボリューム・エアー・サンプラーによって観測された。
  - 1日の濃度は、104日の全測定期間のうち81日間が、基準の 0.15mg/m³を越えていた。
  - 観測された最大量は1.17mg/m³ で、ベンゾピレンも基準値を越えていると示唆される。

6.2 石炭関連施設からの汚染物質排出量推算

- 火力発電所の石炭消費は、1993年に対し2010年は約60%増加するが、簡易シュミレーションの結果によると、第3、第4発電所とも排出するSO_2 、NO_2の着地濃度は10～15%しか増加しない。
- 火力発電所の煤塵は除去装置があり問題ない。ゲルが集中している地区は現状のまま推移しよう。

6.3 環境保全の技術的可能性

- ウランバートルの大気質改善のための必要な対策は、家庭用ストーブ、中・小ボイラー等低煙源対策である。
- ブリケットの導入により、煤塵の70%、SO_2の75%の削減が可能である。

6.4 環境保全計画

- ウランバートルの5万戸のゲルの50%にブリケットを導入すると仮定すると、約10万トン／年の潜在需要が予想される。

- 10万トン／年のブリケット生産に必要な設備費は約1,700万ドルで、生産コスト約10ドル／トン（原料石炭費を除く）を消費者が負担できるかどうかが、導入に際しての問題であろう。

7 優先炭鉱の予備調査

7.1 石炭開発計画

- 選定された優先炭鉱の位置と関連インフラストラクチャーは、添付資料: 図5に示されている。
- 予備的な経済評価を以下の前提条件で実施した。
  - ・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年時点でのTgで、交換レートは 400Tg/US$
  - ・資金の構成　：100%　資本金
  - ・機器の価格と寿命　：第1部と同一
  - ・操業費単価　：第1部と同一(1.43 US$/BCM)
  - ・インフレーション　：インフレーション適用なし
- 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。

  プロジェクトのEIRRのキャッシュフロー

  ＝経済便益－総投資額－総操業費－運転資本の増加分
- 近似生産コストの算出に用いた式は次のとおりである。

  近似生産コスト＝（総投資額＋総操業費）÷総生産量

  近似生産コストには、税、ロイヤリティ、金利は含まれていない。

7.1.1 ツァイダムヌール

- 採掘計画と資本費を含んだ採掘機器や付帯設備のリストは、本文：表7. 1に示されている。
- 計画概要
  - ・生産能力　：200万トン／年
  - ・石炭品質　：硫黄分0.4-0.7%、3,700kcal/kgの褐炭でバガヌール炭とほぼ同じ
  - ・可採埋蔵量　：剥土比2.3で、200m までの採掘深度で8億6千万トン
  - ・採掘機器　：採炭用として1フリート、剥土用として3フリートが必要
  - ・付帯施設　：一般的な付帯施設を一式建設する必要がある
  - ・ｲﾝﾌﾗｽﾄﾗｸﾁｬｰ　：鉄道(10km)、送電線(10km)と居住地が建設されなければならない
  - ・ユーザー　：ＣＥＳ地域の発電所用
- 実行スケジュール
  - ・優先炭鉱の中で実行順位の第1位は、採掘コストが低く、膨大な埋蔵量が有り、炭鉱

の位置も好ましいことから、ツァイダムヌールに与えられるであろう。しかしながら、推奨される開発の時期は、バガヌール炭鉱の増設計画との競合となり、2003 年から2008 年の間となろう。

- 予想人員は全部で 480 人

- 初期投資は以下の通りである。

	採掘機器	その他付属設備	合計
23年間の投資額	108 mil. US$	48	156
初期投資	44	27	71

- 国家観点の経済性を表すプロジェクトの EIRR のキャッシュフローを解析した。
  10%の EIRR を得る石炭価格は 11.1 ドル／トン（4,444 Tg/t）である。
- 近似生産コストは 9.4 ドル／トンである。

7.1.2 トゥグルグヌール

- 採掘計画と資本費を含んだ採掘機器や付帯設備のリストは、本文：表 7. 3 に示されている。
- 計画概要
  - ・生産能力　：200 万トン／年
  - ・石炭品質　：硫黄分 0.8%、3,700kcal/kg の褐炭で、バガヌール炭とほぼ同じ
  - ・可採埋蔵量　：剥土比 4.2 で 90 m までの採掘深度で、2 億 9 千万トン
  - ・採掘機器　：採炭用として 1 フリート、剥土用として 4 フリートが必要
  - ・付帯施設　：一般的な付帯施設を一式建設する必要がある
  - ・ｲﾝﾌﾗｽﾄﾗｸﾁｬｰ　：鉄道(25km)、送電線(10km)と居住地が建設されなければならない
  - ・ユーザー　：ＣＥＳ地域の発電所用
- 実行スケジュール
  - ・優先順位は採掘コストの点から第 2 位が与えられるであろう。
- 予想人員は全部で 570 人
- 初期投資は以下の通りである。

	採掘機器	その他付属設備	合計
23年間の投資額	136 mil. US$	50	186
初期投資	56	28	84

- 国家観点の経済性を表すプロジェクトの EIRR のキャッシュフローを解析した。
  10%の EIRR を得る石炭価格は 13.9 ドル／トン（5,547 Tg/t）である。
- 近似生産コストは 11.8 ドル／トンである。

7.1.3 フート

- 採掘計画と資本費を含んだ採掘機器や付帯設備のリストは、本文：表 7. 5 に示されている。
- 計画概要
  - ・生産能力　：100 万トン／年
  - ・石炭品質　：硫黄分 0.7%、4,800kcal/kg の高発熱量の褐炭で、シャリンゴル炭とほぼ同じ
  - ・可採埋蔵量　：剥土比 4.2 で、65 m までの採掘深度で 8,500 万トン
  - ・採掘機器　：採炭用として 1 フリート、剥土用として 2 フリートが必要
  - ・付帯施設　：一般的な付帯施設を一式建設する必要がある
  - ・ｲﾝﾌﾗｽﾄﾗｸﾁｬｰ　：鉄道(90km)、送電線(40km)と居住地が建設されなければならない
  - ・ユーザー　：セメント、煉瓦、鉄鋼のようなＣＥＳ地域のシャリンゴル炭のユーザー
- 操業開始スケジュールは以下の 2 つの要件で決定される。
  - (i) シャリンゴル炭鉱とのコスト競争
  - (ii) シャリンゴル炭鉱の高発熱量褐炭の生産能力
- 予想人員は全部で 360 人
- 初期投資は以下の通りである。

	採掘機器	その他付属設備	合計
23年間の投資額	72 mil. US$	38	109
初期投資	29	22	52

- 国家観点の経済性を表すプロジェクトの EIRR のキャッシュフローを解析した。10%の EIRR を得る石炭価格は 14.7 ドル／トン (5,892 Tg/t) である。
- 近似生産コストは 12.1 ドル／トンである。しかしながら、10^3 kcal・トン当たりの近似発熱量単価は 2.9 ドルと安く、シビー・オボー (2.7 ﾄﾞﾙ/10^3 kcal.ﾄﾝ) やツァイダムヌール (2.9)と同じ程度である。

7.1.4 タバントルゴイ

- 採掘計画と資本費を含んだ採掘機器や付帯設備のリストは、本文：表 7. 7 に示されている。
- 計画概要
  - ・生産能力　：1,100 万トン／年
  - ・石炭品質　：硫黄分 0.8%、6,500kcal/kg の高発熱量の瀝青炭
  - ・可採埋蔵量　：剥土比 4.4 で、200 m までの採掘深度で 14 億トン
  - ・採掘機器　：採炭用として 5 フリート、剥土用として 20 フリートが必要
  - ・付帯施設　：一般的な付帯施設を一式建設する必要がある

・ｲﾝﾌﾗｽﾄﾗｸﾁｬｰ　：鉄道(440km)、送電線(300km)、居住地の建設が必要である
・ユーザー　　：山元火力発電所（燃料用）、輸出（原料炭）

- 実行スケジュール
  ・電力および原料炭の輸出需要が未調査のため、実行時期を想定出来ない。
- 予想人員は全部で3,200人
- 初期投資は次の通りである。

	採掘機器	その他付属設備	合計
23年間の投資額	670 mil. US$	145	815
初期投資	280	86	366

- 電力および原料炭の輸出需要および価格が未調査のため、プロジェクトのEIRRのキャッシュフロー解析は実施していない。

7.1.5 トレーニング・センター

- 3.3.2で提案されたトレーニング・センターの基本計画に基づき、日本国政府の無償援助によってパキスタンで実施された機械トレーニング・センターの設置の情報を参考にして、予備調査が実施された。

- 目的(i)：操作および機械構造のトレーニング
  ・トレーニング・コース：操作、機械－1（エンジン）、機械－2（車台）
  ・トレーニングの内容　：操作の実施訓練と使用機器の保全
  ・施設／機械　　：ショベル、トラック、ブルドーザー、ドラッグライン等
  上記機器の運転模擬システム
  エンジンやトランスミッションなどの組立て工場
  ・教官数　　：5

- 目的(ii)：機器修理のための専門家サービス
  ・所属専門家　　：技師10名、機械／電気技能職30名
  ・サービスの範囲　　：現場でのショベル、トラック、ブルドーザ、ドラッグラインなどの修理およびオーバーホール
  ・対象地域　　：民間会社を含めた全モンゴル

- 目的(iii) スペア・パーツ・サービス
  ・サービスの範囲　　：ショベル、トラック、ブルドーザ、ドラッグラインなどの共通予備品
  ・機器及び道具　　：現場での修理のための必要品一式
  ・職員数　　：50名

- 必要初期資金の概要および運営費
  - ・必要初期資金　：建物　3.0百万ドル
    機器、設備　6.2
    合計　9.2
  - ・運営費　：0.4百万ドル／年
- トレーニング・センターの構想は概念的段階にあるので、将来、さらに詳細なF／Sを実施することを勧める。

7.2 石炭利用計画

7.2.1 バガヌール山元発電所

- バガヌール山元発電所は、以下の有効性の観点から電源開発計画として勧められる。
  - (i) 鉄道のみによってウランバートルの発電所へ4～5百万トンの石炭を運ぶことは、費用がかかる上、供給の安定性に劣る計画である。
  - (ii) ウランバートルにさらに発電所を建設することは、大気汚染上好ましくない。
  - (iii) この地域には十分な石炭埋蔵量と工業用水がある。
- 発電所の概念設計は、以下の通りである：
  - ・微粉炭石炭ボイラー　：2ユニット(470t/h 、135kg/cm²、543℃)
  - ・蒸気タービン発電機　：2ユニット(100MW, 13.8kV)
  - ・石炭消費量　：120万トン／年
  - ・ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ･ｽｹｼﾞｭｰﾙ　：設計、建設およびテスト運転で55カ月
- 保険、工事指導、エンジニアリング・コンサルタントを含めた所要初期資金は4億1千万ドルと概算される。

7.2.2 ブリケット

- 4.6.1で記述したように、バイオブリケットは石炭利用に際し、やっかいな大気汚染問題を減少させ、熱効率を向上せしめる。
- 以下はバイオコールの工業生産計画の概要をまとめたものである。
  - ・原料消費量
    - 褐炭　：0.75t-coal/t-product
    - ﾊﾞｲｵﾏｽ　(藁、糞など)　：0.25t-coal/t-product
    - 石灰　：0.02t-coal/t-product
  - ・主要機器
    - 原料ﾊﾞｲｵﾏｽ･ﾌｨｰﾄﾞ･ｼｽﾃﾑ(ﾌｨｰﾀﾞｰ、ｸﾗｯｼｬｰ、ﾄﾞﾗｲﾔｰ、ﾎｯﾊﾟｰ)　：1系列
    - 原料石炭ﾌｨｰﾄﾞ･ｼｽﾃﾑ(ﾌｨｰﾀﾞｰ、ｸﾗｯｼｬｰ、ﾄﾞﾗｲﾔｰ、ﾎｯﾊﾟｰ)　：1系列
    - 混合機および成型機　：各1台
  - ・設備費　：650万ドル

・ブリケットコスト（課税前）

資本費　　：8.5 ドル／トン

操業費　　：12.7 ドル／トン

注記：上記コストは褐炭とバイオマスの価格を各 10 ドル／トンとしている。

8 概念的行動計画

8.1 石炭開発マスタープラン

1）個別石炭開発計画の優先順位

- 将来の石炭増産は、第 1 部で調査した 2 つの既存炭鉱の増産計画と、本調査（第 2 部）で選定された 3 つの新炭鉱の、以下に示す 5 つの開発計画の中から優先度の高い順に実施される。
- 5 つの開発計画の技術的特徴と初歩的な経済性評価の結果は以下のとおりである。

表 20　各開発計画の技術的・経済的特徴の比較

	ﾊﾞｶﾞﾇｰﾙ 増設	ｼﾋﾞｰｵﾎﾞｰ 増設*3	ﾂｱｲﾀﾞﾑﾇｰﾙ 新設	ﾂｸﾞﾙｸﾞﾇｰﾙ 新設	ﾌｰﾄ 新設
確認埋蔵量（百万ﾄﾝ）	567	550	864	288	85
剥土比(BCM/t)	4.2	3.5	3.0	4.2	3.8
発熱量(ar:kcal/kg)	3,250	3,250	3,250	3,250	4,350
設計能力 （ 万t/y)	2.3	1.4	2.0	2.0	1.0
初期投資額(mil.US$)	51.6	36.5	70.8	84.5	51.7
輸送ｲﾝﾌﾗｽﾄﾗｸﾁｬｰ	Yes	Yes	No	No	No
総生産量 （ 百万トン）	47	25	40	40	20
総売上高 （mil.US$)	510	260	440	560	300
総投資額 （ ” ）	130	80	160	190	110
全操業費 （ ” ）	340	140	220	290	130
EIRR 10%時の石炭価格(Tg/t)	4,339	4,070	4,444	5,547	5,892
近似生産コスト*1(US$/t)	9.9	8.6	9.4	11.8	12.1
熱量単価(US$/$10^3$kcal.t)	3.1	2.7	2.9	3.6	2.8
優先順位	2	1*3	2	4	*2

注記　＊1：近似生産コスト＝（総投資額＋全操業費）÷総生産量

＊2：工業用のため優先順位は付けられていない。

＊3：シビーオボーの増設には以下のような優位性が有る。

・インフラの増設が技術的にも経済的にも容易である。

・増設のための投資金額が低い。

・地質や採掘条件が比較的好ましい。

これらの優位性を考慮すると開発順位は1番である。

- バガヌールの増設とツアイダムヌールの新設計画の間に優先順位の差はないが、既存のそのまま使えるインフラストラクチャーが有る分だけ、わずかにバガヌールの方が優る。
- フートの確認埋蔵量は少ないが、採掘コストはシャリンゴルのコストより多分安いであろう。優先順位はシャリンゴル炭鉱の採炭コストにより定まる。

2) 個別プロジェクトの稼働開始時期と生産能力

- 2.5.2で求めた必要な石炭増産量に見合うように、上述の優先順位に従い、個別プロジェクトの稼働開始時期と生産能力を定めた。

表21　プロジェクトの稼働時期と生産能力

	1996-2000	2001-2005	2006-2010
必要増産量 (mil. t/y)	1.3	1.7	2.5
ｼﾋﾞｰｵﾎﾞｰ増設	1.4	-	-
ﾊﾞｶﾞﾇｰﾙ 増設		2.3	-
ﾂｱｲﾀﾞﾑﾇｰﾙ新設			2.0

注記 *1: フート炭鉱の開発時期はシャリンゴル炭鉱の採炭コストにより定まる。

*2: タバントルゴイ炭鉱の開発のためには、原料炭と電力の輸出契約が必要であるが、その時期が想定できず、開発工程に含められない。

*3: この実行スケジュールにはウランオボー炭鉱が2000年までに年間55万トンの規模で開発されることが含まれている。

3) マスタープランの実施に必要な総開発投資額と総操業費

- マスタープランの実施に必要な費用を5年間毎に示す。

表22　マスタープラン実施に必要な所要資金

	1996-2000	2001-2005	2006-2010
炭鉱開発投資額(mil. US$)	37	64	116
操業費用	21	108	152
所要資金合計	57	173	267

注記：*1 1996-2000年の間のシビーオボーの増設のための必要資金は57百万ドル、2001-2005年の間のバガヌールの増設のための必要資金は126百万ドルで、これらのコストには税金やロイヤルティは含まれていない。

*2 既存炭鉱の拡張のためには、いくつかの設備の更新や居住地の改善などが必要で、これらのコストは上記投資金額に含まれている。

4) キャッシュフローと必要な資金調達額

- 各プロジェクトの石炭が10%のEIRRを得られる価格で販売すると想定した時のマスタープランの実施のキャッシュフローは、下図のとおりである。

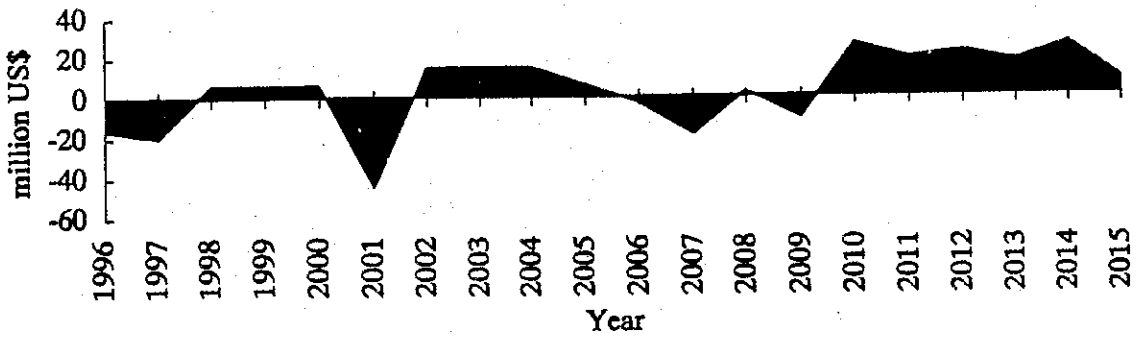


図6　マスタープランにおける総ネットキャッシュフロー

- 上図に示すように、毎年のキャッシュフローは次のようになる。

表23　　マスタープランのネットキャッシュフロー

mil. US$

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
キャッシュフロー	-16	-20	6	6	6	-45	15	15	15	6
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
キャッシュフロー	-3	-19	2	-11	26	19	22	17	26	8

注記：　既存炭鉱のリハビリテーション費用は含まれていない。

8.2 石炭利用計画マスタープラン

(1) 電源開発計画

1) 開発時期と能力

- 電源開発マスタープランには、4節で検討しＣＥＳ地域向けの開発と輸出向けの開発が含まれる。
  - ・第一優先順位はピーク電力対応のために設計されたエギン水力発電所で、1999 年から発電を開始するものとした。
  - ・第二優先順位は山元石炭火力発電所とした。

表24　　電源開発計画

	1993	2000	2005	2010	2011 以降
CES 内電力需要 (mil. MWh)	2.6	3.1	4.5	7.1	n,a
CES 内電力ﾋﾟｰｸ 需要*1(MW)	460	550	790	1,240	n,a
CES 内必要発電容量*2(MW)	(790)	780	1,130	1,770	n,a
電源開発必要能力累計(MW)	-	0	350	990	n,a
電源開発計画　　(MW)					
エギン水力発電所		(55)	(165)		
山元石炭火力発電所(A)			200		
〃　(B & C)				200+200	
〃　(D)				200	500MWX8

注記 *1:　ロードファクターを 65%とした時。
　　*2:　プラントファクターを 70%とした時。

2) 電源開発マスタープランの実施に必要な総開発投資額と総操業費

- マスタープランの実施に必要な費用を5年間毎に示す。

	1996-2000	2001-2005	2006-2010
総所要資金 (mil.US$)	0	320	1040

注記： 税は含んでいない。

3) 必要な資金調達額

- 2000 年まで電源開発マスタープランに石炭火力発電プロジェクトはなく、当分の間、資金調達は不必要である。

(2) ブリケットおよびその他の用途

1) ブリケットの開発計画

- 6.4 および 7.2.2 に述べたとおり、ブリケットの生産とゲルにおける使用は、環境汚染の防止と省エネルギーの促進のために推奨される。ブリケットの潜在需要は 10 万トン／年に達しよう。
- 4 万トン／年のブリケット生産設備の必要投資額は約 6.5 百万ドルである。
  10 万トン／年のブリケット生産設備の総投資額は約 17 百万ドルであが、現在のブリケットの導入計画は極めて初歩的段階にあり、導入のステップや時期を企画する状況に至っていない。
- 都市近郊のゲル集団地へのブリッケット導入に際して、“誰が費用負担を行うか”が最大の問題である。

2) その他用途の利用計画

- その他用途の利用計画を立案することは困難で、その資金調達はマスタープランに含めていない。

8.3 石炭の開発と利用のための政策とインセンティブ

1) 価格政策

- 基幹エネルギーの価格政策は経済政策の基礎を成すものである。現在、石炭と電力はいずれも国営企業であり、これらの価格は政府により決められている。
- これらは出来る限り安く供給すべきであるが、現在の定められた価格では炭鉱の健全な経営は不可能である。
- 価格政策では、次の点を配慮する必要がある。
  - ・最低価格：炭鉱が再投資可能な利益を得る水準
    10%EIRR の価格は 4,743 Tg/t (バガヌール炭の場合)

・上限価格：モンゴルでの石炭の経済価値
輸入炭と等価で 6,057 Tg/t at 3,560 kcal/kg GHV（バガヌール炭の場合）

- 民営化を行う場合には、第1部で調査したバガヌール炭鉱リノベーション計画の例から見て、現在の課税制度で政府にもたらされるであろう値上げによる過大な利益を減免税、低利融資等により炭鉱側に再配分することにより、適切な販売価格が実現されよう。

2）減免税と低利融資の効果

- バガヌール炭鉱のリノベーション計画の場合には、石炭の上限価格と思われる経済価値 6,057 Tg/t を得るためには、次のような減免税が必要とされる。

減免税	FIRR on total project *1	NPV at 10% discount rate *2
現在の課税制度の場合	0.9%	-30,730 mil.Tg
1 操業費免税対象の拡大（西側標準に）	2.3	-25,530
2 機器・予備品への免税 （輸入税 7.5-15%を 0へ、取引税 10%を 0へ）	7.8	- 6,680
3 石炭取引税の炭鉱への還付 （5%を炭鉱へ還付）	10.0	+ 120

注記*1：上記の減免税の効果は全額自己資金の場合を示す(debt/equity=0/100)。
*2：10%FIRR は健全な経営を行うためには十分な値ではない。

- 健全な経営を行うために、資金の一部を低利融資で賄うのが効果的である。
減免税と低利融資との相乗効果を以下に示す。(借入外貨金利 2% 、石炭価格 6,057 Tg/t の場合)

減免税	FIRR on equity for debt/equity of 50/50	80/20
現在の課税制度の場合	0.8%	0.9%
1 操業費免税対象の拡大（西側標準に）	1.4	n,a
2 機器・予備品への免税 （輸入税 7.5-15%を 0へ、取引税 10%を 0へ）	9.7	(16.1)
3 石炭取引税の炭鉱への還付 （5%を炭鉱へ還付）	(13.7)	(32.2)

注記：（ ）内の減免税はFIRRが高いので財務上不要である。

- 上述のように、販売価格は上限の 6,057 Tg/t まで引き下げることができ、さらに下限の 4,743 Tg/t に近づけることが可能となる。

8.4 機構の改訂

- 1991 年 5 月の「モンゴル民営化法」が制定された後も、エネルギー産業は公益事業として低廉なエネルギーを供給するため、引き続き政府所有としている。
- 次のような体制の合理化が必要と思われる。
  - ・中央官庁の権限を現場に移管し、各人の管理責任を明確にし、迅速なアクションを促進する。
  - ・計画経済から市場経済に財務管理システムを変更するため、財務管理組織の設置と強化を図る。
  - ・人材開発と炭鉱の保全サービスのためにトレーニング・センターを設立する。
- エネルギー産業の活性化を図るため、長期的に見て。いずれ民営化を推進するのが好ましい。しかしながら、民営化は市場経済における管理ノウハウを得た後に行うべきであろう。

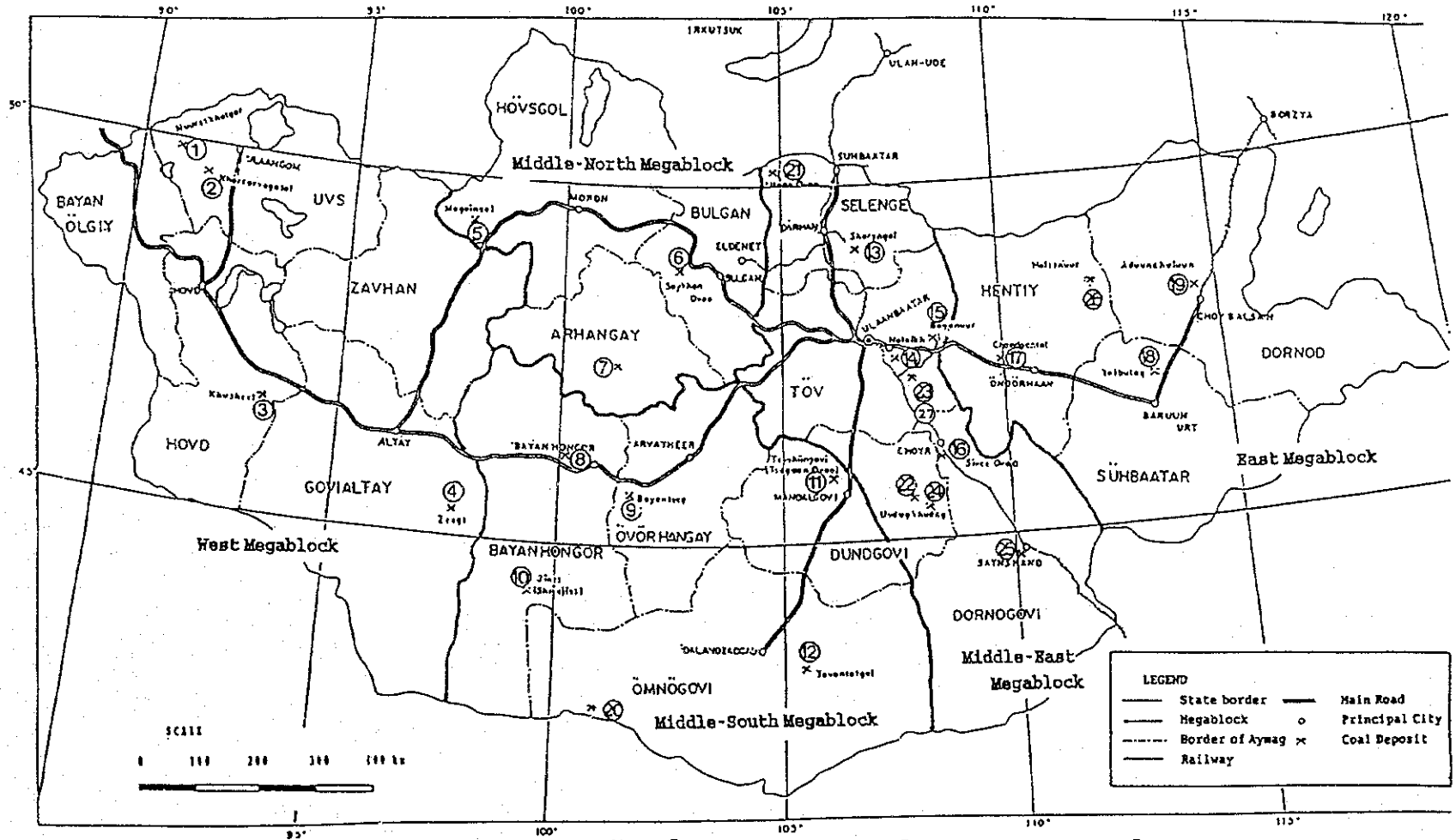
8.5 人材開発

- エネルギーの合理的な生産と利用（省エネルギーを含む）を促進するために、官公庁職員、企業管理者、技術者や技能者を教育することが重要である。
- 第 1 に成すべきことは、機器の修理する技術者や技能者を育成することである。
  7.1.5 節にトレーニング・センターの設立が提案されている。
- 第 2 に、市場経済のノウハウを学ぶため、経営者や財務担当者を教育する。
- 先進諸国のＯＤＡを積極的に活用して、研修生の派遣、指導員の招聘および研究開発用や訓練用の機器の購入等を推進すべきであろう。

8.6 石炭品質管理計画

- 最近、シビー・オボーやバガヌール炭鉱から供給された低品質の石炭が、発電所やセメント工場で重大な運転トラブルを引き起こしている。このようなトラブルを防ぐために石炭品質管理計画を提案する。
- 石炭消費者の主な苦言は、湿度が高すぎる、酸化炭が納入された、炭塊が大きすぎる、岩や金属が混入している等である。
- このようなトラブルは、炭鉱から石炭利用プラントまで全者に品質管理マインドを導入し、あわせて品質管理設備を設置することにより解決できる。
- 選炭により、品質の向上を図ることは、炭質が褐炭のため効果が少なく、また、水分の増加にもつながるため経済的でない。
- 炭鉱は地下水除去設備、石炭分析器、メタル検出器等を装備し、かつ、品質管理組織を設置する必要がある。

- 既存の石炭ボイラーを現在の鉱床から採掘される褐炭の品質に合わせるような改造や再設計も重要である。
- 上記の対策を取っても、シビー・オボーやバガヌール炭鉱から供給される石炭の発熱量が発電所の設計値より 20～30%低いので、これに合わせるように石炭の供給システムやボイラーの改造を検討する必要がある。



① Nuursthotgor Deposit
② Khartarvagatai Deposit
③ Khusheet Deposit
④ Zeegt Deposit
⑤ Mogoingol Deposit
⑥ Saihan-Ovoo Deposit
⑦ Bayantsagaan Deposit
⑧ Uburchuluut Deposit
⑨ Bayanteeg Deposit
⑩ Shinjinst Deposit
⑪ Tevshiingovi Deposit
⑫ Tavantologoi Deposit
⑬ Sharyngol Deposit
⑭ Nalaykha Deposit
⑮ Baganuur Deposit
⑯ Shivee-Ovoo Deposit
⑰ Chandagantal Deposit
⑱ Talbulag Deposit
⑲ Aduunchuluun Deposit
⑳ Narynsohait Deposit
㉑ Ulaan-Ovoo Deposit
㉒ Khoot Deposit
㉓ Tsaidamnuur Deposit
㉔ Ovdok-Huduk Deposit
㉕ Sainshand Deposit
㉖ Hulstnuur Deposit
㉗ Tugrugnuur Deposit

図4　モンゴルの主要石炭鉱床

表 11　モンゴル国の主要石炭鉱床の概要 (1/2)

Coal Deposit	Age	Geological Structure: Basics	Geological Structure: Strike	Geological Structure: Dip	Mineable Coal Seams: Number	Mineable Coal Seams: Thickness	Mineable Coal Seams: Characteristic	Classification of Coal: Mongolia (Russia)	Classification of Coal: ASTM (U.S.A.)	Classification of Coal: JIS (Japan)	Moisture (arc) %	Moisture (ad) %	Ash (d) %	Vol. (daf) %	S (d) %	Calorific Value (arc) kcal/kg	Calorific Value (daf) kcal/kg
(1) Nuursthotgor Deposit	C2-C3	basin	NS (west) EW (north)	45° E (west) 5-25° W (east)	8	2-50m	variable thickness, no coal (south)	D-G	SB(B)-HV(C)	E-C	1.4-2.1	0.7-0.8	19-36	31-44	0.3-0.5	4,100-5,000	7,560-8,430
(2) Khartarvagatai Deposit	C2-C3	fold with faulting	NE	30-40° (west wing) 50-70° (east wing)	1	80-85m	few parings (0.1-0.2m, 2-4 beds)	D-G	SB(B)-HV(C)	E	16.0	3-5	15-25	40-45	0.5	5,500	7,450
(3) Khusheet Deposit	C2-C3	syncline	NS	45° (west wing) 50-65° (east wing)	2	15.5-34.9m	outcropped (no capping)	D-G	SB(B)-HV(C)	E-B1	7.0	3-4	33130	20-27	0.5	5,400-6,300	8,590
(4) Zeegt deposit	C2-C3	fold with faulting	NW	0-40°	1	9-16m	many partings, variable thickness	J	HV (A)	E-C	10.0	0.2-13.3	18.4	30-34	0.4	4,880	8,200
(5) Mogoingol Deposit	C 3	basin	NS EW (north)	6-12°	1	2-20m av. 7-8m	variable thickness,	J	SB(B)-HV(C)	E-C	6.5	5-6	18.0	34.6	0.9	5,300-5,600	7,350
(6) Saihan Ovoo Deposit	J 2	homocline	NS	0-3° (max 5°)	1	2-2.4m	variable thickness, basalt lava	K,KJ-A	MV-A	C-A1	4.5-7.0	0.1-12.0	21.7	10.0-46.0	0.6	6,100	7,290-8,700
(7) Bayantsagaan Deposit	J 2	homocline	NE	30°	1	10m	partings	B3	SB (B)	F-E	7.3	2.6	25.5	39.8	0.6	5,600	7,500
(8) Uburchuluut Deposit	K1	gentle syncline	NE	0-5°	1	6-8m	few partings	B2	SB(B)-HV(C)	F	30-40	10.0	6-25	43.0	< 1.0	3,500	7,000
(9) Bayanteeg Deposit	J1-J2	asymmetrical syncline	EW	18-24° (north wing) 70-85° (south wing)	1	3-36m	variable thickness, splitting	B3-D	SB(B)-SB(A)	F-E	5.2	2.2	22.6	51.9	1.0	4,680	7,230
(10) Shinjinst Deposit	J1-J2	homocline	EW	30-40° S	1-3	42-49m (east) 8-18m (west)	splitting (west)	GJ	HV (B)	C	6.1	1.0	13.1	33.8	0.6	4,500	8,310
(11) Tevshiingovi Deposit	K1	gentle syncline with faulting	EW	10-15° (surface)	5	IV: 20m I - III: max 230m	much variable thickness,splitting	B2	SB (C)	F	30.5	11.0	20.9	45.5	0.7	3,370	6,450
(12) Tavantologoi Deposit	P2	gentle syncline	NW	0-30° 0-15° (north)	12	2-72m	splitting partially coking	G-KJ	HV(C)-LV	E-B	6.9	0.1-2.5	14.9	32.8	0.8	5,,100-5,500	7,700-8,400
(13) Sharyngol Deposit	J2-J3	homocline with faulting	N60° E	6-9° SE	2	30-40m	faulting splitting	B3-D	SB(B)-SB(A)	F-E	18.0	3.0	22.0	45.0	0.6	3,900-4,200	7,200
(14) Nalaykha Deposit	K1	homocline	NW	8-10° SW	5	8-20m	variable thickness	B3	SB (B)	F	21.0	5.0	16.5	45.0	0.7	3,900	6,620
(15) Baganuur Deposit	K1	basin with faulting	NE	8-20°	3	2-98m	splitting (Seam 3)	B2	SB (C)	F	33.0	9.2	18.0	44.6	0.4	3,200-3,500	7,070
(16) Shivee Ovoo Deposit	K1	gentle basin	NW	8°	4	2-23m	splitting max depth: 350m	B2	SB (C)	F	43.6 34.5	6.0 10.4	17.3 8.7	45.7 44.0	0.9 0.5	2,690 3,610	6,660 6,700
(17) Chandagantal Deposit	K1	homocline with faulting	WNW	5-8° S	1	30-50m	parting (0.1-3.4), intrusive rock	B2	SB (C)	F	30.6	12.3	11.7	46.5	0.9	3,000-3,400	6,580
(18) Talbulag Deposit	K1	gentle basin	NE	<10° 8-15° (area II)	3	2-30m	variable thickness	B1	L (A)	F	30.0	9.5	14.0	47.0	0.8	2,850	6,000
(19) Aduunchuluun Deposit	K1	gentle basin	ENE-WNW	6-8°	2	2-50m	much variable thickness	B1	L (A)	F	45.2	9.4	16.7	48.1	1.1	2,400	6,480
(20) Narynsohait Deposit	P2	homocline	EW	15-35° S(west) 35-55° (east)	1	West I :100m East V :100m	few patrtings, intrusive rock (East b.)	GJ-A	HV (C)-A	E-A	5.0	1.0-2.8	5.0-30.0	28-40	0.4		7,500
(21) Ulaan Ovoo Deposit	J	gentle basin	EW	15-20° N, 60-70° N (west)	1	24-63m	variable thickness, many partings	B3-D	SB (B)-SB (A)	F-E	13.4	7.3	11.2	46.0	0.3	4,270	7,370
(22) Khoot Deposit	J2-J3	homocline with faulting	ENE	5-12° S	5	V :8-10m	V : few partings Others: many partings	B3-D	SB (B)-SB (A)	F-E	13.8	7.5	14.5	43.0	0.7	4,100	7,030
(23) Tsaidamnuur Deposit	K1	elongate basin with faulting	NNE	0-5°	3 groups	5-50m	variable thickness, splitting	B2	SB (C)	F	30-34	9-11	12-18	42-45	0.4-0.7	3,600-3,800	6,800-7,100
(24) Ovdok Huduk Deposit	K1	plain-syncline	NE, EW	0-5°	1	30-60m	high sulphur	B1-B2	SB (C)	F	36.0	7-9	13.9	45.0	2.8	3,070	6,300
(25) Sainshand Deposit	J	fold and faulting	n.a.	60-85°	3	1-3m	steeply dipping	G-GJ	HV (B)	E-C	2.1-7.2		6.1-25.7	16.3-29.7		5,050-6,730 (base unknown)	
(26) Hulstnuur Deposit	K1	gentle basin	EW	8-15° (max 20°)	2	VI: 9.0-32.6m V : max 9.8m	variable thickness, splitting(V)	B2	SB (C)	F	30.1	10.2	12.7	47.5	0.7	4,430 (ad base)	6,470
(27) Tugrugnuur	K1	anticline syncline	dome shape	7	2	5m 15m	few partings	B2	SB(C)	F		7.3	14.9	50.6	0.8		6,240

(Note) Above coal quality data is not the coal quality standard of Mongolia (see Table 3.5)

表 11　モンゴル国の主要石炭鉱床の概要 (2/2)

Coal Deposit	Megablock	Province (Aimag)	Sotuation	Access	Topography	Size of Deposit Extent	Area	History of Exploration First Record	Prospecting	Detailed Exploration	Coal Reserves million t. Area	Depth	Mineable (A+B+C1)	Geological (A+B+C1 +C2+P)	Mining Results Year of opening	Method	Products (1,000t)
(1) Nuurstholgor Deposit	West	UVS	49° 40'N 90° 33'E	110km WNW of Ulaangon	Plain grassland	NS: 15.0km EW: 30.0km	450km²	1927	1941-1942 1990-1991	1960 (partially)	whole area	100m	142.3	166.6	1963	O/C	(1963-1993) 3,139.9
(2) Khartarvagatai Deposit	West	UVS	49° 35'N 91° 40'E	50km SW of Ulaangon (100km by vehicle)	mountain grassland	SWNE: 6.0Km NWSE: 2.5Km	30km²	1941	1941	1961 (partially)	NNE : 0.85km WSW : 0.4km	60-100m	19.7	25.7	1964	O/C	(1964-1993) 2,350.4
(3) Khusheet Deposit	West	HOVD	46° 40'N 93° 25'E	20km NE of Testseg, 60km SN of Darvi by vehicle	gentle hills	NS: 3.5km EW: 2.0km	7km²	1926	1967	1972(partially) 1978	NS : 0.8km EW : 0.7km	70-140m	14.7	24.3	1971	O/C	(1971-1993) 1,190.8
(4) Zeegt deposit	West	GOVAILTAI	45° 20'N 97° 50'E	9km SW of Changmani, 250km SE of Altay by vehicle	plain	NW: 2.5km NE: 1.0km	2.5km²	(ancient)	1969	1979	1.6 x 0.5km whole area	50m	2.57 4.58	6.87	1966	O/C	(1966-1993) 1,261.0
(5) Mogoingol Deposit	Middle-North	HOVSGOL	49° 20'N 97° 55'E	165km WSW of Moron	hills forest	NS: 1.0km EW: 0.4-0.6km	0.5km²	1955	1967-70	1976	NS : 1km	80-90m	4.0	15.0	1970	O/C	(1970-1993) 1,645.6
(6) Saihanii Ovoo Deposit	Middle-North	BULGAN	48° 48'N 102° 30'E	80km W of Bulgan (90km by Vehicle)	hills forest	NS: 5.0km EW: 3.5km	17.5km²	1960	1988-89	1961(West) 1977(East) 1993(North)	over 1.5m thick of coal seem	250m	23.95	34.66	1965	U/G	(1966-1993G) 521.1
(7) Bayantsagaan Deposit	Middle-North	ARHANGAY	47° 40'N 101° 18'E	25km NNW of Tsetserleg	hills grassland	SWNE: 2.5 Km NWSE: 0.5 Km	0.6 km²	1977	1986	1989	whole area	100m	1.2	5.5	1994	U/G	on preparing
(8) Uburchuluut Deposit	Middle-South	BAYANHONGOR	46° 20'N 101° 05'E	60km WNW of Bayanhongor	hills grassland	: 0.5km : 0.8km	0.4km²	1971	1978	1981	0.5 x 0.8 km	60-70m	3.7	3.7	1978	O/C	(1978) 1.2 interruption
(9) Bayanleeg Deposit	Middle-South	OVORHANGAY	45° 40'N 101° 35'E	134km SW of Arvayheer	plain grassland	NS: 1-2km EW: 7km	10km²	1961	1961 1973	1977	EW : 7km	100-110m	29.7	100	1962	O/C	(1962-1993) 4,047.3
(10) Shinjinst Deposit	Middle-South	BAYANHONGOR	44° 35'N 100° 13'E	7km NW of Shinjinst 250km SW of Bayanhongor	plain grassland	NS: 1km EW: 9km	9km²	1977	1977	1977-78 (partially)	North block	100-110m	2.4	4.1	1991	O/C	(1991-1993) 32.9
(11) Tevshiingovi Deposit	Middle-South	DUNDGOVI	46° 00'N 106° 07'E	30km N of Mandalgovi	gentle basin grassland	NS: 6km EW: 12km	72km²		1940-60	1981-82	whole area	300-350m 300-350m	587.7	960.0	1963	O/C	(1963-193) 1226.7
(12) Tavantologoi Deposit	Middle-South	OMNOGOVI	43° 35'N 106° 30'E	96km W of Dalanzadgad 540km S of Ulaanbaatar	plain grassland	NS: 6-15km EW: 60km	600km²	1890	1978-81 1984-87	1981-90	main area	300m 500m	3,500	6,500	1966	O/C	(1966-1993) 2,085.7
(13) Sharyngol Deposit	Middle-East	SELENGE	49° 12'N 106° 27'E	50km SE of Darhan by train	hills forest	NW: 1.5km NE: 3.0km	4.5km²	1957	1957-1960	1976-78	stripping ratio : 10m³/t	250m	32.0	O/C 37.0 U/C 45.0	1965	O/C	(1965-1993) 41989.4
(14) Nalaykha Deposit	Middle-East	TOV	47° 40'N 107° 18'E	37km SE of Ulaanbaatar by train & vehicle	gentle hills grassland	NS: 3.5km EW: 10km	35km²	1912	1925-26 1930	1931 1954-78	whole area	350m	59.0	76.0	1922	U/G	(1922-1993) 25,476.9
(15) Baganuur Deposit	Middle-East	TOV	47° 45'N 108° 23'E	120km ESE of Ulaanbaatar by vehicle	plain grassland	NNE: 12km WNW: 3.5km	42km²	1925	1964	1974-75	whole area	200m 350m	515.8	713.1	1978	O/C	(1978-1993) 34,536.3
(16) Shivee Ovoo Deposit	Middle-East	DORNOGOVI	46° 10'N 108° 33'E	20km SE of Choyr	rolling plain grassland	NW: 25km NE: 17km	425km²	1957	1986-88	1986-88 (partially)	Sineus whole area	350m	564.1	2,700	1992	O/C	(1992-1993) 748.4
(17) Chandagantal Deposit	East	HENTIY	47° 25'N 110° 05'E	280km E of Ulaanbaatar 160km ESE of Baganuur 40km W of Ondorhaan (by vehicle)	plain grassland	NS: 1.5km EW: 2.0km	3km²	1941	1941	1962-63 (partially)	1.2 x 0.8km	100m	122.9	213.0	1966	O/C	(1966-1993) 1,649.7
(18) Talbulag Deposit	East	SUHBAATAR	46° 55'N 112° 58'E	35km NW of Suhbaatar	plain grassland	NW: 5-6km NE: 12km	70km²	1939	1967	1980 (partially)	block II whole area	100m 300m	48.6	51.9 421.3	1976	O/C	(1976-1993) 1,532.2
(19) Aduunchuluun Deposit	East	DORNOD	48° 05'N 114° 28'E	6.5km N of Choybalsan	plain-hills grassland	NW: 6km NE: 7km	40km²	1951-1953	1962	1988-89 (partially)	south block whole area	60m 60m	230.0	400	1955	O/C	(1955-1993) 8,423.6
(20) Narynsohait Deposit	Middle-South	OMNOGOVI	42° 50'N 101° 40'E	300km SW of Dalanzadgad 30km N of border with china	plain desert	NS: 1.0Km EW: 11Km	30km²	1971	1971	1991 (partially)	2 blocks	100m 200m	40_50	200-250	1994	O/C	on preparing
(21) Ulaan Ovoo Deposit	Middle-East	SELENGE	50° 20'N 105° 00'E	5km W of Tushig 85km W of Suhbaatar	mountain forest	NS: 2km EW: 3km	6km²	1974	1979	1979-93	NS : 0.45km EW : 1.5km	150-160m 150-160m	23.6	42.1	_	O/C	on preparing
(22) Khoot Deposit	Middle-East	DUNDGOVI	45° 39'-45° 46'N 107° 39'-107° 46'E	90km SW of Choyr 120km ESE of Mandalgovi	plain grassland	NS: 5km EW: 5km	25km²	1964	1964	1964, 1992-94 (partially)	1 x 3km 3 x5km	100m 100m	82.3	190.9	1993	O/C	(1993) 3.8
(23) Tsaidamnuur Deposit	Middle-East	TOV	47° 22'N 108° 00'E	100km SE of Ulaanbaatar 10-20km S of railway	plain grassland	NE: 46km NW: 10-15km	500km²	1940s	1980s	no	whole area	300m	_	1700	_		
(24) Ovdok Hudak Deposit	Middle-East	DUNDGOVI	45° 32'N 108° 00'E	140km ESE of Mandalgovi 90km W of railway	plain grassland	NE: 16km NW: 3km	48km²	1964	1964, 1965	1968-72 (partially)	Middle b. WS b.	100m 100m	159.5	168.2	_		
(25) Sainshand Deposit	Middle-East	DORNOGOVI	44° 50'N 110° 08'E	18km SW of Sainshand	plain desert		10km²	1930s	1939-40		2.3km² 7.7km²	120m 300m	0.6	1053	1937		1937- (?) mined up to 35m from surface
(26) Hulstnuur Deposit	East	HENTIY	48° 20'N 112° 33'E	65km NE of Bayan-Ovoo (by vehicle)	rolling plain grassland, lake	NS: 5km EW: 10km	50km²	1944	1980-81	1980-81 (partially)	1.2 x 1.2km (1.44km²)	50m	11.2	190	_		
(27) Tugrugnuur	Middle-East	TOV	46° 55'N 104° 07E	110km S of Malaykh	plain grasslamd	10 x 10km	80km²	1952	1984		whole area	300m	_	695	_		

表 12　各炭鉱の採掘状況(1/2)

No	Coal Mine	Aimag	Location (Distance from major city)	Start Year (Operating Years)	Coal Quality Standard (as of 1995)						Mining Condition															
					Moisture (Wr, %) (as received) ‡1)	Ash (Ar, %) (as received) ‡1)	Volatile matter (Vdaf,%) (dry ash free)	Total Sulphur (Sdf, %) ‡1)	Net Calorific Value (as received) ‡2) MJ/kg	Net Calorific Value (as received) ‡2) kcal/kg	Overburden Soil Name	Overburden Soil Density (g/cm³)	Overburden Soil Swell Factor	Overburden Soil Bucket Fill Factor	Overburden Rock Name	Overburden Rock Density (g/cm³)	Overburden Rock Swell Factor	Overburden Rock Bucket Fill Factor	Coal Dencity (g/cm³)	Coal Swell Factor	Coal Bucket Fill Factor	Bench Angle	Overall Slope Angle	Stripping ratio	Mine Site Width (m)	Mine Site Length (m)
1	BAGANUUR	TOV	120km from Ulaanbatar	(17) 1978	33.0	18.0	45.0	0.5	13.6	3,250	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	Middle and big grain siltsone	2.3	1.25	1.05	1.2	1.25	1.05	70 ∫ 80	37	design 2.7 chosen 3.4	6,000	14,000
2	SHARYN GOL	SELENGE	62km from Darkhan	(30) 1965	18.0	22.0	45.0	0.6	17.2	4,100	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	Sandstone, Siltsone and hard claystone	2.3.	1.35 ∫ 1.25	0.95 ∫ 1.05	1.32	1.25	1.05	70 ∫ 80	35	~8.4	700	2,000
3	SHIVEE OVOO ‡3)	DORNOGOVI	260km from Ulaanbaatar	(3) 1992	40.0	15.0	45.0	1.5 ‡4)	11.3	2,700	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	sandstone, siltstone	1.9	1.35 ∫ 1.25	0.95 ∫ 1.05	1.21	1.25	1.05	70 ∫ 80	37	(<35m) 1.89 (>35m) 3.15	5,000	7,000
4	ADUUNCHULUUN	DORNOD	7km from Choibalsan	(26) 1969	46.6	9.0	45.0	0.8	9.8~10.3	2,340 ~ 2,460	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	sandstone	2.2	1.35	0.95	1.25	1.25	1.05	70 ∫ 80	37	1.2	750	2,010
5	CHANDGANTAL	HENTIY	55km from Undurkhaan	(28) 1967	30.0	13.0	46.0	0.6	12.2~21.8	2,925 ~ 3,075	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	sandstone, claystone siltstone	2.2	1.35 ∫ 1.25	0.95 ∫ 1.05	1.3	1.25	1.05	70 ∫ 80	37	(48m) 1.2 (56m) 2.72	780	1,110
6	TALBULAG	SUHBAATAR	40km from Baruun Urt	(19) 1976	30.0	20.0	47.0	0.8	9.8~10.3	2,340 ~ 2,460	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	sandstone, conglomerate, siltstone	—	1.35 ∫ 1.25	0.95 ∫ 1.05	1.3	1.25	1.05	70 ∫ 80	36	3.0	1,000	7,000
7	TEVSHIIN GOVI	DUNDGOVI	30km from Mandalgovi	(11) 1984	33.0	22.0	45.0	0.95	12.6	3,010	—	—	—	—	———	—	—	—	1.3	1.25	1.05	70 ∫ 80	36	0.5	—	—
8	TAVANTOLGOI	OMNOGOVI	100km from Dalanzadgad	(29) 1966	8.5	20.0	32.5	0.5	21.4	5,110	quaternary sandstone and sand	1.2	1.35	0.95	little grain Sandstone Siltstone, conglomerate	2.4 ∫ 2.5	1.35 ∫ 1.25	0.95 ∫ 1.05	1.3	1.25	1.05	70 ∫ 80	37	1.1	7,000	15,000
9	NUURSTKHOTGOR	OVS	133km from Bayanulgii	(32) 1963	5.0	30.0	27.0	0.4	17.1	4,085	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	sandstone, hard shale	2.6	1.35	0.95	1.4	1.35	0.95	70 ∫ 80	37	(90m) 1.1 (190m) 3.2	365	1,882
10	KHARTARVAGATAI	UVS	94km from Ulaangom	(31) 1964	16.0	24.0	35.0	0.4	16.3	3,895	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	hard sandstone	1.4 ∫ 2.6	1.35	0.95	1.4	1.35	0.95	70 ∫ 80	39	(100m) 0.14	500	1,000
11	KHUSHEET	HOVD	197km from khovd	(24) 1971	7.0	19.0	20.0	0.5	20.4~21.4	4,875 ~ 5,110	—	—	—	—	sandstone	2.6 ∫ 2.7	1.35	0.95	1.36	1.35	0.95	70 ∫ 80	38 ∫ 45	(100m) 1.3	570	1,600
12	ZEEGT	GOVIALTAY	98km from Altai	(30) 1965	15.0	18.0	35.0	0.5	16.7	3,990	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	claystone, siltstone sandstone	2.4	1.25 ∫ 1.35	1.05 ∫ 0.95	1.4	1.35	0.95	70 ∫ 80	37	(40m) 1.56 (>40m) 3.83	500	4,200
13	MOGOINGOL	HOVSGOL	228km from Murun	(25) 1970	14.0	17.0	26.0	0.8	22.1	5,300	quaternary sandstone and sand	1.2	1.35	0.95	siltstone, hard sandstone freezed granite	2.35	1.25 ∫ 1.6	1.05 ∫ 0.90	1.3	1.25	1.05	70 ∫ 80	37	6 ~ 8	400	1,150
14	BAYANTEEG	OVORHANGAY	123km from Arvaikheer	(33) 1962	11.0	22.0	46.0	0.8	19.6	4,680	quaternary sandstone	1.2	1.35	0.95	basalt, oilsahle	2.3	1.35 ∫ 1.6	0.95 ∫ 0.90	1.3	1.25	1.05	70 ∫ 80	39	(<100m) 1.69 (100m) 2.56 (300m) 4.00	1,750	7,000
15	JINST	Bayankhon gor	263km from Bayankhongor	(1) 1993	—	—	—	—	—	—	quaternary sandstone	2.4	—	—	weathered gravel, siltstone, claystone	2.5	1.22	1.05	1.34	1.35	0.95	—	—	0.93	—	—

Note: 1) less than　3) Coal quality standard is valid in 1995 only
2) more than　4) expected value is 0.5~0.9

(Source; Mining Institute)

表 12　各炭鉱の採掘状況(2/2)

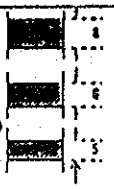
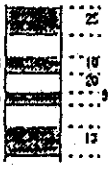
No	Coal Mine	Geological Condition: Total thickness of seams (m)	Quantity of coal seam (Quantity of mining coal seam)	Thickness of mining coal seam (m)	Average Thikness of mining coal seam (m)	Thickness of interseam rock (m)	Average thickness of interseam rock (m)	Thickness of overburden (m)	Depth (m)	Dip (°)	Mining Machines: Stripping: Main Excavator (Electric Shovel) 8 m³	5 m³	4.6 m³	3 m³	2.5 m³	1 m³	Truck 40 t	32 t	27 t	12 t	3 t	Common Machine: Bulldozer	Drill	Coal Mining: Excavator (E/S) 5 m³	1 m³	8 m³	Operating hours: Stripping: Annual days	Shifts per day	Coal Mining: Annual days	Shifts per day	Dewater and Drainage System	Production (×1,000): Design	Plan ('93)	Actual ('93)	Cumurative Coal Production ('22～'93) (t)
																																Stripping (m³) / Coal Mining (t)			
1	BAGANUUR	77	3 (3)	6.95～80	35	5.9～120	70	0～250	150	8～20																					Well and pump System	—	—	—	34,536
2	SHARYN GOL	32.0	2 (1)	3.7～49.6	27.8	1.9～29	8	100	0～300	8～12	(4) (3)	(1)	(2) (1)				(43)					8	9	2 (3)		1	305	3	305	3	Tunnel, Shaft and pump system	4,000	3,500 / 1,300	2,307 / 1,205	41,989
3	SHIVEE OVOO	40.7	8 (2)	6～15.5	14	0.6～10.9	510	0～60	0～60	6～8																					Well and pump system	—	—	—	748
4	ADUUNCHULUUN	75.0	1 (1)	0～75.0	17.7	—	—	10～30	20	10～20		3					7		10			5	3	1			305	2	305	2	Bench floor back and pump system	800	765 / 405	558 / 351	8,424
5	CHANDGANTAL	50.0	1 (1)	50.00	40.2	—	—	1～30	34	4～6						2				4		2	1		2		226	1	226	1	Bench floor back and pump system	103 / 100	150 / 110	/ 51	1,650
6	TALBULAG	39.0	2 (1)	4～49.5	30.5	5～37	19	0～200	0～200	5～8					1	2			3	3		2	2		1						Bench floor back and pump system	—	—	—	1,532
7	TEVSHIIN GOVI	150	5 (1)	55～64	44	3.5～66	40	0～150	0～250	3～8						1				5		1	1		1		305	1	305	1	Bench floor back and pump system	50	30('94) / 25	/ 23	1,227
8	TAVANTOLGOI	153	14 (1)	0.8～600	10	15～110	100	0～500	500	10～40						2				3		2	1		1		305	1	305	1	Bench floor back and pump system	150	75 / 50	/ 43	2,086
9	NUURSTKHOTGOR	30.1	8 (1)	17.65～25.15	21.4	0.15～50	10	0～50	0～70	14～18						5				10		2	4		1		305	1	305	1	No drainage	116 / 100	200 / 135	93 / 95	3,140
10	KHARTARVAGATAI	85	1 (1)	80～85	80	—	—	0～300	0～300	30～60						1				2	1	2	2		1		305	1	305	1	No drainage	100	20 / 80	/ 52	2,350
11	KHUSHEET	60.7	5 (1)	0.87～34.9	15.15	0.5～130	70	0～100	0～70	10～45						2				5		2	3		1		300	1	300	1	No drainage	50	50 / 45	35 / 31	1,191
12	ZEEGT	18.2	2 (1)	9.0～16.0	14.0	42～60	51	0～100	0～100	25～40						2				7		2	1		1		305	1	305	1	Bench floor back and pump system	50	35 / 25	/ 25	1,261
13	MOGOINGOL	20.2	1 (1)	3.1～20.2	7.8	—	—	0～60	0～60	8～10		1				3	3			12		3	3		1		298	1	298	1	Bench floor back and pump system	100	420 / 60	112 / 27	1,646
14	BAYANTEEG	36	1 (1)	14～35	25	—	—	0～100	100	18～85				2		3			7	2		3	2		2		187	2	189	1	Bench floor back and pump system	200	300 / 160	164 / 108	4,047
15	JINST		7 (1)	42.65～49.7	45	0.24～2.87	1.5	0～200	0～200	35						1				3		1	1		1						———	—	—	—	33

(Source; Mining Institute)

表13　ロング・リスト

Coal Deposit	Megablock	Coal Class	Use	Calorific Value (kcal/kg) (are)	(daf)	Sulfur (%)	Reserves Mineable	Geological	Mining Method
1 (1) Nuurstkhotogor	West	Bituminous ~ Subbituminous	Steaming	5,400 ~ 6,100	7,560 ~ 8,430	0.3 ~ 0.5	142.3	166.6	O/C
2 (11) Tevshiingovi	Middle-South	Lignite	Steaming	3,370	6,450	0.7	587.7	960.0	O/C
3 (12) Tavantolgoi	Middle-South	Bituminous ~ Subbituminous	Steaming Coking	6,500	7,700 ~ 8,400	0.8	3,500	6,500	O/C
4 (17) Chandgantal	East	Lignite	Steaming	3,000 ~ 3,400	6,580	0.9	122.9	213.0	O/C
5 (16) Shivee Ovoo	East	Lignite	Steaming	2,690 ~ 3,610	6,660	0.5 ~ 0.9	564.1	2,700	O/C
6 (18) Talbulag	East	Lignite	Steaming	2,850	6,000	0.8	48.6	421.3	O/C
7 (19) Aduunchuluun	East	Lignite	Steaming	2,400	6,480	1.1	230.0	400	O/C
8 (20) Narynsohait	Middle-South	Anthracite ~ Subbituminous	Steaming Coking	(6,500)	(7,700 ~ 8,400)	(0.8)	40 ~ 50	200 ~ 250	O/C
9 (22) Khoot	Middle-East	Bituminous ~ Lignite	Steaming	4,800	7,030	0.7	82.3	190.9	O/C
10 (23) Tsaidamnuur	Middle-East	Lignite	Steaming	3,600 ~ 3,800	6,800 ~ 7,100	0.4 ~ 0.7	-	1,700	O/C
11 (24) Ovdok Huduk	Middle-East	Lignite	Steaming (Liquefying)	3,070	6,300	2.8	159.5	168.2	O/C
12 (25) Sainshand	Middle-East	Bituminous ~ Subbituminous	Steaming	5,050 ~ 6,730 (base unknown)		n.a	0.6	1,053	O/C
13 (26) Hulstnuur	East	Lignite	Steaming	4,430 (ad base)	6,470	0.7	11.2	190	O/C
14 (27) Tugrugnuur	East	Lignite	Steaming	-	6,240	0.8	-	695	O/C
(Note) 1)Above coal quality isn't coal quality standard in Mongolia									
2)Ulaan ovoo (Under construction)	Midle-East	Bituminous ~ Lignite	Steaming	4,270	7,370	0	24	42	O/C

表 14　石炭開発計画のショート・リスト

No	Area Name		Coal seam condition			Reserves (10⁴t)			Coal mine development plan						
			Thickness (m)	Dip (°)	Strike length (km)	Depth (m)	Stripping ratio	Reserves	Annual Production (×10³t)	Average Over-burden removal (×10³m³)	Volume of coal Production (×10³m³)	Average mining volume (×10³m³)	Fleet number	Capital (m$)	Operating cost ($/t)
1	Chandagantal			5	2	200	2.3	230	2.000	4.600	1.600	6.200	2.5	68	4.4
2	Tugrugnuur —			7	15	88	4.2	288	2.000	8.400	1.600	10.000	4.0	95	7.1
3	Tsaldaanuur			5	4 / 5 / 6 } 5	200	2.3	864	2.000	4.600	1.600	6.200	2.5	68	4.4
4	Khool	II	7	5	3	65	4.2	20	1.000	4.200	800	5.000	2.0	51	7.1
		III	6	5	3	55	4.2	15							
		V	7	2	3	58	4.2	50							
		Total						85							
5	Shivee Ovoo No. 2			6	4	71	4.2	20	1.000	4.200	800	5.000	2.0	51	7.1
				8	3	51	4.2	9							
				8	4	43	4.2	8							
			Total					46							
6	Tavantolgoi			12	3	200	4.2	95	2.000	8.400	1.600	10.000	4.0	95	7.1
				3	4	132	4.2	265							
				12	4	105	4.2	35							
			Total					305							

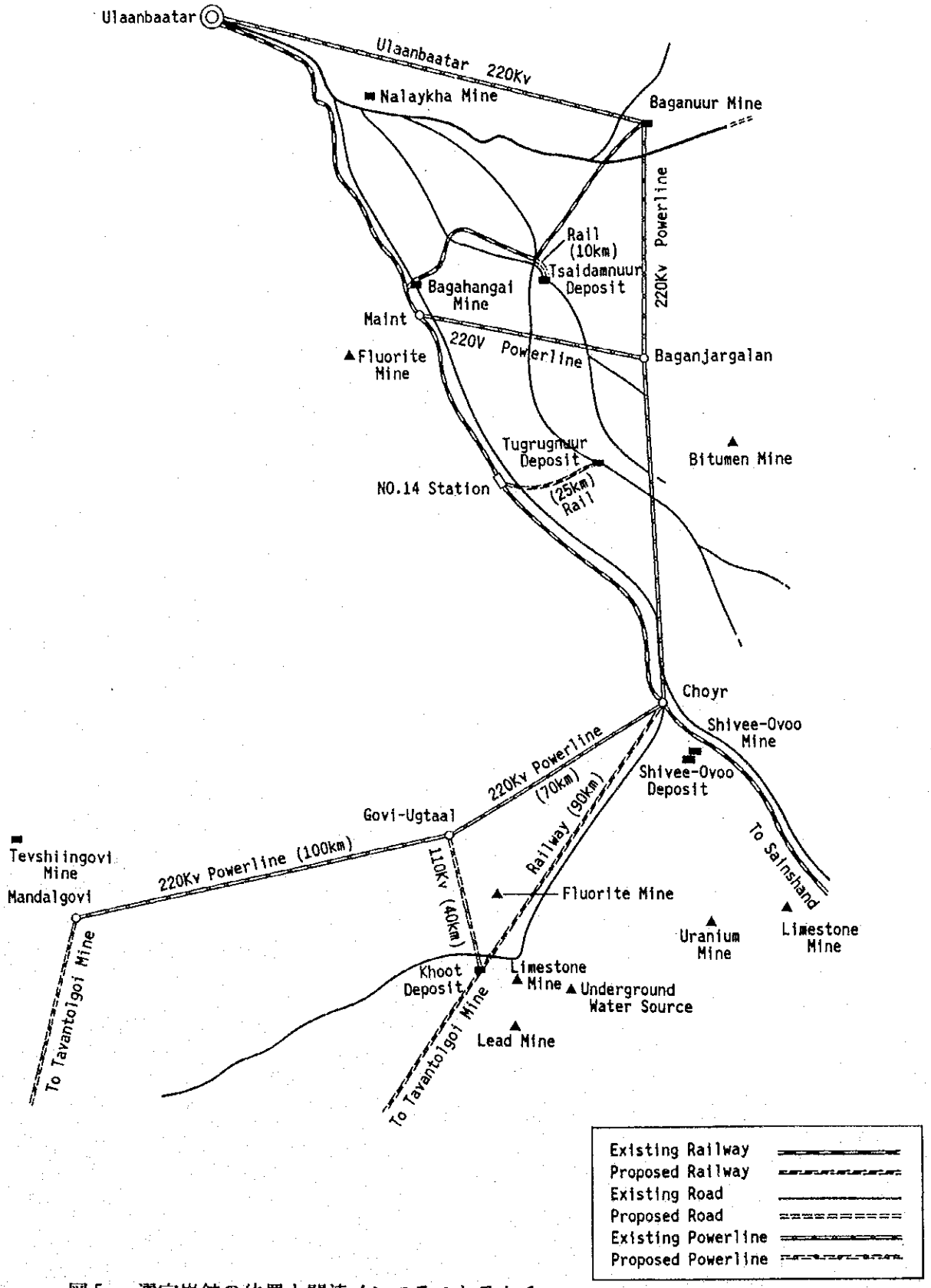


図5　選定炭鉱の位置と関連インフラストラクチャー

JICA