

## 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5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並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

##### Case 1: 現状

現在使用されている機械設備はすべて旧コメコン諸国製で、典型的なトラック・ショベル方式を用いて、急速な炭鉱開発が進められている状況にある。剥土および石炭の合計掘削量は、現状320万BCMである。Case 1は、現在の掘削能力を維持し、設備の取替時期には従来同様の旧コメコン製の設備で更新するシナリオである。急速に出炭を始めたため、修理工場、貯炭ヤード、積出設備等の基本設備は、まだ建設していない。しかし、Case 1の投資所要額にはこれらの建設費を計上せず、Case 2に含めているので、Case 1は厳密な意味では、Without-project を代表するものではない。

現状採掘状況:	石炭年産量	$740 \times 10^3 \text{ t}$
	合計掘削量	$3,200 \times 10^3 \text{ BCM}$
	剥土比	3.5BCM/t

##### Case 2: 生産量拡大

Case 2は、合計掘削量を、中型のドラッグライン1台を用いて、550万BCM追加するもので、所要投資額には、上述の基本設備に要する投資費用を含めている。すべての設備は西側自由経済諸国製を想定している。Case 2で留意すべき点は、石炭の採掘設備が含まれておらず、本案が独立して成立することはない点である。Case 1のトラック・ショベルを石炭採掘に従事させて始めて、本案のドラッグラインとの組合せでシステムが完成する。

生産拡大目標:	石炭生産量	$1,271 \times 10^3 \text{ t}$
	合計掘削量	$5,500 \times 10^3 \text{ BCM}$
	剥土比	3.5BCM/t

Case 3: Case 1 + Case 3

両ケースを合わせて、全体的なリノベーションプロジェクトを構成する。

総計:	石炭年産量	$2,011 \times 10^3 \text{ t}$
	合計掘削量	$8,700 \times 10^3 \text{ BCM}$
	剥土比	3.5BCM/t

#### 4) 経済評価

DCF法を用いて、経済内部収益率(EIRR)を評価基準としてモンゴルの国家経済の観点からプロジェクトを評価する。感度分析は基本条件の変動による影響を見るために行われる。

#### 5) 財務分析

財務分析は、炭鉱あるいは投資家の立場から、DCF法を用いて行われ、本プロジェクトを評価する。プロジェクトそのものの価値は、財務内部収益率(FIRR)を基準として評価するが、これはすべて自己資金ベースと見なして行っている。資本構成（借入金と資本金）の違いによる影響は、資本金をベースとしたFIRR on Equityで評価している。これは、借入金を前提とした投資の資本金部分に着目したものである。感度分析は基本条件の変動による影響を評価するために行われる。

石炭の需給予測を含む市場調査は、本分析を行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。従って、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、シビーオボー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。炭鉱に課せられている諸税、ロイヤリティは、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。

## 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貨資金は、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、同国の特に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、追加投資の外貨部分のみを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、旧ソ連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を適用したと同様な結果となっている。一方、電力費に関しては、5ヵ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、最近炭鉱に対して石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年の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。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が混乱しており、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。

操業費並びに投資費用には、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。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。

### (1) 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、内貨の借入金払いは含まれておらず、算定は表7.2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に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す。

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ほとんどなく、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。

## (2) 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7.9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 expenceと示されたものである。

技術改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。

## (3) 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監み、運転資金として当年度の操業費（減価償却費と支払い金利は除く）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。

### 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、炭鉱の鉄道積み込み場所での、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。

シビーオボー炭の経済価格に関してであるが、モンゴルには支払い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。

シビーオボー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、旧コメコン時代のバータ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、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、クズネツキー炭が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、シビーオボー炭は、平均発熱量が3,580kcal/kgであるので、6,086.0Tg/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、分析手続が複雑化をするため、23年間の平均発熱量を用いて一定価格とした。

#### 8.2.4 ディスカウント・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であり、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、炭鉱閉山時のリクレーション費用等は、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) 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。経済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（金利支払い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

DCF法を用いて、EIRR10%に相当する石炭価格、経済的石炭価値である6,086.0Tg/tでのEIRRを評価した。結果は下記の通りである。

	EIRR 10%時の石炭価格	6,086.0 Tg/t時のEIRR
Case 1	3,290.3 (Tg/t)	NA
Case 2	4,082.4 (Tg/t)	25.9 (%)
Case 3	3,727.8 (Tg/t)	67.1 (%)

EIRR10%を得るための石炭価格は、現在の販売価格2,200Tg/t(10%の取引税含む)より高くなっている。しかしながら、経済的石炭価値である6,086.0Tg/tにおいて、本プロジェクトのEIRRは67.1%で、モンゴルの国家経済から見ると非常に有利な案件である。EIRR 10%の時のCase 3のDCFキャッシュフローと外貨・内貨の所要フローを表8.4に、またCase 1とCase 2のそれらは付属資料5に示している。

### 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8.5に示している。石炭の経済価値である6,086.0Tg/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。Case 1に関してはEIRRが高く、すべての項目に対して値が得られていない。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

本リノベーションプロジェクト (Case 3)は、シビーオポー炭鉱の現状 (Case 1)と生産拡大 (Case 2)を合成したもので、炭鉱の立場と投資家の立場から分析をしている。炭鉱に課せられる税金、ロイヤリティは財務上コストとして評価され、消費者に課せられる取引税10%は、炭鉱に

とっては収入とはならない。

### 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  $(1999\text{年価格} \div 2,200)^{1/5} - 1$

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8.6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2,200Tg/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、 $(1999\text{年価格} \div 2,200)^{1/5}$ 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該当分の扱いは、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該当分を財務費用に計上した。従って、この費用



は課税控除の対象とはしなかった。

現在のモンゴルでは、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8.6,表8.7および表8.8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 表4.14~表4.16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、3,727.8Tg/t(取引税除き3,388.9Tg/t)が必要で、現在の販売価格2,200Tg/t(2,000Tg/t)では、炭鉱の安定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6,086.0Tg/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(支払い金利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
+ 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

DCF法を用いて、FIRR on Total Projectが10%となる石炭の販売価格と、石炭の経済的価値である6,086.0Tg/t(取引税10%含む)の時のFIRRを求めた。結果は次の通りである。

	固定資産の 評価の有無	FIRR 10%時の 石炭の販売価格	FIRR on Total Project
Case 1	無	5,323.8	19.0
	有	5,265.3	20.5
Case 2	無	6,545.9	8.1
Case 3	無	6,024.4	10.3
	有	5,997.5	10.5

注) 生産拡大のCase 2には、本来 Case 1と共有すべき基本設備、すなわち、修理工場、倉

庫、貯炭ヤード、石炭の破碎整粒、積出設備等のすべてを、拡大のための設備として計上しているので、Case 2のFIRRは見掛上低い値となっている。

分析の結果は、6,086.0Tg/tの時、現在のモンゴルの税制のまま実行可能であることを示している。固定資産の評価替は、Case 3で見れば有意差は見られない。しかしながら、現下のインフレーションを考慮すれば、石炭の販売価格をを低くする効果のある資産の評価替えは、炭鉱の操業上からも消費者のためにも、実施することが望ましい。

#### (4) レバレッジ

プロジェクト資金の借入金比率を変えた場合のレバレッジ効果を評価するためには、FIRR on Equity を Case 3の6,086.0Tg/t をベースにして算出、表8.9に参考として示している。借入比率95%前後で、FIRRの値は無限大になっているが、一方で外貨の金利が8%以上の場合は、プロジェクトの最終年度の未返済借入金が発生し健全経営から遠ざかることとなっている。

### 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Case 3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8.10に示している。

##### 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6,086.0 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

- ・6,086.0Tg/tにおける税引後FIRRは10.5%で、未返済金はいずれの金利の場合も生じないが、想定した国内借入金利とほぼ同じため炭鉱経営上限界にある。
- ・レバレッジ効果がないため、経営は健全であるがFIRRは低いものとなる。

### 2) 借入比率80%の場合

- ・合理的販売価格は、プロジェクトの最終年度の未返済金が0となる価格と考えられる。それらは、単位 Tg/t で 5,139.8(金利 1%)、5,181.7(2%)、5,223.6(3%)、5,307.5(5%)、5,433.4(8%)、5,517.3(10%)となる。

### 3) 借入比率99.9%の場合

- ・借入比率80%のFIRR10%の時の販売価格では、いずれの金利の場合も、資金の調達は不可能に近い未返済額を生じる。外貨の金利が1%の時ですえ、未返済額は、現在の価格2,200Tg/tで換算すると670万tの石炭に相当する。健全経営とはほど遠いものといえる。

## (2) その他要因の感度分析

前提条件の変動に対する影響の度合を見るために、感度分析を行った。分析は固定資産の評価替をベースとして、Case 1, Case 2, Case 3のFIRR on Total Projectと、Case 3で借入比率80%外貨金利2%の例について、FIRR on Equity を計算した。

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
- － 石炭生産量一定での剥土量

各々項目について、±20%の範囲を5%刻みに算出している。

### 1) FIRR on Total Project

6,086.0Tg/tについて、分析した結果は表8.11に示している。

Case 3のFIRR on Total Projectは10.5%である。操業費および剥土量の15%変動では、FIRR 8%を維持することが出来ない。投資額の15%の変動は、FIRR8%を保っている。外貨の交換の変動は、プロジェクトに殆ど影響を与えない。いずれの項目においても、それぞれ単独の10%変動に対しては、プロジェクト実行可能の評価は変わらない。

### 2) FIRR on Equity

石炭の経済価値である6,086.0 Tg/tを販売価格として、Case 3で借入比率80%、外貨の金利2%の例について分析した。結果を表8.12に示している。レバレッジの結果、FIRR10.5%が、

23.6%に向上している。本ケースは、いずれの変動に対しても、プロジェクト最終年度に未返済借入金が生じることはない。

同じケースで、最終年度の未返済金0となる時の価格5,181.7Tg/tについて表8.13に示している。操業費、剥土量、投資額の5%変動に対して、未返済金は、それぞれ1,116.2、1,044.8、319.0(百万Tg)となる。この程度の資金繰りは可能であろうが、操業費10%の変動では3,526.9百万Tgとなり、2,200Tg/tの現在の販売価格で換算すれば、160万tの石炭に相当し、財務的には困難な状況に陥ると思われる。

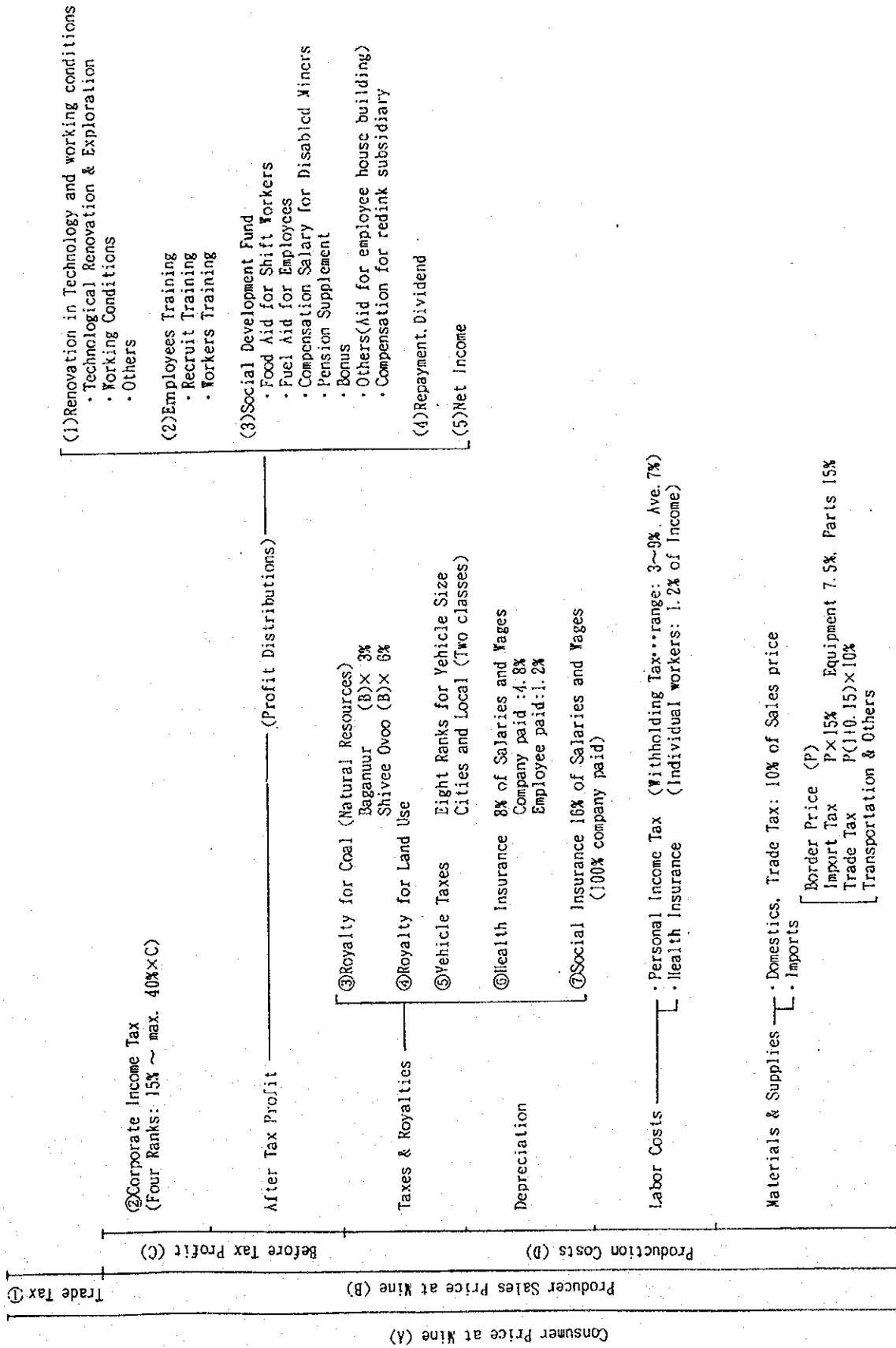


図 8.1 モンゴル国課税制度と石炭価格構成

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. F. 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

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Total	Average
	US ¢ / 100kcal/kg											
[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 8.5 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 (No changes in coal)			
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	(S/R) *1
1.20	(7,303.2)*2	34.3	NA *3	NA	26.5	73.8	NA	21.2	43.8	NA	22.7	48.3	NA	22.8	48.9	(4.4)
1.15	(6,998.9)	32.3	NA	NA	26.4	72.2	NA	22.3	47.8	NA	23.5	52.1	NA	23.6	52.6	(4.2)
1.10	(6,694.6)	30.2	NA	NA	26.3	70.5	NA	23.4	52.7	NA	24.3	56.4	NA	24.4	56.8	(3.9)
1.05	(6,390.3)	28.1	91.5	NA	26.1	68.9	NA	24.6	58.8	NA	25.1	61.3	NA	25.2	61.5	(3.7)
1.00	(6,086.0)	25.9	67.1	NA	25.9	67.1	NA	25.9	67.1	NA	25.9	67.1	NA	25.9	67.1	(3.5)
0.95	(5,781.7)	23.7	53.8	NA	25.7	65.3	NA	27.4	79.7	NA	26.7	74.3	NA	26.7	73.9	(3.3)
0.90	(5,477.4)	21.5	44.1	NA	25.5	63.4	NA	28.9	135.4	NA	27.5	84.1	NA	27.5	83.0	(3.1)
0.85	(5,173.1)	19.1	36.3	NA	25.3	61.4	NA	30.6	NA	NA	28.3	101.4	NA	28.2	97.9	(2.9)
0.80	(4,868.8)	16.7	29.7	NA	25.0	59.3	NA	32.5	NA	NA	29.1	NA	NA	29.0	NA	(2.6)

Base Case is at the economic coal value of 6,086.1 Tg/t

Case 1: Existing Operation  
Case 2: Expansion  
Case 3: Combination

\*1 S/R : Stripping ratio  
\*2 ( ): EIRRs are all not available. ( ) shows a coal price.  
\*3 NA : Not available

表 8.6 インフレーション率

## Consumer Price Index

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 8.7 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	
Sleeper	(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 8.8 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 8.9 資本構成別炭価6,086 Tg/t時のCases3の資本効率

Debt (%)	Equity (%)	Foreign Loan Interest Rate											
		1%		2%		3%		5%		8%		10%	
		FIRR*	Unrepaid*	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid
0.00	100.00	10.5	0.0	10.5	0.0	10.5	0.0	10.5	0.0	10.5	0.0	10.5	0.0
5.00	95.00	10.8	0.0	10.8	0.0	10.7	0.0	10.7	0.0	10.7	0.0	10.7	0.0
10.00	90.00	11.1	0.0	11.0	0.0	11.0	0.0	10.9	0.0	10.8	0.0	10.7	0.0
15.00	85.00	11.4	0.0	11.3	0.0	11.3	0.0	11.1	0.0	11.0	0.0	10.9	0.0
20.00	80.00	11.7	0.0	11.6	0.0	11.5	0.0	11.4	0.0	11.1	0.0	11.0	0.0
25.00	75.00	12.1	0.0	12.0	0.0	11.9	0.0	11.6	0.0	11.3	0.0	11.1	0.0
30.00	70.00	12.5	0.0	12.3	0.0	12.2	0.0	11.9	0.0	11.5	0.0	11.3	0.0
35.00	65.00	12.9	0.0	12.8	0.0	12.6	0.0	12.3	0.0	11.8	0.0	11.5	0.0
40.00	60.00	13.4	0.0	13.2	0.0	13.0	0.0	12.6	0.0	12.0	0.0	11.6	0.0
45.00	55.00	14.0	0.0	13.7	0.0	13.5	0.0	13.0	0.0	12.3	0.0	11.8	0.0
50.00	50.00	14.6	0.0	14.3	0.0	14.0	0.0	13.4	0.0	12.6	0.0	12.1	0.0
55.00	45.00	15.3	0.0	15.0	0.0	14.6	0.0	13.9	0.0	12.9	0.0	12.3	0.0
60.00	40.00	16.2	0.0	15.8	0.0	15.4	0.0	14.5	0.0	13.4	0.0	12.7	0.0
65.00	35.00	17.4	0.0	16.8	0.0	16.3	0.0	15.3	0.0	13.9	0.0	13.1	0.0
70.00	30.00	18.9	0.0	18.2	0.0	17.6	0.0	16.3	0.0	14.7	0.0	13.7	0.0
75.00	25.00	21.1	0.0	20.2	0.0	19.4	0.0	17.8	0.0	15.8	0.0	14.7	0.0
80.00	20.00	24.9	0.0	23.6	0.0	22.3	0.0	20.1	0.0	17.5	0.0	16.0	0.0
85.00	15.00	30.2	0.0	28.1	0.0	26.3	0.0	23.3	0.0	19.7	0.0	17.7	0.0
90.00	10.00	NA**	0.0	NA	0.0	NA	0.0	30.0	0.0	27.2	0.0	23.1	0.0
95.00	5.00	NA	0.0	NA	0.0	NA	0.0	NA	0.0	NA	3.0	NA	32.0
99.99	0.01	NA	0.0	NA	0.0	NA	15.6	NA	49.6	NA	636.0	NA	1,559.1

\*1 FIRR : Financial rate of return on equity (fixed assets revaluation basis) (unit: %)

\*2 Unrepaid: Loan unrepaid at the end of the project life (unit: 10Tg)

\*3 NA : Not Available



表 8.10 石炭販売価格と経営健全性との関連

F.L.I.R. *1	Price	%	Tg/t	Note	Debt/Equity 0.001/0.999		Debt/Equity 0.800/0.200		Debt/Equity 0.999/0.001	
					FIRR*2	Unrepaid*3	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid
1.0	6,086.0	a	10.5	0.0	24.9	0.0	NA *4	0.0		
	6,027.0	b	10.2	0.0	23.7	0.0	NA	(CR) 0.0		
	5,261.1	c	5.6	0.0	10.0	0.0	NA	14,731.9		
	5,139.8	d	4.9	0.0	8.1 *5	(CR) 0.0	NA	19,115.7		
	5,134.3	e	4.9	0.0	8.0	1.2	NA	19,326.9		
2.0	6,086.0	a	10.5	0.0	23.6	0.0	NA	0.0		
	6,076.5	b	10.5	0.0	23.4	0.0	NA	(CR) 0.0		
	5,304.5	c	5.9	0.0	10.0	0.0	NA	14,686.6		
	5,181.7	d	5.2	0.0	8.1	(CR) 0.0	NA	19,110.3		
	5,175.4	e	5.1	0.0	8.0	1.4	NA	19,366.7		
3.0	6,126.0	a	10.7	0.0	23.2	0.0	NA	(CR) 0.0		
	6,088.0	b	10.5	0.0	22.3	0.0	NA	13.7		
	5,347.9	c	6.2	0.0	10.0	0.0	NA	14,657.8		
	5,223.6	d	5.4	0.0	8.1	(CR) 0.0	NA	19,191.7		
	5,216.6	e	5.4	0.0	8.0	1.5	NA	19,476.6		
5.0	6,225.2	a	11.3	0.0	22.7	0.0	NA	(CR) 0.0		
	6,086.0	b	10.5	0.0	20.1	0.0	NA	47.6		
	5,434.7	c	6.7	0.0	10.0	0.0	NA	14,641.9		
	5,307.5	d	5.9	0.0	8.1	(CR) 0.0	NA	19,365.6		
	5,298.9	e	5.9	0.0	8.0	1.8	NA	19,706.6		
8.0	6,374.0	a	12.1	0.0	22.2	0.0	NA	(CR) 0.0		
	6,086.0	b	10.5	0.0	17.5	0.0	NA	583.2		
	5,565.0	c	7.5	0.0	10.0	0.0	NA	14,865.0		
	5,433.4	d	6.7	0.0	8.2	(CR) 0.0	NA	20,049.4		
	5,422.5	e	6.6	0.0	8.0	2.3	NA	20,489.6		
10.0	6,473.3	a	12.7	0.0	21.8	0.0	NA	(CR) 0.0		
	6,086.0	b	10.5	0.0	16.0	0.0	NA	1,505.9		
	5,652.0	c	8.0	0.0	10.0	0.0	NA	15,231.4		
	5,517.3	d	7.2	0.0	8.2	(CR) 0.0	NA	20,576.5		
	5,505.0	e	7.1	0.0	8.0	2.6	NA	21,070.7		

- \*1 F.L.I.R. : Foreign loan interest rate  
 \*2 FIRR : FIRR on equity on a fixed assets revaluation basis (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 no loan unrepaid  
 \*6 : Reasonable Price Level

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

- Note: a: price at no loan unrepaid 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 8.11 財務感度分析 炭價 6,086 Tg/t 時の投下資金効率率(ROI)

\*Unit: FIRR %

Variation Factor	Exchange Rate (1.00: 400Tg/US\$)			Capital Costs			Operating Costs			Total Excavation (No changes in coal)			
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3	*2(S/R)
1.20	23.2	8.5	11.3	14.5	5.9	7.7	9.9	5.4	6.5	10.3	5.5	6.6	(4.4)
1.15	22.6	8.4	11.1	15.8	6.4	8.3	12.2	6.1	7.5	12.5	6.1	7.6	(4.1)
1.10	21.9	8.3	10.9	17.2	6.9	9.0	14.7	6.8	8.5	14.9	6.8	8.6	(3.9)
1.05	21.2	8.2	10.7	18.8	7.5	9.7	17.4	7.4	9.5	17.5	7.4	9.5	(3.7)
1.00	20.5	8.1	10.5	20.5	8.1	10.5	20.5	8.1	10.5	20.5	8.1	10.5	(3.5)
0.95	19.7	7.9	10.3	22.4	8.7	11.4	24.1	8.7	11.5	23.9	8.7	11.5	(3.3)
0.90	18.8	7.8	10.0	24.6	9.5	12.3	28.3	9.4	12.5	27.9	9.3	12.5	(3.1)
0.85	17.8	7.6	9.7	27.1	10.2	13.3	33.6	10.0	13.6	32.8	10.0	13.5	(2.9)
0.80	16.6	7.4	9.3	29.9	11.1	14.5	39.4	10.7	14.6	38.3	10.6	14.5	(2.6)

\*1 FIRR: FIRR on the total project on a fixed assets revaluation basis.

\*2 S/R : Stripping Ratio

Base Case at the economic value of 6,086.0 Tg/t

表 8.12 財務感度分析 炭価 6,086 Tg/t 時の資金効率(ROE)

Unit: FIRR

Variation Factor	Exchange Rate (1.00: 400Tg/US\$)		Capital Costs		Operating Costs		Total Exeavation	
	Unrepaid*1	FIRR *2	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR	Unrepaid	FIRR (S/R)*3
1.20	0.0	26.5	0.0	15.0	0.0	10.8	0.0	11.1 (4.4)
1.15	0.0	25.9	0.0	16.7	0.0	13.5	0.0	13.8 (4.1)
1.10	0.0	25.2	0.0	18.6	0.0	16.4	0.0	16.6 (3.9)
1.05	0.0	24.5	0.0	20.8	0.0	19.7	0.0	19.8 (3.7)
1.00	0.0	23.6	0.0	23.6	0.0	23.6	0.0	23.6 (3.5)
0.95	0.0	22.6	0.0	27.0	0.0	28.0	0.0	27.8 (3.3)
0.90	0.0	21.4	0.0	31.3	0.0	33.1	0.0	32.7 (3.1)
0.85	0.0	20.1	0.0	36.4	0.0	39.0	0.0	38.3 (2.9)
0.80	0.0	18.9	0.0	42.6	0.0	45.4	0.0	44.4 (2.6)

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

\*2 FIRR : FIRR on equity at the economic coal price of 6,086 Tg/t on a fixed assets revaluation basis (unit: %)

\*3 (S/R) : Stripping ratio

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)

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	10.4	4,404.8	2.8	9,217.3	(-5.8)	8,841.2	(-5.0) (4.4)
1.15	0.0	9.9	2,826.8	4.1	6,258.8	(-0.8)	5,996.2	(-0.4) (4.1)
1.10	0.0	9.3	1,509.2	5.4	3,526.9	2.6	3,352.2	2.8 (3.9)
1.05	0.0	8.7	319.0	6.7	1,116.2	5.4	1,044.8	5.5 (3.7)
1.00	0.0	8.1	0.0	8.1	0.0	8.1	0.0	8.1 (3.5)
0.95	8.4	7.4	0.0	9.6	0.0	10.9	0.0	10.8 (3.3)
0.90	223.4	6.6	0.0	11.3	0.0	13.8	0.0	13.6 (3.1)
0.85	638.5	5.8	0.0	13.2	0.0	16.9	0.0	16.6 (2.9)
0.80	1,213.7	4.8	0.0	15.4	0.0	20.3	0.0	19.8 (2.6)

\*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 unpaid of 5,181.7 Tg/t on a fixed assets revaluation basis (unit:%)

\*3 (S/R) : Stripping ratio

## 9 結論と所見

### (1) シビーオボー炭鉱の現在の問題点

シビーオボー炭鉱の最大の問題点は、高水分、低発熱量、かつ石や金属片が混入していたりする品質の悪さである。

- ・事前水抜工事の遅れ、水分に対する管理システム設備の欠如による高水分含有率。
- ・露頭近くの石炭を採掘していることと、石炭の固有水分が高いことからくる低発熱量。

もう一つの問題点は、予備部品、メンテナンスの専門家および修理工場がないことから、ダンプトラックの生産性が低いことである。

### (2) リノベーション計画の採掘方式

現状の見直しを行い、剥土作業のフレキシビリティを勘案し、次の採掘方式を選定した。

剥土作業： 中型ドラッグライン1台

はさみ処理： 既存のショベルとトラック

採炭作業： 既存のショベルとトラック

必要な設備は修理工場、事前抜水システム、石炭品質管理システム、破碎設備等で、すべてリノベーション計画に費用を計上している。

### (3) 環境に対する影響

すべての環境面について、リノベーション計画の与える影響を検討したが、適切な対策を講じれば、200万t計画はなんら環境に悪影響は与えないことが明らかとなった。

環境保全のため、地下水の水処理設備が必要で、計画にコストとして計上している。

### (4) 主要機械設備

主要機械設備は、次の通りである。

機械設備	既存設備	追加設備	備 考
ドラッグライン	0	1	剥土作業
ショベル	4	0	剥土および採炭作業
トラック	15	0	剥土と石炭の運搬
ブルドーザー	4	1	支援作業
グレーダー	0	1	道路維持

メンテナンスのための修理工場、石炭整粒のための分粒積込み設備、品質管理のための分析システム等の設備は、現在のところ設置されていないので、早急に完備する必要がある。

#### (5) 品質管理システム

現在のところ、シビーオポー炭鉱には品質管理部門はなく、すべての石炭は品質のチェックなしで消費者へ送られている。品質に関する問題点は、低発熱量、高水分含有率、石・金属片や石炭の大塊の混入である。品質を改善するために、品質管理のための設備を導入することはもとより、品質管理に対するマネジメントの概念を経営幹部から従業員に至るまでに植え付ける必要がある。

注1：シビーオポー炭鉱に石炭の乾燥設備を設けることは望ましいことであるが、乾燥した褐炭は、貯炭中や輸送中に自然発火を起こす恐れもある。従って、消費者の所に設備することを推奨する。

注2：原炭中の灰分を取除く効率を見るために、可選性試験を行った。第Ⅰ層は比較的容易に洗えるが、第Ⅱ層はやや困難である。結論として、灰分の含有量を減らすためには、選炭設備を設けるよりも、石炭の選別採掘を実施すべきと考える。

#### (6) 投資と操業費用

プロジェクトの全期間23年間（1996～2018年）の総投資額と総操業費用は、次の通りである。投資額には、初期投資と更新費用が含まれている。

	総投資額	総操業費用	(単位：100万US\$)
			合 計
現状改善	43	97	140
生産規模拡大	82	139	221
リノベーション計画	125	236	361

最初の3年間（1996～1998年）の投資および操業費用のうちの外貨部分の合計は、次の通りである。

	投資額	操業費用	(単位: 100 万US\$) 合計
現状改善	6.4	6.3	12.7
生産規模拡大	35.9	0	35.9
リノベーション計画	42.3	6.3	48.6

## (7) 財務評価

経済評価の結果、シビーオボー炭鉱のリノベーション計画は、国家経済の観点から非常に有利で、また実施可能な案件である。

シビーオボー炭の経済価値は、ロシアからの輸入代替・発熱量等価・国家価格で6,086Tg/tと評価された。

石炭の経済価値6,086Tg/tの時に、プロジェクトのEIRRは67.1%と高い。EIRR10%の時の経済価値は3,728Tg/tで、バガヌール炭の4,743Tg/tより相当安価となっている。

	EIRR 10%の時の経済価格 (Tg/t)	経済価値 6,086Tg/tの時のEIRR (%)
現状改善	3,290	∞
生産規模拡大	4,082	25.9
リノベーション計画	3,728	67.1

注 1: 所要地表設備のすべては、Case 2の投資額に含まれている。

経済感度分析の結果、前提条件の変動±20%に対して実施可能な結論はなんらの影響も受けない。

## (8) 財務分析

現行の税率税制においては、シビーオボー炭鉱のリノベーション計画は、財務的に実施可能であるが、限界的である。

投資者の観点を表すプロジェクトのFIRRは、石炭の経済価値6,086Tg/tにおいて、10.5%であり、限界的レベルにある。

	EIRR 10%の時の財務販売価格 (Tg/t)	6,086Tg/tの時のFIRR (%)
現状改善	5,265	20.5
生産規模拡大	6,546	8.1
リノベーション計画	5,998	10.5

プロジェクトのFIRRが10%となる時の石炭の販売価格は6,000Tg/tで、EIRR10%の時の3,728Tg/tに較べると160%に相当し、厳しい課税額であるといえる。上述の分析は、現行税率税制

のもとでは、石炭の経済価値6,086Tg/tで販売する時に実施可能であるが、限界的であることを示している。

シビーオボー炭鉱のリノベーション計画の財務評価を向上させると共に、石炭の販売価格をその経済価値6,086Tg/tより安くするためには、低金利の外貨借入か税率税制の改正が必要である。

FIRR、借入金／資本金の構成比率と外貨の借入金利との関連から、低金利の資金の導入は、借入金のレバレッジ効果により投資資本のFIRRを向上させることができる。しかしながら、借入金の構成比率は、借入金の未返済を避けるために、95%未満である必要がある。

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

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

参考として、バガヌール炭鉱のリノベーション計画の減免税措置の効果は、1章の表8.12参照。

## (9) 財務感度分析

石炭の販売価格の変動による影響は、借入金の未返済額によって評価している。

借入金未返済が生じない時の最も合理的な販売価格は、借入比率80%の時、外貨の金利により異なるが、2%の時には5,180Tg/tとなり、8%の時には5,430Tg/tとなる。

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

上述の検討結果から、シビーオボー炭鉱のリノベーション計画に望まれる財務的環境は、次の通りである。

リノベーション計画に望まれる財務的環境

シビーオボー炭鉱のリノベーション計画に望まれる財務的環境は、次の通りである。

- ・ 資金の構成は、借入金80%、資本金20%
- ・ 低利の外貨資金の導入



- ・固定資産の評価替え
  - ・法人所得税計算に累積赤字の繰延採用
  - ・減免税措置
    - －輸入設備・部品の輸入税の減免
    - －輸入設備・部品の取引税の減免
- －モンゴル政府が民営化を計画する場合は、上述と同様な効果を与える財務的環境を作り出すことが必要である。

#### (10) マネージメントの改善

下記の分野において、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

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

##### －石炭の品質管理部門

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

##### －環境保全門

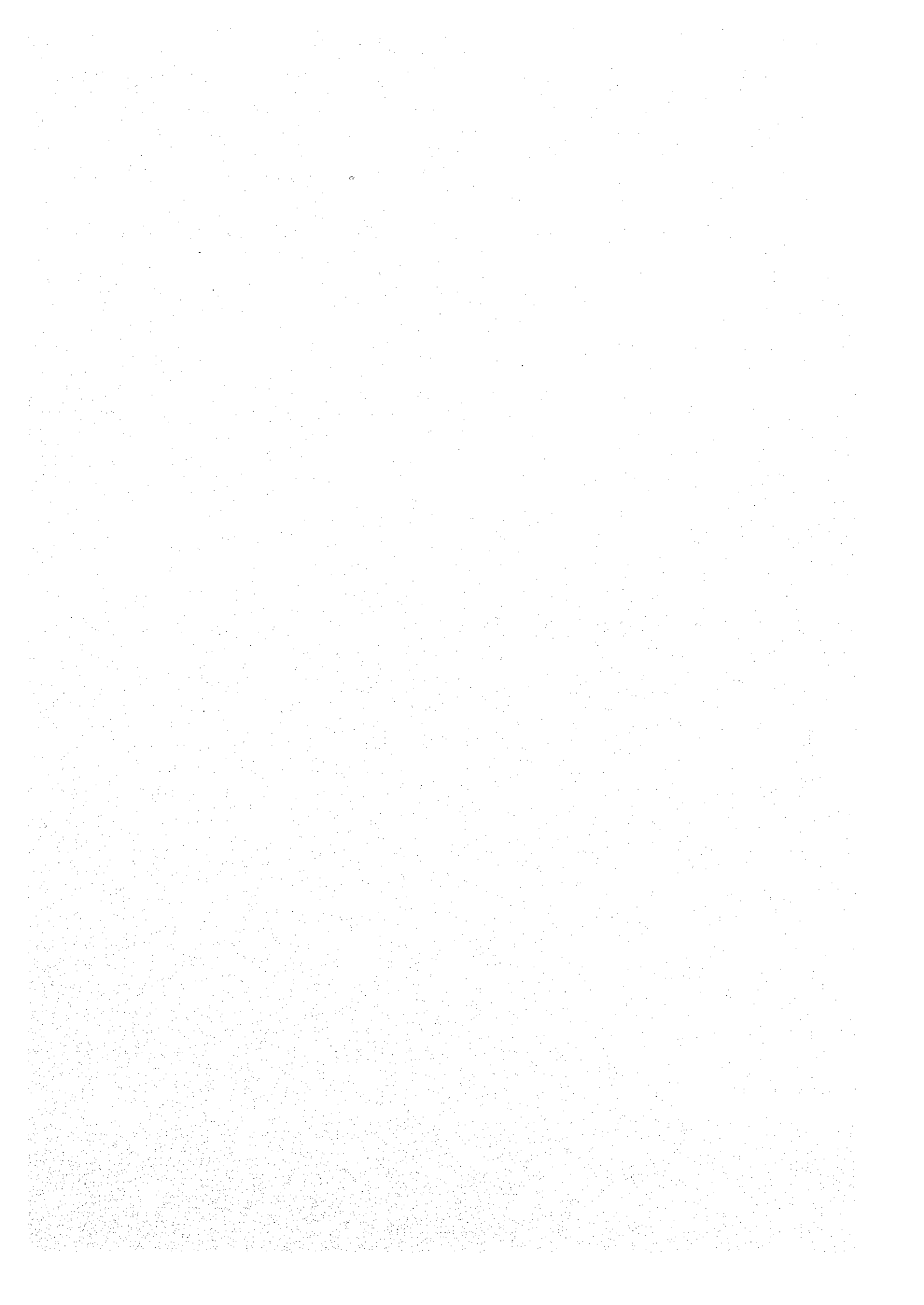
環境測定計画の実施と提言した諸対策の実施により、環境の保全に努めることが必要である。

##### －石炭販売部門

製品炭を売ること、価格を交渉すること、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。







JICA