

## 8. 経済性評価

### 8.1 分析の前提条件および方法

本章で述べる経済性評価は、複利計算に基づく資金の時間的価値を用いたディスカウント・キャッシュフロー分析で行っている。方法、用語については、付属資料8に説明を加えている。

分析の目的は、前述の採掘・環境で得た結論を、国家経済および企業経済の両面から評価するものである。分析の全体的な前提条件ならびに方法については、次の通りである。

#### 1) プロジェクトの期間

1996年から2018年までの23年間

#### 2) 資金の時間的価値の基準

1994年時点のトゥグルグで、米ドルとの交換レートは400Tg/\$

#### 3) キャッシュフロー分析の対象とする改善案

分析のために準備したキャッシュフローは、現在の操業状況の改善ケース、生産規模の拡大ケースおよび両者を行う合計ケースの3種を基本としている。改善と拡大はそれぞれに影響し合う面があり、規模拡大のために導入するトラック/ショベルは、現状のドラッグラインの剥土のリハンドル量を減少させて、実剥土量を増加させるといった働きもする。本分析では、このような波及的効果は現状改善側に計上するものとし、規模拡大ケースの総処理量を29.9百万BCM中の11.4百万BCMとした。それに要する資金や操業費用も、この考えに立って仕分けしている。

#### Case 1: 現状操業を基本として維持しつつ、補助的な追加設備で性能を改善する案

現在の採掘設備や方法は、旧コメコン諸国からのものを基本として、そのシステムを維持している。本案は、これに西側諸国の補助的設備を追加して全体の操業改善を図り、旧来からの設備は、旧コメコン諸国のもので取替え更新をすることとし、目標の総処理量18.5百万BCM達成する案である。

#### Case 2: 現操業方式の鉄道による剥土処理を、1998年にトラック/ショベル方式に切替える案

#### Case 3: 現操業方式の鉄道による剥土処理を、2002年にトラック/ショベル方式に切替える案

Case 2, Case 3の両案は、鉄道方式の主要設備の更新時期が2002年頃から始まるので、鉄道方式を維持するのか、あるいは更新時期になってからトラックに切替えるがよいのか、その時期を待たずに早期に切替えたがよいのかを比較するためのものである。鉄道設備は旧コメコン諸国製であるが、切替えるトラック/ショベル方式は、最新技術による製品を導入することとして評価している。

#### Case 4：生産規模の拡大

西側諸国の設備を導入、11.4百万m<sup>3</sup>の処理能力を追加するものである。

Case 5：Case 1 + Case 4 総処理量29.9百万BCM（鉄道方式）  
Case 6：Case 2 + Case 4 総処理量29.9百万BCM（1998年鉄道廃止）  
Case 7：Case 3 + Case 4 総処理量29.9百万BCM（2002年鉄道廃止）

Case 5からCase 7は、現状改善(Case 1-3)と生産拡大(Case 4)の相乗効果を見て、最適な6百万ト/年の計画を選ぶための検討である。

注) 財務分析として、現有設備資産を再評価した場合の影響を見るために、現状のままと資産を再評価したときの両ケースのキャッシュフローを準備した。

#### 4) 経済分析

DCF法による経済分析により最も有利な案を選定し、選定された案について、モンゴルの国家経済の観点から評価する。プロジェクトの評価基準は、経済内部収益率(EIRR)を用いる。また、選定された最有利案について、ベースケースに設けた前提条件の変化の及ぼす影響について経済感度分析を行なう。

#### 5) 財務分析

経済評価の項で選定された最も有利な案に関して、企業あるいは投資家の立場からDCF法を用いて財務分析を行う。プロジェクトそのものの評価は、自己資本ベースの財務内部収益率(FIRR)で評価する。プロジェクトの所要資金の調達に関して、借入金と資本金の構成比の違いによる影響を見るために、FIRR on Equityも評価し、財務分析のベースケースを検討する。

また、選定されたベースケースについて、プロジェクトの前提条件の変化に対する影響を見るために財務感度分析を行う。

石炭の需給予測を含む市場調査は、本分析を行なう前に実施すべきであるが、本調査の第2部で実施される。したがって、本章では生産した石炭の全量が、発電所やその他のユーザーにより消費されるとの前提で分析した。

## 8.2 経済評価

本プロジェクトは、バガヌール炭鉱の現操業状況の改善と生産拡大の2つから成り、これをモンゴル国の経済全体から見た評価を本章で行っている。バガヌール炭鉱に課せられている諸税、ロイヤリティーは、モンゴル国経済全体から見れば単なる移転にすぎず、経済的費用からは除外している。しかしながら、消費者が支払う売価の10%に当たる取引税は便益として評価している。

バガヌール炭鉱の現状は、新たな資本投下がなければ、現有設備は次々に部品の供給源として解体され、部品の供給源としての設備がなくなるまで続けられ、最後には生産活動が出来なくなる状況にある。本プロジェクトは、これを防止する目的で行っており、現状そのものは本プロジェクトがない場合の比較の対象となるものではない。従って、それぞれの案の全ての費用便益を求めて比較することとした。

比較の指標として、経済的内部収益率が10%になる時の石炭の販売価格を用いて、最も経済的な案を選び、この案についてさらに各方面から評価を行っている。

### 8.2.1 分析の前提条件

分析の前提として、以下を条件とした。

- ・プロジェクトの所要外資資金は、100%借入資金とする。
- ・借入資金の費用は、0とする。
- ・インフレーションは除外するが、電力費についてのみ、1994年から99年の5年間にエスカレーションを適用する。エスカレーション率は年間 13.2 %

プロジェクトの所要外貨資金100%を借入金とすることは、モンゴル国の外貨不足を反映したものと考えられる。なお、外貨については、プロジェクトに対してアンタイドローンとして評価を行っている。

資金源としては、まず内部留保の資金を優先的に使い、次に投資の外貨部分について国際的機関からの外貨ローン、そして最後に借入金額無制限の内貨ローンを想定している。本分析では、1996年から1998年の3年間に必要な、現有設備の更新投資費用および新規追加投資費用の外貨部分は外貨ローン対象として、それ以降は現有設備および追加設備の更新費用はすべて内貨によるローンと想定した。なお1998年以降に鉄道システムをダンプトラックに切り換えるための追加投資の外貨部分のみは、外貨ローンの対象としている。

国内の資本の費用は、月当たり10%で、6ヵ月後支払いの条件であるが、モンゴル経済全体の観点からは、単に炭鉱から銀行に移転しただけであり、同国の資源の消費とはならないので、経済的費用からは除外した。外貨の資本の費用は年8%、据置なしの均等10年間支払いを想定しているが、アンタイドローンを想定しているので、資本の機会費用は0となる。

インフレーション——消費者物価指数タイプの各種の商品・サービス等の価格が、平均的に

恒常的に上昇することと定義する——は、本分析には適用していない。すなわち、インフレーションの影響は、経済費用にも便益にも等しく作用するので、インフレーションを適用してもしなくても結果は同じであるからである。エスカレーションは各種の平均的な価格の上昇とは異なり、特定のものの価格上昇と定義され、該当するものがあれば考慮すべきである。

モンゴル国の経済状況は、計画経済から自由経済に移行中といえるが、歪の調整としてのエスカレーションが必要となっている。本分析では、旧コメコン諸国からの設備およびその部品類に関しては、国際価格の80%を採用しており、これは急激なエスカレーションを適用したことと同様な結果となっている。一方、電力費に関しては、5か年間の調整期間を見てエスカレーションを適用している。エスカレーションには、インフレの要素は除外している。

電力費は、石炭の価格と同様に同国政府により管理されているが、現在の電力価格レベルは発電所を正常に維持運営するには不十分な状況にある。発電所の設備等もすべて輸入品で占められ、おかれた状況は炭鉱の場合と同様である。加えて、電力供給公社(CES)は、最近炭鉱に対して炭代の支払いが遅延し、炭鉱では運転資金に逼迫し、多額の借入金の必要性が生じており、そのため、炭鉱も国営商社(Nuurs Company)——石炭販売と炭鉱の輸入品調達を担当——に対して、支払いが滞っている状況にある。

正確な電力コストの推定は本調査の範囲外でもあり、5年間で現在の13.2Tg/kwhから24.53Tg/kwhに達すると仮定している。これは1993年OECD諸国の電力費の90%相当額である。

ディーゼル油、ガソリン、潤滑油、爆薬については、すでに国際価格で取引されていると判断されるので、エスカレーションはこれらには適用していない。

## 8.2.2 経済費用

経済費用とは本プロジェクトに投入するモンゴルの資源であり、以下に詳しく評価する。

既述の費用の推定において、主要採掘設備や補助設備に対して、2種類の価格を使用している。

### (1) 投資費用

投資費用は、前章に示されている通りである。現況の多額の売掛金問題に鑑み、運転資金として当年度の操業費(減価償却費と支払金利は除く)の25%(3ヵ月相当)を計上している。運転資金は年毎に増減することを前提として組み込んでいる。

一つは西側自由市場諸国からのもので、これは真の経済価格を表しているといえる。他方は、旧コメコン諸国からのもので、これには西側諸国製の80%の価格を想定している。これは、コメコン経済圏の崩壊により経済状況は混乱しており、そこでの製品価格は不安定で、現在の価格は真の市場価格相応値を示していないと判断したからである。加えて、旧コメコン諸国製のトラックとブルドーザーは、耐用年数を6年と想定し、これに対して西側設備には8年を想定

している。

国際価格の80%とは、平均的に現在の旧コメコン諸国製品価格の2.25倍であることを意味している。そして、これは投資額のみならず、その部品類の価格にも影響を与えることとなる。この推定価格による影響については、感度分析によって評価することとしている。

操業費ならびに投資費用には、予備費は一切計上していない。費用の推定は、現在すでに操業実績のある炭鉱で、一般的に用いられている設備を対象としていることに加え、プロジェクトの環境も地質的に非常に安定した良好な状況にあるからである。なお、操業費や投資費用の変動に対する影響については、感度分析で評価している。

## (2) 変換係数

本分析における経済費用には、第1次的に把握できる諸税・ロイヤリティ、内貨の借入金金利等は含まれておらず、算定は表7.4に示す変換係数を適用して財務価格から算出している。同表中のCIF現地合計価格は財務費用を表しており、ロイヤリティ・諸料金の項を除いてすべて1.000で示している。そしてその中には、国境価格、諸税、国内輸送費およびその他の経費が含まれている。課税前CIF現地価格が変換係数を表していて、財務費用にその変換係数を乗じることにより経済費用が求められる。

図8.1は、現在のモンゴルにおける課税制度と石炭価格の構成を示している。

労働費の変換係数に関しては、財務費用から個人の所得税（平均7%を使用）のみを控除している。未熟練労働者の機会費用は分析には含まれていない。モンゴルの炭鉱では、鉱山労働者の中の未熟練労働者の数は限られたもので、大多数は熟練労働者の範疇に分類されると考えられるからである。本プロジェクトは未熟練労働者に対する雇用の増加は殆どなく、諸案における増減の影響は無視できる程度とみなした。標準変換係数や外貨のシャドー交換比率も、分析には採用していない。

## (3) 操業費

前章に示された操業費には、石炭の貨車積み込みまでの炭鉱操業に必要なすべて、すなわち炭鉱の事務、一般管理費も含めたものである。なお、表7.12に示すように、モンゴルの会計システムでは、操業費の一部について、西側の一般的概念と異なる扱いがなされているのでこれを補正している。それはモンゴルの会計にいう利益の配分、すなわち、税引後の利益から充当される経費でafter tax expenseと示されたものである。

技術革新や労働条件の改善といった項目には、石炭の探査ボーリング費用、従業員の教育訓練費、社会開発基金と称する交替勤務者への食費補助、労働者に対する補償金、年金追加補助、ボーナス支給等が含まれ、これらはモンゴルの会計システムでは操業費には含まれておらず、

また課税控除の対象にもされていない。西側諸国では一般的に操業費に含まれるこれらの費用は、本分析においては経済費用と評価した。

利益の配分の項には、上記の他に配当金、借入金の返済、従業員のためのアパート建設費等も含まれているが、これらは経済便益として取扱った。

### 8.2.3 経済便益

便益は本プロジェクトから産出される資源であるが、本分析では、炭鉱の鉄道積み場所での、取引税10%を含めた価格を唯一の便益とみなし、石炭産業が他産業に及ぼす波及効果からの便益は一切計上していない。実際のところ、現在のモンゴル経済の構造は、波及効果は殆ど認められないと考えられる。

バガヌール炭の経済価格に関してであるが、モンゴルには支払意志を反映した市場価格は存在しない。1989年からの経済改革以降、発電所はある程度の価格交渉力を付与されているが、基本的価格は国家によって決定されている。

バガヌール炭は旧ソ連方式では褐炭に分類され、ASTMでは亜瀝青炭に分類できるかも知れないが、いずれにしても、旧ソ連時代のパートナー取引を除いて国際商品とはなっていない。

しかしながら、石炭の本質的働きを考えると、これは電気のもとである発熱量そのものであり、この観点から見れば貿易商品と見ることができる。現在最も安価な熱源は、国際的に石炭であるとされており、モンゴルの経済的炭価格は、隣国の中国やロシアが現在輸出している石炭の単位当たり熱量をもって評価できると考えられる。

中国からは大同炭、ロシアからはネリユングリ炭、クズネツ炭が日本に輸出されており、日本の輸入統計を表8.1、表8.2に示している。これら石炭の平均単価を表8.3に示している。極東の港での平均FOB価格は0.44米セント/kcal/kgである。鉄道による輸送距離は、ネリユングリ炭が、ナホトカまで2,580km、クズネツ炭が6,180kmである。一方、中国の大同炭は秦皇島までわずか630kmしかないが、単位発熱量当たりの炭価は中国の方がロシア炭より高くなっている。

ネリユングリ炭、クズネツ炭および大同炭のモンゴル国境および（ウランバートル）までの輸送距離はそれぞれ2,418 (2,770)km、2,680 (3,040)km、366(1,180)kmである。国境価格に関して、大同炭が最も経済的と思われるが、中国～モンゴル間の鉄道の軌条幅が異なり、大量の石炭輸送は実質的に困難である。ネリユングリ炭はナホトカまでとほぼ同じ輸送距離のため、FOBナホトカ価格と同じレベルになると考えられる。最も輸送距離が短くなるのはクズネツ炭であるが、他の状況を知っているが故に、短くなった輸送距離分、安く売るとは考えられず、結局は現在のロシア炭の平均値近くになるものと推定される。

このような状況から、モンゴル炭の経済的価値は、ロシアの輸出FOB価格平均値の0.425米セント/kcal/kgであると仮定し、バガヌール炭は、平均発熱量が3,563kcal/kgであるので、6,057.1 Tg/tとした。

生産される石炭の、発熱量の年毎の変化を価格変動に反映すると、分析手続が複雑化するため、23年間の平均発熱量を用いて、一定価格とした。

#### 8.2.4 デスカウント・キャッシュフロー（DCF）分析

DCF分析の目的は、プロジェクトにもたらす便益、プロジェクトの内部収益率等を知ることにより、分析に際し、いくつかの処理を行っている。

- 1) 投資と減価償却費、残存運転資金、炭鉱閉山時のリクラメーション費用等は、プロジェクトの清算として、最終年度のキャッシュフローにて処理している。
- 2) 鉄道廃棄案については、廃棄するまでの間の補助設備の更新を行っているので、廃棄時に資産の除却手続を行って、税引後利益の中に資産の残存簿価を繰り入れている。
- 3) キャッシュフローの便益および費用は、すべて年度末に発生するとして単純化している。

分析で用いるキャッシュフローは次式の通りである。

経済便益

- 操業費（金利支払0、減価償却費0）
- 税引後費用（税引後利益から充当されている操業費該当分）
- 投資金額
- 運転資金の増加分
- + プロジェクト清算\*（最終年度）

EIRR

\* プロジェクト清算 = 残存運転資金 + 減価償却残 - 閉山復旧費

#### (1) 最有利案の選定

すべての案について、内部収益率が10%となる石炭の販売価格を表8.4に示している。現有設備の改善と6百万ト/年への拡大の両方を実施する場合の経済内部収益率10%を得るための販売価格は、次の通りである。

	価格	(対比)
Case 5: 29.9百万BCM 鉄道方式	4,976.8 Tg/t	(1.0492)
Case 6: 29.9百万BCM 1998年鉄道廃棄	4,743.5 Tg/t	(1.0000)
Case 7: 29.9百万BCM 20A02年鉄道廃棄	4,781.0 Tg/t	(1.0079)

EIRR10%時のCase 6のDCFキャッシュフローと外貨・内貨の所要フローを表8.5に、またCase 5とCase 7のそれを付属資料8に示している。

バガヌール炭の経済価値は6,057.1 Tg/tであり、いずれの案もこれを下廻り、経済的には十分有利な案ということが出来る。Case 6とCase 7の差異は特に少なく、このことは、条件のわずかな変化で優先順位が変化するであろうことが窺える。とりわけ、旧コメコン諸国製品の価格は、現時点の実勢が国際価格の36%に対して、本分析では80%としていることが大きな影響を与えるものと考えられる。実勢と評価額は表3.15、表7.6に示されている。

Case 4は新規の拡大計画で、旧コメコン諸国製品は一切使用していないので、変動するのは、既存の改善計画であるCase 1, Case 2, Case 3である。この3案について、設備の国際的価格に対する感度分析を行い、結果は表8.6に示す通りである。分析では、個別の価格を使用せずに価格レベルの係数を使用している。

感度分析の結果から、優先順位が替わるのは、設備の国際価格の50%、すなわち、現在実勢価格の1.4倍の時である。このレベルでは3案の差は殆どない状況にある。従って、今後長期的に旧コメコン製品価格がこのレベルより低い場合には、現存の鉄道方式をそのまま設備更新をしながら維持するのが有利であるといえる。

しかしながら、現在、旧コメコン諸国からの強い値上げ圧力を受けていることや、最近のいくつかの設備については、価格交渉前の提示価格がすでにこのレベルに達している状況を勘案すれば、すぐにでも高い方に移行すると見る方が、妥当と思われる。

Case 2とCase 3との差異は、設備価格のどのレベルにおいても極めて小さく、その範囲は0.2%～1.1%である。両者の比較においても、50%のレベルが分岐点で、これを越えるとCase 2が有利となっている。

この両者のいずれを選んでも大きな差はなく、結果は許容誤差の範囲にある。両者の選択では単にEIRRを比較しても意味がなく、両者の社会に与える影響を考慮すべきである。鉄道方式を廃棄する場合、差引き296名の解雇が想定される。一方、拡大計画では、新規に457名の職場が提供されるので、最も望ましい時期は、鉄道廃止案と拡大計画を同時に行うことである。そうすれば、296名は職場転換で対処可能となる。よって、同時に実施することを前提にCase 2とCase 4を組合わせたCase 6を最有利案とし、経済分析のベースケースに選定した。

## (2) ベースケースの評価

ベースケースは、Case 6で1998年に鉄道廃棄と拡大計画を同時に行う案である。これに石炭の経済価値である6,057.1 Tg/tを適用した結果は、下に示す通りであるが、EIRRは非常に高く、Case 2のEIRR等は解が存在しない状況である。



## EIRR

Case 2: 現状改善、1998年鉄道廃棄	∞
Case 4: 1998年拡大計画実施	36.6
Case 6: 両者総合	97.0

### 8.2.5 感度分析

ベースケースの、前提条件の変化による影響について分析した結果は、表8.7に示している。石炭の経済価値である6,057.1 Tg/t で分析した。分析項目は次の通りである。

- ・石炭の経済価値
- ・外貨の交換レートの変動
- ・投資額の変動
- ・操業コストの変動
- ・石炭生産量を一定とした時の剥土量の変動

各々の項目について、±20%の範囲を5%刻みに算出している。変動の影響が最大のものは、石炭の経済価値の変動であるが、世界的なエネルギー価格の変動等外的要因の場合を除き、大きな変動があるとは考え難い。操業費、剥土量、投資額の順にプロジェクトに与える影響が大きい。外貨の交換レートの変動は、プロジェクトに与える影響はほとんどない。

EIRRが非常に高い本プロジェクトは、もしこれらの変動が生じたとしても、±20%の範囲の変動に対しては、プロジェクトの評価に対する影響は全くない。

### 8.3 財務分析

財務評価は、鉱山の立場あるいは投資家の立場から行っている。従って、鉱山に課せられる税金やロイヤリティは、鉱山にとっては費用となり、売上げの10%である取引税は鉱山の収入とはならない。

#### 8.3.1 分析の前提条件

財務分析は、経済分析で選ばれた最有利案について行うので、前提条件の異なるものについてのみ詳しく説明を加えている。

分析の前提として以下を条件とした。

- ・プロジェクトの所要資金は100%借入資金から100%自己資金まで数ケースを検討する。
- ・内貨の資本費用は、月当たり金利10%、返済期限は6ヵ月とする。

- ・外貨の資本費用は、年当たり金利8%、据置なし10年間均等返済とする。
- ・インフレーションは適用しないが、電力費と石炭販売価格は、1994年から99年までエスカレーションを適用した。

電力のエスカレーション率は、年間13.2%

石炭価格のエスカレーションは  $(1999\text{年価格} \div 2,750)^{1/5} - 1$

内貨の借入金コストは月10%、返済条件は6ヵ月であるが、分析の単純化により、費用の支払い、売上金の収入はすべて年度末としているため、利息の支払い・借金の返済は翌年度で一括計上している。

月10%の金利は、表8.8に示す通り、月8%のインフレーション下における金利であるので、インフレーションの影響を除いて年利24.6%に修正している。  $\{(1.10 \div 1.08)^{12} - 1\}$

インフレーション割引後の金利も非常に高いレベルにあり、今後プロジェクト期間中ずっと続くとも考えるのも妥当性に欠くと思われるので、電力費、石炭価格のエスカレーション期間は24.6%を用いて、2000年以降については外貨の金利8%と同一になると仮定した。

石炭価格のエスカレーションは、機械設備、その部品コスト、また電力費のエスカレーションを埋合わせるもので、1994年の販売価格2,750Tg/tと1999年以降の一定値をつなぐものとして取り扱っている。コンピューターの計算プログラムに、 $(1999\text{年価格} \div 2,750)^{1/5}$ のエスカレーション率を与えて計算している。

### 8.3.2 財務費用

操業費および投資額については、すでに前章で述べた通りである。

モンゴルの会計処理法で利益から配分される操業費相当分の扱いは、経済評価の項で述べた通りで、財務分析においても同様とした。すなわち、法人所得税の計算（課税システム）はモンゴルの方式を採用し、税引後経費としての操業費相当分を財務費用に計上した。この費用は、課税控除の対象とはしなかった。

現在のモンゴルは非常なインフレーション下に置かれており、石炭産業に関係する例として表8.9および表8.10に状況を示している通りで、炭鉱経営にも大きな影響を与えている。特にインフレーションのため固定資産の目減りにより、投資資金となるべき減価償却費が、その機能を全く果たしていない状況にある。

これによる影響を見るために、固定資産の再評価を行った。再評価の指数としては、輸入品については外貨の交換レートを使用、建物については国産品としてインフレーションを使用した。

過去の資産の減価償却費は1993年12月末の資産をベースに、1994年の実績、1995年の計画も勘案して算出している。（付属資料 Table 7.22 - Table 7.28を参照）。

### 8.3.3 総収入

炭鉱の年間総収入は、製品炭生産高と取引税を除く販売価格の積としている。毎年の石炭の発熱量の変動により動く価格変動を避けるため、プロジェクトライフ23年間の平均品位を用いている。

合理的なモンゴルの石炭販売価格はいくらであるかが、ここで問題となって来る。EIRR10%を得るための売価でさえ4,743.5Tg/t(取引税除き4,312.3Tg/t)が必要で、現在の販売価格2,750Tg/t(2,500Tg/t)では、炭鉱の経営を維持することは困難である。しかしながら、経済価値6,057.1Tg/tを下廻るべきと考えるが、この問題は以下の分析の中で検討することとする。

### 8.3.4 ディスカウント・キャッシュフロー (DCF) 分析

#### (1) 追加処理

DCF分析の目的は、プロジェクトにもたらす収益、借入金額、プロジェクトの内部収益率等を知ることにより、分析に際していくつかの処理を行っている。

- 1) 投資と減価償却費、残存運転資金、炭鉱閉山時のリクレーション費用等は、最終年度のキャッシュフローにて処理している。
- 2) 収入、支出は年度末に発生するとして単純化している。

#### (2) キャッシュフローの構成

分析に使用したキャッシュフローの構成は、次の通りである。

##### 1) FIRR on Total Project

収入

- 総操業費(支払金利0)
- 税金
- 税引後経費(税引後利益から充当されている操業費該当分)
- + 減価償却費
- 総投資額
- 運転資金の増加分
- + プロジェクト清算\* (最終年度)

---

FIRR on Total Project

\* プロジェクトの清算=残存運転資金+減価償却費残-閉山復旧費

## 2) FIRR on Equity

- 収入
  - 総操業費
  - 税金
  - 税引後経費（操業費該当分）
  - + 減価償却費
  - 総投資額
  - 運転資金の増加分
  - + 借入金
  - 借入金返済額
  - + プロジェクト清算\*（最終年度）
- 

### FIRR on Total Equity

\* プロジェクトの清算=残存運転資金+減価償却費残-閉山復旧費-未返済借入金

## (3) キャッシュフロー分析

表8.11に、全ケースについて、FIRR10%における石炭売価をまとめて示している。詳細は付属資料8に表示している。Case 6におけるIRR10%の売価は、経済分析では4,743.5Tg/tで、財務分析では7,597.6Tg/tとなり、前者は後者の64.2%である。ベースケースの6,057.1Tg/tでの分析結果は、次の通りである。

### FIRR on Total Project

Case 2 1998年に鉄道システム廃棄	(-1.7%)
Case 4 1998年に拡大	5.6%
Case 6 総計	0.9%

### (固定資産評価替後)

現在のモンゴルの税制のもとでは、固定資産の再評価を行った後でも、石炭の経済的価値である6,057.1Tg/tの販売価格では、本プロジェクトは財務的には自立不可能である。販売価格を下げ、かつ自立可能とするためには、税の減免処置を行って、利益の配分を政府から炭鉱へ振り替える必要性を表している。勿論、固定資産の評価替も対策の一つである。

#### (4) 減免税措置の効果

自立不可能な本プロジェクトの財務的問題を解消するインセンティブには、いろいろな組合せがあるが、最も実行し易そうな減免税措置の例を選ぶこととした。表8.12にベースケースのCase 6について6,057.1Tg/tの販売価格で10%のIRR on Total Projectを得ることが出来るための減免税項目とその効果を示している。(詳細は、付属資料8参照)。

減免税措置後の結果は、次の通りである。

FIRR on Total Project	
減免税後の Case 2	8.0%
” Case 4	13.7%
” Case 6	10.0%

税引後のFIRRは想定した借入金利8%より大きいので、減免税措置後では本プロジェクトは自立可能になっている。しかしながら、借入金によるレバレッジ効果は加味されていない。

#### (5) レバレッジ

プロジェクト資金の借入比率を変えた場合のレバレッジ効果を見るため、6,057.1Tg/tの販売価格での減免税後のCase 6の例をとり、各ケースのFIRR on Equityを計算し、表8.13に参考として示している。借入金比率が増加し85%以上になると、FIRR on Equityは借入金利の利率にかかわらず高い値(無限大)になるが、一方で、プロジェクトの最終年度で未返済借金が大きく残る結果となる。

#### (6) Case 6におけるレバレッジと減免税措置の影響

借入金を導入することにより、表8.11に示している減免税措置の必要の程度が少なくすることが出来るかどうかを調べる。いくつかの借入金・自己資金の比率を変えて、それに対応する減免税措置ステップとの関係を調べた。この時の前提条件は、次の通りである。

##### 1) 借入金/自己資本の比率

50/50, 70/30, 80/20

##### 2) 外貨の借入金利

1%、2%、3%、5%、8%、10%

##### 3) 制限事項

###### (a) 健全経営

借入金返済の自転車操業を避けるために、プロジェクトの最終年度では、借入金の返済を

完了していること。

(b) 所要 FIRR

2000年以降の国内借入金利を8%と想定しているため、FIRR on Equity が8%以上となること。

借入金比率と減免税措置との関係は、表8.14から表8.16に示しているが、借入金比率が高くなるほどFIRRは大きくなるものの、プロジェクト最終年度での借入金未返済額が大きくなって、必要な減免税措置のステップ数が多くなり、健全経営から遠ざかることとなる。

(7) 財務分析から得た好ましいバガヌール炭鉱の財務条件

以上のディスカウントキャッシュフロー(DCF)分析の結果から得たバガヌール炭鉱の経営が財務的に健全であるための資金構成およびインセンティブ（減免税措置）の条件は、以下の通りである。

- 1) プロジェクトの資金構成は、借入金80%、資本金20%程度とする。
- 2) 固定資産の評価替を実施する。
- 3) 累積赤字は所得税の控除対象とする。
- 4) 税引後経費の操業費該当分を税引前経費とする。
- 5) 炭鉱の機械設備および部品の輸入税を免除する。
- 6) 炭鉱の機械設備および部品の取引税を5%に軽減する。
- 7) 石炭の取引税10%を国に5%、炭鉱に5%の配分とする。

8.3.5 財務感度分析

(1) 石炭の販売価格と炭鉱の健全経営

石炭販売価格（5%の取引税含む）と炭鉱の健全経営との関係を（7）で示す減免税措置後のCase 6について評価した。評価基準にプロジェクト最終年度の未払い返済金額を主とし、結果は表8.17に示している。

法人所得税課税後をベースに、次のような条件で比較を行っている。

1) 借入金/資本金

0.001/0.999、0.8/0.2、0.999/0.001

## 2) 石炭の販売価格

- (a) 借入比率99.9%時の返済残0となる石炭価格
- (b) 石炭の経済価値の6,057.1 Tg/t
- (c) 借入比率80%時の返済残0となる石炭価格
- (d) 借入比率80%時のFIRR On Equityが10%となる石炭価格
- (e) 借入比率80%時のFIRR on Equityが8%となる石炭価格

比較の結果、次のことが明らかとなった。

### 1) 借入比率0.1%の場合

- (a) 6,057.1Tg/tの時のFIRRは8%で、いずれの金利のときも未返済金は生じない。経営は健全であるが、レバレッジの効果はほとんどないのでFIRRは低く、想定した国内借入金利と同じため、炭鉱として財務上の限界にある。

### 2) 借入比率80%の場合

- (a) FIRR10%時の石炭価格では、いずれの金利においても4,100.7から7,153.1(百万Tg)の範囲で未返済金が生じ、炭鉱の経営は健全でない。
- (b) 外貨の借入金利が7.6%以下であれば、未返済金0の時の販売価格は、石炭の経済的価値6,057.1Tg/tより安くなる。未返済金0となる価格が最も合理的な石炭の販売価格と考えられる。
- (c) 外貨の借入金利に対応する合理的販売価格は、5,874.6Tg/t(1%)、5,902.1Tg/t(2%)、5,929.6Tg/t(3%)、5,984.8Tg/t(5%)、6,067.9Tg/t(8%)、6,123.4Tg/t(10%)となる。
- (d) 販売価格6,057.1Tg/tにおけるFIRR on Equityは、金利10%の時の11.0%から、金利1%の時の22.2%の範囲にある。

### 3) 借入比率99.9%の場合

- (a) 未返済金0となる販売価格は、いずれの金利に対しても6,057.1 Tg/tよりも高くなる。
- (b) 借入比率80%時の未返済金0となる販売価格では、36,438.8から58,250.6(百万 Tg)の未返済金が生じ、この資金調達は殆ど不可能と思われる。現在の価格2,700Tg/tで換算すれば、13~21百万tの石炭に相当する。
- (c) いずれの金利においても、借入比率80%の時の最も合理的販売価格では、借入比率99.9%での操業は出来ない。

## (2) その他要因の感度分析

減免税措置後のCase 6について、借入比率80%、外貨金利2%の例を用いて、感度分析を行った。感度分析はFIRR on Total ProjectとFIRR on Equityの両方についても行っている。分析項目は、次の通りである。

- 外貨の交換レート
- 投資額
- 操業費
- 石炭生産量を一定とした剥土量

各々の項目について、±20%の範囲を5%刻みに算出している。

### 1) FIRR on Total Project

感度分析は6,057.1Tg/tの価格を基準に行い、表8.18に結果を示している。FIRRは8.4%であり、操業費、剥土比、投資額の5%変動に対して、FIRR8%以上を保ことが出来ない。外貨の交換レートのみが、5%の変動でもFIRR8%を維持している。このことは、減免税措置以外の軽減対策、例えば低利借入金の導入等が必要であることを示している。

### 2) FIRR on Equity

6,057.1Tg/tの価格を基準として、表8.19に結果を示している。低利資金の借入の結果、未返済金は発生せず、FIRRは8.4%から20.3%に変わっている。外貨の交換レートの15%変化に対しては、プロジェクト最終年度の借入金未返済額が0であるが、操業費、剥土費、投資額の5%の変化で、未返済金はそれぞれ1,634.9、1,382.5、0(百万Tg)となる。この程度の未返済金は、操業に大きな支障をきたすほどのものではない。

借入比率80%外貨金利2%の時、未返済金0となる価格5,902.1Tg/tについての感度分析の結果を表8.20に示している。操業費、剥土比、投資額の5%の変動により、未返済金額はそれぞれ7,330.9、7,080.2、1,473.8(百万Tg)となる。全く手に負えぬ金額ではないが、操業費5%変動時の負債額は、2,750Tg/t換算で5ヵ月分の石炭の生産量に相当し、健全経営の状況にあるとはいえない。



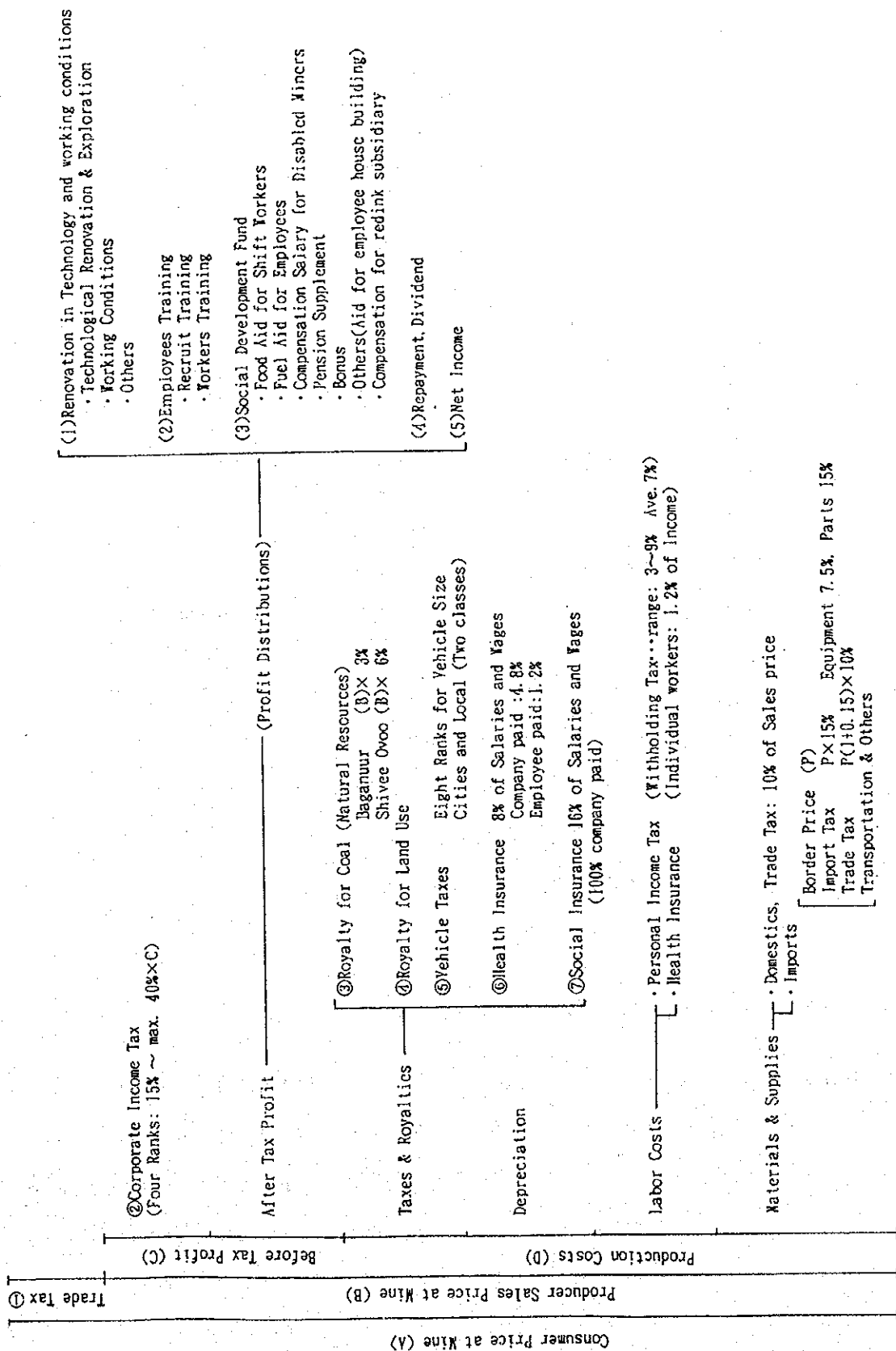


図 8.1 モンゴル国課税制度と石炭価格

表 8.1 中国大同炭價格推移

Year	Quantity (1,000ton)	FOB price (US\$)	Heating Value (kcal/kg)
1985	2,285	40.44 ** (39.85)	6,900
1986	2,308	36.51	6,800
1987	2,421	29.51	6,800
1988	2,405	35.10	6,800
1989	2,484	38.90	6,800
1990	2,546	40.45	6,800
1991	* 2,700	39.45	6,800
1992	2,641	38.59	6,800
1993	* 2,540	35.90	6,800
1994	* 2,660	32.60	6,800
Average	—————	36.627	6,800

(AD)

\* Contract Basis

\*\* 6,800kcal/kg equivalent

Datong Coal Specification

Total Moisture	(%)	≦ 8
Inherent Moisture	(%)	≦ 4
Volatile Matter	(%)	≧ 26
Ash	(%)	≦ 12
Sulphur	(%)	≦ 1.0
Size	(mm)	≦ 50

Calculation Example

Unit price on a dry-ash free basis.

$$6,800 \div \{1 - (0.04 + 0.12)\} = 8,095$$

$$3,662.7 \phi \div 8,095 = 0.4525 \phi / \text{kcal}$$

表 8.2 ロシア一般炭価格推移

Quantity

Year	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1,000t	774	963	892	954	1,788	2,469	2,729	2,278	1,522

FOB Prices (US\$)

Brand	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Neryungri-SS	30/ 31.5	30.25	24.5	25.0	30.5	33/ 33.5	33.2/ 33.5	32.2	30.2	28.0
Kuznetskey-SS							33.75	33.25/ 33.5	30.75/ 31.0	28.5
Kuznetskey-G6		38.5	35.5	37.0	42.5	43.0	41.6	41.5	39/ 39.5	36.0
Kuznetskey-GK	39.0	37.5	34.25	35.0	40.5	43/ 43.5	43/ 43.5	42/ 42.5	40/ 40.5	37.5
Tugnui									28.5/ 29	27.5

Specification

Brand	Neryungri-SS	Kuznetskey-SS	Kuznetskey-G6	Kuznetskey-GK	Tugnui
Heating Value (Basis) kcal/kg	6,500 (AR)	8,050 (DAF)	7,200 (AD)	8,150/8,200 (DAF)	6,100/6,200 (AD)
Total Moisture (As received:AR) (%)	8.0	8~13	10.0	9.0	11.0
Inherent Moisture (Air Dry:AD) (%)	—	—	2.3	—	—
Ash (AD) (%)	16.0	15.0	10.1	9.0	16.0
Volatile Matter (%)	20.0 (DAF)	20~30 (DAF)	36.2 (AD)	37~41 (DAF)	45 (DAF)
Fixed Carbon (AD) (%)	—	—	51.4	—	—
Total Sulphur (AD) (%)	0.30	0.30	0.40	0.60	0.60
H. G. I. (AD)	60	—	61	65	—
A. P. T. (Flow) (°C)	1,450	—	1,450	1,350	—
Heating Value (DAF) (kcal/kg)	8,553	8,050	8,219	8,175	?

表 8.3 輸入一般炭 単位当り価格

	US φ / 100kcal/kg											
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Total	Average
[CHINA]												
Datong	49.23	45.10	36.45	43.36	48.05	49.97	47.50	47.67	44.35	40.27	451.95	45.20
[RUSSIA]												
Neryungri-ss	35.95	35.37	28.64	29.23	35.66	38.88	38.99	37.65	35.31	32.74	348.42	34.84
Kuznetsky-ss	—	—	—	—	—	—	41.93	41.46	38.35	35.40	157.14	39.28
Kuznetsky-G6	—	46.84	43.19	45.02	51.71	52.32	50.61	50.49	47.76	43.80	431.74	47.97
Kuznetsky-GK	47.71	45.87	41.90	42.81	49.54	52.91	52.91	51.68	49.24	45.87	480.44	48.04
Russian Average	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42.53
Overall Average	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.86

表 8.4 EIRR10%に対応する石炭価格

Unit: Tg/t

	Production Coal (10 <sup>3</sup> t)	Economic (EIRR = 10%)		
		Improved	Non Railway	
	Total Excavation (10 <sup>3</sup> BCM)		(1998)	(2002)
A. Rehabilitation	3,716	(Case 1)	(Case 2)	(Case 3)
(Existing)	18,489	5,257.3	4,916.2	4,971.0
B. Expansion	2,294	(Case 4)	(Case 4)	(Case 4)
(Additional)	11,411	4,369.7	4,369.7	4,369.7
C. Total	6,010	(Case 5)	(Case 6)	(Case 7)
(Combined)	29,900	4,976.8	4,743.5	4,781.0

Coal prices on the table are including a 10% trade tax.

Baganuur coal economic value 6,057.1 Tg/t (3,563 kcal/kg)

406.8  
186.8  
186.8

Foreign E.R. Co. (USD)  
Total (USD)  
Total (Yen)

表 8.5 (1/2) EIRR10%に対応するCaseのDCFのキャッシュフローと所要外貨および内貨

Foreign E.R. Co. (USD)  
Total (USD)  
Total (Yen)

Category	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total		
Production																																							
(Revenue)	4,980.4	4,980.4	3,813.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3	3,716.3
(Costs)	14,193.2	14,193.2	14,193.2	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3	15,688.3
Profit	9,187.2	9,187.2	3,620.1	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0	1,982.0
Investment	18,374.9	18,374.9																																					
Operating Costs			7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	7,200.3	
Profit Before Tax			1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0	1,987.0
Tax			613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2	613.2
Net Profit			1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8	1,373.8
Discount Rate			11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	
NPV	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	186.8	48.8	186.8	

表 8.5 (2/2) EIRR10%に対応するCase6のDCFのキャッシュフローと所要外貨および内貨70-

Category	Macroeconomic Variables (1980)												EIRR (%)	NPV (Million Yen)
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991		
<b>FINANCIAL DATA (1980)</b>	1,250.0	1,210.0	1,170.0	1,130.0	1,090.0	1,050.0	1,010.0	970.0	930.0	890.0	850.0	810.0	10.0	1,250.0
Investment	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0		4,000.0
Operating Revenue	850.0	810.0	770.0	730.0	690.0	650.0	610.0	570.0	530.0	490.0	450.0	410.0		8,500.0
Operating Expenses	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		1,000.0
Net Cash Flow	350.0	310.0	270.0	230.0	190.0	150.0	110.0	70.0	30.0	-10.0	-50.0	-90.0		3,500.0
NPV (10%)	1,250.0	1,210.0	1,170.0	1,130.0	1,090.0	1,050.0	1,010.0	970.0	930.0	890.0	850.0	810.0	10.0	1,250.0
<b>OPERATING COSTS</b>														
Material & Energy	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		1,000.0
Power Cost	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0		500.0
Water Cost	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0		100.0
Labor Costs	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		200.0
Maintenance & Overhaul	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0		100.0
Other	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0		100.0
NPV (10%)	1,250.0	1,210.0	1,170.0	1,130.0	1,090.0	1,050.0	1,010.0	970.0	930.0	890.0	850.0	810.0	10.0	1,250.0
<b>INVESTMENT DATA (1980)</b>														
Investment	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0		4,000.0
NPV (10%)	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	10.0	400.0
<b>OPERATING REVENUE</b>														
Operating Revenue	850.0	810.0	770.0	730.0	690.0	650.0	610.0	570.0	530.0	490.0	450.0	410.0		8,500.0
NPV (10%)	850.0	810.0	770.0	730.0	690.0	650.0	610.0	570.0	530.0	490.0	450.0	410.0	10.0	850.0
<b>OPERATING EXPENSES</b>														
Operating Expenses	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		1,000.0
NPV (10%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	10.0	100.0
<b>NET CASH FLOW</b>														
Net Cash Flow	350.0	310.0	270.0	230.0	190.0	150.0	110.0	70.0	30.0	-10.0	-50.0	-90.0		3,500.0
NPV (10%)	350.0	310.0	270.0	230.0	190.0	150.0	110.0	70.0	30.0	-10.0	-50.0	-90.0	10.0	350.0
<b>NPV (10%)</b>														
NPV (10%)	1,250.0	1,210.0	1,170.0	1,130.0	1,090.0	1,050.0	1,010.0	970.0	930.0	890.0	850.0	810.0	10.0	1,250.0

表 8.6 設備の価格レベルと最有利案

Unit: Tg/t

International Price Level	Comparison Index	Times Current Price	Coal Price at a 10% EIRR		
			Case 1	Case2	Case 3
0.8 (used in study)	1.0	2.25	* ③ 5,257.3	① 4,916.2	② 4,971.0
0.7	0.875	1.90	③ 4,828.1	① 4,600.0	② 4,633.8
0.6	0.750	1.70	③ 4,399.0	① 4,283.9	② 4,296.5
** 0.5	0.625	1.40	③ 3,969.9	② 3,967.7	① 3,959.3
0.36 (current)	0.450	1.00	① 3,369.1	③ 3,525.1	② 3,487.2

Note: Total Excavation:  $18,489 \times 10^3$  BCM

Case 1: Improvement of existing system with railway

Case 2: Improvement abandoning railway in 1998

Case 3: Improvement abandoning railway in 2002

The international price level means the price of equipment to be supplied from the ex-COMECON countries, which is indicated by the ratio to the international price.

\* ①, ②, ③ indicate order of favorableness.

\*\* Threshold equipment price level which change order of favorableness.

Coal prices on the table are including a 10% trade tax.



表 8.7 經濟感度分析

Unit: EIRR %

Variation Factor	Price (1.00: 6,057.1 Tg/t)			Exchange Rate (1.00: 400Tg/US\$)			Capital Costs			Operating Costs			Total Excavation Volume (No changes in coal)			Case 6 (S/R)*
	Case 2	Case 4	Case 6	Case 2	Case 4	Case 6	Case 2	Case 4	Case 6	Case 2	Case 4	Case 6	Case 2	Case 4	Case 6	
1.20	NA**	57.3	NA	NA	38.3	NA	69.3	28.6	39.3	31.7	27.0	28.9	34.2	27.3	30.0	(5.2)
1.15	NA	52.0	NA	NA	37.9	NA	NA	30.3	45.5	49.5	29.4	36.2	53.1	29.6	37.3	(4.9)
1.10	NA	46.7	NA	NA	37.5	NA	NA	32.2	53.9	94.2	31.7	45.9	104.8	31.9	46.9	(4.7)
1.05	NA	41.6	NA	NA	37.1	NA	NA	34.3	66.9	NA	34.2	60.6	NA	34.3	61.4	(4.4)
1.00	NA	36.6	97.0	NA	36.6	97.0	NA	36.6	97.0	NA	36.6	97.0	NA	36.0	97.0	(4.2)
0.95	NA	31.8	48.6	NA	36.1	81.7	NA	39.2	NA	NA	39.2	NA	NA	39.1	NA	(4.0)
0.90	39.3	27.0	31.5	NA	35.6	71.8	NA	42.1	NA	NA	41.7	NA	NA	41.6	NA	(3.7)
0.85	18.4	22.2	20.5	NA	34.9	64.0	NA	45.3	NA	NA	44.3	NA	NA	44.1	NA	(3.5)
0.80	8.1	17.5	12.3	NA	34.2	57.3	NA	48.9	NA	NA	47.0	NA	NA	46.6	NA	(3.2)

\* Stripping ratio

\*\* NA = Not available

Base Case at the economic value of 6,057.1 Tg/t

Coal prices mentioned here are including a 10% trade tax.

表 8.8 インフレーション率

Year-Month-Date	1991-1-16	1994-5	Monthly (%)
Food, beverages and tobacco	100	2,853.27	8.5
Clothing and footwear	100	1,620.96	7.0
Rent and utilities	100	1,182.83	6.2
Household goods	100	2,741.50	8.4
Medical care	100	1,933.93	7.5
Transport and communication	100	1,683.07	7.1
Education and recreation	100	2,827.33	8.5
Other goods and services	100	2,141.17	7.8
Overall indexes	100	2,291.47	7.9

表 8.9 価格等推移

Year		1990	1991	1992	1993	1994	Remarks
Consumer Price Index		100	153	650	1,839	2,293 (20)	
Exchange Rate	(Tg/US\$)	5.48	25.51	40.00	299.3	400.0	
Coal Price	(Tg/t)	31.87	83	180	1,723	2,396	
Coal Production Cost	(Tg/t)	27.30	38.4	150	779	1,545	
Explosives	(1,000Tg/t)	2.26	6.52	20.8	108.7	210.0	
Detonator	(Tg/each)	0.57	4.05	4.05	4.87	150.0	
Dragline 10/70 Bit	(1,000Tg/each)	0.81	0.81	13.5	18.25	81.25	(168)
Dragline 20/90 Bit	(1,000Tg/each)	0.52	0.52	13.5	76.0	131.25	
Wire Rope	(1,000Tg/t)	19.20	33.2	33.2	132.3	200.0	(480)
Cable	(1,000Tg/km)	85.0	460.0	600.0	2,625.0	6,700.0	
Sceper	(Tg/each)	245.0	245.0	500.0	957.0	1,500.0	
Diesel Oil	(1,000Tg/t)	1.13	2.14	11.8	50.0	144.0	
Gasoline	(1,000Tg/t)	1.1	2.2	18.0	42.0	130.0	
Lubricant	(1,000Tg/t)	37.5	37.5	62.0	240.0	375.6	
Electricity	(Tg/kwh)	0.18	0.35	0.35	4.4	13.2	
Heat	(Tg/Gcal)	37.0	55.0	110.0	1,971.0	3,862.0	
Water (Potable)	(Tg/m <sup>3</sup> )	1.40	4.50	9.40	38.90	54.0	
Water (Industrial)	(Tg/m <sup>3</sup> )	1.40	4.50	9.40	41.25	54.0	
Mine Average Salary	(1,000Tg/man · yr)	8.8	29.5	N.A.	253.30	533.10	
Parts							
Truck Tires	(1,000Tg/each)	11.0	11.0	45.0	235.0	535.5	
Mining Equipment							
Shovel 5A	(1,000Tg/unit)	—	1,944.7	—	1,944.7	126,000	
Diesel Loco T3M-2	(1,000Tg/unit)	1,840	—	—	—	160,000	(480,000)
Drill CbP-160	(1,000Tg/unit)	1,425.0	—	—	—	37,600	
Haul Truck Belaz 40t	(1,000Tg/unit)	829.2	829.2	829.2	—	21,200	(46,312)
Dozer Det-250	(1,000Tg/unit)	700	700	696.1	—	60,000	
Dragline 20/90	(1,000Tg/unit)	22,900	—	—	—	2,400,000	(Quotation)
Rail Tariff (B.N-U.B)	(Tg/t)	12.43	31.14	106.87	376.71	376.71	

( ) shows the offer price.

表 8.10 価格上昇インデックス

Year	1990	1991	1992	1993	1994	Remarks
Consumer Price Index	1.00	1.53	6.50	18.39	22.93	
Exchange Rate	1.00	4.66	7.30	54.62	72.99	
Coal Price	1.00	2.60	5.65	54.06	75.18	
Coal Production Cost	1.00	1.41	5.49	28.53	56.59	
Explosives	1.00	2.88	9.20	48.10	92.92	
Detonator	1.00	7.10	7.10	8.54	263.16	
Dragline 10/70 Bit	1.00	1.00	16.67	22.53	100.31	
Dragline 20/90 Bit	1.00	1.00	25.96	146.15	252.40	
Wire Rope	1.00	1.73	1.73	6.89	10.42	
Cable	1.00	5.41	7.06	29.71	78.82	
Sleeper	1.00	1.00	2.04	3.91	6.12	
Diesel Oil	1.00	1.89	10.44	44.25	127.43	
Gasoline	1.00	2.00	16.36	38.18	118.18	
Lubricant	1.00	1.00	1.65	6.40	10.02	
Electricity	1.00	1.94	1.94	24.44	73.33	
Heat	1.00	1.49	2.97	53.27	104.38	
Water (Potable)	1.00	3.21	6.71	27.79	38.57	
Water (Industrial)	1.00	3.21	6.71	29.46	38.57	
Mine Average Salary	1.00	3.35	N.A.	28.78	60.58	
Parts						
Truck Tires	1.00	1.00	4.09	21.36	48.68	
Mining Equipment						
Shovel 5A	—	1.00	—	1.00	64.79	
Diesel Loco T3M-2	1.00	—	—	—	86.96	
Drill CbP-160	1.00	—	—	—	26.39	
Haul Truck Belaz 40t	1.00	1.00	1.00	—	25.57	
Dozer Det-250	1.00	1.00	1.00	—	85.71	
Dragline 20/90	1.00	—	—	—	(104.80)	(Quotation)
Rail Tariff (B.N-U.B)	1.00	2.51	2.51	30.31	30.31	

表 8.11 FIRR 10%に対応する石炭価格

Unit: Tg/t

	Production Coal (10 <sup>3</sup> t)	Status of Current Fixed Assets	Financial (FIRR = 10%)		
			Improved	Non Railway	
	Total Excavation (10 <sup>3</sup> BCM)			(1998)	(2002)
			(Case 1)	(Case 2)	(Case 3)
A. Rehabilitation	3,716	Not Revalued	8,852.3	8,085.8	8,227.3
(Existing)	18,489	Revalued	8,674.8	7,922.7	8,061.4
B. Expansion	2,294	None	(Case 4)	(Case 4)	(Case 4)
(Additional)	11,411		6,695.9	6,695.9	6,695.9
C. Total	6,010	Not Revalued	(Case 5)	(Case 6)	(Case 7)
(Combined)	29,900	Revalued	8,085.8	7,597.6	7,687.5
			7,979.8	7,493.0	7,585.7

Baganuur coal economic value 6,057.1 Tg/t (3,563 kcal/kg)

FIRR: FIRR on the total project (debt/equity = 0/100)

Coal sale prices presented on the tabel are including a 10% trade tax.

表 8.12 石炭価格 6,057.1 Tg/t 時の減免税ステップ

Tax Exemption Steps	FIRR *1	NPV at 10% DR *2
① Base Case (Current Taxation Regimes)	0.6	-32,421.6
② Assets Revaluation	0.9	-30,727.4
③ Carry-Over of Gross Operation Loss	0.6	-29,628.2
④ After Tax Expenses into Before Tax Costs	2.3	-25,532.2
⑤ Equipment Import Tax 7.5% to 0, Trade Tax 10% to 5%	2.9	-22,083.7
⑥ Parts Import Tax 15% to 0, Trade Tax 10% to 5%	6.1	-11,470.4
⑦ Equipment Import Tax 0, Trade Tax 0	6.75	-9,050.7
⑧ Parts Import Tax 0, Trade Tax 0	7.75	-6,680.5
⑨ Coal Trade Tax 10% to 5% The Remaining 5% kept by the Mine	10.0	+120.0

\*1 FIRR : FIRR on total Project

\*2 NPV at 10% DR: Net Present Value at 10% Discount Rate (Unit:10<sup>6</sup>Tg)

表 8.13 資本構成別減免稅後資本效率

Debt (%)	Equity (%)	Foreign Loan Interest Rate											
		1%		2%		3%		5%		8%		10%	
		FIRR <sup>#1</sup>	Unrepaid <sup>#2</sup>	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid
0.00	100.00	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0
5.00	95.00	9.8	0.0	9.8	0.0	9.8	0.0	9.8	0.0	9.7	0.0	9.7	0.0
10.00	90.00	10.1	0.0	10.1	0.0	10.1	0.0	10.0	0.0	9.9	0.0	9.8	0.0
15.00	85.00	10.4	0.0	10.4	0.0	10.3	0.0	10.2	0.0	10.0	0.0	9.9	0.0
20.00	80.00	10.8	0.0	10.7	0.0	10.6	0.0	10.5	0.0	10.2	0.0	10.1	0.0
25.00	75.00	11.2	0.0	11.1	0.0	11.0	0.0	10.7	0.0	10.4	0.0	10.2	0.0
30.00	70.00	11.6	0.0	11.5	0.0	11.3	0.0	11.0	0.0	10.6	0.0	10.4	0.0
35.00	65.00	12.1	0.0	11.9	0.0	11.7	0.0	11.4	0.0	10.9	0.0	10.5	0.0
40.00	60.00	12.7	0.0	12.4	0.0	12.2	0.0	11.8	0.0	11.1	0.0	10.7	0.0
45.00	55.00	13.3	0.0	13.1	0.0	12.8	0.0	12.2	0.0	11.5	0.0	11.0	0.0
50.00	50.00	14.1	0.0	13.7	0.0	13.4	0.0	12.7	0.0	11.8	0.0	11.3	0.0
55.00	45.00	14.9	0.0	14.5	0.0	14.1	0.0	13.4	0.0	12.3	0.0	11.6	0.0
60.00	40.00	16.1	0.0	15.6	0.0	15.1	0.0	14.2	0.0	12.9	0.0	12.1	0.0
65.00	35.00	17.8	0.0	17.2	0.0	16.5	0.0	15.3	0.0	13.6	0.0	12.6	0.0
70.00	30.00	20.5	0.0	19.5	0.0	18.5	0.0	16.8	0.0	14.7	0.0	13.4	0.0
75.00	25.00	25.0	0.0	23.3	0.0	21.8	0.0	19.2	0.0	16.2	0.0	14.6	0.0
80.00	20.00	36.2	0.0	32.2	0.0	29.1	0.0	24.1	0.0	19.0	0.0	16.5	0.0
85.00	15.00	NA <sup>#3</sup>	0.0	NA	0.0	NA	0.0	NA	0.0	24.3	0.0	19.3	0.0
90.00	10.00	NA	0.0	NA	0.0	NA	0.0	NA	0.0	NA	1,733.7	NA	4,549.9
95.00	5.00	NA	0.0	NA	105.3	NA	1,627.9	NA	4,760.3	NA	9,847.9	NA	13,614.7
99.99	0.01	NA	7,748.5	NA	9,642.7	NA	11,604.7	NA	15,710.7	NA	22,913.1	NA	28,437.3

#1 FIRR : Financial rate of return on equity (unit: %)  
 #2 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (unit: 10<sup>6</sup>T\$)  
 #3 NA : Not Available

表 8.14 借入比率 50% 未返濟借入金額之資本效率

DEBT: EQUITY = 50:50												
Tax Exemption Steps	F.L.I.R. *1 = 1%		F.L.I.R. = 2%		F.L.I.R. = 3%		F.L.I.R. = 5%		F.L.I.R. = 8%		F.L.I.R. = 10%	
	Unrepaid	FIRR**3	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR
① Base Case	6,537.1	0.6	6,734.9	0.4	6,931.9	0.3	7,309.5	NA**	7,939.1	NA	8,402.3	NA
② Assets Revaluation	5,642.9	1.0	5,863.5	0.8	6,073.3	0.7	6,550.1	0.3	7,364.6	NA	7,935.3	NA
③ Carry-Over of Gross Operation Loss	5,227.1	1.3	5,435.4	1.2	5,613.6	1.0	5,770.4	0.7	6,132.2	0.1	6,878.6	NA
④ After Tax Expenses into Before Tax Costs	3,264.5	1.7	3,718.7	1.4	4,151.7	1.0	4,963.4	0.4	6,164.4	NA	6,909.9	0.3
⑤ Equipment Import Tax Trade Tax	626.7	3.0	837.2	2.8	1,297.8	2.5	2,118.5	1.8	3,299.7	0.9	4,072.3	0.3
⑥ Parts Import Tax Trade Tax	0.0	7.7	0.0	7.4	0.0	7.2	0.0	6.7	0.0	6.0	0.0	5.6
⑦ Equipment, Parts Import Tax Trade Tax 0	0.0	10.0	0.0	9.7	0.0	9.4	0.0	8.9	0.0	8.2	0.0	7.7
⑧ Coal Trade Tax	(0.0)	14.1)**5	(0.0)	13.7)	(0.0)	13.4)	(0.0)	12.7)	(0.0)	11.8)	(0.0)	11.3)

\*1 F.L.I.R.: Foreign loan interest rate

\*2 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (Unit: 10<sup>6</sup>Tg)

\*3 FIRR: FIRR on equity

\*4 NA: Not available (Unit: %)

\*5 ( ): This Tax exemption is not necessary due to enough financial feasibility

Table 8.15 Relationship between Leverage and Tax Exemption Steps in Case 6 at 6,057.1 Tg/t



表 8.15 借入比率 70% 未返済借入金額と資本効率率

Tax Exemption Steps	DEBT: EQUITY = 70:30											
	F.L.I.R.*1 = 1%		F.L.I.R. = 2%		F.L.I.R. = 3%		F.L.I.R. = 5%		F.L.I.R. = 8%		F.L.I.R. = 10%	
	Unrepaid	FIRR*	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR
① Base Case	20,370.9	0.7	21,132.2	0.4	21,932.0	NA	24,233.3	NA	29,554.8	NA	33,571.4	NA
② Assets Revaluation	18,812.9	1.2	19,662.9	0.8	20,565.7	0.4	23,023.5	NA	28,899.4	NA	33,082.6	NA
③ Carry-Over of Gross Operation Loss	17,140.8	1.8	18,488.7	1.2	19,871.2	0.6	22,672.6	NA	28,899.4	NA	33,082.6	NA
④ After Tax Expenses into Before Tax Costs	17,185.8	NA**	18,594.8	NA	19,980.5	NA	22,846.5	NA	29,088.2	NA	33,281.0	NA
⑤ Equipment Import Tax Trade Tax 7.5% to 0 10% to 5%	11,476.4	1.8	12,816.8	0.9	14,149.1	NA	16,785.1	NA	20,733.1	NA	23,874.9	NA
⑥ Parts Import Tax Trade Tax 15% to 0 10% to 5%	0.0	9.6	0.0	9.0	0.0	8.5	1,131.5	7.5	2,965.5	6.1	4,008.9	5.1
⑦ Equipment, Parts Import Tax Trade Tax 0	(0.0)	13.2)**	(0.0)	12.5)	(0.0)	11.9)	0.0	10.8	0.0	9.2	0.0	8.2
⑧ Coal Trade Tax 10% to 5%	(0.0)	20.5)	(0.0)	19.5)	(0.0)	18.5)	(0.0)	16.8)	(0.0)	14.7)	0.0	13.4

\*1 F.L.I.R.: Foreign loan interest rate

\*2 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (Unit: 10<sup>6</sup>Tg)

\*3 FIRR: FIRR on equity (Unit: %)

\*4 NA: Not available

\*5 ( ): This Tax exemption is not necessary due to enough financial feasibility

表 8.16 借入比率 80% 未返済借入金額と資本効率

Tax Exemption Steps	DEBT: EQUITY = 80:20											
	F.L.I.R.*1= 1% Unrepaid	F.I.R.*2 FIRR	F.L.I.R. = 2% Unrepaid	F.I.R. FIRR	F.L.I.R. = 3% Unrepaid	F.I.R. FIRR	F.L.I.R. = 5% Unrepaid	F.I.R. FIRR	F.L.I.R. = 8% Unrepaid	F.I.R. FIRR	F.L.I.R. = 10% Unrepaid	F.I.R. FIRR
① Base Case	43,781.2	1.3	46,430.4	0.9	49,171.6	0.5	56,003.3	NA	67,632.2	NA	75,720.7	NA
② Assets Revaluation	40,965.2	1.6	44,448.5	1.1	48,170.7	0.5	55,960.7	NA	68,091.7	NA	76,178.4	NA
③ Carry-Over of Gross Operation Loss	39,796.5	1.8	43,828.0	1.1	47,872.2	0.5	55,960.7	NA	68,091.7	NA	76,178.4	NA
④ After Tax Expenses into Before Tax Costs	40,243.2	NA *4	44,277.4	NA	48,321.7	NA	56,410.1	NA	68,540.9	NA	76,627.6	NA
⑤ Equipment Import Tax 7.5% to 0 Trade Tax 10% to 5%	27,144.2	NA	30,892.5	NA	34,697.3	NA	42,344.1	NA	53,817.7	NA	61,466.1	NA
⑥ Parts Import Tax 15% to 0 Trade Tax 10% to 5%	4,192.7	11.5	5,206.3	10.6	6,219.8	9.7	8,223.0	8.1	11,034.4	5.7	14,370.1	3.9
⑦ Equipment, Parts Import Tax 0 Trade Tax 0	0.0	17.5	0.0	16.1	0.0	14.9	1,019.6	12.8	3,942.1	10.1	5,901.3	8.5
⑧ Coal Trade Tax 10% to 5%	(0.0)	36.2) *5	(0.0)	32.2)	(0.0)	29.1)	(0.0)	24.1)	0.0	19.0	0.0	16.5)

\*1 F.L.I.R.: Foreign loan interest rate

\*2 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (Unit: 10<sup>6</sup>Tg)

\*3 FIRR: FIRR on equity (Unit: %)

\*4 NA: Not available

\*5 ( ): This Tax exemption is not necessary due to enough financial feasibility

表 8.17 石炭販売価格と経営健全性との関連

F.L.I.R.* <sup>1</sup>	Price (%)	Price (Tg/t)	Debt/Equity 0.001/0.999		Debt/Equity 0.800/0.200		Debt/Equity 0.999/0.001		
			Note	FIRR* <sup>2</sup>	Unrepaid* <sup>3</sup>	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid
1.0		6,415.7	a	10.7	0.0	46.4	0.0	NA * <sup>4</sup>	(CR) 0.0
		6,057.1	b	8.0	0.0	22.2	0.0	NA	21,404.9
		5,874.6	c	6.6	0.0	* <sup>6</sup> 15.3	* <sup>5</sup> (CR) 0.0	NA	36,438.8
		5,681.0	d	5.2	0.0	10.0	7,153.1	NA	93,655.6
		5,596.7	e	4.6	0.0	8.0	10,194.8	NA	119,369.8
2.0		6,449.2	a	10.9	0.0	44.2	0.0	NA	(CR) 0.0
		6,057.1	b	8.0	0.0	20.3	0.0	NA	23,566.4
		5,902.1	c	6.8	0.0	14.9	(CR) 0.0	NA	38,823.9
		5,716.6	d	5.4	0.0	10.0	6,860.2	NA	93,776.5
		5,631.7	e	4.8	0.0	8.0	9,926.0	NA	119,693.1
3.0		6,483.5	a	11.2	0.0	42.4	0.0	NA	(CR) 0.0
		6,057.1	b	8.0	0.0	18.7	0.0	NA	25,880.2
		5,929.6	c	7.0	0.0	14.5	(CR) 0.0	NA	41,212.8
		5,752.5	d	5.7	0.0	10.0	6,556.3	NA	93,809.5
		5,667.1	e	5.1	0.0	8.0	9,642.6	NA	119,897.1
5.0		6,552.1	a	11.7	0.0	38.7	0.0	NA	(CR) 0.0
		6,057.1	b	8.0	0.0	16.0	0.0	NA	31,358.3
		5,984.8	c	7.4	0.0	13.9	(CR) 0.0	NA	46,040.9
		5,826.0	d	6.3	0.0	10.0	5,879.2	NA	93,307.2
		5,737.3	e	5.6	0.0	8.0	9,084.7	NA	120,499.2
8.0		6,655.0	a	12.5	0.0	35.1	0.0	NA	(CR) 0.0
		6,067.9	b	8.0	0.0	13.0	(CR) 0.0	NA	53,334.0
		6,057.1	c	8.0	0.0	12.8	416.6	NA	56,259.0
		5,937.6	d	7.1	0.0	10.0	4,835.6	NA	92,327.5
		5,845.0	e	6.4	0.0	8.0	8,208.2	NA	120,691.5
10.0		6,724.5	a	13.0	0.0	33.1	0.0	NA	(CR) 0.0
		6,123.4	b	8.5	0.0	12.5	(CR) 0.0	NA	58,250.6
		6,057.1	c	8.0	0.0	11.0	2,461.7	NA	77,948.5
		6,012.5	d	7.6	0.0	10.0	4,100.7	NA	91,540.8
		5,919.7	e	6.9	0.0	8.0	7,509.0	NA	119,948.4

- \*1 F.L.I.R. : Foreign loan interest rate  
 \*2 FIRR : FIRR on equity (unit: %)  
 \*3 Unrepaid : Loan unrepaid at the end of the project life (unit: 10<sup>6</sup> Tg)  
 \*4 NA : Not available  
 \*5 (CR) : Critical point of loan repaid  
 \*6 . : Reasonable Price Level

Coal price presented on the table are including a 5% trade tax.  
 Note: a: price at no loan unpaid on a 99.9% debt  
 b: price at the economic value of 6,057.1 Tg/t  
 c: price at no loan unrepaid on a 80% debt  
 d: price at a 10% FIRR on equity on a 80% debt  
 e: price at a 8% FIRR on equity on a 80% debt

表 8.18 財務感度分析 炭価 6,057.1 Tg/t 時の投下資金効率(ROI)

Unit: FIRR

Variation Factor	Exchange Rate (1.00: 400Tg/US\$)	Capital Costs	Operating Costs	Total Excavation
	FIRR *1	FIRR	FIRR	FIRR (S/R)*2
1.20	9.4	5.4	2.3	2.5 (5.2)
1.15	9.2	6.0	3.7	3.9 (4.9)
1.10	8.9	6.8	5.2	5.3 (4.7)
1.05	8.7	7.5	6.8	6.8 (4.4)
1.00	8.4	8.4	8.4	8.4 (4.2)
0.95	8.0	9.3	10.1	10.0 (4.0)
0.90	7.7	10.3	11.8	11.7 (3.7)
0.85	7.3	11.5	13.7	13.5 (3.5)
0.80	6.8	12.8	15.7	15.4 (3.2)

\*1 FIRR : FIRR on total project at the economic coal price of 6,057.1 Tg/t (unit: %)

\*2 (S/R): Stripping ratio

表 8.19 財務感度分析 炭価 6,057.1 Tg/t 時の資金効率(ROE)

Unit: FIRR

Variation Factor	Exchange Rate (1.00: 400Tg/US\$)		Capital Costs		Operating Costs		Total Excavation	
	Unrepaid*1	FIRR *2	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR (S/R)*3
1.20	0.0	26.9	10,579.9	9.3	43,053.8	NA	39,159.5	NA (5.2)
1.15	0.0	25.4	6,559.0	11.3	19,191.8	1.2	17,478.7	2.2 (4.9)
1.10	0.0	23.8	2,502.9	13.7	8,897.9	7.5	8,407.2	7.8 (4.7)
1.05	0.0	22.2	0.0	16.6	1,634.9	12.6	1,382.5	12.9 (4.4)
1.00	0.0	20.3	0.0	20.3	0.0	20.3	0.0	20.3 (4.2)
0.95	0.0	18.4	0.0	25.2	0.0	33.9	0.0	33.2 (4.0)
0.90	0.0	16.5	0.0	32.3	0.0	64.1	0.0	60.5 (3.7)
0.85	0.0	14.6	0.0	43.4	0.0	NA	0.0	NA (3.5)
0.80	1,219.1	12.5	0.0	59.5	0.0	NA	0.0	NA (3.2)

\*1 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (unit: 10<sup>8</sup> Tg)

\*2 FIRR : FIRR on equity at the economic coal price of 6,057.1 Tg/t (unit: %)

\*3 (S/R) : Stripping ratio

表 8.20 財務感度分析 炭価 5,902.1 Tg/t 時の税引後資金効率(ROE)

Unit: FIRR

Variation Factor	Exchange Rate (1.00: 400Tg/US\$)		Capital Costs		Operating Costs		Total Excavation	
	Unrepaid*1	FIRR *2	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR (S/R)**3
1.20	0.0	20.1	15,976.7	6.2	63,927.7	NA	60,034.4	NA (5.2)
1.15	0.0	18.9	12,139.9	8.0	36,595.3	NA	33,700.5	NA (4.9)
1.10	0.0	17.7	8,164.4	10.0	15,463.0	3.7	14,460.4	4.3 (4.7)
1.05	0.0	16.3	4,114.9	12.2	7,330.9	9.0	7,080.2	9.2 (4.4)
1.00	0.0	14.9	0.0	14.9	0.0	14.9	0.0	14.9 (4.2)
0.95	1,473.8	13.5	0.0	18.4	0.0	24.3	0.0	23.9 (4.0)
0.90	2,914.6	12.0	0.0	22.8	0.0	43.5	0.0	41.4 (3.7)
0.85	4,344.8	10.4	0.0	29.1	0.0	NA	0.0	97.3 (3.5)
0.80	5,775.8	8.7	0.0	38.8	0.0	NA	0.0	NA (3.2)

\*1 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (unit: 10<sup>6</sup> Tg)

\*2 FIRR : FIRR on equity at the critical coal price for loan unrepaid of 5,902.1 Tg/t (unit: %)

\*3 (S/R) : Stripping ratio

## 9 結論と所見

### (1) バガヌール炭鉱の現在の問題点

石炭と剥土の総掘削量の1993年実績は、設備の設計能力のわずか55%であった。主たる原因は、次の通りである。

- ・鉄道方式のシステム全体あるいは個々の機械設備の頻繁な故障による稼働率の低下。
- ・資金不足による部品供給の停止。
- ・外国人に頼っていた設備の保守管理が外国人の帰国により、国内の専門家の不在。

### (2) リノベーション計画の採掘方式

技術・経済性の観点から、次の3案を検討した。

Case A: プロジェクトの期間を通して、現在の鉄道方式を維持することを前提に、現状改善（18.5百万BCM/年）および生産規模を拡大（11.4百万BCM/年）する案。

Case B: 1998年に鉄道方式を廃棄し、トラック・ショベル方式に切替えることを前提に、現状改善および生産規模を拡大する案。

Case C: 2002年に鉄道方式を廃棄し、トラック・ショベル方式に切替えることを前提に、現状改善および生産規模を拡大する案。

技術・経済性の検討の結果、Case Bが最有利案として選定された。

### (3) 環境への影響

適切な環境対策を講じれば、本リノベーション計画は環境になんらの悪影響も及ぼさない。想定される主な環境問題とその対策については、次の通りである。

- ・地下水に含まれているFe分が放流された川に沈殿することで、現在の排水処理設備を拡張して対処。
- ・バガゲン湖の水位の低下に対して水位測定を実施し、必要に応じてフトサア川の水をバガゲン湖に導水することにより対処。

環境保全に必要な設備・機器は、リノベーション計画に費用として計上している。

#### (4) 主要機械設備

1998年に鉄道方式を廃棄し、トラック・ショベル方式に切替えるCase Bにおける主要機械設備は、次の通りである。

	現有設備	鉄道廃棄で 必要となる設備	生産規模拡大 に必要な設備	備 考
ドラッグライン	5	—	—	剥土作業
ショベル	11	2	3	剥土および採炭作業
トラック	39	18	41	剥土・石炭の運搬
ブルドーザー	16	—	11	支援作業
スクレイパー	2	—	—	道路の保全
グレーダー	2	—	3	道路の保全

注) 表中の台数には、異なったタイプ、容量の機械設備が混在している。

#### (5) 投資と操業費用

Case Bのプロジェクト全期間23年間の投資総額および操業費用総額は、次の通りである。なお、投資総額には更新費用も含まれている。

	石炭の生産規模 (百万t/y)	投資総額 (百万US\$)	操業費用総額 (百万US\$)
現状改善	3.7	326	716
生産規模拡大	2.3	135	334
計	6.0	461	1,050
(石炭 t 当りのUS\$)	—	(3.46)	(7.88)

プロジェクトの最初の3年間(1996~1998年)に必要な、投資額と操業費用のうちの外貨部分は、次の通りである。

	投資額 (百万US\$)	操業費用 (百万US\$)
現状改善	79	58
生産規模拡大	51	5
計	130	63



## (6) 経済評価

バガヌール炭鉱のリノベーション計画は、国家経済の立場から非常に有利な案件であることが明らかとなった。

モンゴルの経済全体の立場から見たCase BのEIRRは、石炭の経済価値6,057Tg/tの場合、97%と非常に高く、EIRR10%のときの石炭の経済販売価格は、次の表に示すように、経済価値に較べて非常に安価である。

	石炭生産規模 (百万t/y)	総掘削量 (百万BCM)	経済価格 (Tg/t)		
			Case A	Case B	Case C
現状維持	3.7	18.5	5,257	4,916	4,971
生産規模拡大	2.3	11.4	4,370	4,370	4,370
計	6.0	29.9	4,977	4,743	4,781

経済感度分析は、投資額、操業費用、剥土比が±20%変動があっても、プロジェクトの実行可能性には何等の影響も与えないことを明らかにしている。

## (7) 財務分析

現行の税率税制では、バガヌール炭鉱のリノベーション計画は、財務的には実行不可能である。

投資者の立場を表すCase BのプロジェクトのFIRRは、石炭の経済価値6,057Tg/tにおいては0.9%と非常に低い値である。そして、FIRR10%となるときの石炭の販売価格は7,493Tg/tで、石炭の経済価値に較べて非常に高い価格となる。

	石炭生産規模 (百万t/y)	総掘削量 (百万BCM)	石炭価格 (Tg/t)		
			Case A	Case B	Case C
現状維持	3.7	18.5	8,675	7,923	8,061
生産規模拡大	2.3	11.4	6,696	6,696	6,696
計	6.0	29.9	7,980	7,493	7,586

Case Bにおいて、10%EIRRの時の石炭価格(4,743Tg/t)と、FIRR10%の時の価格(7,493Tg/t)を較べると、財務石炭販売価格は経済価格の160%に相当する。

## (8) 財務評価の向上対策

本リノベーション計画は、モンゴル国家経済には非常に有利な案件であるので、現行の税率

税制を改正し財務評価の環境を改善することを推奨する。そして、これは結果的には利益を政府から炭鉱に再配分することとなる。

減免税の効果について、石炭の経済価値6,057Tg/tの時に、Case BでプロジェクトのFIRRが10%となるまでのステップを検討した結果は、次に示す通りである。

課税項目と減免税措置ステップ	プロジェクト外のFIRR (%)	割引率10%の時のNPV (百万Tg)
1. 現行税率税制（資産の評価替後）	0.9	-30,730
2. 所得税計算を含めて、 操業費用概念の拡大	2.3	-25,530
3. 輸入設備、部品の免税化 輸入税 0、取引税 0	7.8	- 6,680
4. 石炭の取引税の半分を炭鉱に還付	10.0	+ 120

減免税措置後においても、石炭の経済価値6,057Tg/tにおけるプロジェクトのFIRR10%は、限界的なレベルである。

さらに財務評価を向上させるためには、減免税措置と同時に、低金利の外貨資金を導入することが効果的である。FIRR、借入金／資本金比率、外貨資金の金利と最低限必要な投資資本のFIRR8%を得るための減免税措置ステップの関連について、石炭の経済価値6,057Tg/tで検討した結果は、次の通りである。

- ・借入比率を高め、低利の資金を導入すれば、減免税措置のステップ数を減少させることができる。
- ・借入比率が高く、高金利の資金では、未返済借入金増大を避けるために、減免税措置のステップ数を増す必要が生じる。

#### (9) リノベーション計画に望まれる財務的環境

バガヌール炭鉱のリノベーション計画に望まれる財務的環境は、次の通りである。

- ・資金の構成は借入金80%、資本金20%
- ・低金利の外貨資金の導入
- ・固定資産の評価替え
- ・法人所得税計算に累積赤字の繰延べ採用
- ・減免税措置
  - －課税後経費の操業費用繰入れ
  - －輸入設備・部品の輸入税免除

- 輸入設備・部品の取引税の50%軽減（10%を5%に）
- ・ 石炭の取引税10%のうち半分を炭鉱に還付

モンゴル政府が民営化を計画する場合、上記と同等の効果を有する財務的環境を作り出す必要がある。

#### (10) マネージメントの改善

下記の分野について、マネージメントの改善を図ることが必要である。

- ・ メンテナンス部門

本分野は、現在鉄道部門に所属する専門家を、技術分野と資機材分野に再編成する必要がある。そして、予備部品を含めて機械設備の維持管理の責任を負う必要がある。維持管理の能力を育成することは、新しいメンテナンス部門の喫緊の課題である。

- ・ 石炭の品質管理部門

石炭の品質問題は、解決のための行動を起こす必要がある。そして、消費者と品質に関しては、十分なコミュニケーションを保つ必要がある。

- ・ 環境保全部門

環境測定計画の実施と提言した諸対策の実施により、環境の保全に努めることが必要である。

- ・ 石炭販売部門

製品炭を売ること、価格交渉をすること、消費者の苦情には解決に向けて対処すること、短長期の販売計画を作成することが必要である。

## 第一部 炭鉱リノベーション計画

### 第二章 シビーオボー炭鉱改善計画の調査

## 目 次

### 第一章 バガヌール炭鉱改善計画の調査

#### 第一章目次参照

### 第二章 シビーオボー炭鉱改善計画の調査

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	石炭資源	5
2.1	探査の経緯	5
2.2	地質および地質構造	7
2.2.1	地形および地質	7
2.2.2	地質構造	7
2.2.3	水理地質	8
2.3	埋蔵量	8
2.3.1	炭層別の確定埋蔵量	8
2.3.2	モンゴルによる可採埋蔵量	12
2.4	炭種および品質	15
2.5	採掘区域の検討	18
2.5.1	モンゴルによる採掘区域	18
2.5.2	年産200万トン体制のための採掘区域とピット設計	18
3	シビーオボー炭鉱の現状	19
3.1	開発の経緯	19
3.1.1	経緯	19
3.1.2	石炭の供給	20
3.2	炭鉱の現状	20
3.2.1	採掘システムの現状と採掘機器	20
3.2.2	地表設備	32
3.2.3	生産実績	35
3.2.4	組織と人員	38
3.3	現在の問題点	40

3.3.1	採掘システムと採掘機器	40
3.3.2	地表設備	43
3.3.3	基金	44
3.4	現炭鉱の生産能力の評価	44
3.4.1	タイム・スタディ	44
3.4.2	生産能力の評価	45
4	シビーオポー炭鉱改善計画の検討	48
4.1	効果的な採掘システムの検討	48
4.1.1	改善計画の目標	48
4.1.2	効果的な採掘システムの検討	48
4.2	改善のための採掘設備	61
4.2.1	改善のための採掘機器	61
4.2.2	改善のための地表設備	67
4.3	インフラストラクチャー	76
4.4	改善計画の工程	78
5	品質管理システム	80
5.1	品質上の問題点	80
5.1.1	品質	80
5.1.2	品質管理上の問題点	80
5.2	必要な品質管理と設備	82
5.2.1	必要な品質管理システム	82
5.2.2	必要とする設備	83
5.3	製品炭品位	85
5.4	可選性	87
6	環境調査	90
6.1	調査概要	90
6.2	法制度	90
6.3	チョイル町の現況	90
6.3.1	社会状況	90
6.3.2	自然状況	92
6.4	調査地域の現況	95
6.4.1	生活環境 (公害)	95
6.4.2	自然環境	97

6.4.3	社会環境	99
6.5	環境評価	99
6.5.1	生活環境	99
6.5.2	自然環境	101
6.6	環境保全対策	103
6.6.1	生活環境	104
6.6.2	自然環境	104
6.6.3	社会環境	106
6.7	モニタリング計画	106
6.7.1	生活環境	107
6.7.2	自然環境	107
6.8	環境調査	107
6.9	積算	108
6.10	結論および所見	108
6.10.1	結論	108
6.10.2	所見	110
7	設備費と操業費	111
7.1	更新スケジュール	111
7.2	機器価格と部品コスト	111
7.3	設備費と操業費	111
7.3.1	設備費	111
7.3.2	操業費	112
7.4	外貨および内貨費用	112
7.4.1	外貨費用	112
7.4.2	内貨費用	112
8	経済性評価	126
8.1	分析の前提条件および方法	126
8.2	経済評価	127
8.2.1	分析の前提条件	128
8.2.2	経済費用	129
8.2.3	経済便益	130
8.2.4	ディスカウント・キャッシュフロー (DCF) 分析	131
8.2.5	感度分析	132

8.3	財務評価	132
8.3.1	分析の前提条件	133
8.3.2	財務費用	133
8.3.3	総収入	134
8.3.4	ディスカウント・キャッシュフロー (DCF) 分析	134
8.3.5	財務感度分析	135
9	結論と所見	154



## 表目次

### 2 石炭資源

表 2.1	可採炭量計算表	13
表 2.2	主要炭層の標準品位	15
表 2.3	Mongolian MethodとJISによる分析結果	16
表 2.4	発電所の要求品位	17

### 3 シビーオポー炭鉱の現状

表 3.1	生産計画	19
表 3.2	生産実績	19
表 3.3	増産計画	20
表 3.4	切羽設計の基礎パラメーター	24
表 3.5	主要機器リスト	29
表 3.6	ドリル仕様	29
表 3.7	電動ショベル仕様	30
表 3.8	ダンプトラック仕様	31
表 3.9	石炭生産量および剥土量の計画と実績	37
表 3.10	生産費の概略	37
表 3.11	シビーオポー炭鉱の生産能力	46
表 3.12	採掘機器の稼働状況	47
表 3.13	現状設備の生産能力	47

### 4 シービーオポー炭鉱改善計画の検討

表 4.1	採掘計画	49
表 4.2	Case1-ロシア製機器追加の場合の生産能力	54
表 4.3	Case2-フロントエンドローダーとトラック導入の場合の剥土能力	55
表 4.4	Case3-中型トラックライン導入の場合の剥土能力	56
表 4.5	Case4-既存ショベル/トラックによる採炭能力	57
表 4.6	必要採掘機器の台数	58
表 4.7	必要採掘機器の価格と設備費	58
表 4.8	原単位	60
表 4.9	新規システムの比較調査	61

表 4.10	追加採掘機器リスト	64
表 4.11	追加設備と機器リスト	68
表 4.12	必要附帯設備	79

## 5 品質管理システム

表 5.1	発電所に納入された石炭品位	81
表 5.2	分析用機器—シビーオポー—炭鉱	84
表 5.3	分析用機器—鉱山研究所	84
表 5.4	製品炭品位	85
表 5.5	予想製品炭品位計算表	86
表 5.6	浮沈分析結果 (I層)	88
表 5.7	浮沈分析結果 (II層)	89

## 6 環境調査

表 6.1	シビーオポー地域の教育状況	91
表 6.2	シビーオポー地域の医療状況	91
表 6.3	公共施設等	92
表 6.4	シビーオポー地域の気象データ	93
表 6.5	調査地域の水質	95
表 6.6	鉱山区域における揚水した地下水の水質	97
表 6.7	環境チェックリスト	100
表 6.8	盛土の標準法面勾配	101
表 6.9	環境保全対策	103
表 6.10	モニタリング計画	106
表 6.11	環境調査	108
表 6.12	環境保全の費用	109

## 7 設備費と操業費

表 7.1	機器更新スケジュール	113
表 7.2	価格とコスト構成	114
表 7.3	既存機器の価格と部品コスト	115
表 7.4	改善計画における投資スケジュール	116
表 7.5	操業コスト予測基礎データ (case3)	117

表 7.6	操業コスト予測基礎データ (支援機器)	118
表 7.7	既存システムでの操業費	120
表 7.8	追加システムでの操業費	121
表 7.9	現状の原単位	122
表 7.10	今後23年間に必要な外貨費用	124
表 7.11	今後23年間に必要な内貨費用	125

## 8 経済性評価

表 8.1	中国大同炭価格推移	140
表 8.2	ロシア一般炭価格推移	141
表 8.3	輸入一般炭 単位当り価格	142
表 8.4	EIRR 10%時のCase3のDCFと所要外貨および内貨フロー	143
表 8.5	経済感度分析	145
表 8.6	インフレーション率	146
表 8.7	価格等推移	147
表 8.8	価格上昇インデックス	148
表 8.9	資本構成別炭価6,086 Tg/t時のCase3の資本効率	149
表 8.10	石炭販売価格と経営健全性との関連	150
表 8.11	財務感度分析 炭価 6,086 Tg/t 時の投下資金効率(ROI)	151
表 8.12	財務感度分析 炭価 6,086 Tg/t 時の資金効率(ROE)	152
表 8.13	財務感度分析 炭価 5,181.7 Tg/t 時の税引後資金効率(ROE)	153

## 図目次

### 1 はじめに

図 1.1 シビーオポー炭鉱位置図	4
-------------------	---

### 2 石炭資源

図 2.1 地質図	6
図 2.2 断面図	9
図 2.3 柱状図	10
図 2.4 I層の炭層等深線図	11
図 2.5 炭量計算図	14
図 2.6 全水分と発熱量との相関関係	16

### 3 シビーオポー炭鉱の現状

図 3.1 現操業概況図	22
図 3.2 ピット断面図	23
図 3.3 排水用ポンプ位置図	26
図 3.4 地表設備配置図	28
図 3.5 組織図	38

### 4 シビーオポー炭鉱改善計画の検討

図 4.1 Case1の採掘方式 (現有ショベルとタンクトラック)	49
図 4.2 Case2の採掘方式 (10m <sup>3</sup> フロントエンドローダーと50m <sup>3</sup> タンクトラック)	50
図 4.3 Case3の採掘方式 (中型トラックライン)	51
図 4.4 トラックラインによる採掘案	62
図 4.5 Range Diagramのシミュレーション	63
図 4.6 ドラッグライン	64
図 4.7 ブルドーザー	66
図 4.8 モーターグレーダー	67
図 4.9 地表設備案	70
図 4.10 貯炭および積込設備概念図	71
図 4.11 モービルクラッシャーの概念図	72

図 4.12	高圧送電線の変更案	73
図 4.13	配電設備案	74
6 環境調査		
図 6.1	シビーオポー地域の気象状況	94
図 6.2	調査地域	96
図 6.3	ずり堆積における法面	105
8 経済性評価		
図 8.1	モンゴル国課税制度と石炭価格構成	139



## 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)
bbl	: Barrel
BCM	: Bank Cubic Meter
BWE	: Bucket Wheel Excavator
CES	: Central Energy System
CIF	: Cost, Insurance and Freight
COMECON	: Communist Economic Conference
D/L	: Dragline
D/T	: Dump Truck
DB,db	: Dry Basis
DAF,daf	: Dry Ash Free
dB(A)	: Decibel in Scale A
DCF	: Discounted Cash Flow
E.C.	: Electric Conductivity
EIRR	: Economic Internal Rate of Return
F/S	: Feasibility Study
FBC	: Fluidized Bed Combustion
FEL	: Front End Loader
FIRR	: Financial Internal Rate of Return
FLIR	: Foreign Loan Interested Rate
FOB	: Free on Board
Gcal	: Giga-calorie
GDP	: Gross Domestic Product
GHV	: Gross Heating Value
GWh	: Giga-watt-hour(s)
ha	: Hectare(s)
HCV	: Higher Calorific Value
HHV	: Higher Heating Value
HP	: Horsepower
HV	: Heating Value
HVDC	: High Voltage Direct Current

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

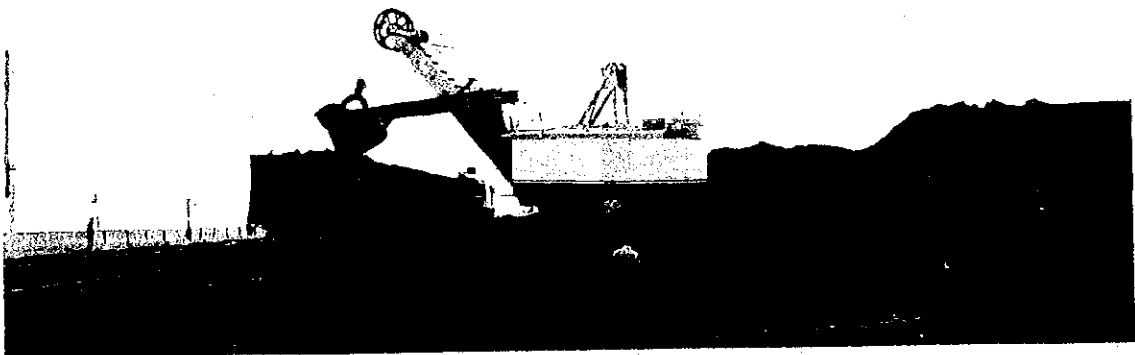




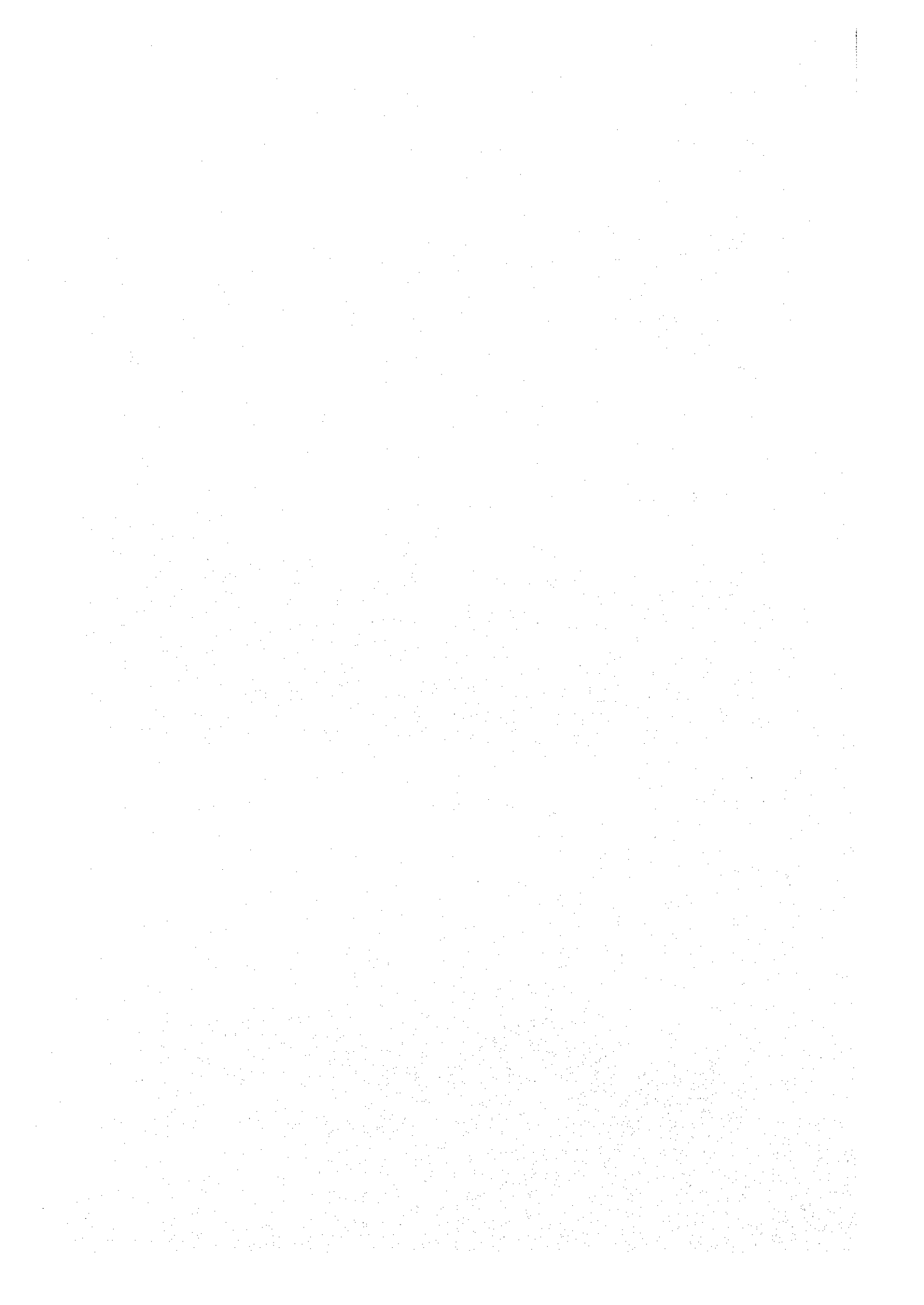
シビーオポー炭鉱採掘現場全景



ショベル/トラックシステムによる剥土作業



貯炭場と貨車積込作業



# 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、本編は第一部（第一章：バガヌール炭鉱、第二章：シビーオボー炭鉱）の調査結果が記載されている。第二部については分冊（第二部）を参照されたい。

本編第二章では、シビーオボー炭鉱の改善計画調査結果が報告されている。

我々が実施する今回の炭鉱改善計画調査の目的は、シビーオボー炭鉱の生産能力を800千ト/年から2百万ト/年に増産するために導入する採掘機器の選定、必要とする設備費・操業費の計算、経済性評価、環境問題に対する対策等である。

シビーオボー炭田は、ウランバートルの南東250km、ドルノゴビ県に位置し、海拔が1,180 - 1,230mであり、地形は穏やかな丘陵地である。予備地質調査の結果、シネウス地区が露天掘り炭鉱に開発対象地区に選定された。シネウス地区はシビーオボー炭田の北西部に位置し、賦存する8炭層のなかでI、II、V層が採掘対象炭層であり、I層が最下部に位置する。シビーオボー炭鉱はモンゴル国の鉱山技術者が当初から独自に炭田の調査、Pre-F/S、F/Sを行い、モンゴルの鉱山技術によって開発され1992年に生産を開始した小規模な露天掘炭鉱である。

シビーオボー炭鉱が開発された背景として、ウランバートルの発電所に石炭を供給している炭鉱の一つであるシャリングゴル炭鉱において、可採埋蔵量の約半分を採掘したため埋蔵量に余裕がなくなっている状況がある。ウランバートルの発電所にはバガヌール炭鉱からも石炭が供給されているが、生産能力や石炭の品質にトラブルが発生した場合に、これらの問題をシビーオボー炭鉱において増産することで解決できるとエネルギー・地質・鉱業省は認識している。また、モンゴル国で石炭の需要が増え、石炭が不足すると予測されており、シビーオボー炭鉱で増産して対応する計画である。

シビーオボー炭鉱で生産する石炭の品質はバガヌール炭鉱の石炭に似ており、シャリングゴル炭鉱の石炭に比べると炭化が進んでいない。シビーオボー炭鉱は埋蔵量、採掘条件、地質条件に恵まれており、短期間に増産することが可能であるので、エネルギー・地質・鉱業省は、シビーオ

ポーランドの石炭についてウランバートルの発電所で燃焼試験を行って市場導入を進めている。

モンゴル国における石炭需要を満たすため、シビーオポー炭鉱の生産能力を1997年には1百万ト/年に増産し、1999年までに1.5百万ト/年に、それ以降は生産能力を2百万ト/年に増産する計画である。さらに、モンゴル国での石炭需要が増加し、シャリングゴル炭鉱およびバガヌール炭鉱の生産能力が低迷すると、シビーオポー炭鉱の生産能力を4百万ト/年に増産する必要性も指摘されている。現在、シビーオポー炭鉱が直面している操業上の問題は品質管理である。発熱量は、1992年の生産開始時には地表近くの酸化した石炭を採炭したため約2,800kcal/kgと低かったが、現在では剥土が進み、また、夏期には積込み前に貯炭場で天日乾燥をしており、3,000kcal/kgまで上昇しているとエネルギー・地質・鉱業省から説明があった。しかし、品質管理の重要な問題は、地下水の抜水作業が遅れ、ウランバートル市の発電所に供給する石炭の全水分が高くなることである。貯炭場で十分に天日乾燥を行わないで供給する石炭は、全水分が40%を越えるケースもある。例えば1994年8月には、石炭の発熱量が2,260kcal/kgと低く、全水分が47%もあり、第4発電所のボイラーは石炭の燃焼が停止した。通常、第4発電所では、ボイラーの熱効率を維持するため、シビーオポー炭鉱から供給された石炭に重油を混合しながら燃焼する。その他の問題として、シビーオポー炭鉱に破碎・篩分設備が設置されていないため、ウランバートルの発電所に300mmを越えるサイズの石炭を供給していることである。

シビーオポー炭鉱では、剥土を除去した後に露出した石炭が自然発火するという問題もある。1994年5月には、露出した石炭のベンチで自然発火に起因する火災が発生し、採掘作業に甚大な支障を与える結果になった。火災が起きている石炭ベンチを鎮火するため、ベンチ長約100mの範囲にわたり石炭ベンチを土砂で覆い、剥土作業および採炭が停止した。

採掘機械の低い稼働率は、予備部品の不足、熟練した技師や修理工を採用できないことに起因していることが判明した。さらに、シビーオポー炭鉱の開発は、修理工場、資材倉庫、炭鉱事務所等の地上施設を建設をしないままに行われた。国営企業として独占営業するNuurs Co., Ltd.を通して炭鉱が予備部品を購入すると、納入まで3 - 9ヶ月の期間を要する。

シビーオポー炭鉱は居住設備として、旧ソ連駐在時のアパート等を利用している。このため、通信、住居(アパート)は良く整備されているといえよう。

シビーオポー炭鉱の開発を見直すと、新規炭鉱開発のための初期投資は、炭鉱の開発費だけでなく、破碎・篩分設備、整備工場、資材倉庫、事務所およびシャワー室等の設備のための費用も含めなければならない。また、新規炭鉱において作業モラルの向上と高い生産性を得るために、労働条件を良くすることも必要である。

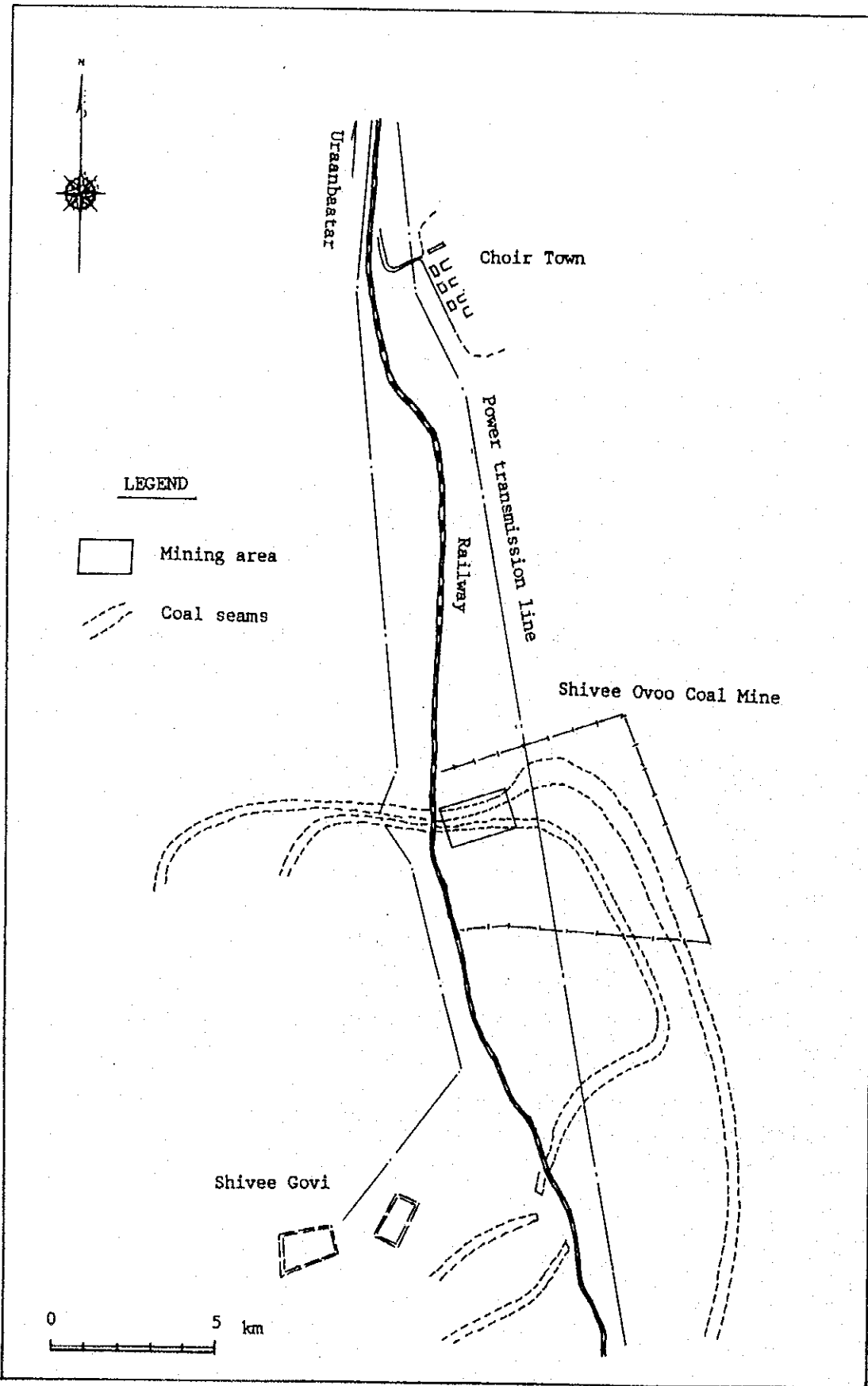


図 1.1 シビーオボ-炭鉱位置図

## 2 石炭資源

### 2.1 探査の経緯

シビーオボー炭鉱の探査と開発は、モンゴル独自で実施された。

1986年：概査（シビーオボー全体）

72本、延べ16,221.56mのボーリングを実施  
（ボアホール間隔2～4km）

1986年：精査（シネウス区域の初期開発計画部）

65本、延べ5,452.1mのボーリングを実施  
（ボアホール間隔250m）

1987年：精査（シネウス区域）

80本、延べ15,152.5mのボーリングを実施  
（ボアホール間隔500m、地質断面間隔200～500m）

1987年：精査（シネウス区域の初期開発部）

54本、延べ9,472.0mのボーリングを実施  
（ボアホール間隔250m）

1987～1991年：開発準備

1992年：開発、生産開始（146千ト）

広大なシビーオボー石炭鉱床は計画的に探査が実施され、そのうち、特に条件に恵まれたシネウス区域については精査が行われた。シビーオボー炭鉱周辺の地質図を図2.1に示す。このシネウス区域が開発に至って、現在稼行中でシビーオボー炭鉱と呼称されている。地質構造は比較的穏やかで、試錐間隔等から判断しても、その探査精度は高いと判断される。加えて、同炭鉱は露天掘の炭鉱であるため、採掘を進める上で不慮の地質の変化に対しても柔軟に対処できる。従って、シネウス区域の追加探査は不要であろうと考える。

シビーオボー炭鉱は比較的新しい炭鉱であり、炭量も豊富であるため、開発規模拡大にも容易に対処できる。すなわち、ピット幅の拡大、ピットの増設、深部移行の加速等により容易に増産を図れる。

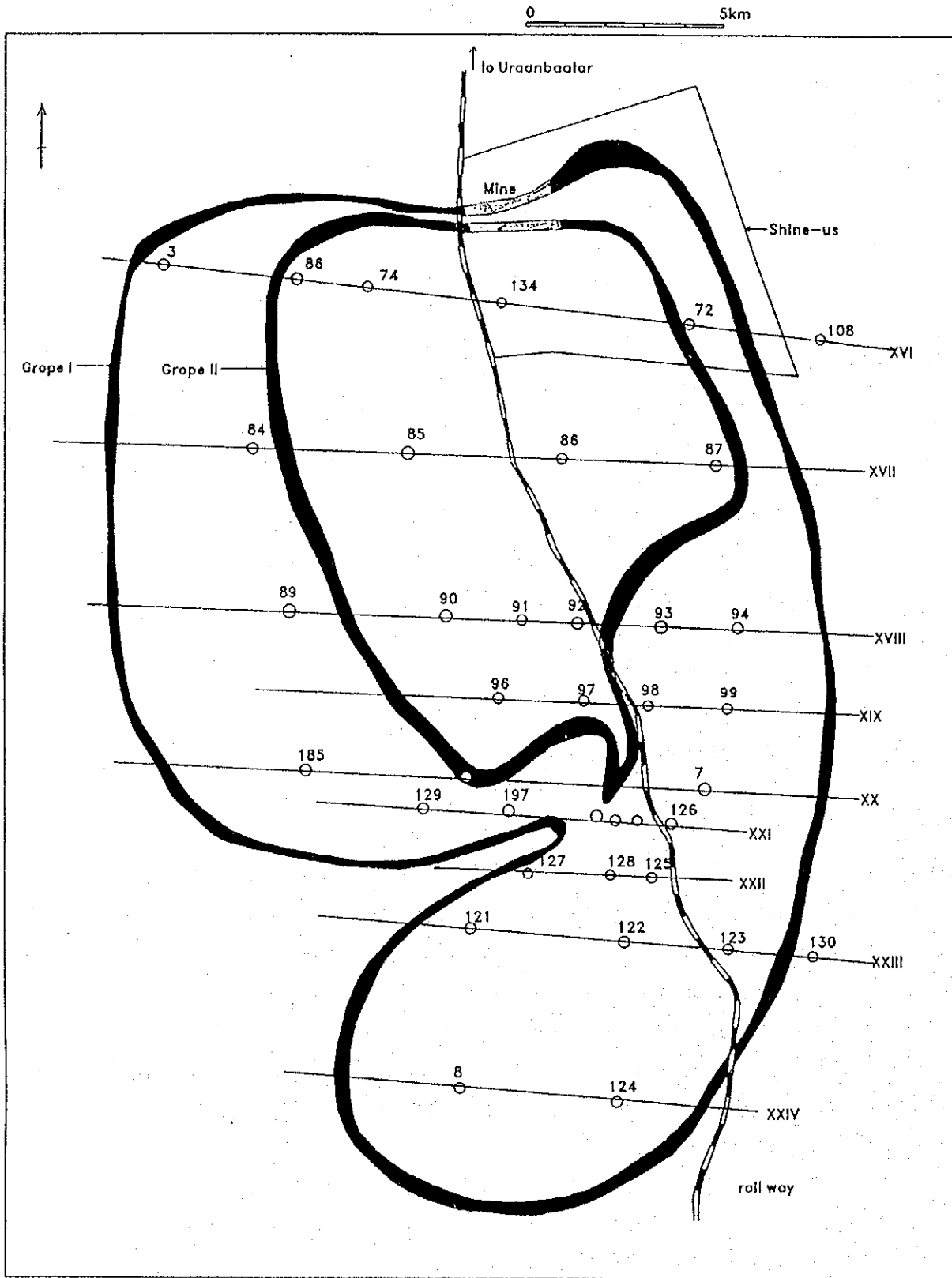


图 2.1 地質圖



## 2.2 地質および地質構造

### 2.2.1 地形および地質

複数の炭田を含むチョイル・ニアルガ堆積盆の南部には、チョイル炭田が分布し、その周囲は低い山々に囲まれた皿状の砂漠地帯になっている。木々はほとんどなく、標高は1,200m程度である。気温は、盛夏では+32℃にもなり、冬は-30℃以下にも下がる。このチョイル炭田の北部褶曲部の炭層分布域をいわゆるシビーオボーと呼称している。炭層の分布面積は約371km<sup>2</sup>に達し、そのほぼ中央をロシア-中国を結ぶ幹線鉄道が南北に通っている。現在稼行しているシビーオボー炭鉱は、その東側にあつて、炭田の北東部のシネウスと呼ばれている区域を開発・稼行しているもので、この区域の面積は約24.4km<sup>2</sup>である。

モンゴルの炭層は、上部古生層（石炭紀および二畳紀）と中生層（三畳紀、ジュラ紀および白亜紀）に賦存し、モンゴルのほぼ全域に分布する。無煙炭と瀝青炭は古生層に賦存し、西部地域にのみ分布する。亜瀝青炭と褐炭は中生層に賦存し、東部地域に分布する。これら2地域は、おのおの「西モンゴル石炭区」と「東モンゴル石炭区」と呼称されている。

シビーオボー炭鉱は、ウランバートルの南東260km、ドルノゴビ県にあり、県中枢の町であるチョイルの駅から南約20kmに位置する。

シビーオボーの炭層群は中生代下部白亜系に発達し、テブシンゴビと呼称される地層帯に属する。テブシンゴビは、砂岩、泥岩、シルト岩、石灰岩および褐炭から構成され、下位より下部無炭帯、下部夾炭帯、中間無炭帯、上部夾炭帯、上部無炭帯層の5つに分帯される。下部夾炭帯はIグループと呼ばれ、I層、II層、III層の3炭層からなる。上部夾炭帯はIIグループとよばれ、IV~VIII層の5炭層からなる。シビーオボー炭鉱では、IグループのI層とII層（一部III層）を稼行対象としている。一部西部区域でIIグループのV層が厚く発達している。

### 2.2.2 地質構造

モンゴルはアジア大陸の広大な褶曲帯に位置し、基盤の地層は先カンブリア紀から古生代に及んでいる。モンゴルは、バイカル期、カレドニア期、ヘルシニア期の各造山運動の影響を受け、広範囲の変成作用と多くの花崗岩の貫入が見られる。モンゴルの地層は、概ね北から南へ若くなっている。モンゴルの地質構造の主要方向は、西部では北北西方向、中部では東西方向、東部では北東方向を示し、全体的に見れば南に湾曲した傾向を示す。

シビーオボー石炭鉱床は、白亜紀のチョイル・ニアルガ含炭堆積盆の南部に位置し、石炭鉱床は、中心部が深くなった船底形、盆状を呈して、北から南に楕円状の分布を示す。鉱床の北東部が、需要地ウランバートルにも近く、採掘対象として有利な賦存状況を示し、シビーオボー炭鉱はシネウスと呼称されるこの地域を開発したものである。走向は、北側から東側にかけて北ある

いは北東に弧状に張り出したほぼ東西から南北を示し、南または西に6~10°傾斜している。炭層賦存の最深深度は、シネウス地域南西部で地表下約300mである。

大規模な断層の介入等は、確認されておらず、比較的安定した地質構造を呈し、I層とII層との間盤は0.6~10.9m、平均で3m程度である。図2.2と図2.3に断面図と柱状図を、また、I層の炭層等深線図(図2.4)で、炭層の賦存状況を示す。

### 2.2.3 水理地質

この地域は、全般に平坦で山地形は見られず、森林もほとんどないことから、降水は地表には保水されず、地下に蓄えられる。軟弱な砂岩、礫岩、シルト岩と炭層は、いずれも透水層となっており、一般に15.3~260m間に地下水が存在する。その中で、白亜紀下部の砂岩中の地下水位は特に高い。シビーオポー炭鉱の地下水位は、地表下約20m程度の高さにあつて、採掘にあたっては排水を行う必要があり、排水孔を10本設け、ポンプを用いて揚水し、一日に3,000~4,000m<sup>3</sup>の排水を行っている。一部ピットには、排水しきれなかった水が溜まり、場合によっては、ピットから排水の必要があり、採掘前の排水をさらに充実させる必要がある。

## 2.3 埋蔵量

### 2.3.1 炭層別の確認埋蔵量

シビーオポー炭鉱では、IグループのI層とII層を採行対象としている。

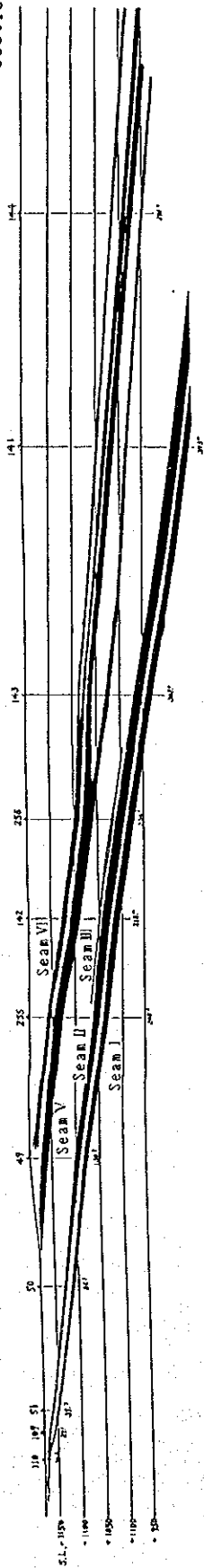
#### (1) I層

シビーオポー炭鉱において採行2炭層のうち下位の炭層であるI層の層厚は6.6~23.2mと変化し、平均で15.5mを示す。堆積盆中央付近では、II層と併合したり肥厚するが、東方の堆積盆周辺部では、薄化・分裂する傾向にあり、灰分も高くなる。II層に比べ水分が少ない。この理由は、間盤の岩石が泥岩もしくはシルト岩であり、これが不透水の働きをし、地表からの水の浸透を抑制しているものと考えられる。また、北部の地表付近では、酸化・自然発火が見られる。

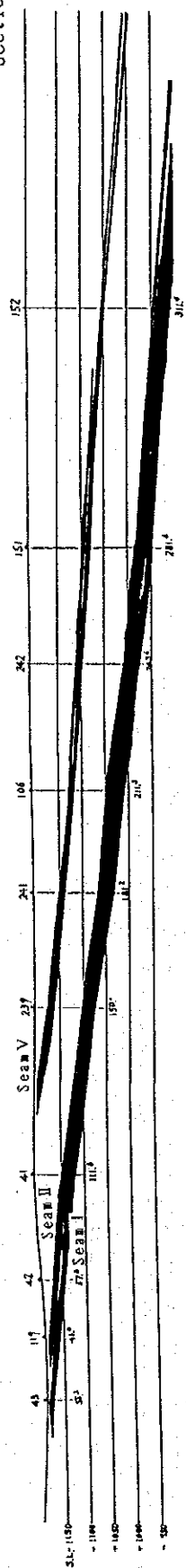
#### (2) II層

採行2炭層のうち上位の炭層で、I層との間盤は0.6~10.9m、平均で3m程度である。層厚は、堆積盆中央で肥厚またはI層と併合する傾向にあり、9.3~17.4m、平均で12.5mに達する。I

Section 2



Section 5



Section 9

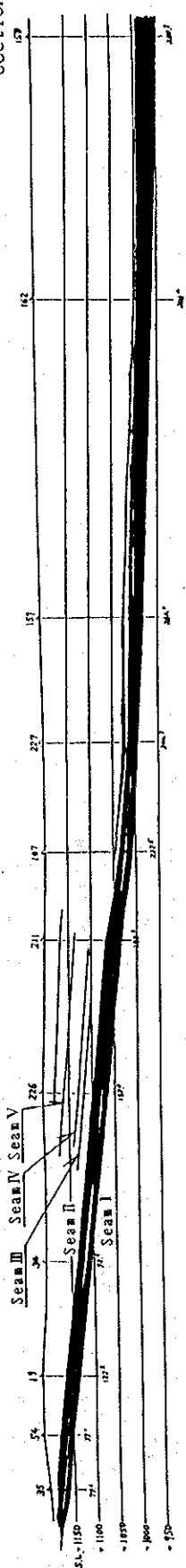


图 2.2 断面图

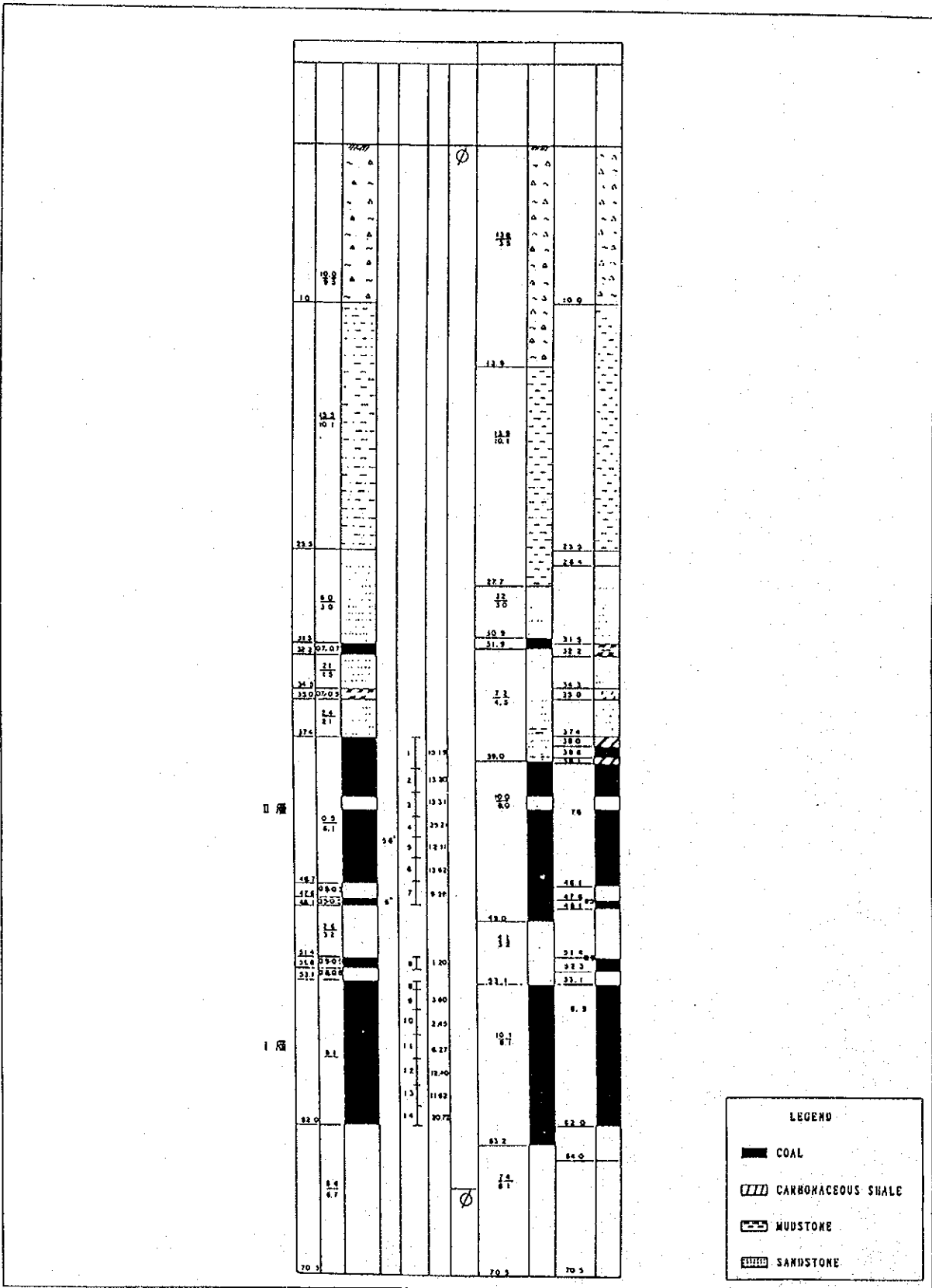


图 2.3 柱状图

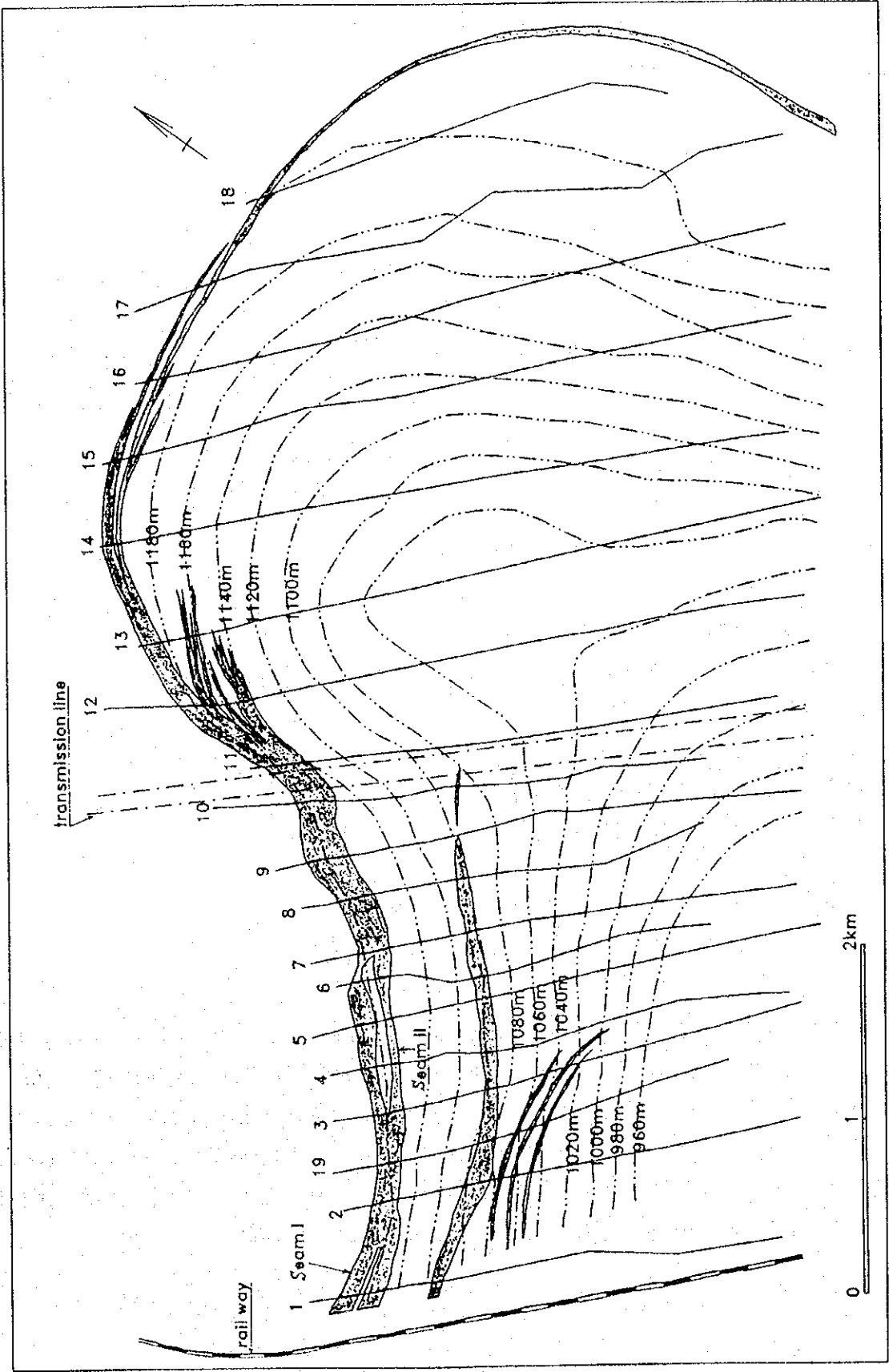


図 2.4 I 層の炭層等深線図

層同様、東方の堆積盆周辺部では、薄化・分裂する傾向にあり灰分も高くなる。

I層とII層は部分的に併合するため、両層を完全に分離して炭量を計上するのは困難である。両層の合計の確認埋蔵量は約550百万トで、これには地表下250m以深の埋蔵量約66百万トを含む。

### (3) V層

IIグループの主力炭層で、一部南西部区域で厚く発達し、品位もほぼ同等であるが、北東部で急に薄化・せん滅する。従って、シビーオポー炭鉱では、IグループのI層とII層（一部III層）のみを稼行対象としており、V層は対象としていない。しかしながら、V層の埋蔵量は約45百万トと計上され、I層のII層の上位に賦存するため、当然採掘すべきであると考えられる。

#### 2.3.2 モンゴルによる可採埋蔵量

シビーオポー炭鉱の炭量計算基準は、次の通りである。

- ・シネウスの範囲（図2.1参照）
- ・I層およびII層を対象として計上（V層は含まない）（図2.3参照）
- ・炭層厚は炭丈を用いて計上
- ・酸化炭は可採炭量から除外
- ・地表下約250m（標高960m）まで採掘
- ・鉄道から150mは、採掘範囲から除外

可採埋蔵量 約484百万ト（剥土量約1,691百万BCM）

剥土比 3.49

シビーオポー炭鉱では、IグループのI層とII層（一部III層）を稼行対象としている。現操業区域の南西にはV層が厚く発達し、品位もほぼI層とII層同等であるが、局所的な発達に留まり、I、II層のようなシネウス区域全体に広がるような安定した発達は見られない。従って、モンゴルでは、V層は可採炭量に計上していない。しかしながら、V層賦存範囲のI、II層の採掘に伴って、その上位にあるV層は当然採掘されるべきであり、それにより、可採炭量が増え剥土比が低下する。可採炭量計算図を図2.5に、可採炭量計算表を表2.1に示す。

表 2.1 可採炭量計算表

Block No. *	Area flat (m <sup>2</sup> )	Dip (° )	Area slope (m <sup>2</sup> )	Thickness (m)	Specific gravity	Reserves (t)
1	104,000	9	105,000	5	1.25	656,000
2	105,000	9	106,000	13	1.25	1,722,000
3	429,000	9	434,000	18	1.25	9,765,000
4	656,000	9	664,000	23	1.25	19,090,000
5	920,000	9	937,000	27	1.25	31,623,000
6	228,000	9	231,000	37	1.25	10,683,000
7	189,000	9	191,000	37	1.25	8,833,000
8	1,969,000	9	1,994,000	33	1.25	82,252,000
9	2,231,000	5	2,240,000	28	1.25	78,400,000
10	189,000	9	191,000	36	1.25	8,595,000
11	680,000	5	683,000	19	1.25	16,221,000
12	2,016,000	5	2,024,000	23	1.25	58,190,000
13	2,022,000	5	2,030,000	17	1.25	43,137,000
14	4,688,000	5	4,706,000	14	1.25	82,355,000
15	753,000	5	756,000	17	1.25	16,065,000
16	50,000	5	50,000	26	1.25	1,625,000
17	177,000	5	178,000	23	1.25	5,117,000
18	1,053,000	5	1,057,000	8	1.25	10,570,000
Total						484,899,000

Note: See Fig 2.5

Coal reserves below 250m from the surface

Block No. *	Area flat (m <sup>2</sup> )	Dip (° )	Area slope (m <sup>2</sup> )	Thickness (m)	Specific gravity	Reserves (t)
19	1,428,000	9	1,445,000	37	1.25	66,000,000

Note: See Fig 2.5

Coal reserves of Seam V

Block No. *	Area flat (m <sup>2</sup> )	Dip (° )	Area slope (m <sup>2</sup> )	Thickness (m)	Specific gravity	Reserves (t)
	1,798,000	9	1,820,000	20	1.25	45,000,000

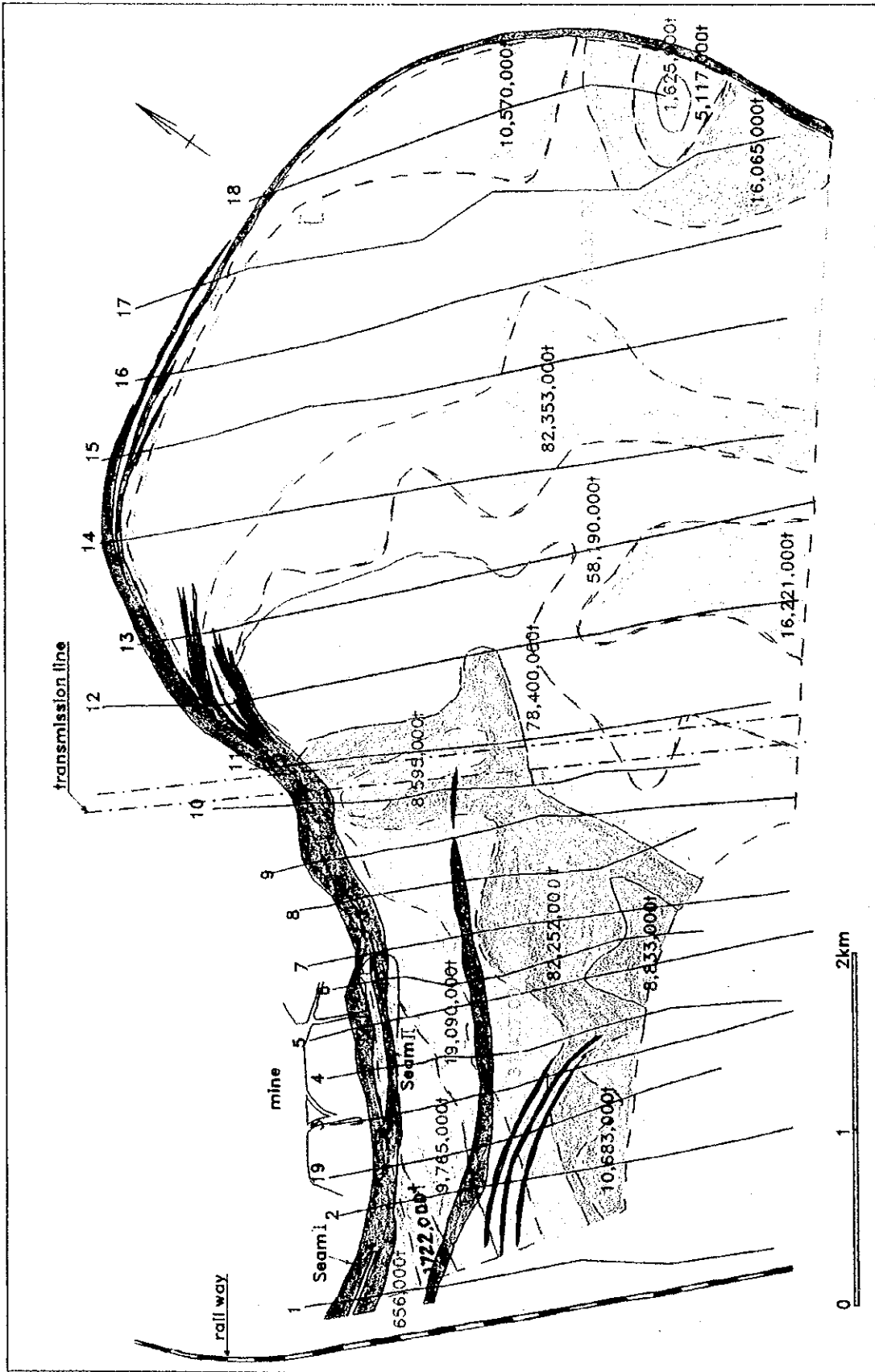


图 2.5 炭量計算図



## 2.4 炭種および品質

炭層は白亜紀の地層に賦存し、一般に白亜紀の石炭は、瀝青炭のような良質なものが期待できる。しかし、シビーオポー炭鉱の炭種は褐炭で、白亜紀の時代としては炭化度が低い。これは、この地域では地層の埋没深度が浅く、比較的浅所で続成作用が行われ、白亜紀という地質時代の割には、炭化が進まなかったためと考えられる。表2.2に主要3層の品質を示す。

表 2.2 主要炭層の標準品位

Name of Coal Seam	Main Average Value								
	Total Moisture	Inherent Moisture	Ash (dry basis)	Volatile Matter (dry ash free basis)	Total Sulfur (dry ash free basis)	Calorific Value *1 (dry ash free basis)		Calorific Value *2 (with moisture, ash basis)	
						Kcal/kg	MJ/kg	Kcal/kg	MJ/kg
I	32.53	8.30	16.3	44.00	0.64	6,708	28.08	3,762	15.75
II	33.40	9.19	15.7	42.66	0.69	6,779	28.38	3,674	14.43
V	29.55	7.67	17.3	47.88	0.92	6,573	27.51	3,897	15.31
<b>Average</b>	<b>31.83</b>	<b>8.39</b>	<b>16.4</b>	<b>44.66</b>	<b>0.75</b>	<b>6,687</b>	<b>27.99</b>	<b>3,776</b>	<b>15.81</b>

Note \*1; High Heating Value

シビーオポー炭の品質は、地表近くの酸化炭を除きバガヌール炭とほぼ同じである。シビーオポー炭鉱で実施した調査によれば、露出してから長時間経っている石炭は低水分で高発熱量を示している。従って、乾燥すれば発熱量は高くなるはずである。図2.6に水分と発熱量の相関関係を示す。サンプル数が少ないのでさらに検討を要するが、このグラフから、水分が38%から22%まで減少すれば、発熱量は約1,400kcal/kg増加するといえる。

シビーオポー炭の水分は一般に高く、特にII層は40%以上に達しその大部分は付着水分である。従って、地下水の抜水と採掘区域での流入した地表水の排水を完全に実施しなければならない。

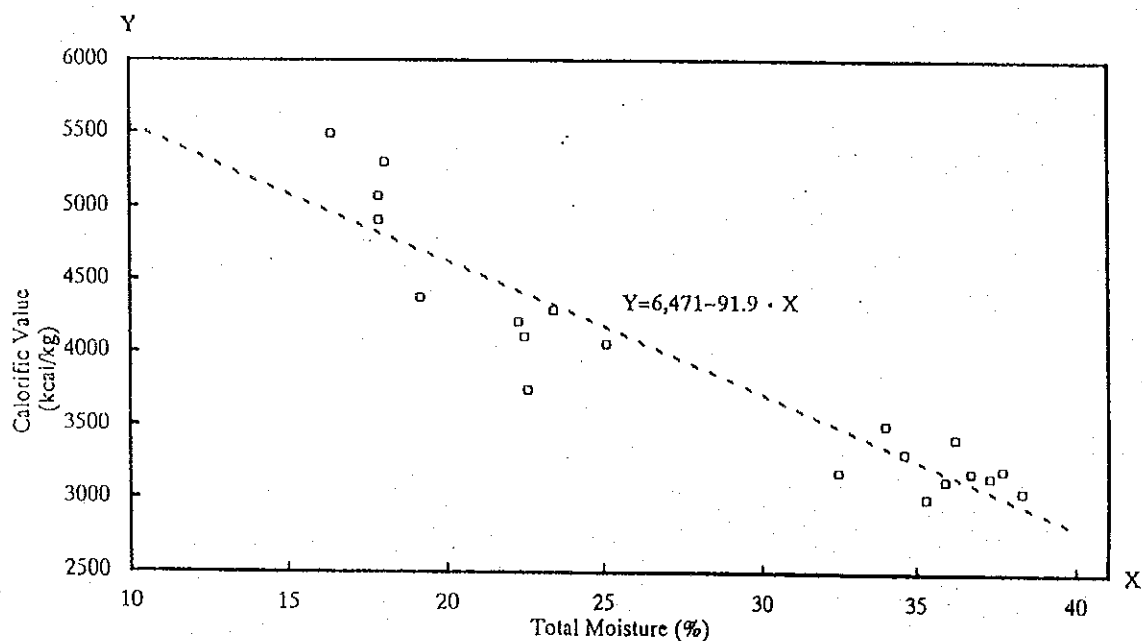


図 2.6 全水分と発熱量との相関関係

I、II層から採取したそれぞれのサンプルは、モンゴル側（Mongolian Method）と日本側（JIS）の双方で分析され、その結果から、双方の分析結果はほぼ同じであることが示された。その結果を表2.3に示す。

表 2.3 Monglian MethodとJISによる分析結果

		by Mongolian Method		by JIS	
		Seam I	Seam II	Seam I	Seam II
Total moisture (as received)	%	30.4	41.8	30.2	41.2
Inherent moisture	%	n. a.	n. a.	14.6	15.7
Ash (as received)	%	15.4	14.0	n. a.	n. a.
Volatile matter (dry ash free)	%	46.0	47.9	17.5	20.8
Fixed carbon	%	n. a.	n. a.	14.3	14.5
Total sulfur* <sup>1</sup> (dry basis)	%	0.87	2.27	34.8	31.0
Calorific value* <sup>2</sup> (as received, LHV)	Kcal/kg	3,377	2,596	51.3	48.8
				33.1	32.5
				n. a.	n. a.
				0.72	2.18
				0.84	2.59
				4,610	4,260
				3,451	2,627

- Note: - The analysis result on upperlines of JIS part was analyzed under equilibrium moisture basis.
- The analysis result on lower line of JIS part was calculated from the upper result
- \*1 Total sulfur content of Seam II is very high, because this sample was taken from high sulfur area.
- \*2 Calorific value of Seam II is not so high, because this sample was taken from low calorific value area near surface.

また、モンゴルでは低（真）発熱量表示をしており、これは日本が常用している高（総）発熱量に比べ、300～500kcal/kg低い値を示す。石炭中の灰分については、際だって高いというものではない。I層、II層間の間盤は泥岩もしくはシルト岩からなり、層厚は0.6～10.9m、平均で3m程度である。間盤の層厚が1.0m以下の部分は、現有の大型採掘機器ではその除去が困難で製品炭の中に混入しがちである。従って、小型採掘機器を導入して選別採炭を実施すれば灰分が低下し、発熱量が高まることが期待できる。

シビーオポー炭は地表近くで採掘されており、その石炭は酸化して発熱量は2,800kcal/kgしかなく、しばしば、発電所からクレームが来ている。現在の採掘地域では3,000kcal/kgの石炭を出すことが可能であり、より深部へ進むと3,400kcal/kgの石炭が期待できる。しかし、下記に示す発電所の要求品位から明らかなように、酸化炭の採掘はすべきでなく、この問題は炭鉱経営上の問題として解決しなければならない。

表 2.4 発電所の要求品位

Moisture	(as received)	under	36 %
Total sulfur	(dry basis)	under	1.5 %
Calorific value	(as received)	over	3,000 kcal/kg
Size			0-300 mm

シビーオポー炭鉱には破碎・篩分設備がないため、貯炭場で重機による踏みつけを行って破碎を実施しているが、石炭が非常に硬いため、十分な破碎がなされていない。石炭粒度は発電所の効率に大きな影響を及ぼすので、積出し場付近に破碎設置が望ましい。石炭試料分析に関しては、現在すべてウランバートルによって実施されているが、スペックに関し、ユーザーである発電所からクレームが発生した場合、発電所側と分析結果について討議できる分析結果が山元として炭鉱経営上必要であるため、山元においても分析するのが望ましい。

## 2.5 採掘区域の検討

### 2.5.1 モンゴルによる採掘区域

シビーオボー石炭鉱床は、中心部が深くなった船底形、盆状を呈して、北から南に楕円状の分布を示す。鉱床の北東部が、需要地ウランバートルにも近く、採掘対象として有利な賦存状況を示し、シネウスと呼称される地域で、シビーオボー炭鉱はこの地域を開発したものである。この区域のほぼ中央を南北に高圧送電線が通り、現在の採掘区域の東側境界を画している。

### 2.5.2 年産200万ト体制のための採掘区域とピット設計

モンゴルによって計画された採掘区域は、シビーオボー全体から見て極めて妥当な区域で、今後の生産規模拡大にも容易に対処できる。埋蔵量から考察すると、シネウス区域全体で480百万トンの炭量が計上されており、高圧送電線の西側に限っても、150百万トンの炭量がある。シビーオボー炭鉱では、1993年に現在の1つのピットで年500千トンの生産を達成しており、年産2百万トンに増産するには、単純計算で現有ピット幅を4倍程度に広げるか、同程度の新たなピットを3つ増設すればよい。ただ、この区域のほぼ中央を高圧送電線が南北に通っているため、増産に伴って現在の採掘区域を東側に広げようとした場合、この高圧送電線を移設するのか、これを残したままその東側に新たなピットを設けるかの検討が必要である。

早急な増産を図るには、高圧送電線を移設せず、現ピット側だけで増産を検討することである。高圧送電線の西側、すなわち現ピット側には、ピット幅を拡大するのに十分な広さがあり、炭量も豊富であるため、ピット幅を拡大し、深部移行を早めることにより早急な増産が図れる。また、長期的展望に立てば、高圧送電線を移設して、シネウス区域全体を考慮し増産計画を立案することが肝要である。すなわち、高圧送電線を残したままその東側に新たなピットを設けようとした場合、相当量の炭量が残置されることになるからである。東側の区域に新たなピットを設ける場合は、高圧送電線の移設が優先課題となる。

### 3 シビーオボー炭鉱の現状

#### 3.1 開発の経緯

##### 3.1.1 経緯

エネルギー・地質・鉱業省の鉱山研究所は露天掘炭鉱としてシビーオボー炭鉱を開発するため1986年にPre-F/Sを実施した。Pre-F/Sでは、当初の3年間は石炭の生産能力を300千ト/年として生産を行い、それ以降は石炭の生産体制を500千ト/年とする予備的な炭鉱開発計画であった。その後、鉱山研究所は炭鉱開発のF/Sを1990年に完了した。このF/Sの生産計画を表3.1に示す。

表 3.1 生産計画

	Coal	Overburden	S/R
1992	300,000t/y	1,283,000BCM	4.27
1993	350,000t/y	1,096,500BCM	3.13
1994	400,000t/y	1,200,000BCM	3.00
1995	450,000t/y	1,260,000BCM	2.80
1996	500,000t/y	1,309,500BCM	2.62
1997 - 2000	2,000,000t/y	5,240,500BCM	2.62
2000 - 2003	1,500,000t/y	4,203,800BCM	2.80
			Average 2.90

シビーオボー炭鉱は、鉱山研究所が行ったF/Sに基づいて1991年から開発され、1992年に生産を開始した。生産実績を表3.2に示す。

表 3.2 生産実績

	Coal	Overburden	S/R
1992	140,000t/y	727,000BCM	5.2
1993	590,000t/y	1,100,000BCM	1.9

1993年にシビーオボー炭鉱に対する石炭の需要が増え、また、採掘機器の生産能力もあり590千トの石炭を生産した。1994年度の予算では石炭の生産量が650千トになっている。

鉱山研究所は、シビーオボー炭鉱の石炭生産能力を1.5百万ト/年に増産するためのF/Sを1993

年11月に完了した。このF/Sは、モンゴル国全体において2000年までの石炭需要を満たすことを目的として作成された。増産計画を表3.3に示す。

表 3.3 増産計画

	Coal	Overburden	S/R
1994 - 95	800,000t/y	2,400,000BCM	3.00
1996 - 97	1,000,000t/y	2,950,000BCM	2.95
1998 - 99	1,500,000t/y	3,615,000BCM	2.41
2000 -	1,500,000t/y	3,615,000BCM	2.41
		Average	2.70

### 3.1.2 石炭の供給

シビーオボー炭鉱で生産する石炭は、ウランバートルの発電所(No. 3、No. 4)に供給されている。生産する石炭の80%は0 - 300mmのサイズで、20%は300mm以上でスペックアウトした石炭であった。

石炭の供給先は、80万ト体制の場合にウランバートルのNo. 3とNo. 4発電所、一般用、炭鉱に近い県の町村、チョウというボイラー工場、エルデネット銅鉱山となっている。1.5百万ト体制の場合は、ウランバートルまでの鉄道運搬能力に余裕があるので、増産量を主としてウランバートルのNo. 4発電所に供給する計画になっている。しかし、既存の貯炭場および貨車積込み設備の能力は600千ト/年程度であるので拡張する必要がある。

モンゴル国全体の石炭需要は、エネルギー・地質・鉱業省内で石炭・エネルギー担当者が協議して決められ、各年度毎の石炭供給計画に基づいて各炭鉱の生産量は決定される。1994年度の石炭需要計画は、モンゴル国全体で7,185千トと予算化され、シビーオボー炭鉱の出荷量は650千トである。1997 - 98年以降、2000年までの石炭供給計画は策定されていない。

## 3.2 炭鉱の現状

### 3.2.1 採掘システムの現状と採掘機器

#### (1) 採掘システム

##### 1) 地質および採掘条件

露天掘採掘対象地域として選定されたシネウス地区はシビーオボー炭田の北東部に位置する。

詳細地質調査の結果、8炭層が確認され、採掘対象炭層はI、II、V層である。第2断面線から第9断面線までの間における炭層の傾斜は4度から10度であり、平均傾斜は約6度である。I層とII層の間に位置する間盤の厚さは、5-10mとなっている。採掘対象地区における露天掘現況は、幅が180m、長さが1,400m、切羽深度が48mであり、剥土の厚さは25mとなっている。現在採掘しているI層およびII層の層厚は、はさみを含めてそれぞれ11mと12mである。剥土は軟らかい砂岩、硬い砂岩、シルト岩、粘土質岩である。冬期間には凍結土の厚さが地表から3mにもなる。凍結土と硬い砂岩は発破作業を必要とする。

## 2) 現操業の概況

シビーオボー炭鉱は、鉱山研究所が実施したF/Sに基づいて開発された小規模な露天掘炭鉱である。採掘法は小型ショベルとトラックが剥土作業、石炭採掘、運搬を行う露天掘階段採掘法である。1991年に生産能力を500千ト/年として炭鉱の開発を始め、1992年に生産を開始した。操業のサイクルは、地下水の抜水、穿孔、発破、剥土、採炭（II層）、間盤の除去、採炭（I層）、出荷の貨車積み込みであり、原炭を破碎、整粒する工程がない。原炭の大塊は、切羽でトラックに積む前にショベルのバケットで破碎され、また貯炭場では、ブルドーザーが大塊を踏みつぶしている。ショベルが石炭を引込み線上の貨車に直接積んでウランバートルの発電所に出荷する。1992年に140千トの石炭を生産し、727千BCMを剥土した。1993年には石炭の生産量を500千ト、剥土量を1,500千BCM、剥土比を3として予算を策定していたが、実績は石炭の生産量が590千ト、剥土量が1,100千BCM、剥土比が1.9であった。現採掘切羽には剥土のために3ベンチ、石炭採掘のために2ベンチがある。剥土ベンチの高さは10mであり、石炭採掘ベンチの高さは炭層の厚さと同じである。間盤を除去するためのベンチの高さは間盤の厚さと同じである。剥土は5m<sup>3</sup>のショベル EKG-5Aによって40ト積みダンプトラック Belaz 548に積載され、切羽から1.3Kmに位置する廃土堆積場まで運搬される。石炭は5m<sup>3</sup>のショベル EKG-5Aによって40ト積みのダンプトラック Belaz 548に積載され、切羽から2.3Kmに位置する貯炭場まで運搬される。採掘を行う前に地下水レベルを下げるため、10本の抜水井戸からポンプで抜水する。主要採掘機器は穿孔機が2台（1台は保管中）、5m<sup>3</sup>のショベルが4台（剥土作業に2台、石炭採掘に1台、貨車積み込みに1台を配置）と石炭と剥土を運搬する14台の40ト積みダンプトラック Belaz 548である。これらの主要採掘機器はロシア製である。現操業概況図を図3.1に、ピット断面図を図3.2に示す。

## 3) 採掘切羽設計の基礎パラメーター

シビーオボー露天掘の切羽設計は以下の基礎パラメーターに基づいて実施されている。

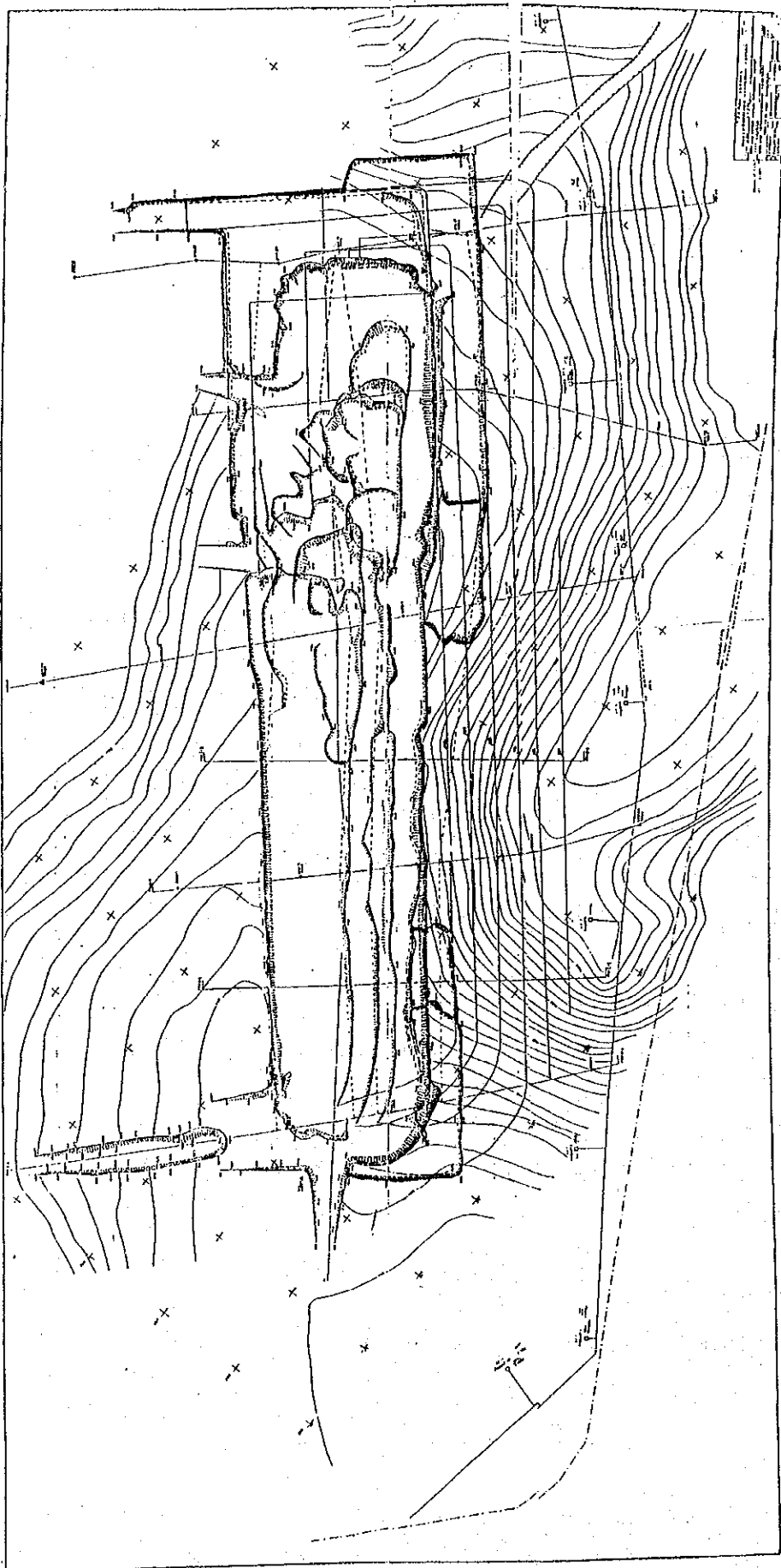


图 3.1 现状概况图



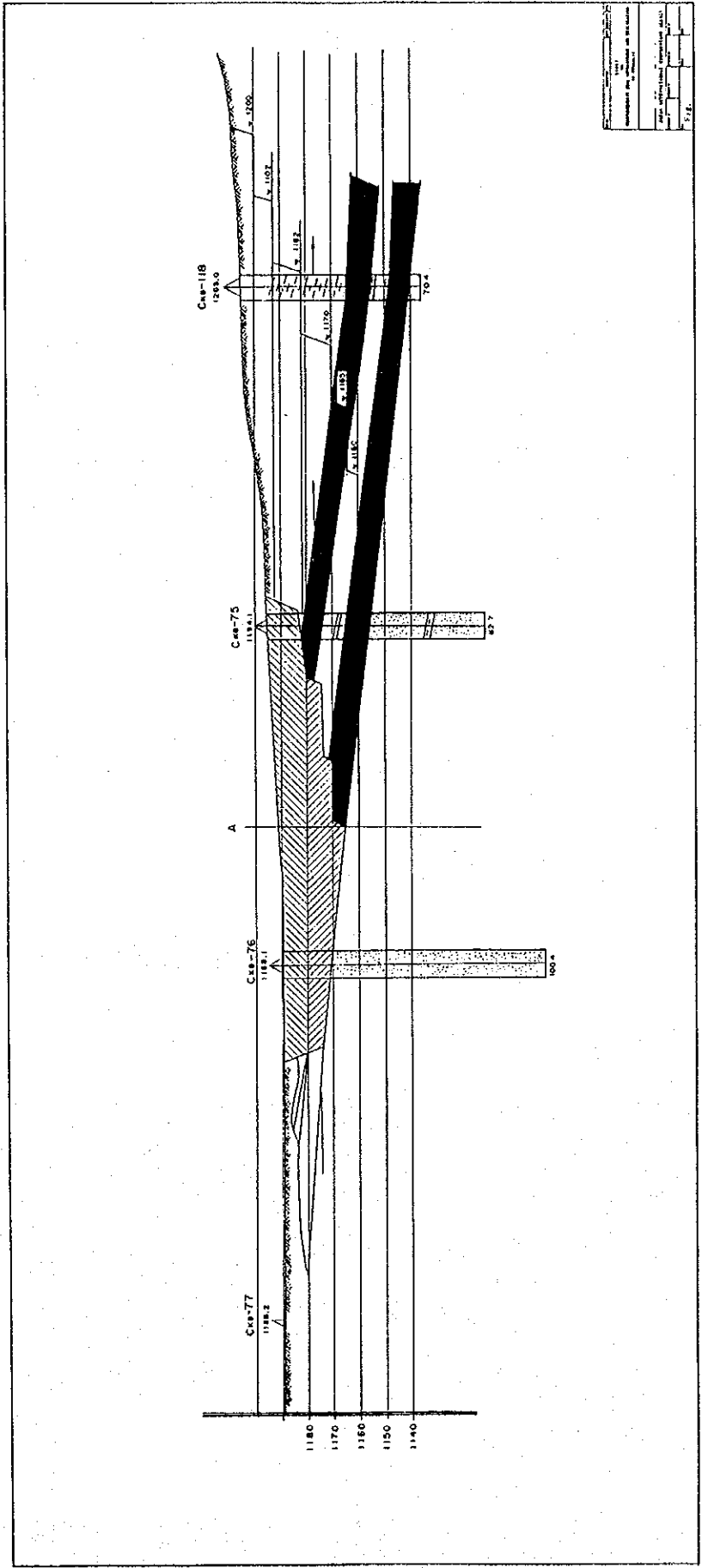


図 3.2 ピット断面図

表3.4 切羽設計の基礎パラメーター

Repose angle of overburden stockpile	24 degrees
Slope angle of highwall	70 degrees
Pit width	195 m
pit length	1,400 m
Present bench level	28 m from surface
Final bench level	300 m from surface
Blasting block	250 m/month
Gradient of access road	6 degrees
Swell factor	1.25
Powder factor: Coal	0.13 kg/t
Overburden	0.313 kg/BCM
Stripping ratio at final bench height of 250 m	3.0
Actual stripping ratio in 1993	1.65
Density of coal	1.25

4) 年間稼働日数

1993年度の計画

祝日 : 8日  
 悪天候による操業停止 : 20日  
 年間稼働日数 : 365日 - 28日 = 337日

1993年度の実績

年間稼働日数 : 292日

5) 操業形態

剥土作業と石炭採掘は一日2方として操業を行い、その操業時間は次のとおりである。

08:00 - 20:00

16:00 - 08:00

実働時間は以下のとおり。

Scheduled hours = 12 hours = 720 minutes  
 less preshift meeting = 25 minutes  
 meal time = 35 minutes  
 end shift meeting = 15 minutes  
 Effective shift operating time = 645 minutes

6) 年間定期整備日数

Drill Rigs : 50 days/year  
 Shovels : 51 days/year  
 Trucks : 58 days/year

## 7) 年間稼働可能時間

Drill Rigs : Not Available  
Shovels : 5,400 hours/year  
Trucks : 5,616 hours/year

## 8) 抜水

地下水レベルが高いので、井戸から地下水を水中ポンプで抜水しながら剥土作業と石炭の生産を行う。12本の井戸があり10本を抜水用、2本を水位検出用に使用している。8,748m<sup>3</sup>/dayの抜水が可能である。抜水された水は、炭鉱から約5Km離れた池までパイプで送水される。抜水用ポンプ位置を図3.3に示す。

## 9) 穿孔

ロシア製の穿孔機(CbR 160)を2台保有しているが、1台は倉庫に保管されている。穿孔機の仕様は孔径が160mm、穿孔速度が0.05m/secである。穿孔機は冬季にのみ必要となる。

石炭	: 穿孔長	: 10.5m
	スペース	: 6.0m
剥土	: ベンチの高さ	: 10.5m
	穿孔長	: 11.0m
	スペース	: 4.0m
延べ穿孔長	: 石炭	: 210 m/shift
	剥土	: 150 m/shift

注) 穿孔長とスペースは穿孔区域によって異なる。

## 10) 発破

剥土と石炭を発破するためにロシアから露天掘炭鉱用の火薬を輸入する。輸入する火薬はアンモニット、ガラモンテ、ゼルガラモンテの3種類である。ガラモンテとゼルガラモンテはブレル形状である。通常、ドライ孔の場合そのまま使用するが、孔内に水がある場合チューブに詰めて使用する。ANFOは窒素肥料に油を混合して製造する。混合比は、一般に油が5-10%、水が多い場所では油を20-21%とする。山元に火薬工場を建設してANFOの製造を機械化することを計画している。発破をするのは冬季だけである。

Powder Factor	: 石炭	: 0.13 Kg/ton
	: 剥土	: 0.313 Kg/BCM

一回の発破で使用する火薬は1ト(min)から50ト(Max)である。石炭を発破する場合、衝撃波、飛散、粉炭量等を押さえるために0.02、0.04ミリ秒の遅延を使用する。

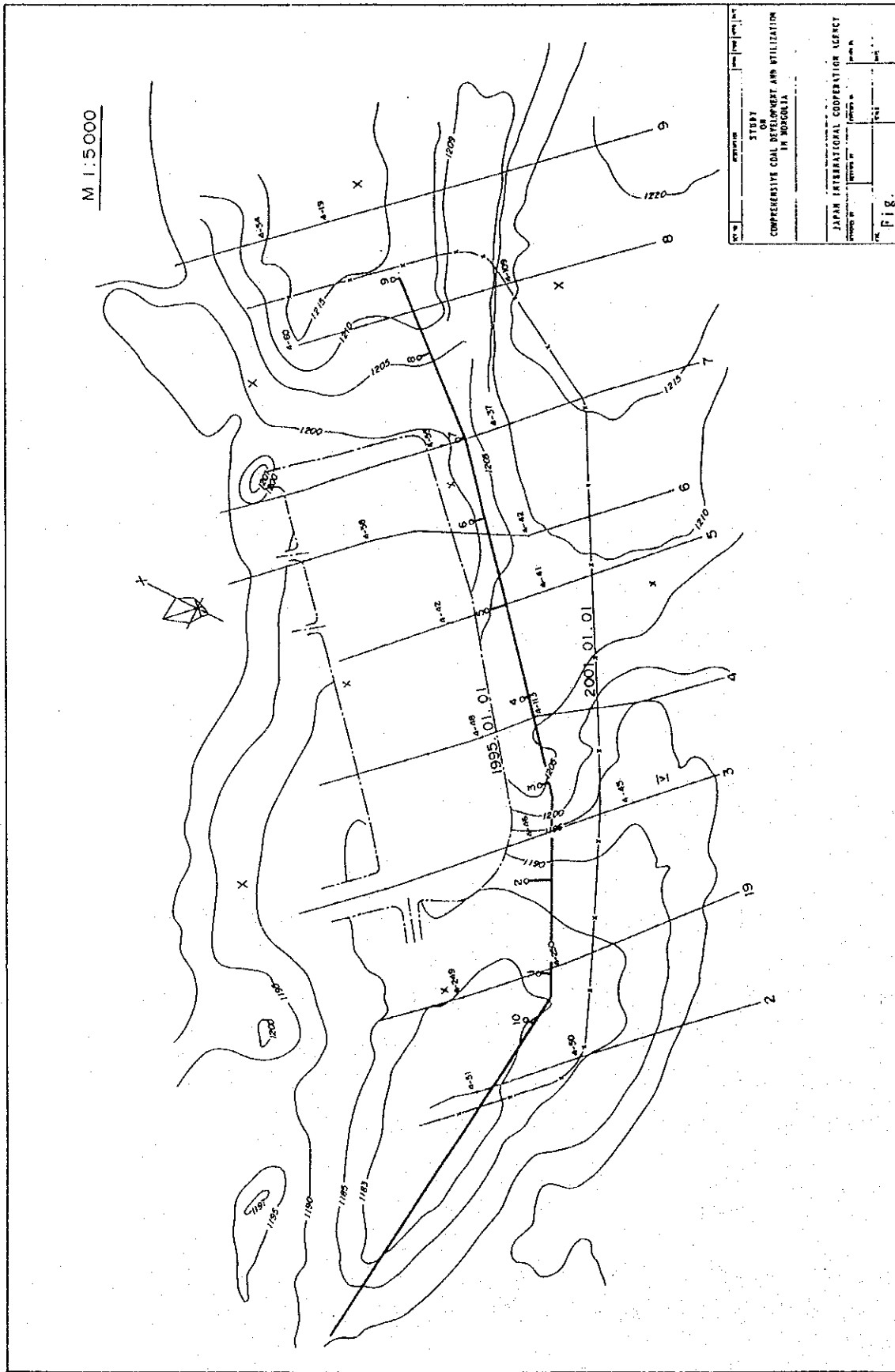


図 3.3 排水用ポンプ位置図

## 11) 剥土作業

ショベルで剥土するベンチの高さは、ショベルの仕様とオーバーバーデンの物理的性状を考慮して決められた。オーバーバーデンの硬さは、プロトジャコノフ教授の分類法に従って評価すると以下のとおりである。

軟らかい砂岩	0.54 = 54 kg/cm <sup>2</sup>
粘土質岩	0.59
シルトストーン	0.63
中密度の砂岩	0.6 - 1.27

剥土作業にロシア製の5m<sup>3</sup>のショベルEKG 5Aが2台配置され、ロシア製の40ト積みのダンプトラックBelaz 548で、オーバーバーデンを切羽外部の廃土堆積場まで運搬する。運搬距離は、約1.4kmである。実測したサイクルタイムは約10分であった。所有する14台のBelaz 548は剥土運搬と石炭運搬を兼務する。

## 12) 石炭の生産

剥土作業と同様にロシア製の5m<sup>3</sup>のショベルEKG 5Aが1台配置され、ロシア製の40ト積みのダンプトラックBelaz 548で、石炭貯炭場まで運搬する。運搬距離は約2.4kmである。実測したサイクルタイムは約14分であった。14台所有するBelaz 548は剥土運搬と石炭運搬を兼務する。

## 13) 貯炭場

貯炭場は切羽から2.4kmの所に位置する。破碎・篩分設備がないので、切羽で採掘した石炭をトラックで貯炭場まで運搬し、石炭の大塊をブルドーザーで踏みつぶして破碎する。年間の貯炭処理能力は600千トである。

## 14) 破碎・篩分設備

破碎・篩分設備は未だ設置されていない。

## 15) 出荷

単線引込み線上の貨車に5m<sup>3</sup>のショベルで石炭を直接積込んでウランパートルの発電所に出荷する。

## (2) 採掘機器

主要採掘機器のうちショベル、ドリルは電動であり、輸入に頼らざるをえないガソリンや軽油を必要とする機器はトラック、ブルドーザー、グレーダー等である。シビーオボ-炭鉱では、

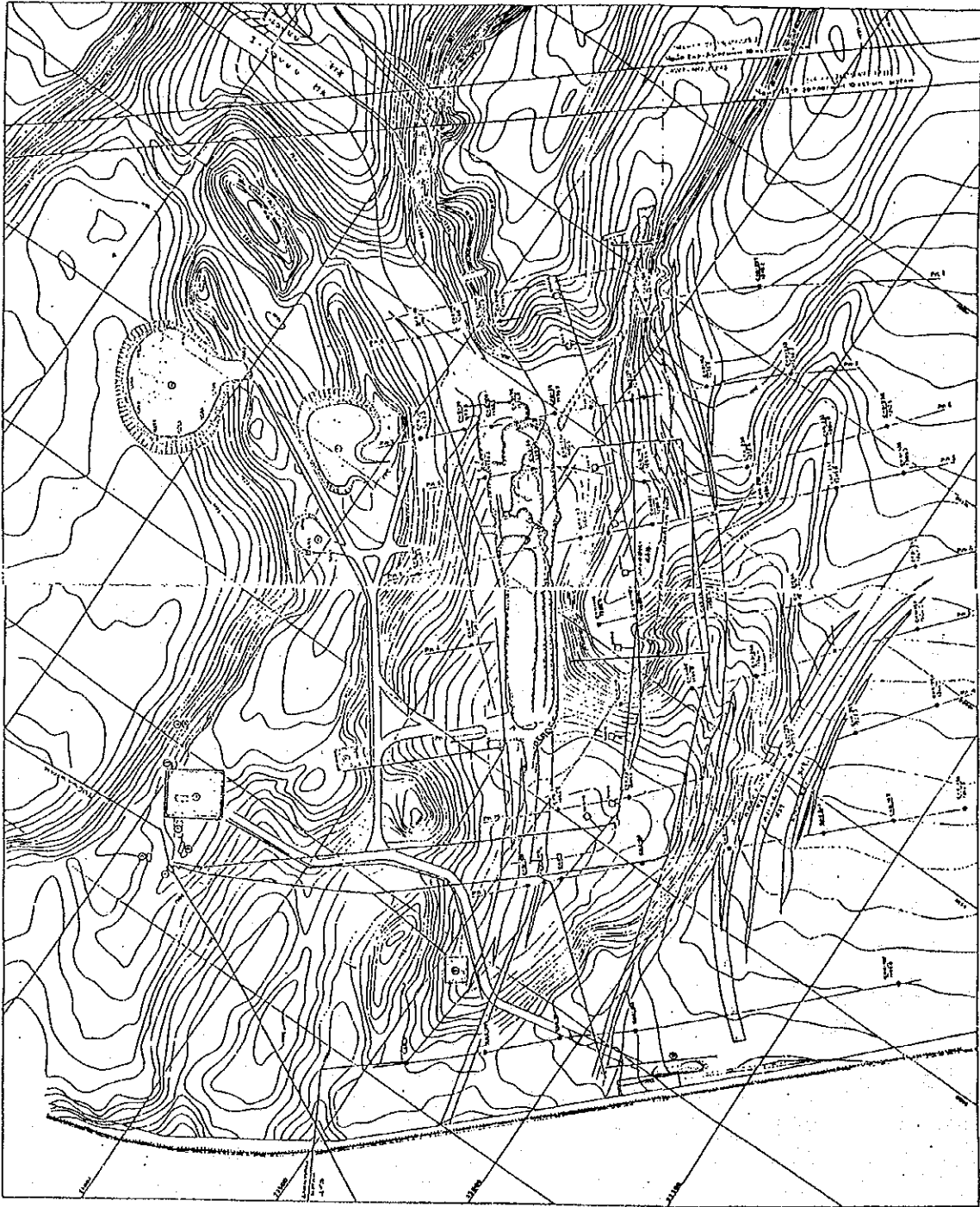


图 3.4 地表設備配置图

通常のトラック/ショベルシステムで操業されている。その主要採掘機器とそれぞれの導入年を表3.5に示す。

表 3.5 主要機器リスト

	Type	unit	purchased year
Shovel	EKG 5A 5 m <sup>3</sup>	4	1991 x 2, 1993, 1994
Dump truck	Belaz 548 40 ton	15	1990-1994
	Kraz 250	2	1990
Bulldozer	CAT D8N 289HP	2	1993
	DET 250 250HP	2	1990, 1993
	T171 160HP	1	1990
Drill	CbR 160	2	1993
Hydraulic shovel	EO 5111	1	1991
Hydraulic backhoe	EO 4124	1	1991
EFL	Case USA	1	1992
Grader	DE 122A	1	1991
Water truck	Belaz 540	1	1990
	Kraz 256	2	1991

#### 1) 剥土用穿孔機

冬期には表土が凍結し、発破が必要となる。間盤は硬く通年発破を必要とする。2台のロシア製穿孔機があり、通常は1台のみを使用している。よって、年産1.5百万トンの場合でも2台で十分である。これら2台の穿孔機は1993年に導入された。穿孔機の仕様を表3.6に示す。

表 3.6 ドリル仕様

Type	CbR 160
Make	Russia
Hole diam	160 mm
Drill inclination	90, 75 degrees
Power source	Electric, 184 kW
Penetration rate	0.05 m/sec.
Rod	4.2 m, spiral type
Dimension	L x W x H = 7,080 x 3,420 x 12,925
Weight	24.9 ton
Dust collector	not equipped
Unit	2 (1 is in operation)
Designed capacity	150 m/shift, 20,000 m/year approx.
Availability	60% (Mongolian standard)

ANFOの運搬・装填のためのANFOトラックは導入されていない。

## 2) 剥土用ショベル

ロシア製の電動ロープショベルが剥土・石炭採掘用に3台、貨車積み用に1台、計4台使用されている。導入当時のショベルとトラックのサイズに関するスタディの結果、8 m<sup>3</sup>ショベルは大きすぎて小回りがきかない、またメンテナンスが難しいとの結論に達した。一方、5 m<sup>3</sup>ショベルは小回りがきくしメンテナンスも楽であり、経済性も高いとの結果に至った。また5 m<sup>3</sup>ショベルに最適なトラックは40トンドンプであるとの結論が出されている。ショベルの仕様と配置を表3.7に示す。

表 3.7 電動ショベル仕様

Type	EKG 5A
Make	Russia
Bucket capacity (m <sup>3</sup> )	5
Boom length(m)	11.4
Boom angle (degree)	45
Max. dumping height (m)	7.5
Rated power(kW)	250
cycle time (sec.)	25
production capacity	1,440,000 m <sup>3</sup> /year for rock
(with 40 ton rear dump trucks)	1,690,000 m <sup>3</sup> /year for coal
unit	4
Overburden D/T loading	2
Coal D/T loading	1
Train loading	1
Purchased year	1991, 1991, 1993, 1994
Availability	90%, 85%, 50%

はさみと間盤の処理用に小型の油圧ショベルE0-5111(1m<sup>3</sup>)が1台、油圧バックホーE0-4124(1m<sup>3</sup>)が1台使用されている。

## 3) 剥土運搬用トラック

ロシア製ダンプトラック Belaz 548が15台導入されている。1994年に4台が追加購入された。ダンプトラックは剥土運搬と石炭運搬を兼務している。ダンプトラックは比較的新しいにもかかわらず、整備工場が整っていないこともあり、適正な整備が行われていない。このため、故障も多く稼働率が低くなっている。また、寿命も短くなっている。主な仕様を表3.8に示す。



表 3.8 ダンプトラック仕様

Type	Belaz-548
Make	Russia
Payload	40 ton
Vessel capacity	18 m <sup>3</sup>
Loading volume	20.5 m <sup>3</sup>
Power	500HP
unit	15
cycle time	24.3 min.
transport capacity	303 m <sup>3</sup> /shift/unit

その他2台のKraz-250が後方支援作業に使用されている。

#### 4) 炭層用穿孔機

1台の電動ドリルで表土・石炭の両方の穿孔が行われる。剥土作業用と同じ電動ドリルが使用されており、穿孔速度・穿孔長のみが異なる。石炭は全量発破が必要である。ANFOの運搬・装填用のANFOトラックは導入されていない。

#### 5) 石炭採掘用ショベル

シビーオボー炭鉱では、石炭採掘にも剥土作業と同じ5m<sup>3</sup>のショベルを使用している。5m<sup>3</sup>ショベルの石炭採掘能力は1,950m<sup>3</sup>/方、1.69百万m<sup>3</sup>/年である。従って、鉱山研究所のF/Sによるショベル必要台数は、150万ト生産時まで1台となっている。稼働率は85%、年間操業日数は280日とされている。

#### 6) 石炭運搬用トラック

シビーオボーの石炭運搬には剥土運搬用ダンプトラック Belaz 548が兼用されている。本来は40トの運搬が可能な積載能力を有するが、ベッセルの寸法に制限があるため25ト程度しか運搬できず、エネルギー効率が低い。

#### 7) その他採掘機器

その他採掘機器としては、ブルドーザー、グレーダー、散水車等を使用している。5台のブルドーザーがあり、主な仕様は下記の通りである。

Type	D8N	DET 250	T-171
Make	Caterpillar	Russia	Russia
Power	289 HP	250 HP	160 HP
Weight	35 ton	32 ton	-
Unit	2	2	1
Purchased	1993. 4	1990. 1, 1993. 7	1990
Availability	90%	80%	

先進諸国の機器は冬季用潤滑油を必要とするが、ロシア製は特に必要としない。一般論でいえば、ロシア製機器は厳冬の条件に適している。グレーダーが道路整備用に使用されている。主な仕様は下記の通りである。

Type	DE-122A
Make	Russia
Power	60 HP
Unit	1
Purchased	1991. 10
Availability	70%

### (3) 設計生産能力

シビーオボー炭鉱は、鉱山研究所が実施した F/S に基づいて 1991 年から開発され、1992 年に生産を開始した。F/S では、炭鉱の生産能力を 1992 年に 300 千トン/年と設計し、その後は 50 千トン/年の増産を行い、1996 年には生産能力を 500 千トン/年に増産する計画であった。しかし、生産の実績は 1992 年が 140 千トン/年、1993 年が 590 千トンで、1994 年の予算は生産量が 650 千トンとなっている。他の炭鉱で石炭の生産量が減産し石炭供給が不足したので、シビーオボー炭鉱の生産能力を増強している。1994 年の第一四半期には 1 台の 5m<sup>3</sup> ショベル EKG 5A が追加導入され、8 月には 7 台の 40 トン積みダンプトラック Belaz 548 の追加導入も計画されている。従って、現時点ではシビーオボー炭鉱の生産能力が F/S で設計した設計能力以上になっている。現有採掘機器の生産能力については、3.4 節の現在の生産能力の評価にて試算をする。

### 3.2.2 地表設備

#### 1) 整備工場

現在、整備工場は建設中で、機器の整備は屋外で行われている。建設中の整備工場は、年産 500 千トン体制に対応するよう設計されており、年産 2 百万トン体制に向け拡張が必要である。整備に関しては熟練作業員の不足が問題であり、育成が必要である。トレーニングセンターの設立が一つの解決策である。

## 2) 資材倉庫

資材倉庫は建設中である。使用している機器は比較的新しいにもかかわらず、整備作業が厳しい条件で行われていることから、機器の稼働率は高くはなく、寿命も短い。採掘作業が円滑に行えるよう、適正レベルの部品保管が必要である。

## 3) 貯炭設備

ピットで採掘された石炭は鉄道積込み場脇の貯炭場に運ばれる。付着水分を減少させるため天日乾燥を行っており、このためにブルドーザーやショベルで積替え業を行っている。天日乾燥には約2か月を要する。現状の貯炭能力は100千トで、現状では石炭ハンドリング設備はなく、貯炭の高さは最大9mに制限されている。

## 4) サイジング・積込み設備

採炭された石炭は、積込み場にある貯炭場に運ばれ、大塊はブルドーザーで破碎されている。貨車への積込みは、5m<sup>3</sup>電動ショベルで行われている。ウランバートルへの鉄道は貨車29両で編成されている。引き込み線は3線の複線となっており十分な長さを有している。しかし、本来の積込み設備がないため、一度に23両の積込みが最大である。小型の電動ウインチと鉄道局のディーゼル機関車により操車が行われている。ディーゼル機関車は鉱山の所有物ではなく、鉄道局に賃貸料を支払っている。年出荷量が800千トを上回る場合は、鉱山独自にディーゼル機関車を保有することが望まれる。実際に1994年に1台の購入計画がある。貨車は、チョイル駅で29両に編成される。冬季には積込み後ウランバートルに運搬するまで3～4日かかり、低温と石炭の付着水分から貨車内での凍結が発生する。ユーザーの要求サイズを満たすため、石炭の破碎設備が必要である。

## 5) 配電設備

シビーオボー炭鉱および周辺区域で使用されている電力は、中央エネルギー・システムから供給されている。バガヌール経由の220KV高圧送電線1系統でチョイル市の変電所に送電されている。チョイルの変電所には220/110/35KVの変圧設備があり、シビーオボー炭鉱には35KVで送電されている。山元の変電設備は35/6KV、容量1,600KVAである。炭鉱開発当初は3,500KVAの変電設備の導入が計画されていたが、実現しなかった。年産500千トであれば容量1,600KVAで十分であるが、生産の拡張に伴って容量の大きい変電設備が必要である。ショベル等は6,000Vで運転されている。ドリル、ポンプ、照明等には6/0.4KVの変圧器で変電された400Vで供給されている。周波数は50Hzである。鉱床の中に110KVの高圧送電線が縦断しており、採掘区域を制限する形となっているが、変電設備を強化する時に送電線を移設する計画がある。送電システムの概略は下記の通りである。

## 中央エネルギー・システム

220KV送電線

バガヌール変電所(220/110/35KV)-----バガヌール炭鉱

220KV送電線

チョイル変電所 (220/110/35KV)

35KV送電線

山元変電所 (35/6KV)

(1,600KVA x 1)

採掘設備・整備工場等

### 6) 通信設備

鉱山事務所には12回線の電話が引き込まれているが十分でない。内線設備・ファクシミリ通信設備はまだ準備されていないが、1994年に200回線の内線電話を導入する計画である。国際電話はウランバートルの電話局経由で可能である。鉱山操業用の無線設備に関しても1994年に導入計画がある。鉱区内に北京ーモスクワを結ぶ国際電話ケーブルが縦断している。

### 7) 給水設備・熱水供給設備

鉱山の飲料水は17Km離れたシビーオボー市の井戸から、5.5トンのロシア製給水トラックで運搬される。さらに必要な場合は、チョイル市からも運搬される。工業用水はロシア製トラック Belaz 540, Kalaz 256改造の給水車で運搬されている。工業用水は散水と消防の目的でも用いられている。消防車は1台しかなく、給水車も消防用として用いられている。消火栓は抜水用井戸近くにいくつかある。現在、熱水供給システムはシビゴビ市にあり、炭鉱用の熱水供給システムは建設中である。現地調査時には制御用電気系統の故障からボイラーが停止し、配管の凍結から熱水供給が停止中であった。

### 8) 抜水設備

自然の地下水レベルは比較的高く、水位を下げないと採掘および石炭の品質に問題が生じる。抜水はバガヌール炭鉱同様に井戸と水中ポンプで行われており、現在、第1系列として12の抜水井戸があり、その内10本を抜水用、2本を水位検出用に用いている。抜水された水は、炭鉱から約5Km離れた所に放流され、ここには放流のために湖が出来ている。抜水容量は1日あたり約8,700m<sup>3</sup>である。ポンプは1992年に運転を開始した。1992年5月から1993年11月の排水量は約3百万m<sup>3</sup>に達した。

6月～10月には降雨があり、ピット内への流入を防止するため、ピットの周囲に溝が掘られた。ピット内に流入した水の排水は遠心ポンプD-318で実施している。厳寒期には排水の中央配管および枝管が凍結する恐れがあるため、熱水を注入して凍結を防止している。さらに、停電等非常時には、ディーゼル発電機DT-60(75KVA)で数台のポンプを運転するようになっている。

### 3.2.3 生産実績

#### (1) 生産実績

会計年度は1月1日から12月31日の期間である。12月の初旬に各部の担当者が予算を作成し山元で内部協議をした上で、エネルギー・地質・鉱業省(ウランバートル)に説明して予算の承認を得る。

#### 1) 1993年度の生産

1993年度の生産計画は以下のとおり。

剥土	: 150万BCM
石炭	: 50万ト
剥土比	: 3
剥土運搬距離	: 1.8Km
石炭運搬距離	: 2.4Km
トラック	: Belaz 40t x 13 Belaz 12t x 2
ショベル	: 5 m <sup>3</sup> x 3

1993年度の実績は以下のとおり。

剥土	: 110万BCM
石炭	: 59万ト
剥土比	: 1.9
出荷	: 46.5万ト
剥土運搬距離	: 1.4Km
石炭運搬距離	: 2.3Km

剥土量が減少した主な理由は、13台のトラックのうち4 - 5台が修理部品不足で使用できなかったことにある。また、1993年の初めに3台のBelaz(40ト)を購入する予定であったが、山元への納入が8月になったことも剥土遅れの原因の一つである。この新しい3台のトラックは、剥土作業の遅れを挽回するために配置された。

## 2) 1994年度の生産計画

1993年8月に炭鉱に対して石炭の生産を100万トにするという指示がエネルギー・地質・鉱業省からあったが、石炭が高水分、低発熱量であったため、1994年の需給計画では650千トと決定された。しかし、シャリソゴル炭鉱とバガヌール炭鉱で減産しているため、シビーオボー炭鉱がこの減産量をカバーする必要性が生じ、増産用として1993年8月に10台のダンプトラックの導入が決定された。生産計画のパラメーターは以下の通りである。

剥土	: 236万BCM(ルーズの石炭を含む)
石炭	: 65万ト
剥土比	: 3.6
出荷	: 65万ト
剥土運搬距離	: 1.4Km
石炭運搬距離	: 2.3Km
93年度に露出した石炭の在庫	: 40,000トとする。

採掘方法は以下の通りである。

剥土	: 3ベンチ
石炭	: 2ベンチ
剥土ピットの幅	: 24m
	南部に32m進行する。
石炭	: 石炭の傾斜方向にピットが進行し、稼働レベルは現在のレベルから12m低くなる。
穿孔 : 延穿孔長	: 71,176m
剥土	: 65,339m
石炭	: 6,425m
4台のショベルの生産能力	: 石炭 : 65万ト
	剥土 : 225万ト

間盤の除去に1.0m<sup>3</sup>の電動ショベル(中古品)を1台使用する。

## 3) 生産についての所見

1992年と1993年の生産は、地表に近い酸化炭を採掘したので、剥土比は1.9となっており極めて低かった。1993年には、追加採掘機器の到着が遅れたため、計画した全採掘量の1.9百万BCMに対して、実際の全採掘量は1.6百万BCMであり、計画が未達成となった。

表 3.9 石炭生産量および剥土量の実績と計画

Year	Coal production (m. t)		Overburden removal (m. BCM/y)		Total excavation (m. BCM/y)	
	Planned	Actual	Planned	Actual	Planned	Actual
1992	0.30	0.14	n. a	0.7	n. a	0.8
1993	0.50	0.59	1.5	1.1	1.9	1.8

4) 生産費

1993年度の実績を表3.10に示す。

表 3.10 生産費の概略

	Percentage
Coal production (t)	603,100
Material's	6.85
Fuel, diesel, lubricants	24.45
Spare parts	1.95
Electricity	4.37
Boiler (heat)	0.32
Water	0.03
Funds for repair materials	0.24
Low cost and quick wearing stocks	0.18
Depreciation of LCQWS	0.01
Fire and security	0.01
Allowance for business trip	0.03
Drilling, newspaper, document and communication	0.06
Tax of land and resources usages including health and transport tax	6.43
Safety (work clothes and safety boots)	
Interest for short term loan	1.34
Other expenses	0.22
Depreciation of capital assets	26.34
Wages with production bonus	26.65
Social insurance	0.54
Price of sold coal (Tg/t)	1,305.7
Difference(Tg)	
Incomes(Tg)	656,757,000
Profit (loss) (Tg)	178,845,000

### 3.2.4 組織と人員

#### (1) 組織

1994年5月におけるシビーオボー炭鉱の組織図を図3.5に示す。

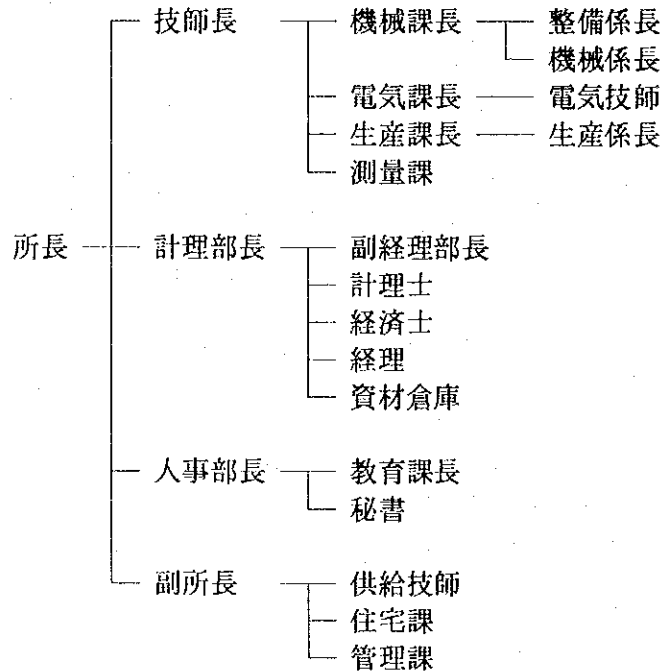


図 3.5 組織図

#### (2) 人員

1994年5月におけるシビーオボー炭鉱の上層管理者数、職員数および従業員数は以下の通りである。

##### 1) 上層管理者および職員

所長	1
技師長	1
機械課長	1
整備係長	1
機械係長	1
電気課長	1
電気技師	1
生産課長	1



生産係長	3
測量士	1
測量士補	
計理部長	1
副経理部長	1
計理士	2
経済士	2
経理、資材倉庫	4
人事部長	1
教育課長	1
秘書	1
副所長	1
供給技師	2

## 2) 従業員

機械課	- 76
電気課	- 10
生産課	- 81
供給課	- 25
住宅課	- 9
管理課	- 38

シビーオボー炭鉱の組織と機能に関して問題となっている点は、品質の調整、予備品の調達および採掘機器の整備に関する管理体制である。品質管理での問題点については、マスタープランにて検討されるが、生産作業を調整するために新しく独立した部門を設けることを勧める。この部門では、地下水の抜水計画、採掘区域からの排水計画、探査ボーリング（酸化炭の調査）を基とする採掘区域の決定、採掘順序の選定、破碎・整粒設備、混炭、天日乾燥と出荷計画等を管理し、品質の安定化を図る。また、定期的なミーティングを持ち、生産部門とウランバートルの発電所に送られた石炭品質や契約品位をクリアするために取る処置について、意見交換をすることが望ましい。この部門の最も重要な機能は、契約品位をクリアする安定した製品を常に供給できるようにすることである。

予備品の調達と採掘機器の整備については、従業員を教育および訓練するトレーニングセンターの設立が望まれる。予備品の調達では、最低在庫になったとき自動的に消耗品を発注するコンピュータソフトを導入する必要がある。整備に関しては、採掘機器の状態にあわした事前整備システムが必要である。詳しくは、マスタープラン7節のトレーニングセンターにて述べる。