

### 第Ⅲ部 結論及び将来への提言



## 第1章 結 論

第1年次に既存資料の解析と衛星画像の解析を実施した。第2年次はサウトバイ地区で既存資料解析、地質調査及びボーリング調査、ブルトカン地区で地質調査、トレンチ調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。第3年次はサウトバイ地区で探掘計画調査、ブルトカン地区で地質調査、トレンチ調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。ブルトカン地区の調査結果解析図をFig.III-1に示す。

3年間の調査の結果、次のことが判明した。

### 1-1 全域

#### (1) 地質

東ブカンクウ地域の地質は、ヘルシニア期(古生代後期)の褶曲を受けた原生代リーフェイ～ベント系を基盤岩類とし、これを古生界、中生界及び新生界が不整合に被覆している。これら原生界及び古生界には、主として石炭紀後期～二疊紀前期の花崗岩類、岩脈類が貫入している。

#### (2) 鉍化作用

東ブカンクウ地域にはタングステン・金・銀・銅の鉍床・鉍微地が分布している。これらは鉍種及び鉍床タイプから次の7つのグループに分類される。

①金・石英脈、②金・銀・石英脈、③金・銀・銅・石英脈、④銀・石英脈、⑤タングステン・スカルン鉍床、⑥タングステン・石英ストックワーク鉍床、⑦タングステン・金・スカルン鉍床である。本地域の鉍化作用は、原生代のカラシャク層、コクパクス層とデボン系～石炭系を胚胎母岩としており、後期石炭紀～前期二疊紀に貫入した花崗岩類の活動とWNW-ESE系、NE-SW系及びNNW-SSE系の断層・裂隙に関連していると考えられる。

#### (3) 変質帯

衛星画像解析で抽出された変質帯は、現地調査をもとに推定すると、コクパクス鉍床のように黄鉄鉍・磁硫鉄鉍を伴う高硫化物タイプの金鉍化作用に関連した鉄酸化変質帯の可能性がある。このタイプの金鉍床に対しては、鉍床付近にみられる鉄酸化鉍物を衛星画像のスペクトル解析により抽出する手法が有効と考えられる。一方、トルバイ鉍床のように石英脈を主体とした低硫化物金鉍床は鉄酸化鉍物の発達が弱く、変質帯をスペクトル解析により抽出する手法は現段階では限界があり、写真地質判読による地質構造解析がより適すると考えられる。

## 1-2 サウトバイ地区

### (1) 地質, 鉱床

サウトバイ地区には, 原生代のカラシヤク層及びコクパタス層が分布している。カラシヤク層は, 珪岩, ドロマイト及び石灰岩を伴う火山岩起源の緑色岩類及び片岩類からなり, 層厚は500m以上である。コクパタス層は, 砂岩, 粘板岩, 珪岩, 片岩及び炭酸塩岩類(石灰石, ドロマイト)からなり, 層厚は, 1,000m以上に達する。これらの原生界を貫いて石炭紀後期～二疊紀前期の花崗閃緑岩, アプライト, 閃緑岩, ランプロファイアーなどの岩株及び岩脈が貫入している。

### (2) 鉱化作用

鉱床の主要タイプは花崗閃緑岩に規制されたタングステンを含むスカルン型層状鉱床で, 主要鉱床のサウトバイ鉱床のほかその周辺にブルグット鉱床とサゲンカン鉱床がある。

鉱石の賦存を規制している炭酸塩岩類を含む層準は, 主としてカラシヤク層上部からコクパタス層下部であり, 垂直断面での鉱化の範囲は約500mに達している。サウトバイ・ブルグット鉱床には約20個のスカルン鉱体が確認され, サゲンカン鉱床には14個の鉱体が確認されている。富鉱部は, 一般に花崗閃緑岩体との接触部から50-100m間, まれに200mまでの間に形成されている。

鉱石は, 灰重石を伴う角閃石-輝石スカルンと角閃石-輝石-磁硫鉄鉱スカルンで, 黄鉄鉱, 磁硫鉄鉱, 黄銅鉱, 白鉄鉱を含み, まれに輝着鉛鉱, 自然蒼鉛, 硫砒鉄鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 輝銅鉱及び銅藍を伴っている。

これら層状鉱体のほかに, 断裂に規制された石英の脈-細脈からなるストックワークタイプのタングステン鉱化作用が主として花崗閃緑岩体内部に発達するが, 品位が低く経済的に見て価値は認められない。

### (3) ボーリング調査結果

サウトバイ鉱床における4孔のボーリング調査の結果, 主要鉱体であるNo.1鉱体は走向NNW-SSE, 傾斜約70°Eを示し, MJUS-2孔より南東部では地表下約400mまで鉱化作用が連続していることが確認された。

WO<sub>3</sub>品位0.30%以上, 真幅が2m以上に達する箇所は, MJUS-3孔の深度319.8~338.5m間で捕捉されたNo.1鉱体(真幅13.2m, WO<sub>3</sub>品位0.35%), 深度359.6~362.9m間で捕捉されたNo.3鉱体(真幅2.3m, WO<sub>3</sub>品位2.31%)及びMJUS-4孔の深度309.3~315.8m間で捕捉されたNo.1鉱体(真幅5.0m, WO<sub>3</sub>品位0.84%)である。これら富鉱部の位置と地表の富鉱部との関係から, 鉱体の落としてはSSE方向に傾斜すると考えられる。

以上の結果より, タングステン鉱化作用はさらに下部方向及び南南東方向に連続する可能性が強い。

#### (4) 鉱量計算結果

サウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床の鉱量計算を実施し、これらの鉱床の再評価を行った。

サウトバイ及びブルグット鉱床は、カットオフ品位0.05%(WO<sub>3</sub>)の場合、鉱量は15,195千トン、WO<sub>3</sub>品位は0.29%、Au品位は0.23g/tである。ウズベキスタン側の計算結果(1993年)が鉱量39,539千トン、WO<sub>3</sub>品位0.43%、Au品位0.34g/tであるのに対して鉱量、品位共に大きな差が見られる。鉱量の差は計算範囲の違いによるもので、上部のボーリング密度の高いところではほとんど差がなく、下部の密度の低いところではその差が大きくなっている。平均品位の違いは、ウズベキスタン側は予想鉱画(P1)内に複数のデータがある場合、平均品位の最高値を採用したため全体の平均品位が高くなっている。

サゲンカン鉱床は、カットオフ品位0.05%(WO<sub>3</sub>)の場合、鉱量は10,062千トン、WO<sub>3</sub>品位は0.24%、Au品位は0.02g/tである。ウズベキスタン側の計算結果(1994年)と比較すると、カットオフ品位0.1%(WO<sub>3</sub>)の場合、ウズベキスタン側は鉱量12,710千トン、WO<sub>3</sub>品位0.32%であるのに対して、今回の結果は鉱量8,133千トン、WO<sub>3</sub>品位0.28%で、鉱量が減り、品位も低くなった。この差はサウトバイ鉱床及びブルグット鉱床の場合と同様の理由と考えられる。

1980年以降西側諸国(U.S.A., カナダ, オーストラリア, 韓国等)で稼行されたスカルン型タングステン鉱山のWO<sub>3</sub>品位は、一般に露天掘の場合0.5%以上、坑内掘の場合1%以上のものがほとんどである。各鉱床のWO<sub>3</sub>品位は西側諸国のものより低い。

#### (5) 鉱床開発についての考察

サウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床の開発の可能性を検討した。各鉱床とも品位が低く、可採粗鉱量が少ないため、単独での開発は難しい。そこで複数の鉱床を開発する採掘計画を検討した。最適操業はサウトバイ鉱床の海拔+100m準から上部を露天採掘(700t/日)で6.6年間採掘し、ブルグット鉱床を10年間で坑内採掘(800t/日)する組み合わせで開発する方法である。しかし、この最適操業でも利益を得られず、約20億ソム(40,000千\$)の投資をしても0.3億ソム(600千\$)の回収不足が生じる。しかも、この収支計算の前提は起業投資を全額自己資金で賄い、労務費・物品費等のエスカレーションはないとし、機械の更新費用、閉山費用、諸税金も見込んでいない。このような特別な条件のもとでも利益を生み出せない。現状の品位、鉱量、建値でのサウトバイ地区のタングステン鉱床の開発は採算性から考えて難しいと判断される。

### 1-3 ブルトカン地区

#### (1) 地質、鉱床

ブルトカン地区には、原生代のコクパタス層が分布している。コクパタス層は、珪岩・チ

ヤートレンズ、石灰岩やドロマイトを伴う粘板岩及び砂岩からなり、層厚は1,000m以上である。これらを貫いて石炭紀後期～三畳紀前期の閃長閃緑岩、閃緑岩、花崗岩、ひん岩及びラソプロファイアーなどの岩株及び岩脈が貫入している。

本地区における顕著な断層の方向はNW-SE～E-W系及びNNW-SSE系である。

鉱床は金を含む石英・珪化脈及びスカルン鉱体で、本地区にはブルトカン鉱床が知られている。

## (2) ブルトカン鉱床の概要

ブルトカン鉱床においてウズベキスタン側独自の探鉱として実施された+210m準坑道の結果によると、ブルトカン鉱床の富鉱部はWNW-ESE系、NW-SE系、ENE-WSW系断層と炭酸塩岩類を含む層準との交会部に胚胎している。鉱体の形状は上面(地表部)の面積の広い多角錐形～パイプ状(幅20～35m、深さ約100m)を呈し、直立ないしやや北西側に急傾斜していると推定される。鉱体は、上部は酸化鉄、細粒石英脈及び玉髓を伴う珪化岩、下部は硫化鉄脈を伴うスカルン鉱体で金鉱化作用を伴っている。構成鉱物は上部の珪化岩が石英、玉髓、方解石、菱鉄鉱、針鉄鉱を主とし、磁硫鉄鉱及び石膏を伴う。下部のスカルンは角閃石-輝石スカルンで、透閃石、アクチノ閃石、緑泥石、黄鉄鉱、白鉄鉱、針鉄鉱、磁硫鉄鉱、硫砒鉄鉱及び黄銅鉱を主とし、少量の珪灰石、灰重石、緑簾石、ザクロ石を含む。ウズベキスタン側が行った鉱物研究の結果では、自然金は石英脈、方解石脈及び菱鉄鉱脈中に産し、石墨と共生する。自然金は、まれに角閃石-輝石スカルン中で硫化鉄物と共生するが、硫化鉄物中には確認されていない。金粒の粒形は長円形、細脈状、斑状、他形を示し、粒形は0.003mm以下～0.1mmである。

## (3) トレンチ調査の結果

トレンチで確認されたAu品位1g/t以上の箇所は、ブルトカン鉱床の上部を探鉱したトレンチT-2の228.4～248.6mのAu品位11.7g/t、252.1～253.4mのAu品位7.0g/t及び260.2～264.3mのAu品位2.4g/tである。T-2以外のトレンチでは、T-11の80.0～82.0mのAu品位1.2g/t、T-28の36.0～37.0mのAu品位3.8g/t、T-29の52.0～64.0mのAu品位1.3g/tの3箇所のみであった。トレンチで多数の珪化・酸化帯を確認したが、Au品位の高いものは少ない。

なお、ウズベキスタン側が実施したトレンチP-819(トレンチT-3南端の西側)の107.0～109.0mにAu品位74.7g/t、トレンチP-822(トレンチT-5南端の西側)の98.0～106.0mにAu品位31.0g/tを確認している。

## (4) ボーリング調査結果

ボーリングでAu品位1g/t以上が確認された箇所は、ブルトカン鉱床の下部を探鉱したMJUB-1孔の深度86.0～88.0m(真幅1.1m、Au品位2.8g/t)、MJUB-7孔の深度0～10.4m(真幅5.5m、Au品位4.3g/t)と深度36.1～51.0m(真幅7.9m、Au品位21.2g/t)である。

ブルトカン鉱床の西延長に対して実施したMJUB-8孔の深度18.1~19.3m(真幅0.5m, Au品位1.1g/t), 深度27.7~37.4m(真幅4.9m, Au品位4.4g/t), MJUB-9孔の深度47.0~48.0m(真幅0.5m, Au品位8.5g/t)で金の鉱化作用が認められた。ブルトカン鉱床以外では, MJUB-3孔の深度82.0~84.0m(真幅1.6m, Au品位2.3g/t), MJUB-13孔の深度39.5~41.5m(真幅1.1m, Au品位11.9g/t), MJUB-17孔の深度23.4~26.4m(真幅2.0m, Au品位1.3g/t)及び深度74.8~75.5m(真幅0.5m, Au品位6.0g/t), MJUB-18孔の深度69.0~69.5m(真幅0.5m, Au品位9.8g/t)である。これらの鉱体はトレンチ調査, ボーリング調査の結果から連続性に乏しく, 小規模(延長50-150m, 深度100m以内)と推定される。

#### (5) 物理探査の結果

TEM法物理探査を実施した結果, 地表下200m(海拔0m)程度までの比抵抗構造が解明された。調査地域南部の閃長閃緑岩分布域では中比抵抗から著しい高比抵抗を示す。調査地域中央部の閃長閃緑岩岩体の北縁に沿う原生界分布域に見掛上北傾斜を示す高比抵抗域が断続的に分布している。本区域のトレンチ及びボーリング調査で確認された主な鉱徴は, ほとんどがこの高比抵抗域内に分布する。この高比抵抗域は主として閃緑岩岩脈, 珪化帯, 珪岩, 石英脈が密集して分布する部分及び珪化・スカルン化した交代変成岩等に対比される。この高比抵抗域の北側には低比抵抗域が広がっている。低比抵抗域の厚さは北に向って厚くなる傾向があり, 本域内では層状の比抵抗分布を示す。この低比抵抗域は, 石灰岩, 粘板岩の分布域に相当する。IP値はWNW-ESE方向の帯状分布を示し, 中央部の高IP値域と南部の低IP値域とのコントラストが著しい。IP値急変部は閃長閃緑岩の北縁に対比される。水平方向の比抵抗分布及びIP値の分布は, 本調査地域の卓越した断層の方向であるWNW-ESE方向とNNE-SSW方向に規制されたブロック状の分布を示す。

#### (6) 流体包有物充填温度測定結果

石英脈及び方解石の流体包有物の均質化温度は, 100°C~378°Cの範囲を示す。このうちスカルンあるいは閃長閃緑岩からの試料は250°C~350°Cの範囲をとり, 金鉱化が認められたトレンチ試料は150°C~250°Cで一般に200°C前後の値を示す。ブルトカン鉱床のボーリング試料で金鉱化作用とスカルン化作用が重複するところでは150°C~330°Cの範囲を示す。

以上のことより石英脈の生成には複数のステージがあり, 金鉱化作用は末期の低温の石英に伴われると推定される。

ブルトカン鉱床の生成過程は, 次の様に考えられる。

① 閃長閃緑岩岩株の貫入により, コクパクス層の炭酸塩岩類を含む層準に黄銅鉱-磁硫鉄鉱, 黄鉄鉱-硫砒鉄鉱の共生鉱物組成を持つ角閃石-輝石スカルンが形成された。

② その後, 石英脈, 菱鉄鉱脈, 方解石脈に伴う金銀鉱化作用が付加された。

#### (7) 鉱量計算(試算)の結果

トレンチ、ボーリング及びウズベキスタン側の坑道調査の結果確認された鉱石部について埋蔵鉱量試算の結果、鉱量275千t、Au品位13.1g/t、金量3.6tと予測され、ウズベキスタン国内の金鉱床としては小規模である。

#### (8) 鉱床開発についての考察

ブルトカン地区は鉱量が少ないために大規模な開発はできないが、地表に近い脈幅の厚い鉱体については小規模な露天採掘が可能である。ブルトカン鉱床を含む2つの鉱画を選択して開発の可能性を検討した。起業投資は極力圧縮し、鉱石はコクパタス金山まで45tトラックで運搬し、コクパタスからはウチクドクのNo.3選鉱場まで鉄道運搬して委託処理する。

試算の結果、可採粗鉱量115千t、可採Au品位10.0g/tの鉱石を1年間で採掘すれば、約15,000千ソム(300千\$)の利益が得られる。しかし、採掘期間1年の鉱山を新たに組織することは現実的ではない。もし、開発するならばコクパタス金山が管理し運営する支山とすべきであろう。





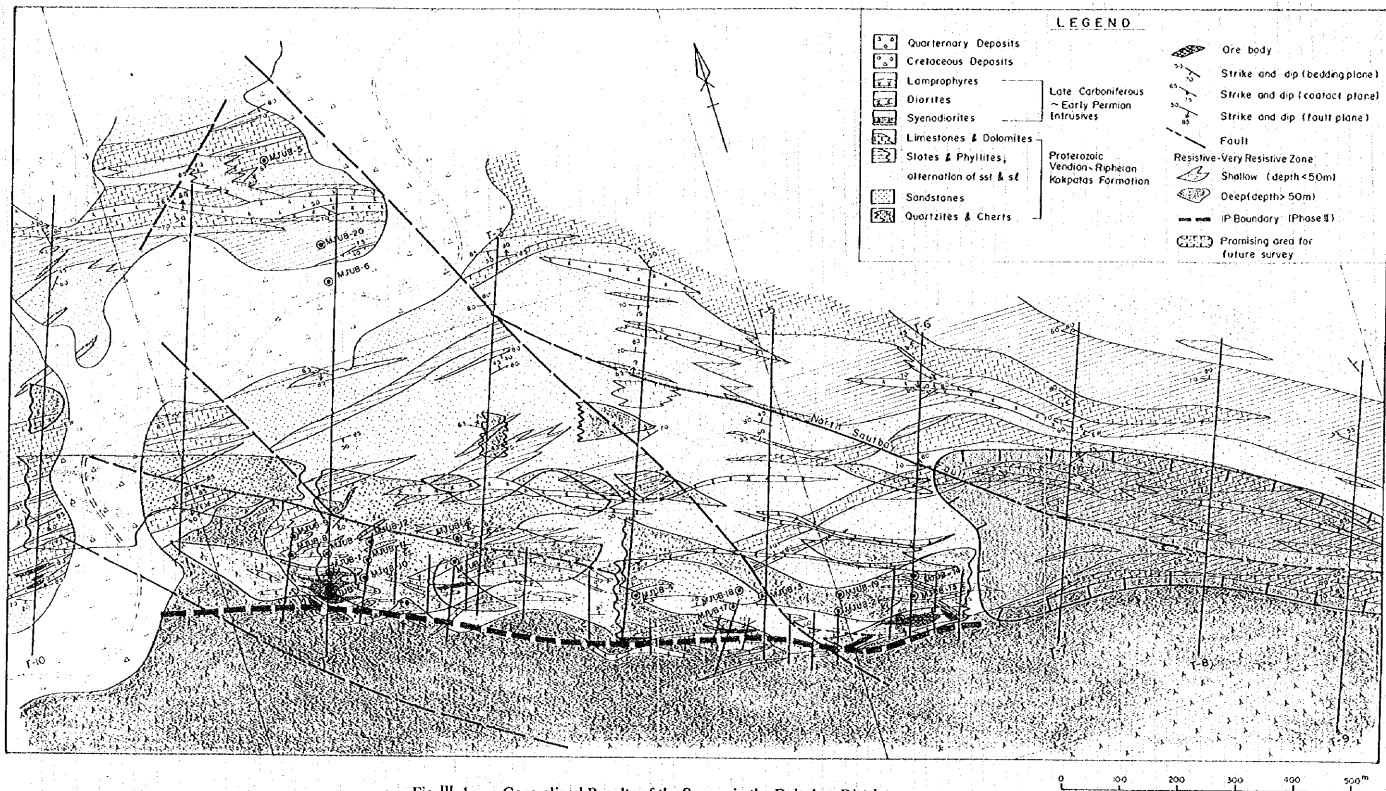


Fig. III-1 Generalized Results of the Survey in the Bulutkan District



## 第2章 将来への提言

### 1) サウトバイ地区

サウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床について鉱量計算を行った結果、サウトバイ及びブルグット鉱床はカットオフ品位0.05%(WO<sub>3</sub>)の場合、鉱量15,195千トン、WO<sub>3</sub>の平均品位は0.29%、Auの平均品位は0.23g/tである。サゲンカン鉱床は、カットオフ品位0.05%(WO<sub>3</sub>)の場合、鉱量10,062千トン、WO<sub>3</sub>の平均品位は0.24%、Auの平均品位0.02g/tである。

鉱量計算結果に基づき同地区の鉱床の開発の可能性を検討した結果、現状の鉱量・品位・建値では、最も有利な条件のもとで採掘計画を立てても損失を生じるため、現状では本地区での鉱山開発は難しいと判断される。今後探鉱を継続すれば鉱量増は期待できるがWO<sub>3</sub>品位の著しい好転は期待できない。

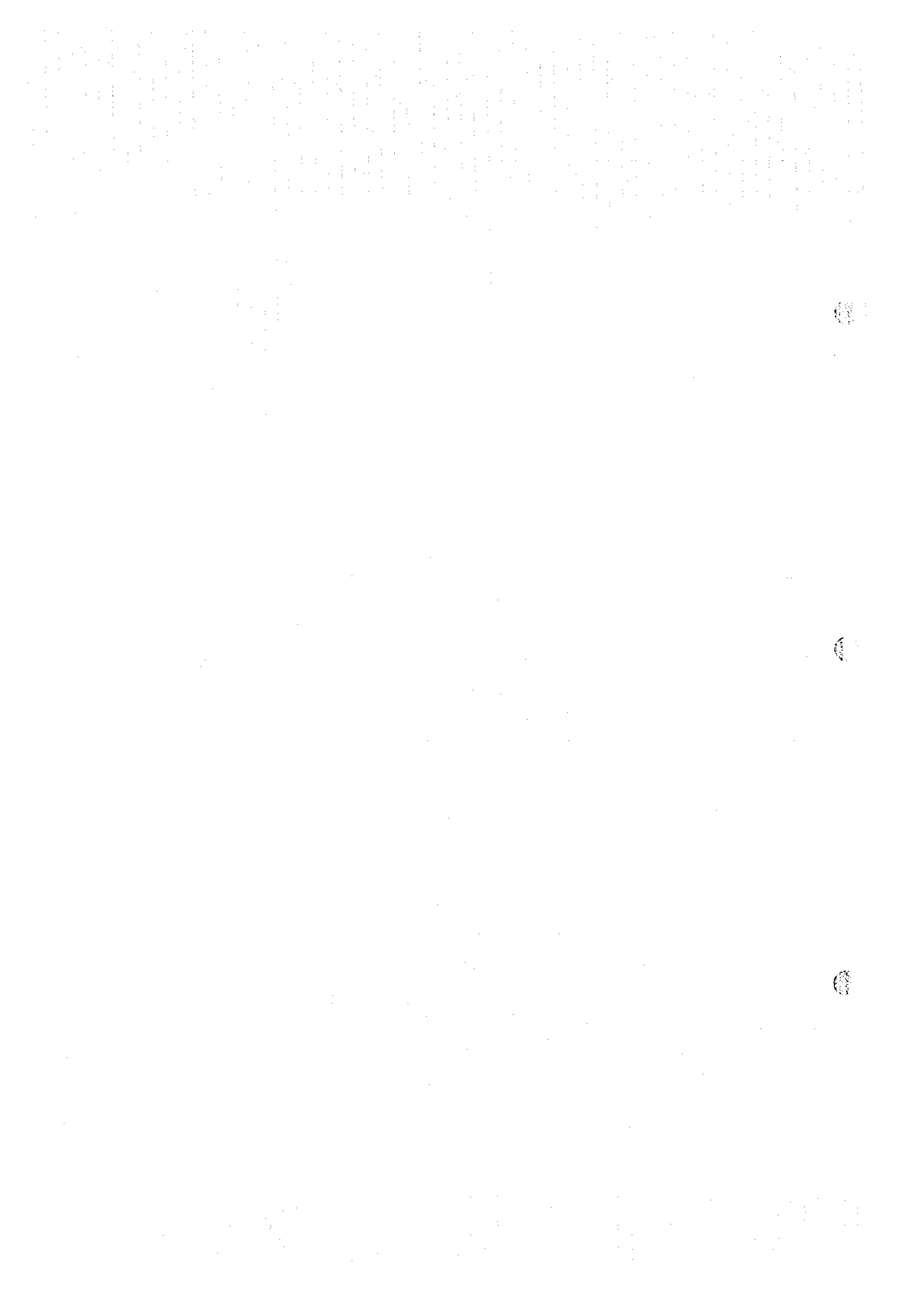
したがって、本地区での探鉱は中止し、将来のタングステン資源の供給源として保留しておくことが望ましい。

### 2) プルトカン地区

本地区の金鉱床は、閃長閃緑岩岩株の北縁に近接する原生界中に走向延長1,200m以上にわたって点在する。

鉱量計算試算では8鉱画で埋蔵鉱量275千t、Au品位13.1g/t、Ag品位6.5g/tと予測された。このうちプルトカン鉱床を含む2つの鉱画を選択して露天採掘することとし、鉱床の開発の可能性を検討した。可採粗鉱量115千t、可採Au品位10.0g/tの鉱石を1年間で採掘すれば粗鉱トン当たり125ソム(2.5\$)の利益が得られる試算が得られたので将来の対応を検討すべきである。

第2年次のトレンチ調査及び物理探査で探鉱されたトレンチT-6の東方の地域にも閃長閃緑岩岩株の北側にプルトカン鉱床と同程度の小規模な鉱床を捕捉できる可能性があるため、当該地域での鉱化状況を確認するためのトレンチ調査、物理探査、ボーリング調査を実施することが望ましい。本地区の鉱体の富鉱部は、WNW-ESE系断層とこれに交差する裂隙群と炭酸塩岩類を含む層準との交会部に胚胎するので探鉱の成果を上げるためには、炭酸塩岩類の層準の構造とこれに交会する断層構造を詳細に検討することが望ましい。



## 参 考 文 献



## Collected Data

1. Ahmedov H.A.(1994): Project(draft) on search for gold and other useful minerals in the Bulutkan Area in 1994-1998
2. Allakhverdov O.L., Azin, V.M.(1992): Pre-Feasibility note on commercial significance and expediency of prospecting of Sautbay tungsten deposit (underground), vol. 1, text and textual attachments, pp. 114.
3. Allakhverdov O.L.(1994): Thematical (topical) Party for working out conditions and evaluation of mineral resources. Report on pre-feasibility study on industrial significance and expediency of preliminary exploration of Turbay gold deposit. Tashkent, pp. 111.
4. Avezmetov H.R., Druchinina.(1979): Geological report on results of prospecting activities on the Turbay gold field for 1977 - 1979, Kyzylkum Geol.Prospecting Team, Muruntau settlement, pp. 107 (only graphical attachment).
5. Cheshuin A.P.(1994): Complex physical-geological modelling for the purpose of prospecting and local forecasting of Turbay ore knot mineralization, pp.165.
6. Horsov A.A.(1991): To develop and introduce rational methodology of processing prospecting geophysical methods complex for local forecasting of mineralisation in the Kokpatas ore field area in 1987 - 1991, pp.234.
7. Horsov A.A.(1992): Improvement of scientific methods and introduction of advanced technologies of geophysical research for purpose of prospecting and local forecasting of ore objects on the territory of Uzbekistan, pp.152.
8. Horsov A.A.(1993): List of applied software for geologic-geophysical data processing on PC, pp.10.
9. Horsov A.A. et al(1994): Evaluation of prospects and gold forecast resources in the Bukantau ore area on the basis of analysis of physical-geological models of ore objects, pp.104.
10. Jastrebov A.(1993): Reserves calculations in the contour of experiment-industrial pit on Sautbay tungsten deposit.
11. 国際鉱物資源開発協力協会(JMEC)(1994):平成5年度資源開発協力基礎調査プロジェクト選定調査報告書 ウズベキスタン共和国。pp.177(in Japanese)
12. Kotunov A.Ja.(1977): Geological report on general gold and other mineral resources prospecting of Central Bukantau mountain range with identification of areas for detailed exploration on the basis of geological survey on the scale of 1:50,000 and complex of geological methods. Kyzylkum Prospecting Team, Muruntau Settlement, pp.235.
13. Mechtiev E.A., Radajev A.A.(1983): Report on detailed prospecting activities for gold and other mineral resources in north-eastern part of Okjetpes ore field and



prospecting-evaluating activities on the eastern continuation of mineralized zone NI for 1980-1983, pp.119.

14. M.E.G.E.I.(1992): Pre-Feasibility study on open pit development of upper levels of Sautbay tungsten ore deposit, vol. 1, text and textual attachments, pp. 69.
15. Miroshnikov L.V., Aristov A.S.(1982): Report on detailed exploration of Okjetpes silver deposit conducted for the period of 1979-1982, with reserves calculation from 01.09.1982, Kyzilkumgeologia. Kokpatas settlement, Kokpatas Geol. Prospecting Party, pp.409.
16. Radaeva T.P.(1994): Initial data for pre-feasibility study on Saghinkan deposit, Samarkandgeology, pp.70.
17. Rozenpheld, S.Sh., Orel, M.A.(1991): Technological tests of tungsten ore at Sautbay deposit, pp. 108.
18. Shaakov B.B., Prokudin M.E.(1983): Report on detailed prospecting activities for gold in the limits of Central Turbay Gold-bearing Structure on mineralizations as following: Karatau, Oguztau, Kayansai, Daikovoye, Centralnoie and On Ore Point Groups: Taraubay, Sautbay, Oguztan, Ayolim. Kyzilkum prospecting Team, pp.258.
19. Shaakov B.B., Prokudina M.E.(1990): Prospecting activities for tungsten in north-western flank of the Sarytau deposit up to the the depth of 600m conducted for the period of 1988-1990: Kokpatas Geolprosp. Team, pp.381.
20. Tulegenov T.G.(1990): Petrophysical and geo-electronical research on Sautbay ore field, pp.55.
21. Yastrebov, B.E.(1993): Reserves calculation at the Sautbay tungsten deposit outlined with experimental-commercial open pit, vol. 1, text and textual attachments, pp. 102.
22. Zakinov P.E., Gershkovich E.M.(1975): Report on results of prospecting geologic-geophysical activities for gold and other mineral resources in the central part of Bukantau mountains, 1972-1974, Samarkandgeology, pp.148.
23. Zakirov A.T., Halmurzaev N.H.(1973): Gold, tungsten and other minerals prospecting in the South Turbay area and prospecting evaluating activities in the central part of the Sautbay tungsten deposit for period of 1985 -1993.

卷末資料



## Appendix 1. Study of the Mining Development Plan in Sautbay District

### 3-5 採掘計画調査

#### 3-5-1 調査目的

サウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床の鉱量計算の結果及び現地調査に基づき、採掘計画を策定する。

#### 3-5-2 調査方法

現地調査は団長、採掘技師及び地質技師が実施し、現地にて資料・情報収集及び現地状況調査などの作業を行った。現地状況調査はサウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床について行った。また、コクパタス金山、ウチクドクNo.3選鉱場、チャダック金山、インギチキタングステン鉱山、チルチックタングステン製錬所の現場視察を行い、情報を収集した。タシケントでは国家地質委員会F/S部、タシケント設計局から資料・情報を収集した。

#### 3-5-3 サウトバイ鉱床の露天採掘計画

##### 1) 計画概要

サウトバイ、ブルグット、サゲンカンの各鉱床について第1年次から実施した調査結果によれば、各鉱床とも低品位中規模(カットオフ $WO_3$ 品位0.05%で平均品位0.3%以下、埋蔵鉱量2千万t以下)であることが判明した。露天採掘は剥土比によるが坑内採掘と比べて一般的に低コストで採掘できると言われており、3鉱床のうちでは主鉱体が地表付近に賦存しているサウトバイのみが露天採掘の対象となりうる。本節はサウトバイ鉱床上部の露天採掘を想定したものであり、以下の3計画について検討した。

①海拔+20m準から採掘開始：鉱床面積が急激に拡がるレベル

②海拔+100m準から採掘開始：高品位部面積が拡がるレベル

③海拔+100m準から採掘開始：②案よりカットオフ品位を上げ粗鉱価値を高くする

##### 2) 採掘条件

各計画の採掘条件をTable 3-5-1に示し、以下に各項目の決定理由を記す。

##### (1) カットオフ品位

露天採掘においてピット内では鉱石もズリも硬さの違いによる僅かなコスト差を無視すれば同じコストを要する。ピット外での違いは選鉱場へ運び処理するか、ズリ堆積場へ投棄するかである。鉱石として扱う場合、少なくとも鉱石運搬費(ピット～選鉱場間)と選鉱変動費に等しい鉱石価値(品位)が必要である。この品位を採掘カットオフ品位としそれ以下をズリ

とした。

ウズベキスタン国家地質委員会F/S部のプレF/Sによれば尾鉱品位は0.08%(インギチキ鉱山での実績は0.07~0.11%)である。また、ズリ混入率10%(コクパタス露天金山での実績は8%)とすれば、WO<sub>3</sub>精鉱IIの価格は1%当たり61\$(96年9月現在)であるから、カットオフ品位Xは  $(X \times 0.9 - 0.08) \% \times 61 \$ / \% \geq (\text{鉱石運搬費} + \text{選鉱変動費})$  で求められる。

F/S部では1991年のループル価格をベースに修正係数を用いてコスト計算している。これは計画経済から市場経済への過渡期であり、諸価格が不安定なためとしているが96年時点での採算を検討し正確を期するため以下の換算値を使用した。

91年1ループル=96年36ソム=96年0.72\$ また96年1\$=96年50ソム

これらの数字を使って鉱石運搬費と選鉱変動費を換算すると以下のとおりとなる。

・ 鉱石運搬費=トラック運賃(45tトラックで17km, ピット~コクパタス)+鉄道運賃(貨車で19km, コクパタス~No.3選鉱場)

\* トラック運賃: プレF/Sでは27tトラックで30kmを運ぶと(2.65+0.6)ループル/tである。2.65は距離に比例, 0.6は積み降ろし手間賃, 従って45tトラックで17kmを運ぶと

$$(2.65 \times 27 / 45 \times 17 / 30 + 0.6) \text{ループル/t} \times 36 \text{ソム/ループル} = 54 \text{ソム/t}$$

\* 鉄道運賃: F/S部のデータでは422km(インギチキ~チルチック)の運賃は

$$(7.56 + 1) \text{ループル/t} \times 1.05$$

7.56は距離に比例, 1は積み降ろし手間賃, 従って19kmを運ぶと

$$(7.56 \times 19 / 422 + 1) \text{ループル/t} \times 1.05 \times 36 \text{ソム/ループル} = 51 \text{ソム/t}$$

よって鉱石運搬費は  $54 + 51 = 105 \text{ソム/t}$

・ 選鉱変動費=物品費+電力費+用水費

プレF/Sでの400千t/年操業の試算データからt当たりの変動費を算出する。

$$(1,514.5 + 912.0 + 593.9) \text{千ループル} \div 400 \text{千t} \times 36 \text{ソム/ループル} = 272 \text{ソム/t}$$

従ってカットオフ品位は  $(X \times 0.9 - 0.08) \times 61 \geq (105 + 272) \div 50$

$$X \geq 0.23$$

となるが将来の能率向上, コストダウン等の努力及び市場価格の上昇を考慮してカットオフ品位を下げ0.20%とした。

## (2) ピットスロープ

45tダンプトラック(機幅5.08m)及び8.6m<sup>3</sup>フロントエンドローダー(機幅4.45m)が走行することを前提としてベンチ幅7.5m, 法面角度70°, ベンチ高10mとする。この結果ベンチスロープは42°となる。地質図及び断面図による検討では顕著な弱線は認められなかったのでピット

ト設計に際してはケーブルアンカーを打設したりスロープを緩くする等の特別な配慮はして  
いない。

Table 3-5-1 Mining Condition of 3 Plans

|                                  | Plan ①  | Plan ② | Plan ③ |
|----------------------------------|---------|--------|--------|
| Starting level                   | +20m    | +100m  | +100m  |
| Ore cut-off grade(%)             | 0.2     | 0.2    | 0.3    |
| Ore reserves(10 <sup>3</sup> t)  | 2,411   | 1,131  | 870    |
| WO <sub>3</sub> grade(%)         | 0.47    | 0.53   | 0.62   |
| Minable ore(10 <sup>3</sup> t)   | 2,545   | 1,194  | 918    |
| WO <sub>3</sub> grade(%)         | 0.42    | 0.48   | 0.56   |
| Surface area(m <sup>2</sup> )    | 204,850 | 78,672 | 78,672 |
| Pit bottom area(m <sup>2</sup> ) | 2,160   | 1,600  | 1,600  |
| Thickness(m)                     | 195     | 115    | 115    |
| Stripping ratio                  | 16.5    | 7.8    | 10.5   |

### (3) 採掘開始レベルの決定理由

サウトバイ鉱床はスカルンタイプであり露天掘りで採掘する場合、深部の鉱石を採掘対象とする程、鉱量は増えるが剥土比は大きくなる。逆に浅部を対象とすれば鉱量は減るが剥土比は小さくなる。鉱量計算平面図及び断面図を検討した結果、主採掘対象とするNo.1鉱体は海拔+20m準から上部で急激に鉱床面積が広がっている。また高品位部は+100m準から上部で面積が広がっているなのでこの2レベルから採掘を開始する計画とした(Fig.3-5-1 地表平面, Fig.3-5-2 +100m準平面, Fig.3-5-3 +20m準平面, Fig.3-5-4 400E断面 参照)。

### (4) 可採粗鉱量、品位と剥土量

計算例：採掘計画①

スロープ内のカットオフ品位0.2%での埋蔵鉱量は2,411千t、WO<sub>3</sub>品位0.47%である。

可採率95%、ズリ混入率10%とすれば

可採粗鉱量は  $2,411 \text{千t} \times 0.95 \div (1-0.1) = 2,545 \text{千t}$

可採品位は  $2,411 \text{千t} \times 0.47\% \times 0.95 \div 2,545 \text{千t} = 0.42\%$

ベンチスロープ内の容積は

+20m準(底面)の面積が 2,160m<sup>2</sup> +215m準(平均地表高)の面積が204,850m<sup>2</sup>である

から

$$\{2,160 + 204,850 + (2,160 \times 204,850)^{1/2}\} \div 3 \times (215 - 20) = 14,823 \text{千m}^3$$

鉱石比重を3t/m<sup>3</sup>とすれば鉱石の容積は  $2,545 \text{千t} \div 3 \text{t/m}^3 = 848 \text{千m}^3$

剥土量は  $14,823 \text{千m}^3 - 848 \text{千m}^3 = 13,975 \text{千m}^3$

剥土比は  $13,975 \text{千m}^3 \div 848 \text{千m}^3 = 16.5$

(表土部分は風化して砂泥化した部分があるが全てが岩石であるとして穿孔、発破を必要とすると考えた)

#### (5) 選鉱場位置によるコスト比較

選鉱場の位置及び鉱石運搬方法を決定せねば、必要とするインフラストラクチャーや鉱石の運搬費、更には操業費を計算できない。従って選鉱場の位置について以下の4案を検討した。

(a) 山元に選鉱場を建設する (新選鉱場+道路建設17km)

(b) ウチクドクのNo.3選鉱場を活用する (設備増強)

① 鉄道を敷設して鉱石を運ぶ (鉄道敷設24km)

② コクパタスまでトラックで運び、そこから既設鉄道で運ぶ(道路17km+引込線0.5km)

③ 道路を建設しトラックで運ぶ (道路建設26km)

\*送電線、給水管、補助施設は各案とも共通なので計算から除外した。

\*投資概算額 (ブレド/Sの操業規模400千t/年を使用した)

新選鉱場 : 2,240,000千ソム

No.3選鉱場(設備増強) : 566,500

鉄道(1km) : 50,000

道路(1km) : 12,600

可採粗鉱量を2,545千tとしてそれぞれの案のインフラ投資、運搬コストを概算で比較すると

(a) :  $(2,240,000 + 12,600 \times 17) \div 2,545 + 13 = 977 \text{ソム/t}$

(b)① :  $(566,500 + 50,000 \times 24) \div 2,545 + 57 = 751 \text{ソム/t}$

② :  $(566,500 + 12,600 \times 17 + 50,000 \times 0.5) \div 2,545 + 105 = 422 \text{ソム/t}$

③ :  $(566,500 + 12,600 \times 26) \div 2,545 + 79 = 430 \text{ソム/t}$  となった。

(b)②案と(b)③案を比較すると概算では②案が有利であるがその差は殆どなく詳細に検討し、更にそれぞれの特色を比較して操業形態を決定せねばならない。②案と③案について操業規模500t/日(130千t/年)から100tきざみで1,600t/日(416千t/年)まで試算した。結果をそれぞれ Table 3-5-2, Table 3-5-3に示す。両案とも700t/日(182千t/年)がコストミニマムとの結論がでた。Table 3-5-4にて両案の比較をした。積み上げたコスト計算では操業費の差はほとんどないが、起業費は②案のほうが1億4千万ソム少ない。よって鉱石をコクパタスまでトラックで運び、そこから鉄道でNo.3選鉱場まで運ぶ②案を採用した。

Table 3-5-1 Comparison of Plan②and③

| 182,000/year          | Plan② (truck+railway)  | Plan③ (truck)   |
|-----------------------|--|---|
| Initial investment    | 1,135,440,000 sum  | 1,274,220,000 sum   |
| (Road)                | 17km   | 26km  |
| (Truck)               | 7units   | 8units  |
| (Railway)             | Branch line 0.5km  | -   |
| Annual operating cost | 241,991,000 sum  | 241,749,000 sum   |
| Characteristics       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Less investment</li> <li>• Short construction period</li> <li>• More investment for railway if more Kokpatas mine production</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Short transportation distance of personnel, material</li> <li>• Independent operation from Kokpatas mine and existing railway</li> </ul> |

3) 露天採掘計画収支計算

前節の結果、(b)②案を採用し、採掘計画①、②、③について収支計算を行った。サウトバイ鉱床露天採掘で最も採算が良い採掘計画②で操業規模700t/日(182千t/年)の収支計算を例にする。

(1) 起業費

(a) インフラストラクチャー (Fig.3-5-5 各設備位置 参照)

|                               |                      |              |
|-------------------------------|----------------------|--------------|
| ①アスファルト道路                     | 12,600千ソム/km × 17km  | = 214,200千ソム |
| ②鉄道(引込線)                      | 50,000千ソム/km × 0.5km | = 25,000     |
| ③送電線(通信線も併設)                  | 1,500千ソム/km × 20km   | = 30,000     |
| ④給水管(100mm)                   | 1,350千ソム/km × 16km   | = 21,600     |
| ⑤補助施設(事務所,修理工場,倉庫,火薬庫,燃料タンク等) |                      | 40,000       |
| ⑥下水処理施設                       |                      | 4,900        |
| ⑦環境保全費                        | (①+~+⑤) × 0.15       | = 50,355     |
| ⑧仮設設備                         | (①+~+⑤) × 0.05       | = 16,785     |

インフラストラクチャー計 402,840千ソム

(インフラは露天採掘, 坑内採掘, 操業規模にかかわらず必要で, 同一設備, 同一金額)

額)

(b) 採鉱機械 (①~⑤の価格はF.O.B×1.2とした)

|                  |             |                        |
|------------------|-------------|------------------------|
| ①穿孔機械(DHA 1000S) | 500千\$ × 1台 | = 500千\$ (Tanrock製)    |
| ②積込機械(CAT 990)   | 1,011 × 1   | = 1,011 (Caterpillar製) |
| ③運搬機械(CAT 773B)  | 654 × 4     | = 2,616 ( " )          |



|                   |     |    |   |     |       |
|-------------------|-----|----|---|-----|-------|
| ④ブルドーザー(CAT D7H)  | 372 | ×1 | = | 372 | ( " ) |
| ⑤グレーダー (CAT G14H) | 356 | ×1 | = | 356 | ( " ) |
| ⑥燃料、散水車           | 120 | ×2 | = | 240 |       |
| ⑦ピックアップ           | 30  | ×6 | = | 180 |       |
| ⑧バス               | 100 | ×2 | = | 200 |       |
| ⑨ポンプ(44kW)        | 13  | ×3 | = | 39  |       |

採鉱機械計 5,514千\$ × 50ソム/\$ = 275,700千ソム

(c) 選鉱設備

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| ①WO <sub>3</sub> 用設備と掘付工事一式 | 257,500千ソム * |
| ②予備費 ①×0.1                  | 25,750       |

選鉱設備計 283,250千ソム

\*投資は選鉱設備のみとし、建屋、シクナー、テールポンド他は既設の施設を利用する。F/S部のプレF/S(400千t/年)では選鉱設備と掘付工事費を10,300千ルーブルとしている。タシケント設計局によれば土木・建設工事では91年1ルーブルは96年50ソムに相当する。この費用は10,300千ルーブル×50ソム/ルーブル=515,000千ソムとなる。選鉱設備起業費は操業規模に比例すると考え

182千t/年 ÷ 400千t/年 = 45.5% → 50% として

515,000千ソム × 0.5 = 257,500千ソム とした。

(d) 起業費まとめ

|              |            |
|--------------|------------|
| ①インフラストラクチャー | 402,840千ソム |
| ②採鉱機械        | 275,700    |
| ③選鉱設備        | 283,250    |
| 起業費計         | 961,790千ソム |

t 当たり起業費 961,790千ソム ÷ 1,194千t = 806ソム/t

(2) 操業費

(i) 採鉱費

(a) 操業態様と作業量

操業日数は年間260日とし、1日3方(1方8時間うち休息1時間)とする。バケーションは50日/年のため、従業員の年間労働日数は210日とした。

年間生産量: 182千t, 鉱石比重: 3t/m<sup>3</sup>, 剥土比: 7.8 であるから

剥土量は 182千t ÷ 3t/m<sup>3</sup> × 7.8 = 473千m<sup>3</sup> となり

年間作業量は 473千m<sup>3</sup> + 61千m<sup>3</sup> = 534千m<sup>3</sup> となる。

(b) 使用機械と必要台数

①穿孔機械(DHA 1000S 穿孔径89~152mm エンジン出力240hp)

穿孔径は125mmとする(隣接するコクパタス金山と同径とし、ロックツールを同規格として在庫圧縮に努める)。穿孔規格は対象岩石が硬岩と考えると穿孔径125mmの場合、桁は3.2mが適切であり、孔間隔は $3.2m \times 1.25 = 4.0m$ となる。孔傾斜 $70^\circ$  発破効率を90%とすれば垂直距離で10m起砕するための穿孔長は11.8mとなり、

1孔当たりの起砕量は  $3.2m \times 4.0m \times 11.8m \sin 70^\circ \times 0.9 = 127.7m^3$

年間穿孔長は  $534千m^3 \div 127.7m^3/本 \times 11.8m/本 = 49,344m$

機械1台当たりの年間穿孔長は  $90m/方 \times 3方/日 \times 260日/年 = 70,200m$

必要台数は  $49,344m \div 70,200m/台 = 0.70台 \rightarrow 1台$

(大塊鉱石の小割穿孔はこの0.3台分で穿孔員が行うことができる)

②積込機械 (CAT990, バケット容量 $8.6m^3$  エンジン出力610hp)

総積込作業量は  $534千m^3 \times 1.6 = 854,400m^3$  (1.6はボイド係数)

機械1台当たりの年間積込量は

$360min/方 \div 2.5min/杯 \times 8.6m^3/杯 \times 0.9 \times 3方/日 \times 260日/年 = 869,357m^3$

(0.9は積込係数)

必要台数は  $854,400m^3 \div 869,357m^3 = 0.98台 \rightarrow 1台$

③運搬機械 (CAT773B, 積載量45t 650hp)

年間鉱石運搬回数は  $182,000t \div (45t \times 0.9) = 4,494回$  (0.9は積載係数)

鉱石用必要台数は  $4,494回/年 \times 72min/回 \times 1.1 \div 360min/方 \div 780方/年 = 1.27台$

(72はサイクルタイム, 1.1は運搬係数, 360は稼働時間)

年間土砂運搬回数は  $473,000m^3 \times 2.7t/m^3 \div (45t \times 0.9) = 31,534回$  (2.7は土砂比重)

土砂用必要台数は  $31,534回/年 \times 21min/回 \times 1.1 \div 360min/方 \div 780方/年 = 2.60台$

総必要台数は  $1.27 + 2.60 = 3.87台 \rightarrow 4台$

④ブルドーザー (CAT D7H, 230hp) 1台

⑤グレーダー (CAT 14H, 200hp) 1台

⑥補助作業車 8台

燃料、潤滑油-1、散水-1、発破-1、修繕-1、巡視-4

⑦通勤バス 2台

(c) 人員： 技師9名, 作業員56名 (Table 3-5-5 参照)

作業員はシフトごとに機械1台に1名を配番する。発破作業は2名/日で足りる。

年間操業260日に対し実働210日であり、操業1名に対し実際は1.24名を必要とする。

Table 3-5-5 Personnel Requirement(Sautbay Open Pit:700t/day)

|             | 1st shift | 2nd shift | 3rd shift | Total  | Adjusted number            |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------|----------------------------|
| Manager     | 1         |           |           | 1      | Manager add post           |
| Mining eng. |           |           |           |        |                            |
| Surveyor    | 1         |           |           | 1      |                            |
| Geologist   | 1         |           |           | 1      |                            |
| Mechanic    | 1         |           |           | 1      |                            |
| Foreman     | 1         | 1         | 1         | 3      |                            |
| Staff       | 5         | 1         | 1         | 7(9)   | $7 \times 1.24 = 8.7$      |
| Driller     | 1         | 1         | 1         | 3      | Fuel 1, water 1<br>Nurse 1 |
| Blaster     | 2         |           |           | 2      |                            |
| Mucker      | 1         | 1         | 1         | 3      |                            |
| Trucker     | 4         | 4         | 4         | 12     |                            |
| Bulldozer   | 1         | 1         | 1         | 3      |                            |
| Grader      | 1         | 1         | 1         | 3      |                            |
| Repairman   | 3         | 2         | 2         | 7      |                            |
| Driver      | 2         | 2         | 2         | 6      |                            |
| Guard       | 1         | 1         | 1         | 3      |                            |
| Clerk       | 3         |           |           | 3      |                            |
| Worker      | 19        | 13        | 13        | 45(56) | $45 \times 1.24 = 55.8$    |
| Total       | 24        | 14        | 14        | 52(65) |                            |

\* 1.24, Coefficient : Days operated 260, Vacation 50, Actual working days 210

$$260 \div 210 = 1.24$$

(d) 採鉱費

|           |          |
|-----------|----------|
| ・ 労務費     | 9,555千ソム |
| ・ 爆薬費     | 9,103    |
| ・ ロックツール費 | 4,256    |
| ・ 燃料、潤滑油費 | 37,689   |
| ・ タイヤ費    | 5,970    |
| ・ 電力費     | 1,821    |
| ・ 修繕費     | 20,900   |

採鉱費計 89,294千ソム (491ソム/t)

(ii) 選鉱費

今回の調査ではウチクドクのNo.3選鉱場とインギチキの選鉱場を視察したがNo.3は一部のみであり、インギチキは休止していた。このため、必要とするデータは殆ど得られなかったため、F/S部が作成したプレF/Sのデータを多く利用した。

(a) 操業予算

選鉱設備は既に稼働しているNo.3選鉱場内に建設し、使用可能な設備は最大限利用し投資額を極力抑制した(投資額283,250千ソム)。

- ・ 操業日数：340日/年(3交代)
- ・ 年間処理鉱量：182,000 t
- ・ 採取率：83.3%(0.48-0.08)÷0.48
- ・ 精鉱品位：55.3%
- ・ 人員：85人（技師8名，作業者77名）
- ・ バケーション：30日/年
- ・ 粗鉱WO<sub>3</sub>品位：0.48%
- ・ 尾鉱品位：0.08%
- ・ 精鉱量：1,316 t

(人員はブレフ/S 400千t/年操業，技師10名作業者163名から算出した)

(b)選鉱費

|         |   |                     |
|---------|---|---------------------|
| ・ 労務費   |   | 11,526千ソム           |
| ・ 資材、薬品 |   | 24,683              |
| ・ 電力費   | $38\text{kWh/t} \times 2\text{ソム/kWh} \times 182\text{千t}$              | $= 13,832$          |
| ・ 工業用水費 | $5.5\text{m}^3/\text{t} \times 3.75\text{ソム/m}^3 \times 182\text{千t}$   | $= 3,754$           |
| ・ 飲料水費  | $0.385\text{m}^3/\text{t} \times 8.55\text{ソム/m}^3 \times 182\text{千t}$ | $= 599$             |
| ・ 修繕費   | 上記の15%  | $= 8,159$           |
| 選鉱費計    |   | 62,553千ソム (344ソム/t) |

(iii)一般管理費

一般管理費は (採鉱コスト+選鉱コスト) × 0.1 とする。

$$(89,288+62,553)\text{千ソム} \times 0.1 = 15,184\text{千ソム} \quad (83\text{ソム/t})$$

(iv)鉄道運賃(外注とし一般管理費の対象からは除外した)

(a)粗鉱運賃(コクパクス～No.3：19km)

$$(7.56 \div 422 \times 19 + 1)\text{ルーブル/t} \times 1.05 \times 36\text{ソム/ルーブル} = 51\text{ソム/t}$$

$$51\text{ソム/t} \times 182\text{千t} = 9,282\text{千ソム}$$

(b)精鉱運賃(No.3～チルチック：805km)

$$(10.18 + 1)\text{ルーブル/t} \times 1.05 \times 36\text{ソム/ルーブル} = 423\text{ソム/t}$$

$$423\text{ソム/t} \times 1,316\text{t} = 557\text{千ソム}$$

(c)鉄道運賃 粗鉱運賃： 9,282千ソム

精鉱運賃： 557

鉄道運賃計 9,839千ソム (54ソム/t)

(v)年間操業費

|       |            |           |
|-------|------------|-----------|
| 採鉱費   | 89,294千ソム  | (491ソム/t) |
| 選鉱費   | 62,553     | (344)     |
| 一般管理費 | 15,184     | (83)      |
| 鉄道運賃  | 9,839      | (54)      |
| 年間操業費 | 176,870千ソム | (972ソム/t) |

採業費のうち減価償却費についてはウズベキスタンにおける起業投資の減価償却方法が不明確なので計上していない。

(3) 収支

(i) t当たり鉱石価値

年間収入は、精鉱量(t)×精鉱品位(%)×建値(\$/t・%)×為替(ソム/\$)で求められるから

$$1,316t \times 55.3\% \times 61\$/t \cdot \% \times 50\text{ソム}/\$ = 221,963\text{千ソム}$$

生産量は182千t/年だから

$$221,963\text{千ソム} \div 182\text{千t} = 1,220\text{ソム/t}$$

この場合、副産物 (Cu,Au) による収入は見込んでいない。

(ii) 全体収支

(t当たり収入 - t当たり起業費 - t当たり採業費) × 可採鉱量 = 全体収支

$$(1,220 - 806 - 972)\text{ソム/t} \times 1,194,000t = -662,252\text{千ソム}$$

粗鉱t当たり収支は-558ソム/tとなる。

(4) 収支比較

採掘計画①～③の収支計算をTable 3-5-2, 3-5-6, 3-5-7に示す。計画①, ②は700t/日(182千t/年), 計画③は400t/日(104千t/年)が最適操業規模(コストミニマム)という結果となった。各計画の最適操業での収支比較をTable 3-5-8に示す。いずれも利益を得ることは出来ない。表の中に掲載しなかったが+20m準からカットオフ品位0.3%で採掘すると-932ソム/tであり損失は更に大きい。計画②が粗鉱t当たりの損失が最も小さく、-558ソム/tである。

Table 3-5-8 Comparison of 3 Plans (Sautbay Open Pit)

|   | Plan ①     | Plan ②   | Plan ③   |
|---|------------|----------|----------|
| Ore cutoff grade(%)                     | 0.2        | 0.2      | 0.3      |
| Minable ore(10 <sup>3</sup> t)          | 2,545      | 1,194    | 918      |
| Minable grade(%)                        | 0.42       | 0.48     | 0.56     |
| Stripping ratio                         | 16.5       | 7.8      | 10.5     |
| Production(t/day)                       | 700        | 700      | 400      |
| Mine life(years)                        | 14.0       | 6.6      | 8.8      |
| Initial investment(10 <sup>3</sup> sum) | 1,135,440  | 961,790  | 815,790  |
| Value of crude ore(sum/t)               | 1,037      | 1,220    | 1,464    |
| Initial investment(sum/t)               | 446        | 806      | 889      |
| Operating cost(sum/t)                   | 1,330      | 972      | 1,194    |
| Income(sum/t)                           | -739       | -558     | -619     |
| Total income(10 <sup>3</sup> sum)       | -1,880,755 | -666,252 | -568,242 |

### 3-5-4 サウトバイ地区の坑内採掘計画

#### 1) 計画概要

ブルグット、サゲンカンの2鉱床は主鉱体が地表から200m以下に賦存しており、露天採掘の対象とはならないので坑内採掘による計画を策定した。坑内採掘の場合、コストを大きく左右する要素は岩盤状況である。探鉱坑道は1本あったが崩壊しており、ボーリングコアからRQD(Rock Quality Designation)調査もしておらず詳細なデータはない。従って本計画では岩盤状況は中程度と仮定し、ロックボルトによる支保率50%、ショットクリート、枠による支保はないと考えた。更にその他の設定条件についてはその都度述べるが、設定条件によってコストは変動し、また収集したデータも充分ではないので本計画は計画の良否を決定するものでなく、試算のモデルとして行った。

カットオフ品位は①0.3%、②0.4%、③0.5%の3案について検討した。

#### 2) 採掘条件

##### (1) カットオフ品位

露天採掘計画で述べたように鉱石運搬費は105ソム/t、選鉱変動費は272ソム/tである。採鉱変動費を物品費+電力費変動部分(9kWh/t)とすると物品費は収支計算の項で説明するが235ソム/t、ウズベキスタンでの電力単価は2ソム/kWhであるから

$$235\text{ソム/t} + 9\text{kWh/t} \times 2\text{ソム/kWh} = 253\text{ソム/t}$$

また、尾鉱品位0.08%、ズリ混入率20%とするとカットオフ品位Xは次式で求められる。

$$(X \times 0.8 - 0.08)\% \times 61\$/\% \geq (\text{採鉱変動費} + \text{選鉱変動費} + \text{鉱石運搬費})$$

$$\geq (253 + 272 + 105)\text{ソム} \div 50\text{ソム}/\$$$

$$X \geq 0.36\%$$

カットオフ品位は0.36%となる。しかし、現時点のデータから算出した数字で変動しうるので感度分析を行うため、①案0.3%、②案0.4%、③案0.5%の3案とした。

##### (2) 坑内設計

①立坑：鉱石巻き上げ用、人員資材運搬用(各500m、巻き上げ装置付、直径5m)

VR, WR(各500m、直径3m)、OR(320m、直径3m、-300m~+20m)

②坑道：最下底(-300m準)500m、斜坑(+20~地表、傾斜1/6)1,080m

加背4.5m×3.5m(断面積14.15m<sup>2</sup>)、斜坑傾斜1/6(9.5°)

③開坑量：坑道と立坑を合わせて千t当たり15m、本番鉱は採掘量の5%を見込む

④採掘法：トラックレスによるメカナイズドカットアンドフィル法

ただし、立坑及び坑道の位置は未定。数値のみを計上した。

(3) 可採粗鉱量と品位

可採率、ズリ混入率は採掘法、鉱床の賦存状態等によって決まるが本計画では可採率80%、ズリ混入率20%とする。各カットオフ品位での可採粗鉱量と品位をTable 3-5-9に示す。

Table 3-5-9 Minable Ore and Grade(Burgut and Saghinkan)

|                                | Burgut | Saghinkan |
|--------------------------------|--------|-----------|
| Cut-off grade 0.3%             |        |           |
| Minable ore(10 <sup>3</sup> t) | 3,473  | 3,775     |
| WO <sub>3</sub> grade(%)       | 0.54   | 0.42      |
| Cut-off grade 0.4%             |        |           |
| Minable ore(10 <sup>3</sup> t) | 2,812  | 2,325     |
| WO <sub>3</sub> grade(%)       | 0.60   | 0.52      |
| Cut-off grade 0.5%             |        |           |
| Minable ore(10 <sup>3</sup> t) | 2,072  | 1,665     |
| WO <sub>3</sub> grade(%)       | 0.68   | 0.58      |

3) 坑内採掘計画収支計算

Table 3-5-10に示した収支計算のとおり、坑内採掘で最も採算が良いブルグット鉱床カットオフ品位0.5%、操業規模800t/H(208千t/年)での計算方法を以下に記す。

(1) 起業費

(a)インフラストラクチャー (露天採掘と同様) 402,840千ソム

(b)採鉱機械(価格はF.O.B×1.2とした)

- ①穿孔機械 471千\$×3台 = 1,413千\$ (Tamrock製)
- ②発破機械 201 ×2 = 402 (Normet製)
- ③運搬機械 529 ×4 = 2,116 (Kawasaki製)
- ④支保機械 443 ×1 = 443 (Tamrock製)
- ⑤坑外トラック 654 ×2 = 1,308 (Caterpillar製)

採鉱機械計 5,682千\$×50ソム/\$=284,100千ソム

(c)採鉱設備その他

- ①立坑(鉱石、人員資材) (500m×200千ソム/m+70,000千ソム)×2 =340,000千ソム
- ②立坑(VR,WR,OR) (500m×2+320m)×100千ソム/m=132,000
- ③坑道(-300m準水平、基幹斜坑) (500+1,080)m×40千ソム/m = 63,200
- ④ポンプ(44Kw, 1m<sup>3</sup>/min, 500mPump up) 60,000\$×8台×50ソム/\$ = 24,000
- ⑤ファン(150000cfm) 30,000\$×1 ×" = 1,500

|                        |                 |            |
|------------------------|-----------------|------------|
| ⑥コンプレッサー(900cfm)       | 105,000\$×1 × 〃 | = 52,500   |
| ⑦オアピン                  |                 | 5,000      |
| ⑧坑内通信システム              |                 | 2,500      |
| ⑨坑外機械その他(CAT 990、補助車両) |                 | 69,500     |
| 採鉱設備計                  |                 | 690,200千ソム |

(d)選鉱設備

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| ①WO <sub>3</sub> 用設備と据付工事一式 | 283,250千ソム * |
| ②予備費 ①×0.1                  | 28,325       |
| 選鉱設備計                       | 311,575千ソム   |

\*選鉱設備起業費はブレド/Sの数値(400千t/年処理で515,000千ソム)を使用した。

$$208千t/年 ÷ 400千t/年 = 0.52\% \rightarrow 0.55\% \quad 515,000千ソム \times 0.55 = 283,250千ソム$$

(e)起業費まとめ

|              |              |
|--------------|--------------|
| ①インフラストラクチャー | 402,840千ソム   |
| ②採鉱機械        | 284,100      |
| ③採鉱設備        | 690,200      |
| ④選鉱設備        | 311,575      |
| 起業費計         | 1,688,715千ソム |

$$t \text{ 当たり起業費 } 1,688,715千ソム \div 2,072千t = 815ソム/t$$

(2) 操業費

(i)採鉱費

(a)使用機械と必要台数

①穿孔機械 (出力45kWの油圧鑿岩機2台を搭載した2ブームモービルジャンボで移動時には68hpのエンジンを使用する)

穿孔径は装薬孔53mmバーンホール80mmとし、坑道掘進は15m/千t×208千t = 3,120m, m当たり穿孔長は(42+4)m/m, 採鉱での穿孔長は1.1m/m<sup>3</sup>。本番鉱は採掘鉱量の5%とした。従って年間穿孔長は

$$3,120m \times 46m/m + 208千t \times 0.95 \div 3t/m^3 \times 1.1m/m^3 = 215,973m$$

また、機械1台当たりの年間穿孔能力は 96m/方×3方/日×260日/年 = 74,880m

従って、必要台数は  $215,973m \div 74,880m = 2.88 \text{ 台} \rightarrow 3 \text{ 台}$

②発破機械 (容量500Lの爆薬タンクを搭載した爆薬装填トラック、圧縮空気を使用し装薬孔に爆薬を送り込む。1人で操作する。移動用エンジン出力は139hp)



爆薬使用量は 掘進28kg/m, 採鉱1.89kg/m<sup>3</sup> 年間爆薬使用量は

$$3,120\text{m} \times 28\text{kg/m} + 208\text{千t} \times 0.95 \div 3\text{t/m}^3 \times 1.89\text{kg/m}^3 = 211,848\text{kg}$$

機械1台当たりの年間作業量は  $200\text{Kg/方} \times 3\text{方/日} \times 260\text{日/年} = 156,000\text{kg}$

必要台数は  $211,848\text{kg} \div 156,000\text{kg} = 1.36\text{台} \rightarrow 2\text{台}$

③運搬機械 (バケット容量6.5m<sup>3</sup>の坑内用Load Haul Dumpを使用する。エンジン出力277hpで燃料消費は33L/hr)

坑道掘進と鉱石採掘での作業と充填、土砂運搬、鉱石中出作業とでは能率が異なるので分けて考える必要がある。

坑道掘進での作業量は  $3,120\text{m} \times 14.15\text{m}^3/\text{m} \times 1.6 = 70,637\text{m}^3$

鉱石採掘での作業量は  $208\text{千t} \times 0.95 \div 3\text{t/m}^3 \times 1.6 = 105,389\text{m}^3$

これらの作業での機械1台当たりの年間作業量は

$$83.2\text{m}^3/\text{方} \times 3\text{方/日} \times 260\text{日/年} = 64,896\text{m}^3$$

必要台数は  $(70,637 + 105,389)\text{m}^3 \div 64,896\text{m}^3 = 2.71\text{台}$

充填量は  $208\text{千t} \div 3\text{t/m}^3 = 69,333\text{m}^3$

土砂運搬、鉱石中出作業量は  $(70,637 + 105,389 + 69,333) \times 0.12 = 29,443\text{m}^3$

これらの作業での機械1台当たりの年間作業量は

$$166.4\text{m}^3/\text{方} \times 3\text{方/日} \times 260\text{日/年} = 129,792\text{m}^3$$

必要台数は  $(69,333 + 29,443)\text{m}^3 \div 129,792\text{m}^3 = 0.76\text{台}$

総必要台数は  $2.71 + 0.76 = 3.47\text{台} \rightarrow 4\text{台}$

④支保機械 (出力30kWの油圧鑿岩機1台を搭載したロックボルトジャンボでモルタルボルトを打設する。移動用エンジン出力は84hp)

坑道掘進ではロックボルトを1列9本で列間隔は1.2m, 支保率50%で打設する。

年間掘進長は  $15\text{m/千t} \times 208\text{千t/年} = 3,120\text{m/年}$

打設本数は  $3,120\text{m} \div 1.2\text{m} \times 9\text{本} \times 0.5 = 11,700\text{本}$

鉱石採掘では鉱石比重3.0, 1スライス4m, 打設密度1本/m<sup>2</sup>, 採土率20%、支保率50%であるから

$$208\text{千t} \times 0.95 \div 3\text{t/m}^3 \div 4\text{m} \times 1\text{本/m}^2 \times 1.2 \times 0.5 = 9,880\text{本}$$

打設機械の年間作業量は10本/hr, 4hr/方, 稼働率80%とすると

$$10\text{本/hr} \times 4\text{hr/方} \times 0.8 \times 3\text{方/日} \times 260\text{日/年} = 24,960\text{本}$$

必要台数は  $(11,700 + 9,880)\text{本} \div 24,960\text{本} = 0.86\text{台} \rightarrow 1\text{台}$

⑤坑外トラック(CAT773B, 積載量45t エンジン出力650hp 露天採掘と同仕様)

コクバクスまでの鉱石運搬回数は  $208\text{千t} \div (45\text{t} \times 0.9) = 5,136\text{回}$

鉱石用必要台数は

$$5,136\text{回/年} \times 72\text{min/回} \times 1.1 \div 360\text{min/方} \div 780\text{方/年} = 1.45\text{台}$$

坑内充填用土砂量は

$$208\text{千t} \div 3\text{t/m}^3 - 208\text{千t} \times (15-1.2)\text{m/千t} \times 14.15\text{m}^2 \times 1.6 = 4,348\text{m}^3$$

15mは千t当たり開坑量、1.2mは本番鉦分、14.15m<sup>2</sup>は坑道断面積

土砂用必要台数は

$$4,348\text{m}^3 \div 21.6\text{m}^3/\text{回} \times 21\text{min/回} \times 1.1 \div 360\text{min/方} \div 780\text{方/年} = 0.02\text{台}$$

必要台数は 1.45+0.02=1.47台→2台

Table 3-5-11 Personnel Requirement(Burgut:800t/day)

|             | 1st shift | 2nd shift | 3rd shift | Total  | Adjusted number  |              |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------|------------------|--------------|
| Manager     | 1         |           |           | 1      | Manager add post |              |
| Mining eng. |           |           |           |        |                  |              |
| Surveyor    | 1         |           |           | 1      |                  |              |
| Geologist   | 1         |           |           | 1      |                  |              |
| Mechanic    | 1         |           |           | 1      |                  |              |
| Foreman     | 1         | 1         | 1         | 3      |                  |              |
| Staff       | 5         | 1         | 1         | 7(9)   | 7×1.24=8.7       |              |
| Driller     | 3         | 3         | 3         | 9      | T=Trackless      |              |
| Blaster     | 2         | 2         | 2         | 6      |                  |              |
| L.H.D man   | 4         | 4         | 4         | 12     |                  |              |
| Timber man  | 1         | 1         | 1         | 3      |                  |              |
| Trucker     | 2         | 2         | 2         | 6      |                  |              |
| Repairman   | 4         | 2         | 2         | 8      |                  |              |
| T.Service   | 1         | 1         | 1         | 3      |                  |              |
| Hoisting    | 2         | 2         | 2         | 6      |                  |              |
| Geo.Survey  | 4         |           |           | 4      |                  |              |
| Guard       | 1         | 1         | 1         | 3      |                  |              |
| Clerk       | 3         |           |           | 3      |                  | Nurse 1      |
| Worker      | 27        | 18        | 18        | 63(79) |                  | 63×1.24=78.1 |
| Total       | 32        | 19        | 19        | 70(88) |                  |              |

\* Coefficient, 1.24 : Days operated 260, Vacation 50, Actual working days 210

$$260 \div 210 = 1.24$$

(b)人員：技師9名，作業者79名 (Table 3-5-11 採鉦人員配置 参照)

作業者はシフトごとに機械1台に1名を配番する。

年間操業260日に対し実働210日であり，操業1名には1.24名を必要とする。

(c)採鉦費

|          |           |
|----------|-----------|
| ・労務費     | 12,822千ソム |
| ・爆薬費     | 12,457    |
| ・ロックツール費 | 4,940     |

|          |            |           |
|----------|------------|-----------|
| ・燃料，潤滑油費 | 16,070     |           |
| ・タイヤ費    | 4,688      |           |
| ・ロックボルト費 | 10,790     |           |
| ・電力費     | 8,842      |           |
| ・修繕費     | 44,440     |           |
| 採鉱費計     | 115,049千ソム | (553ソム/t) |

(ii)選鉱費

(a)操業予算

- ・年間処理鉱量：208,000 t      粗鉱WO<sub>3</sub>品位：0.68%
- ・採取率：88.2%      尾鉱品位：0.08%
- ・精鉱品位：55.3%      精鉱量：2,257 t
- ・人員：95人（技師8人，作業者87人）

(b)選鉱費

|        |   |                     |
|--------|---|---------------------|
| ・労務費   |   | 12,851千ソム           |
| ・資材，薬品 | 135.62ソム/t×208千t                                    | = 28,209            |
| ・電力費   | 38kWh/t×2ソム/kWh×208千t                               | = 15,808            |
| ・工業用水費 | 5.5m <sup>3</sup> /t×3.75ソム/m <sup>3</sup> ×208千t   | = 4,290             |
| ・飲料水費  | 0.385m <sup>3</sup> /t×8.55ソム/m <sup>3</sup> ×208千t | = 685               |
| ・修繕費   | 上記の15%  | = 9,276             |
| 選鉱費計   |   | 71,119千ソム (342ソム/t) |

(iii)一般管理費 (115,049+71,119)千ソム×0.1 = 18,617千ソム (90ソム/t)

(iv)鉄道運賃(外注とする，一般管理費の対象外)

粗鉱運賃(コクパタス～No.3)：51ソム/t×208千t=10,608千ソム

精鉱運賃(No.3～チルチック)：423ソム/t×2,257t= 955

鉄道運賃 11,563千ソム (56ソム/t)

(v)年間操業費

|       |            |             |
|-------|------------|-------------|
| 採鉱費   | 115,049千ソム | (553ソム/t)   |
| 選鉱費   | 71,119     | (342)       |
| 一般管理費 | 18,617     | (90)        |
| 鉄道運賃  | 11,563     | (56)        |
| 年間操業費 | 216,348千ソム | (1,040ソム/t) |

(3) 収支

(i) 当たり鉱石価値： $2,257t \times 55.3\% \times 61\$/t \cdot \% \times 50\text{ソム}/\$ \div 208\text{千}t = 1,830\text{ソム}/t$

(ii) 全体収支： $(1,830 - 815 - 1,040)\text{ソム}/t \times 2,072\text{千}t = -51,800\text{千ソム}$

(4) 収支比較

Table 3-5-12にブルグット、Table 3-5-13にサゲンカンの各カットオフ品位の最適操業での収支比較を示す。ブルグットはカットオフ品位0.5%，800t/日で損失25ソム/t，サゲンカンは0.4%，800t/日で損失428ソム/tの操業がそれぞれベストだが赤字である。

また露天採掘では損失が558ソム/tであったサウトバイについても坑内採掘の収支を計算してみた。Table 3-5-14に示すが損失は487ソム/tとなった。これは露天採掘に比し、改善されたが、坑内採掘設備への起業投資(約7億ソム)が収支を悪化させている。

Table 3-5-12 Comparison of 3 Plans(Burgut Underground)

|                                    | Plan ①   | Plan ②   | Plan ③  |
|------------------------------------|----------|----------|---------|
| Ore cut-off grade(%)               | 0.3      | 0.4      | 0.5     |
| Reserves of minable ore( $10^3t$ ) | 3,473    | 2,812    | 2,072   |
| Minable grade(%)                   | 0.54     | 0.60     | 0.68    |
| Production(t/day)                  | 800      | 800      | 800     |
| Mine life(years)                   | 16.7     | 13.5     | 10.0    |
| Value of crude ore(sum/t)          | 1,403    | 1,586    | 1,830   |
| Initial investment(sum/t)          | 486      | 601      | 815     |
| Operating cost(sum/t)              | 1,039    | 1,040    | 1,040   |
| Income(sum/t)                      | -122     | -55      | -25     |
| Total income( $10^3\text{sum}$ )   | -423,706 | -154,660 | -51,800 |

Table 3-5-13 Comparison of 3 Plans (Saghinkan Underground)

|                                    | Plan ①     | Plan ②   | Plan ③   |
|------------------------------------|------------|----------|----------|
| Ore cut-off grade(%)               | 0.3        | 0.4      | 0.5      |
| Reserves of minable ore( $10^3t$ ) | 3,775      | 2,325    | 1,665    |
| Minable grade(%)                   | 0.42       | 0.52     | 0.58     |
| Production(t/day)                  | 800        | 800      | 500      |
| Mine life(years)                   | 18.1       | 11.2     | 12.8     |
| Value of crude ore(sum/t)          | 1,037      | 1,342    | 1,525    |
| Initial investment(sum/t)          | 447        | 726      | 908      |
| Operating cost(sum/t)              | 1,043      | 1,044    | 1,135    |
| Income(sum/t)                      | -453       | -428     | -518     |
| Total income( $10^3\text{sum}$ )   | -1,710,075 | -995,100 | -862,470 |

Table 3-5-14 Comparison of 3 Plans (Sautbay Underground)

|  | Plan ①     | Plan ②     | Plan ③   |
|--|------------|------------|----------|
| Ore cut-off grade(%)                       | 0.3        | 0.4        | 0.5      |
| Reserves of minable ore(10 <sup>3</sup> t) | 3,396      | 2,221      | 1,309    |
| Minable grade(%)                           | 0.42       | 0.51       | 0.62     |
| Production(t/day)                          | 800        | 800        | 500      |
| Mine life(years)                           | 16.3       | 10.7       | 10.1     |
| Value of crude ore(sum/t)                  | 1,037      | 1,312      | 1,647    |
| Initial investment(sum/t)                  | 497        | 760        | 1,154    |
| Operating cost(sum/t)                      | 1,038      | 1,039      | 1,130    |
| Income(sum/t)                              | -498       | -487       | -637     |
| Total income(10 <sup>3</sup> sum)          | -1,691,208 | -1,081,627 | -833,833 |

### 3-5-5 まとめ及び考察

#### 1) 各鉱床の評価

カットオフWO<sub>3</sub>品位0.05%の埋蔵鉱量ではサウトバイ鉱床とブルグット鉱床の合計鉱量15,195千t、品位0.29%、サゲンカン鉱床は鉱量10,062千t、品位0.24%となった。最適操業を考慮した場合の可採粗鉱量は、サウトバイはカットオフ品位0.2%で1,194千t(可採品位0.48%)、ブルグットはカットオフ0.5%で2,072千t、0.68%、サゲンカンはカットオフ0.4%で2,325千t、0.52%となる。これは以下のことを示している。

- ①低品位鉱石が多く、粗鉱価値が低いため収支マイナスとなる。
- ②粗鉱価値(品位)を上げると鉱量が減り、起業費負担が大きくなり収支マイナスとなる。
- ③優良鉱床とは言えず単独での開発は難しい。

#### 2) 最も開発可能性の大きい採掘計画

3-5-3~4でサウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床の開発可能性を検討した。各鉱床とも品位が低く、埋蔵鉱量が少ないため、単独での開発は難しい。そこで複数の鉱床を開発する最適操業を検討した(Table 3-5-15参照)。最適操業はサウトバイ鉱床の海拔+100mから上部を露天採掘で700t/日、ブルグット鉱床を坑内採掘で800t/日の組み合わせで開発する方法である。

#### 3) 採掘計画の評価

前項で述べた採掘計画でも約20億ソムの起業投資をして17年操業する場合、3千万ソムの回収不足が生じる(Table 3-5-16参照)。この試算は起業投資を全額自己資金で賄い、労務費・物品費等のエスカレーションはないとした。更に機械の更新・閉山費用・諸税金も見込んでいない。このような特別な条件のもとでも利益を生み出せない。現状の品位、鉱量、建値でのサウトバイ地区での鉱山開発は採算性から考えて難しいと判断される。

また売鉱先として考えているチルチック製錬所でのWO<sub>3</sub>精鉱購入条件は国際価格の80%としている。もし、この条件が適用されるなら、収入が20%減ることとなり収支は悪化し、開発の可能性は更に遠のく。

**Table 3-5-15 Income without Common Initial Investment**

|  | Sautbay OP | Burgut  | Saghinkan | Sautbay UG |
|--|------------|---------|-----------|------------|
| Ore cut-off grade(%)                       | 0.2        | 0.5     | 0.4       | 0.4        |
| Reserves of minable ore(10 <sup>3</sup> t) | 1,194      | 2,072   | 2,325     | 2,221      |
| Minable grade(%)                           | 0.48       | 0.68    | 0.52      | 0.51       |
| Production(t/day)                          | 700        | 800     | 800       | 800        |
| Mine life(years)                           | 6.6        | 10.0    | 11.2      | 10.7       |
| Initial investment                         |            |         |           |            |
| Infrastructure(10 <sup>3</sup> sum)        | 0          | 0       | 0         | 0          |
| Mining(10 <sup>3</sup> sum)                | 275,700    | 974,300 | 974,300   | 974,300    |
| Dressing(10 <sup>3</sup> sum)              | 0          | 0       | 0         | 0          |
| Initial investment(sum/t)                  | 231        | 470     | 419       | 439        |
| Operating cost(sum/t)                      | 972        | 1,040   | 1,044     | 1,039      |
| Value of crude ore(sum/t)                  | 1,220      | 1,830   | 1,342     | 1,312      |
| Income(sum/t)                              | 17         | 320     | -121      | -166       |
| Total income(10 <sup>3</sup> sum)          | 20,298     | 663,040 | -281,325  | -368,686   |

**Table 3-5-16 Comparison of Total Income**

|   | Sautbay<br>open pit | Burgut<br>underground | Saghinkan<br>underground | Sautbay OP+<br>Burgut UG |
|---|---------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ore cut-off grade(%)                    | 0.2                 | 0.5                   | 0.4                      | 0.2,0.5                  |
| Minable ore(10 <sup>3</sup> t)          | 1,194               | 2,072                 | 2,325                    | 3,266                    |
| Minable grade(%)                        | 0.48                | 0.68                  | 0.52                     | 0.61                     |
| Production (t/day)                      | 700                 | 800                   | 800                      | 700→800                  |
| Mine life(years)                        | 6.6                 | 10.0                  | 11.2                     | 16.6                     |
| Initial investment(10 <sup>3</sup> sum) | 961,790             | 1,688,715             | 1,688,715                | 1,964,415                |
| Crude ore value(sum/t)                  | 1,220               | 1,830                 | 1,342                    | 1,607                    |
| Initial investment(sum/t)               | 806                 | 815                   | 726                      | 601                      |
| Operating cost(sum/t)                   | 972                 | 1,040                 | 1,044                    | 1,015                    |
| Income(sum/t)                           | -558                | -25                   | -428                     | -9                       |
| Total income(10 <sup>3</sup> sum)       | -666,252            | -51,800               | -995,100                 | -29,394                  |

#### 4) 建値による収支変動

本採掘計画ではWO<sub>3</sub>精鉱建値61\$/t・%を使用した。建値の変動により収支も当然、変動する。借入金利を0%,5%とし、精鉱販売価格を国際価格の100%,80%として4通りの組み合わせで建値変動に伴う収支を計算した(Fig 3-5-6)。また各組み合わせの現建値での収支と収支=0となる建値をTable 3-5-17に示す。パラメーターは建値、金利、販売価格でその他は考慮していない。Table 3-5-18に1977年からのWO<sub>3</sub>精鉱の建値を示す。

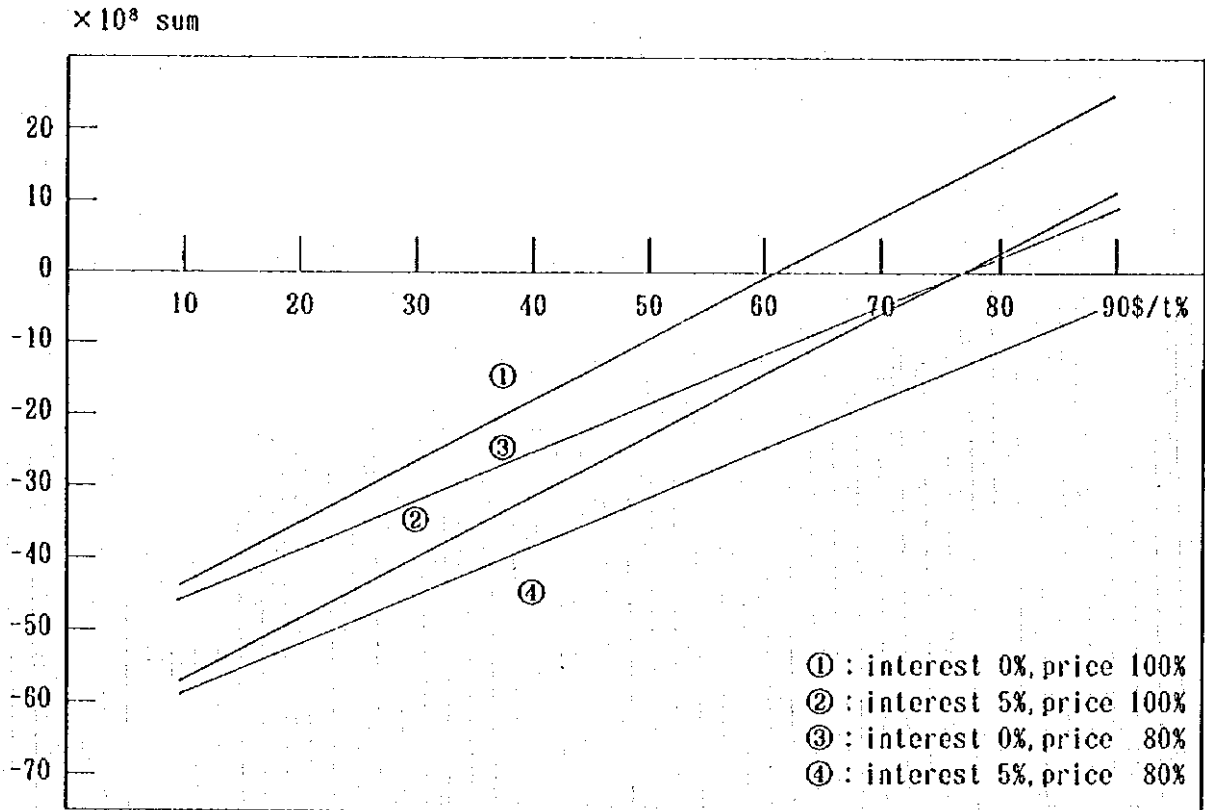


Fig.3-5-6 Change of Income by WO<sub>3</sub> Price

Table 3-5-17 Income and WO<sub>3</sub> Price at Income=0

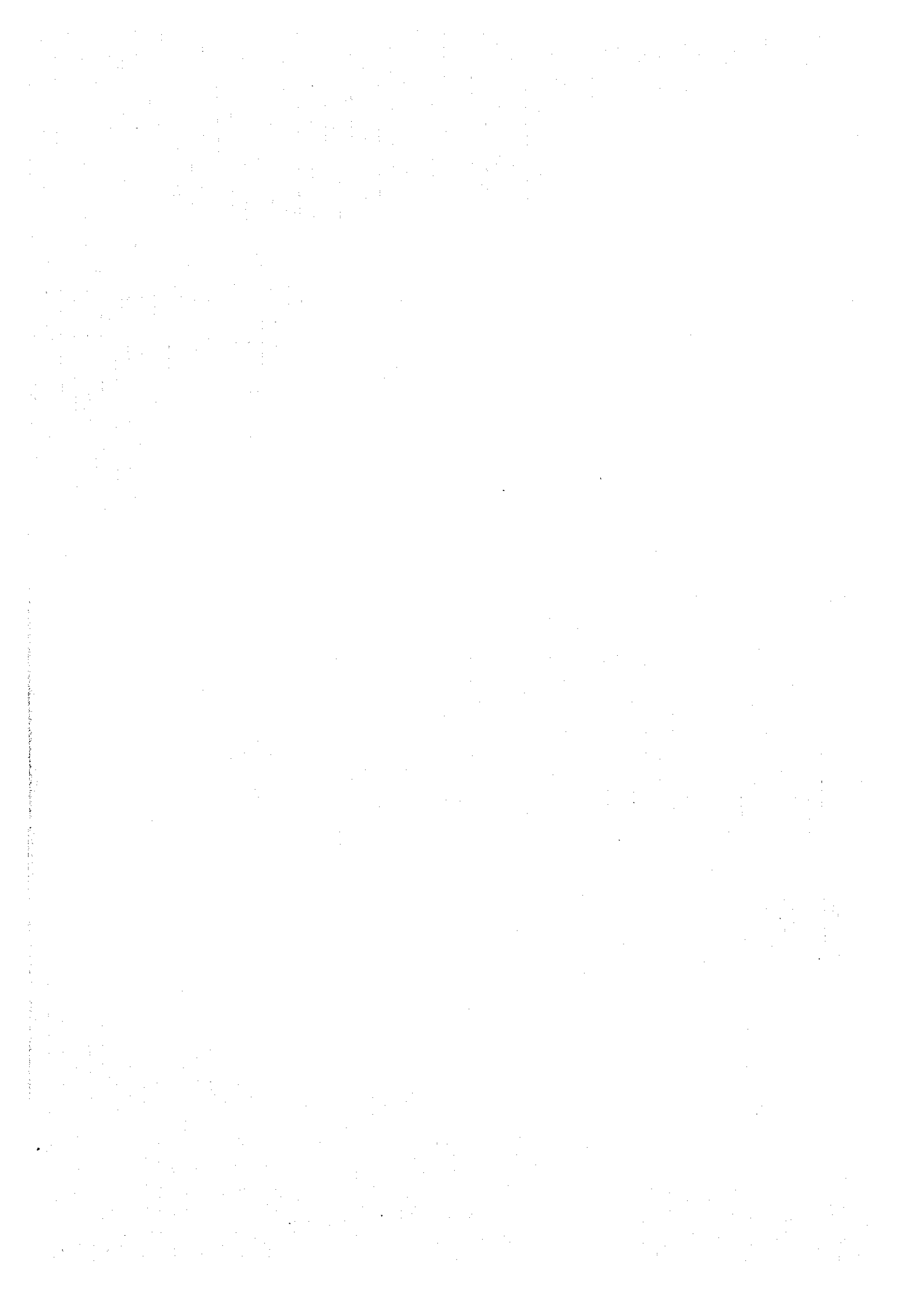
|                           | Income at 61\$/t・%    | WO <sub>3</sub> Price at Income=0 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                           | × 10 <sup>8</sup> sum | \$/t・%                            |
| Interest 0%<br>Price 100% | -0.3                  | 62                                |
| Interest 5%<br>Price 100% | -13.7                 | 77                                |
| Interest 0%<br>Price 80%  | -10.8                 | 77                                |
| Interest 5%<br>Price 80%  | -24.2                 | 97                                |



Table 3-5-18 Price of WO<sub>3</sub> Concentrate (\$/t·%)

| Year  | Highest | Lowest |
|-------|---------|--------|
| 1977  | 175     | 167    |
| 78    | 147     | 141    |
| 79    | 142     | 136    |
| 80    | 147     | 143    |
| 81    | 146     | 142    |
| 82    | 108     | 104    |
| 83    | 83      | 79     |
| 84    | 83      | 79     |
| 85    | 70      | 65     |
| 86    | 52      | 43     |
| 87    | 54      | 44     |
| 88    | 60      | 52     |
| 89    | 63      | 50     |
| 90    | 54      | 38     |
| 91    | 60      | 53     |
| 92    | 62      | 52     |
| 93    | 40      | 29     |
| 94    | 48      | 37     |
| 95    | 69      | 59     |
| 96. 9 | 65      | 61     |

Standard grade : WO<sub>3</sub> 65%



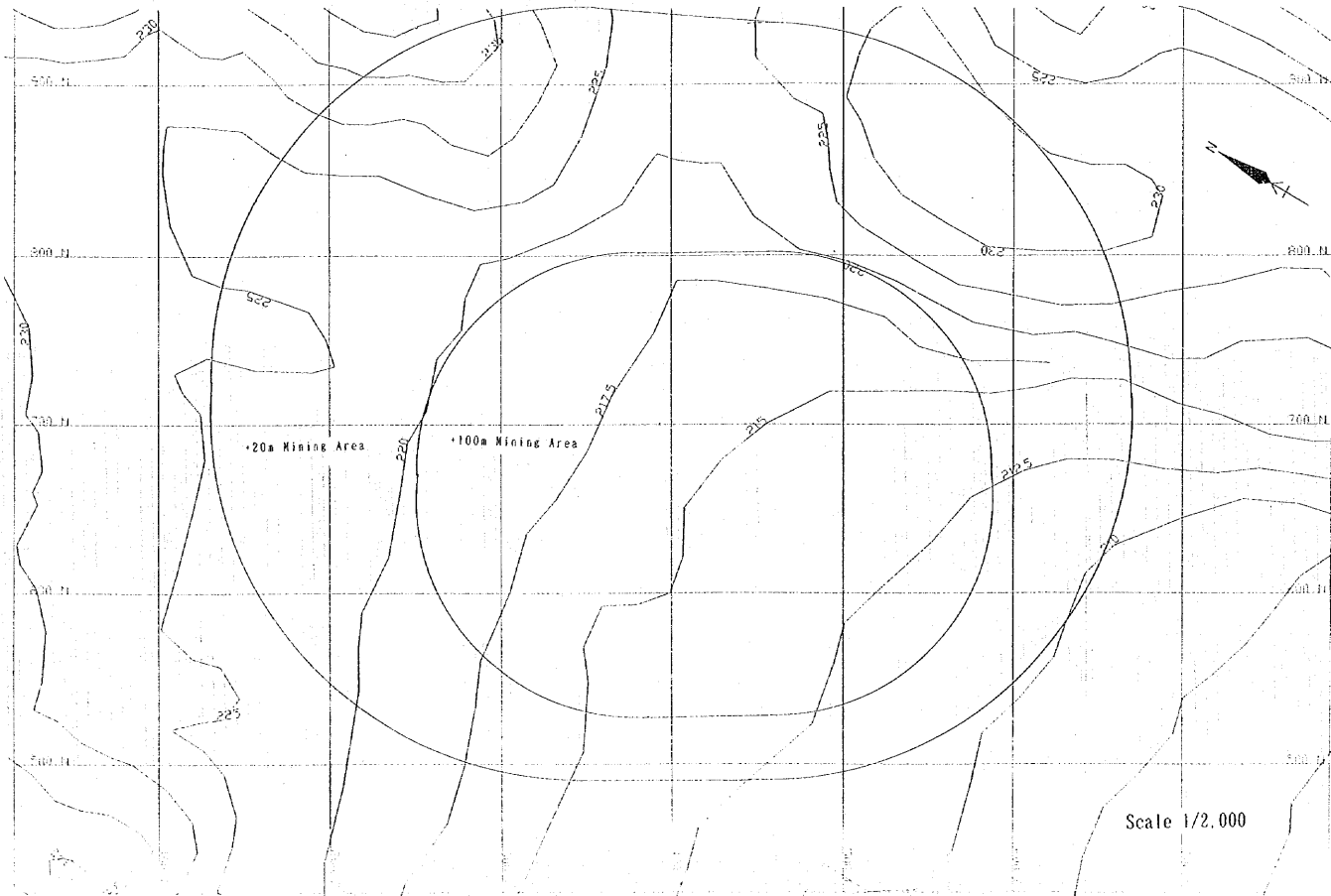


Fig.3-5-1 Surface Plan View

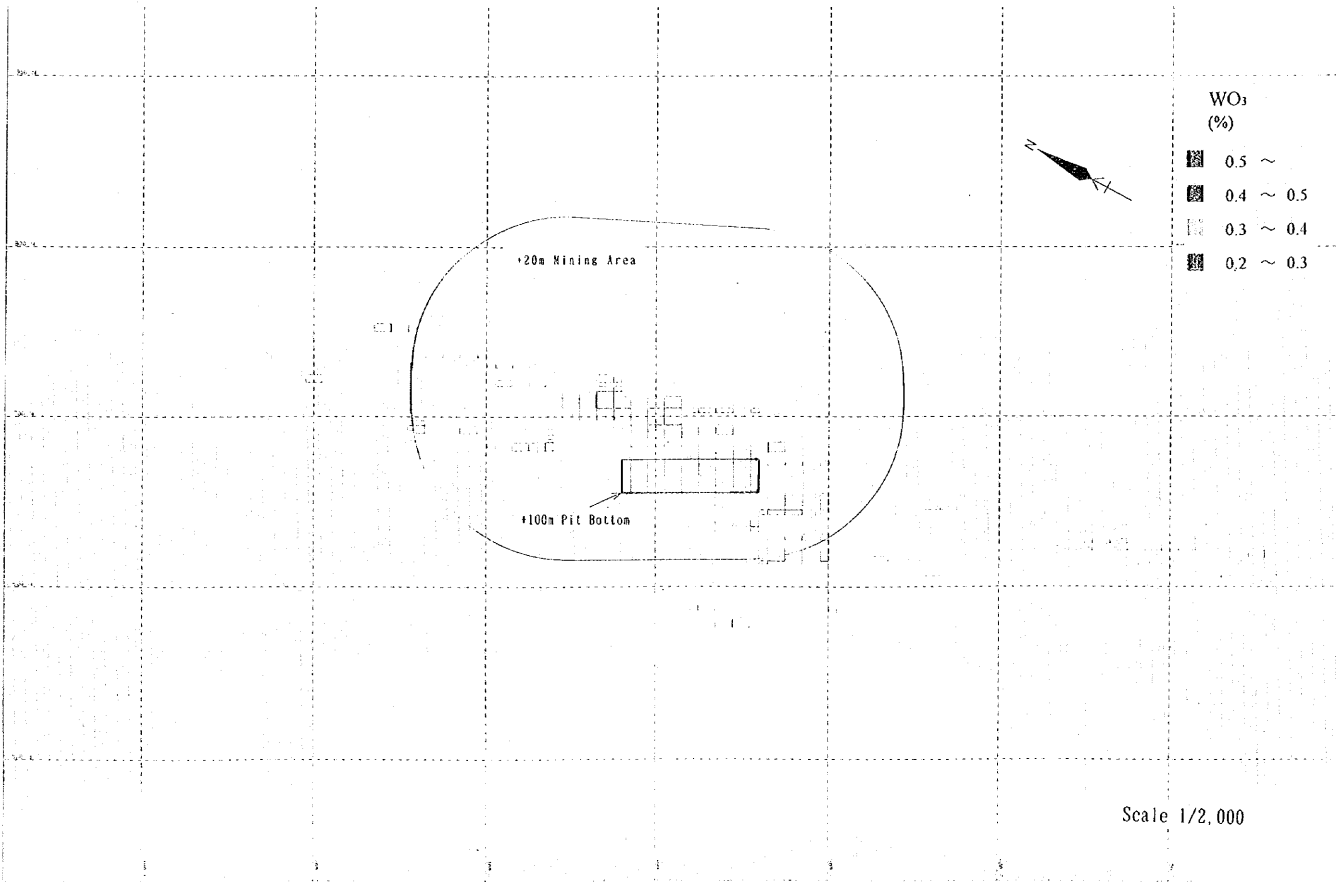


Fig.3-5-2 +100m Plane Figure

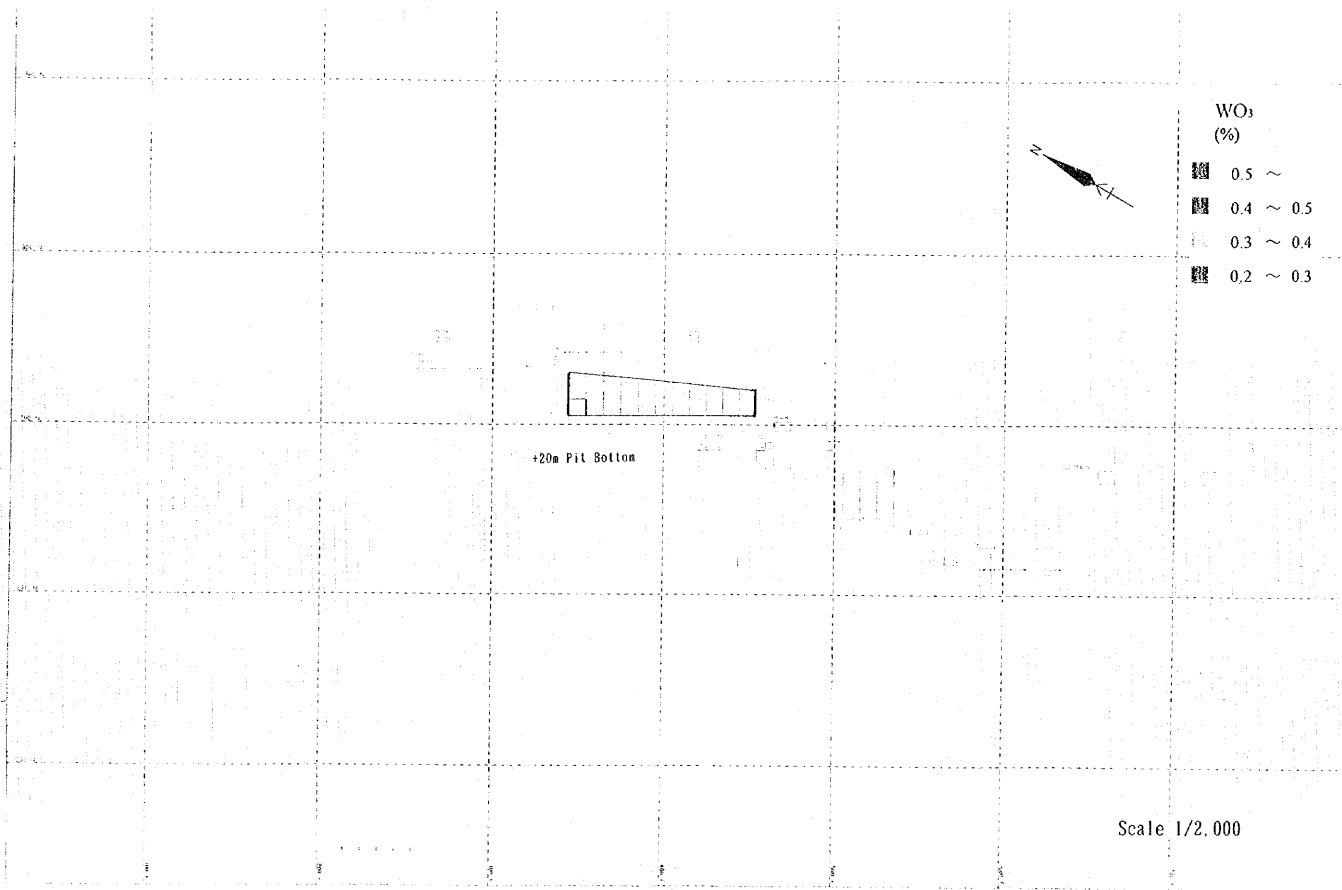


Fig.3-5-3 +20m Plane Figure

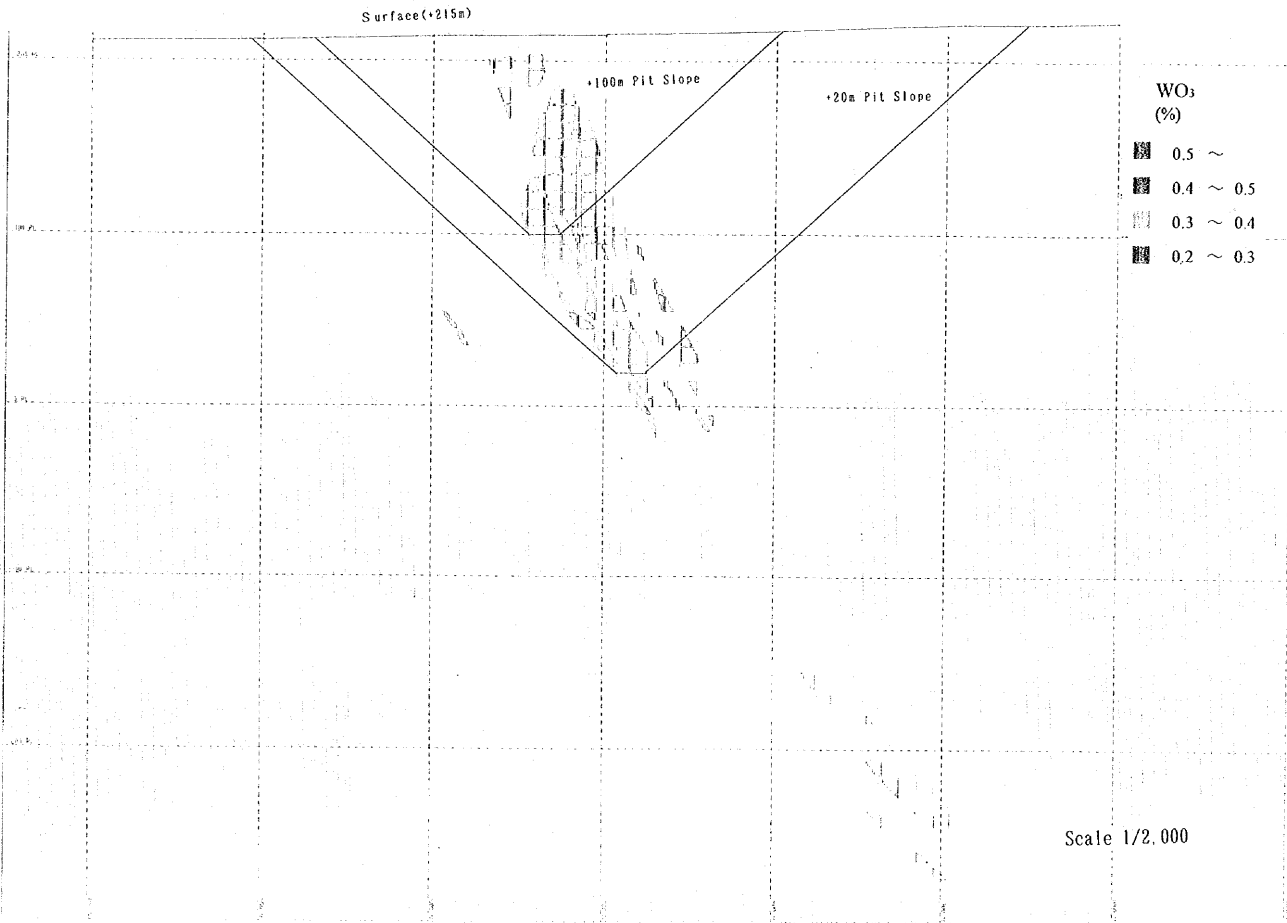


Fig.3-5-4 Cross Section along 400E

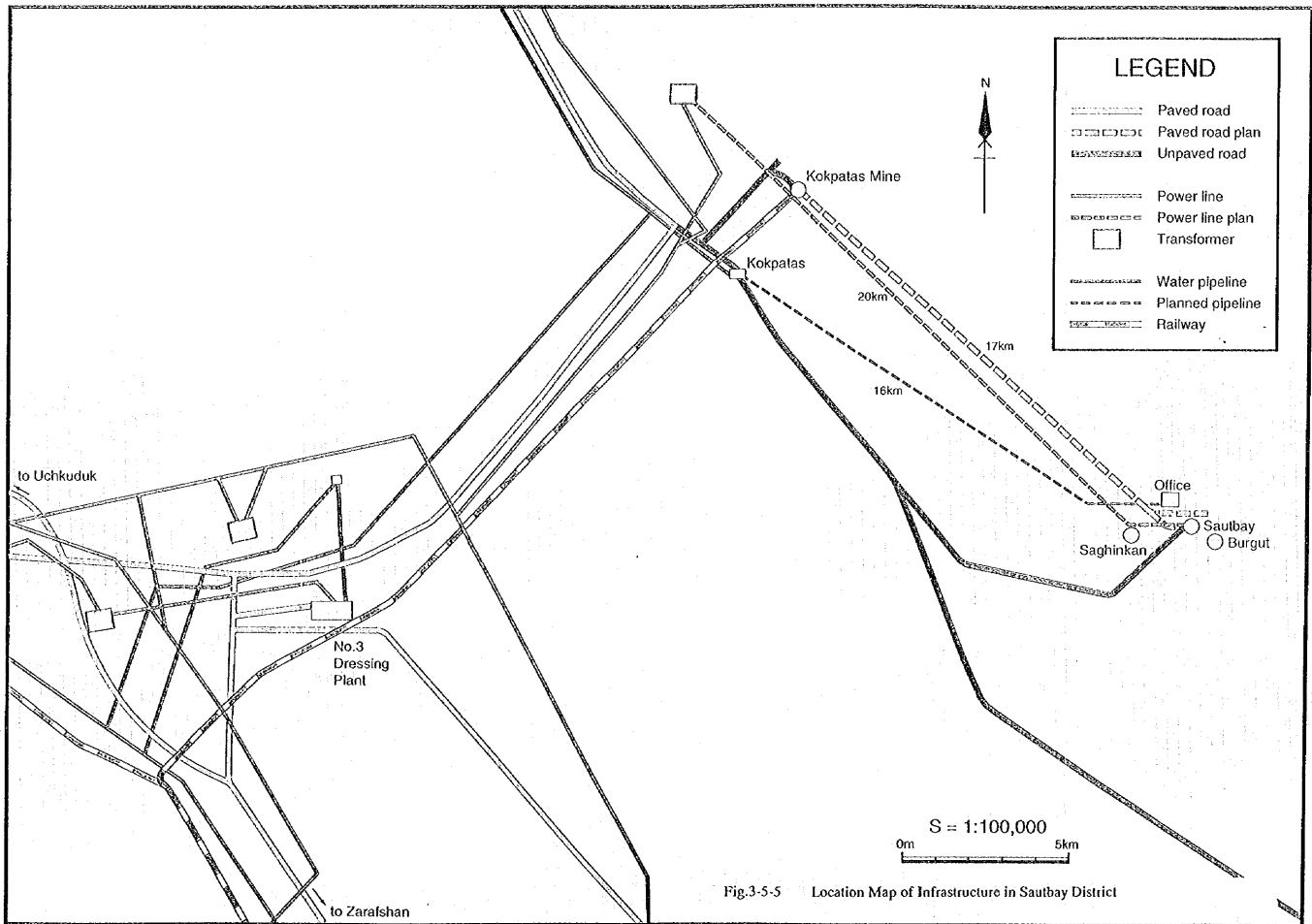


Table 3-5-2 Comparison of Production Cost(Mining Plan ① in Case of Railway and Truck Transportation)

|                                |           |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |         |  |
|--------------------------------|-----------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|---------|--|
| Production (t/day)             | 500       | 600   | 700        | 800   | 900        | 1,000 | 1,100      | 1,200 | 1,300      | 1,400 | 1,500      | 1,600 |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |         |  |
| Production(thou.t/year)        | 130       | 156   | 182        | 208   | 231        | 260   | 286        | 312   | 338        | 361   | 390        | 416   |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |         |  |
| Mine life(years)               | 19.6      | 16.3  | 14.0       | 12.2  | 10.9       | 9.8   | 8.9        | 8.2   | 7.5        | 7.0   | 6.3        | 6.1   |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |         |  |
| Concentrate(t/year)            | 799       | 959   | 1,119      | 1,279 | 1,439      | 1,599 | 1,758      | 1,918 | 2,078      | 2,238 | 2,398      | 2,558 |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |         |  |
| Conc. income(thou. sum)        | 134,763   | 1,037 | 161,750    | 1,037 | 188,738    | 1,037 | 215,723    | 1,037 | 242,709    | 1,037 | 269,693    | 1,037 | 296,513    | 1,037 | 323,499    | 1,037 | 350,486    | 1,037 | 377,472    | 1,037 | 404,459    | 1,037 | 431,445    | 1,037 |         |  |
| Initial investment (thou. sum) | 1,013,390 | 398   | 1,074,315  | 422   | 1,135,410  | 446   | 1,217,013  | 490   | 1,306,365  | 525   | 1,397,390  | 549   | 1,533,965  | 603   | 1,591,990  | 627   | 1,681,310  | 652   | 1,715,365  | 696   | 1,856,910  | 730   | 1,952,410  | 767   |         |  |
| Infrastructure                 | 402,810   |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810    |       | 402,810 |  |
| Drilling equipment             | 50,000    | 2     | 50,000     | 2     | 50,000     | 2     | 50,000     | 2     | 50,000     | 2     | 50,000     | 2     | 75,000     | 3     | 75,000     | 3     | 75,000     | 3     | 75,000     | 3     | 75,000     | 3     | 100,000    | 4     |         |  |
| Working equipment              | 101,100   | 2     | 101,100    | 2     | 101,100    | 2     | 151,650    | 3     | 151,650    | 3     | 151,650    | 3     | 202,200    | 4     | 202,200    | 4     | 202,200    | 4     | 202,200    | 4     | 252,750    | 5     | 252,750    | 5     |         |  |
| Truck                          | 163,500   | 5     | 196,200    | 6     | 228,900    | 7     | 261,600    | 8     | 294,300    | 9     | 327,000    | 10    | 359,700    | 11    | 392,400    | 12    | 425,100    | 13    | 457,800    | 14    | 490,500    | 15    | 523,200    | 16    |         |  |
| Others (mining)                | 69,350    |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       | 69,350     |       |         |  |
| Dressing                       | 226,600   |       | 234,925    |       | 283,250    |       | 311,575    |       | 368,225    |       | 396,550    |       | 424,875    |       | 453,200    |       | 509,850    |       | 538,175    |       | 566,500    |       | 604,270    |       |         |  |
| Mining cost                    | 116,912   | 909   | 132,719    | 851   | 148,571    | 816   | 167,680    | 806   | 183,487    | 781   | 199,751    | 768   | 223,706    | 782   | 239,651    | 768   | 255,461    | 756   | 271,267    | 745   | 290,427    | 715   | 311,345    | 748   |         |  |
| Personnel (staff)              | 9         |       | 9          |       | 9          |       | 9          |       | 9          |       | 10         |       | 10         |       | 10         |       | 10         |       | 10         |       | 11         |       | 11         |       |         |  |
| (worker)                       | 71        |       | 75         |       | 79         |       | 87         |       | 91         |       | 97         |       | 108        |       | 113        |       | 117        |       | 121        |       | 128        |       | 137        |       |         |  |
| Wages                          | 11,688    |       | 12,251     |       | 12,822     |       | 13,959     |       | 14,528     |       | 15,538     |       | 17,121     |       | 17,831     |       | 18,299     |       | 18,968     |       | 20,110     |       | 21,419     |       |         |  |
| Explosives                     | 12,925    |       | 15,310     |       | 18,093     |       | 20,680     |       | 23,265     |       | 25,850     |       | 28,435     |       | 31,020     |       | 33,605     |       | 36,190     |       | 38,775     |       | 41,360     |       |         |  |
| Rock tool                      | 6,042     |       | 7,251      |       | 8,459      |       | 9,667      |       | 10,876     |       | 12,084     |       | 13,293     |       | 14,501     |       | 15,710     |       | 16,918     |       | 18,126     |       | 19,333     |       |         |  |
| Fuel, lubricant                | 17,171    |       | 55,416     |       | 63,738     |       | 71,997     |       | 80,272     |       | 88,547     |       | 96,822     |       | 105,098    |       | 113,373    |       | 121,648    |       | 129,923    |       | 138,199    |       |         |  |
| Tire                           | 7,597     |       | 9,117      |       | 10,636     |       | 12,156     |       | 13,675     |       | 15,194     |       | 16,713     |       | 18,233     |       | 19,752     |       | 21,272     |       | 22,792     |       | 24,311     |       |         |  |
| Electricity                    | 1,821     |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       | 1,821      |       |         |  |
| Maintenance                    | 29,709    |       | 31,350     |       | 33,000     |       | 37,400     |       | 39,050     |       | 40,700     |       | 49,500     |       | 51,150     |       | 52,800     |       | 54,450     |       | 58,850     |       | 64,900     |       |         |  |
| Dressing cost                  | 45,116    | 317   | 33,834     | 315   | 62,553     | 311   | 71,119     | 312   | 80,677     | 312   | 88,746     | 311   | 97,865     | 311   | 106,183    | 310   | 115,092    | 311   | 123,810    | 310   | 132,377    | 339   | 141,095    | 339   |         |  |
| Personnel (staff)              | 8         |       | 8          |       | 8          |       | 8          |       | 9          |       | 9          |       | 9          |       | 9          |       | 10         |       | 10         |       | 10         |       | 10         |       |         |  |
| (worker)                       | 55        |       | 66         |       | 77         |       | 87         |       | 98         |       | 109        |       | 120        |       | 131        |       | 142        |       | 153        |       | 163        |       | 174        |       |         |  |
| Wages                          | 8,611     |       | 10,668     |       | 11,526     |       | 12,851     |       | 14,173     |       | 15,391     |       | 17,388     |       | 18,815     |       | 20,168     |       | 21,923     |       | 23,250     |       | 24,708     |       |         |  |
| Materials                      | 17,631    |       | 21,157     |       | 24,683     |       | 28,209     |       | 31,735     |       | 35,261     |       | 38,788     |       | 42,311     |       | 45,840     |       | 49,366     |       | 52,892     |       | 56,418     |       |         |  |
| Electricity, water             | 12,289    |       | 15,287     |       | 18,183     |       | 20,783     |       | 23,381     |       | 25,978     |       | 28,576     |       | 31,171     |       | 33,772     |       | 36,370     |       | 38,968     |       | 41,565     |       |         |  |
| Maintenance                    | 5,885     |       | 7,022      |       | 8,159      |       | 9,296      |       | 10,438     |       | 11,576     |       | 12,713     |       | 13,850     |       | 15,012     |       | 16,149     |       | 17,267     |       | 18,404     |       |         |  |
| General management             | 16,206    | 125   | 18,658     | 120   | 21,112     | 116   | 23,880     | 115   | 26,351     | 113   | 28,850     | 111   | 32,117     | 112   | 34,581     | 111   | 37,055     | 110   | 39,508     | 109   | 42,280     | 108   | 45,211     | 107   |         |  |
| Freight rates                  | 6,988     | 51    | 8,362      | 51    | 9,755      | 51    | 11,149     | 51    | 12,543     | 51    | 13,936     | 51    | 15,330     | 51    | 16,723     | 51    | 18,117     | 51    | 19,511     | 51    | 20,901     | 51    | 22,298     | 51    |         |  |
| One freight                    | 6,630     |       | 7,956      |       | 9,282      |       | 10,608     |       | 11,931     |       | 13,260     |       | 14,586     |       | 15,912     |       | 17,238     |       | 18,561     |       | 19,890     |       | 21,216     |       |         |  |
| Concentrate freight            | 338       |       | 406        |       | 473        |       | 541        |       | 609        |       | 676        |       | 741        |       | 811        |       | 879        |       | 947        |       | 1,011      |       | 1,082      |       |         |  |
| Usual operating cost           | 183,232   | 1,125 | 213,603    | 1,369 | 241,991    | 1,330 | 273,828    | 1,316 | 302,408    | 1,292 | 331,286    | 1,271 | 368,618    | 1,289 | 397,111    | 1,273 | 425,725    | 1,260 | 454,096    | 1,248 | 485,988    | 1,246 | 519,982    | 1,250 |         |  |
| Total cost (initial invest.)   | 1,823     |       | 1,791      |       | 1,726      |       | 1,806      |       | 1,817      |       | 1,823      |       | 1,892      |       | 1,900      |       | 1,922      |       | 1,931      |       | 1,916      |       | 2,017      |       |         |  |
| Net operating cost             |           |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |            |       |         |  |
| Total income                   | 2,003,370 | 786   | -1,918,930 | -751  | -1,880,755 | -739  | -1,957,105 | -769  | -1,985,100 | -780  | -2,000,370 | -786  | -2,175,975 | -835  | -2,196,335 | -863  | -2,232,325 | -885  | -2,282,865 | -897  | -2,389,755 | -939  | -2,491,100 | -980  |         |  |



Table 3-5-3 Comparison of Production Cost(Mining Plan ① in Case of Truck transportation)

|                                |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
|--------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| Production (1 day)             | 500       | 600   | 700       | 800   | 900       | 1,000 | 1,100     | 1,200 | 1,300     | 1,400 | 1,500     | 1,600 |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
| Production (thou.t/year)       | 130       | 156   | 182       | 208   | 234       | 260   | 285       | 312   | 338       | 364   | 390       | 416   |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
| Vine life (years)              | 19.6      | 16.3  | 11.0      | 12.2  | 10.9      | 9.8   | 8.9       | 8.2   | 7.5       | 7.0   | 6.5       | 6.1   |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
| Concentrate (t/year)           | 799       | 959   | 1,119     | 1,279 | 1,439     | 1,599 | 1,758     | 1,918 | 2,078     | 2,238 | 2,398     | 2,558 |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
| Conc. Income (thou. sum)       | 131,763   | 1,037 | 161,750   | 1,037 | 189,736   | 1,037 | 215,723   | 1,037 | 242,709   | 1,037 | 269,695   | 1,037 | 295,513   | 1,037 | 323,499   | 1,037 | 350,486   | 1,037 | 377,472   | 1,037 | 404,459   | 1,037 | 431,445   | 1,037 |           |       |
| Initial investment (thou. sum) | 1,152,170 | 453   | 1,213,195 | 177   | 1,274,220 | 501   | 1,385,295 | 545   | 1,475,115 | 589   | 1,536,170 | 604   | 1,612,745 | 657   | 1,705,170 | 691   | 1,855,820 | 729   | 1,916,815 | 753   | 2,028,120 | 797   | 2,123,890 | 835   |           |       |
| Infrastructure                 | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       | 508,920   |       |
| Drilling equipment             | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 3     | 75,000    | 3     | 75,000    | 3     | 75,000    | 3     | 75,000    | 3     | 100,000   | 3     | 100,000   | 1     |
| Making equipment               | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 151,650   | 3     | 151,650   | 3     | 151,650   | 3     | 202,200   | 4     | 202,200   | 4     | 202,200   | 4     | 202,200   | 4     | 252,750   | 5     | 252,750   | 5     | 252,750   | 5     |
| Truck                          | 196,200   | 6     | 228,900   | 7     | 261,600   | 8     | 294,300   | 9     | 327,000   | 10    | 359,700   | 11    | 392,400   | 12    | 457,800   | 11    | 490,500   | 15    | 523,200   | 16    | 535,500   | 17    | 588,600   | 18    | 588,600   | 18    |
| Others (mining)                | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       |
| Dressing                       | 226,600   |       | 251,925   |       | 283,250   |       | 311,575   |       | 368,225   |       | 395,350   |       | 424,875   |       | 453,200   |       | 509,850   |       | 538,175   |       | 566,500   |       | 601,270   |       | 601,270   |       |
| Mining cost                    | 123,559   | 950   | 140,245   | 899   | 156,789   | 861   | 176,935   | 851   | 193,621   | 827   | 210,768   | 811   | 235,743   | 824   | 251,647   | 816   | 271,191   | 802   | 287,876   | 791   | 308,200   | 790   | 329,212   | 793   | 329,212   | 793   |
| Personnel (staff)              | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       | 11        |       | 11        |       | 11        |       |
| (worker)                       | 75        |       | 79        |       | 82        |       | 91        |       | 95        |       | 101       |       | 113       |       | 121       |       | 124       |       | 128       |       | 137       |       | 144       |       | 144       |       |
| Wages                          | 12,251    |       | 12,822    |       | 13,249    |       | 14,528    |       | 15,095    |       | 16,126    |       | 17,831    |       | 18,958    |       | 19,391    |       | 19,982    |       | 21,419    |       | 22,413    |       | 22,413    |       |
| Explosives                     | 12,925    |       | 15,510    |       | 18,095    |       | 20,680    |       | 23,265    |       | 25,850    |       | 28,435    |       | 31,020    |       | 33,605    |       | 36,190    |       | 38,775    |       | 41,360    |       | 41,360    |       |
| Rock tool                      | 6,012     |       | 7,251     |       | 8,459     |       | 9,667     |       | 10,876    |       | 12,084    |       | 13,293    |       | 14,501    |       | 15,710    |       | 16,918    |       | 18,126    |       | 19,335    |       | 19,335    |       |
| Fuel, lubricant                | 50,761    |       | 59,751    |       | 68,747    |       | 77,740    |       | 86,733    |       | 95,726    |       | 104,720   |       | 113,713   |       | 122,706   |       | 131,699   |       | 140,692   |       | 149,685   |       | 149,685   |       |
| Tire                           | 8,406     |       | 10,087    |       | 11,768    |       | 13,449    |       | 15,130    |       | 16,811    |       | 18,493    |       | 20,174    |       | 21,855    |       | 23,535    |       | 25,217    |       | 26,898    |       | 26,898    |       |
| Electricity                    | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       |
| Maintenance                    | 31,350    |       | 33,000    |       | 34,650    |       | 39,050    |       | 40,700    |       | 42,350    |       | 51,150    |       | 51,450    |       | 56,100    |       | 57,750    |       | 62,400    |       | 68,200    |       | 68,200    |       |
| Dressing cost                  | 45,116    | 347   | 53,831    | 345   | 62,553    | 311   | 71,119    | 342   | 80,027    | 312   | 88,746    | 311   | 97,465    | 311   | 106,183   | 310   | 115,692   | 311   | 123,810   | 310   | 132,317   | 339   | 141,095   | 339   | 141,095   | 339   |
| Personnel (staff)              | 8         |       | 8         |       | 8         |       | 8         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       |
| (worker)                       | 55        |       | 66        |       | 77        |       | 87        |       | 98        |       | 109       |       | 120       |       | 131       |       | 142       |       | 153       |       | 163       |       | 174       |       | 174       |       |
| Wages                          | 8,611     |       | 10,068    |       | 11,526    |       | 12,851    |       | 14,473    |       | 15,931    |       | 17,388    |       | 18,845    |       | 20,468    |       | 21,925    |       | 23,250    |       | 24,708    |       | 24,708    |       |
| Materials                      | 17,631    |       | 21,157    |       | 24,683    |       | 28,209    |       | 31,735    |       | 35,261    |       | 38,788    |       | 42,314    |       | 45,840    |       | 49,366    |       | 52,892    |       | 56,418    |       | 56,418    |       |
| Electricity, water             | 12,989    |       | 15,587    |       | 18,185    |       | 20,783    |       | 23,381    |       | 25,978    |       | 28,576    |       | 31,174    |       | 33,772    |       | 36,370    |       | 38,968    |       | 41,565    |       | 41,565    |       |
| Maintenance                    | 5,885     |       | 7,022     |       | 8,159     |       | 9,296     |       | 10,433    |       | 11,570    |       | 12,707    |       | 13,844    |       | 15,021    |       | 16,198    |       | 17,375    |       | 18,552    |       | 18,552    |       |
| General management             | 16,868    | 130   | 19,408    | 121   | 21,934    | 121   | 24,805    | 119   | 27,365    | 117   | 29,951    | 115   | 33,321    | 117   | 36,683    | 116   | 38,628    | 114   | 41,169    | 113   | 44,058    | 113   | 47,091    | 113   | 47,091    | 113   |
| Freight rates                  | 338       | 3     | 406       | 3     | 473       | 3     | 541       | 3     | 609       | 3     | 676       | 3     | 744       | 3     | 811       | 3     | 879       | 3     | 947       | 3     | 1,014     | 3     | 1,082     | 3     | 1,082     | 3     |
| One freight                    |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
| Concentrate freight            | 338       |       | 406       |       | 473       |       | 541       |       | 609       |       | 676       |       | 744       |       | 811       |       | 879       |       | 947       |       | 1,014     |       | 1,082     |       | 1,082     |       |
| Annual operating cost          | 185,881   | 1,130 | 213,893   | 1,371 | 241,719   | 1,328 | 273,100   | 1,311 | 301,622   | 1,289 | 330,111   | 1,270 | 367,213   | 1,281 | 397,724   | 1,275 | 425,790   | 1,280 | 453,802   | 1,217 | 485,619   | 1,245 | 518,910   | 1,248 | 518,910   | 1,248 |
| Total cost (Initial Invest-    | 1,883     |       | 1,818     |       | 1,879     |       | 1,839     |       | 1,869     |       | 1,871     |       | 1,911     |       | 1,969     |       | 1,989     |       | 2,000     |       | 2,032     |       | 2,083     |       | 2,083     |       |
| ment operating cost)           |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
| Total income                   | 2,153,070 | 816   | 2,063,935 | 811   | 2,015,840 | 797   | 2,091,990 | 822   | 2,117,110 | 832   | 2,130,185 | 837   | 2,300,680 | 901   | 2,371,910 | 932   | 2,422,840 | 952   | 2,450,835 | 963   | 2,537,725 | 1,005 | 2,669,020 | 1,046 | 2,669,020 | 1,046 |

Table 3-5-6 Comparison of Production Cost(Mining Plan ②)

| Production (t/day)                                  | 100     | 500   | 600     | 700   | 800       | 900   | 1,000     | 1,100 | 1,200     | 1,300 | 1,400     | 1,500 |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |         |   |         |   |
|---|---------|-------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|---------|---|---------|---|
| Production(1000 t/year)                             | 104     | 130   | 156     | 182   | 208       | 231   | 260       | 286   | 312       | 338   | 361       | 390   |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |         |   |         |   |
| Mine life(years)                                    | 11.5    | 9.2   | 7.7     | 6.6   | 5.7       | 5.1   | 4.6       | 4.2   | 3.8       | 3.5   | 3.3       | 3.1   |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |         |   |         |   |
| Concentrate(t/year)                                 | 752     | 910   | 1,128   | 1,316 | 1,505     | 1,693 | 1,881     | 2,069 | 2,257     | 2,445 | 2,633     | 2,821 |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |         |   |         |   |
| Conc. income(1000000)                               | 126,836 | 1,220 | 158,315 | 1,220 | 190,251   | 1,220 | 221,963   | 1,220 | 253,811   | 1,220 | 285,550   | 1,220 | 317,259   | 1,220 | 349,968   | 1,220 | 380,677   | 1,220 | 412,386   | 1,220 | 443,095   | 1,220 | 473,804   | 1,220 | 504,513 |   |         |   |
| Initial investment(1000000)                         | 815,290 | 683   | 872,410 | 731   | 933,475   | 782   | 961,290   | 805   | 1,023,365 | 899   | 1,130,015 | 946   | 1,216,940 | 1,018 | 1,277,065 | 1,070 | 1,305,390 | 1,093 | 1,391,710 | 1,168 | 1,423,065 | 1,192 | 1,531,640 | 1,285 |         |   |         |   |
| Infrastructure                                      | 402,840 |       | 402,840 |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840 |   | 402,840 |   |
| Drilling equipment                                  | 25,000  | 1     | 25,000  | 1     | 25,000    | 1     | 25,000    | 1     | 25,000    | 1     | 25,000    | 1     | 25,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000  | 2 | 50,000  | 2 |
| Working equipment                                   | 50,550  | 1     | 50,550  | 1     | 50,550    | 1     | 50,550    | 1     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100 | 2 | 151,650 | 3 |
| Truck   | 98,100  | 3     | 98,100  | 3     | 130,800   | 1     | 130,800   | 1     | 163,500   | 5     | 163,500   | 5     | 196,200   | 6     | 228,900   | 7     | 228,900   | 7     | 261,600   | 8     | 261,600   | 8     | 294,300   | 9     |         |   |         |   |
| Others(mining)                                      | 69,350  |       | 69,350  |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350  |   | 69,350  |   |
| Dressing  | 169,930 |       | 226,600 |       | 251,935   |       | 283,290   |       | 311,375   |       | 368,225   |       | 396,550   |       | 424,875   |       | 453,200   |       | 509,830   |       | 538,175   |       | 566,500   |       |         |   |         |   |
| Mining cost   | 65,261  | 628   | 72,381  | 558   | 81,925    | 525   | 89,291    | 491   | 102,289   | 492   | 109,606   | 468   | 124,391   | 478   | 133,923   | 468   | 141,247   | 453   | 150,611   | 446   | 157,958   | 431   | 170,951   | 438   |         |   |         |   |
| Personnel(staff)                                    | 9       |       | 9       |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       |         |   |         |   |
| (worker)  | 53      |       | 53      |       | 56        |       | 65        |       | 65        |       | 75        |       | 79        |       | 79        |       | 79        |       | 82        |       | 82        |       | 91        |       |         |   |         |   |
| Wages   | 9,129   |       | 9,129   |       | 9,555     |       | 10,831    |       | 10,831    |       | 12,251    |       | 12,822    |       | 12,822    |       | 13,249    |       | 13,249    |       | 13,249    |       | 14,528    |       |         |   |         |   |
| Explosives  | 5,202   |       | 6,502   |       | 7,803     |       | 9,103     |       | 10,404    |       | 11,704    |       | 13,005    |       | 14,305    |       | 15,606    |       | 16,906    |       | 18,207    |       | 19,507    |       |         |   |         |   |
| Rock tool   | 2,432   |       | 3,040   |       | 3,648     |       | 4,256     |       | 4,865     |       | 5,473     |       | 6,081     |       | 6,689     |       | 7,297     |       | 7,905     |       | 8,513     |       | 9,121     |       |         |   |         |   |
| Fuel,lubricant                                      | 24,012  |       | 28,573  |       | 33,129    |       | 37,689    |       | 42,240    |       | 46,796    |       | 51,351    |       | 55,907    |       | 60,463    |       | 65,019    |       | 69,574    |       | 74,130    |       |         |   |         |   |
| Tire  | 3,413   |       | 4,266   |       | 5,119     |       | 5,970     |       | 6,825     |       | 7,678     |       | 8,532     |       | 9,385     |       | 10,238    |       | 11,091    |       | 11,944    |       | 12,797    |       |         |   |         |   |
| Electricity   | 1,821   |       | 1,821   |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       |         |   |         |   |
| Maintenance   | 19,250  |       | 19,250  |       | 20,900    |       | 20,900    |       | 25,300    |       | 25,300    |       | 31,350    |       | 33,000    |       | 33,000    |       | 33,650    |       | 34,650    |       | 39,050    |       |         |   |         |   |
| Dressing cost                                       | 36,207  | 318   | 45,116  | 317   | 53,831    | 345   | 62,553    | 344   | 71,119    | 342   | 80,227    | 342   | 88,746    | 341   | 97,465    | 341   | 106,183   | 340   | 115,092   | 341   | 123,810   | 340   | 132,327   | 339   |         |   |         |   |
| Personnel(staff)                                    | 7       |       | 8       |       | 8         |       | 8         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 10        |       | 10        |       | 10        |       |         |   |         |   |
| (worker)  | 44      |       | 55      |       | 66        |       | 77        |       | 87        |       | 98        |       | 109       |       | 120       |       | 131       |       | 142       |       | 153       |       | 163       |       |         |   |         |   |
| Wages   | 6,988   |       | 8,611   |       | 10,068    |       | 11,526    |       | 12,851    |       | 14,473    |       | 15,931    |       | 17,388    |       | 18,845    |       | 20,468    |       | 21,925    |       | 23,250    |       |         |   |         |   |
| Materials   | 14,105  |       | 17,631  |       | 21,157    |       | 24,683    |       | 28,209    |       | 31,735    |       | 35,261    |       | 38,788    |       | 42,314    |       | 45,840    |       | 49,366    |       | 52,892    |       |         |   |         |   |
| Electricity,water                                   | 10,391  |       | 12,989  |       | 15,587    |       | 18,185    |       | 20,783    |       | 23,381    |       | 25,978    |       | 28,576    |       | 31,174    |       | 33,772    |       | 36,370    |       | 38,968    |       |         |   |         |   |
| Maintenance   | 4,224   |       | 5,885   |       | 7,022     |       | 8,159     |       | 9,276     |       | 10,438    |       | 11,576    |       | 12,713    |       | 13,850    |       | 15,012    |       | 16,149    |       | 17,267    |       |         |   |         |   |
| Mineral management                                  | 10,117  | 98    | 11,720  | 91    | 13,581    | 87    | 15,185    | 83    | 17,311    | 83    | 18,963    | 81    | 21,314    | 82    | 23,139    | 81    | 24,743    | 79    | 26,373    | 79    | 28,117    | 77    | 30,333    | 78    |         |   |         |   |
| Freight rates                                       | 5,622   | 51    | 7,028   | 51    | 8,433     | 51    | 9,839     | 51    | 11,245    | 51    | 12,650    | 51    | 14,056    | 51    | 15,461    | 51    | 16,867    | 51    | 18,272    | 51    | 19,678    | 51    | 21,083    | 51    |         |   |         |   |
| Ore freight   | 5,201   |       | 6,630   |       | 7,956     |       | 9,282     |       | 10,608    |       | 11,934    |       | 13,260    |       | 14,586    |       | 15,912    |       | 17,238    |       | 18,564    |       | 19,890    |       |         |   |         |   |
| Concentrate freight                                 | 318     |       | 398     |       | 477       |       | 557       |       | 637       |       | 716       |       | 796       |       | 875       |       | 955       |       | 1,031     |       | 1,111     |       | 1,193     |       |         |   |         |   |
| Annual operating cost                               | 117,240 | 1,127 | 136,495 | 1,050 | 157,823   | 1,012 | 178,871   | 972   | 201,994   | 971   | 221,246   | 945   | 248,510   | 956   | 269,991   | 944   | 289,040   | 926   | 310,578   | 913   | 329,623   | 906   | 351,747   | 910   |         |   |         |   |
| Total cost(Initial invest. + annual operating cost) | 1,810   |       | 1,781   |       | 1,794     |       | 1,778     |       | 1,810     |       | 1,891     |       | 1,971     |       | 2,011     |       | 2,019     |       | 2,087     |       | 2,098     |       | 2,195     |       |         |   |         |   |
| Total income  | 701,460 | 580   | 869,831 | 581   | 1,085,336 | 571   | 1,366,252 | 558   | 1,716,100 | 650   | 2,101,171 | 671   | 2,519,216 | 751   | 2,918,036 | 791   | 3,351,006 | 799   | 3,810,198 | 862   | 4,281,332 | 878   | 4,814,150 | 975   |         |   |         |   |

Table 3-5-7 Comparison of Production Cost(Mining Plan ③ in Case of Cut Off WO, 0.3%)

|  |         |       |         |       |           |       |           |       |           |       |           |       |
|--|---------|-------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| Production (t/day)                                   | 400     | 500   | 600     | 700   | 800       | 900   | 1,000     | 1,100 | 1,200     | 1,300 | 1,400     | 1,500 |
| Production(thou. t/year)                             | 104     | 130   | 158     | 182   | 208       | 234   | 260       | 286   | 312       | 338   | 364       | 390   |
| Mine life(years)                                     | 8.8     | 7.1   | 5.9     | 5.0   | 4.1       | 3.9   | 3.5       | 3.2   | 2.9       | 2.7   | 2.5       | 2.4   |
| Concentrate (t/year)                                 | 903     | 1,128 | 1,351   | 1,580 | 1,805     | 2,031 | 2,257     | 2,482 | 2,708     | 2,931 | 3,159     | 3,385 |
| Conc. income (thou. yen)                             | 152,304 | 1,161 | 150,251 | 1,161 | 228,372   | 1,161 | 266,491   | 1,161 | 304,110   | 1,161 | 342,229   | 1,161 |
| Initial investment (thou. yen)                       | 815,790 | 889   | 905,110 | 986   | 1,016,725 | 1,108 | 1,045,040 | 1,138 | 1,131,065 | 1,232 | 1,220,115 | 1,329 |
| Infrastructure                                       | 402,840 |       | 402,840 |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       | 402,840   |       |
| Drilling equipment                                   | 25,000  | 1     | 25,000  | 1     | 25,000    | 1     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     | 50,000    | 2     |
| Wrecking equipment                                   | 50,550  | 1     | 50,550  | 1     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 101,100   | 2     | 151,650   | 3     |
| Truck  | 98,100  | 3     | 130,800 | 4     | 163,500   | 5     | 163,500   | 5     | 196,200   | 6     | 228,900   | 7     |
| Others (mining)                                      | 69,350  |       | 69,350  |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       | 69,350    |       |
| Dressing   | 169,950 |       | 226,600 |       | 251,935   |       | 283,250   |       | 311,375   |       | 368,225   |       |
| Mining cost  | 71,376  | 687   | 82,123  | 634   | 95,913    | 622   | 105,843   | 582   | 121,757   | 585   | 132,815   | 568   |
| Personnel (staff)                                    | 9       |       | 9       |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       | 9         |       |
| (worker)   | 53      |       | 56      |       | 63        |       | 65        |       | 72        |       | 76        |       |
| Wages  | 9,129   |       | 9,555   |       | 10,834    |       | 10,834    |       | 11,828    |       | 12,396    |       |
| Explosives   | 6,792   |       | 8,490   |       | 10,189    |       | 11,887    |       | 13,585    |       | 15,283    |       |
| Rock tool  | 3,126   |       | 3,970   |       | 4,764     |       | 5,557     |       | 6,351     |       | 7,145     |       |
| Fuel, lubricant                                      | 21,655  |       | 33,121  |       | 28,386    |       | 41,051    |       | 49,516    |       | 51,981    |       |
| Tire   | 3,653   |       | 4,566   |       | 5,480     |       | 6,393     |       | 7,306     |       | 8,219     |       |
| Electricity  | 1,821   |       | 1,821   |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       | 1,821     |       |
| Maintenance  | 19,250  |       | 20,900  |       | 25,300    |       | 25,300    |       | 31,350    |       | 33,000    |       |
| Dressing cost  | 36,207  | 318   | 45,116  | 317   | 53,834    | 345   | 62,553    | 344   | 71,119    | 342   | 80,027    | 342   |
| Personnel (staff)                                    | 7       |       | 8       |       | 8         |       | 8         |       | 9         |       | 9         |       |
| (worker)   | 31      |       | 55      |       | 66        |       | 77        |       | 87        |       | 109       |       |
| Wages  | 6,988   |       | 8,611   |       | 10,068    |       | 11,526    |       | 12,851    |       | 14,313    |       |
| Materials  | 14,105  |       | 17,631  |       | 21,157    |       | 24,683    |       | 28,209    |       | 31,735    |       |
| Electricity, water                                   | 10,391  |       | 12,959  |       | 15,587    |       | 18,185    |       | 20,783    |       | 23,381    |       |
| Maintenance  | 1,723   |       | 5,855   |       | 7,022     |       | 8,159     |       | 9,276     |       | 10,138    |       |
| General management                                   | 10,768  | 104   | 12,751  | 98    | 15,081    | 97    | 16,840    | 93    | 19,288    | 93    | 21,287    | 91    |
| Freight rates  | 5,686   | 51    | 7,107   | 53    | 8,529     | 55    | 9,950     | 55    | 11,372    | 55    | 12,793    | 55    |
| Ore freight  | 5,304   |       | 6,630   |       | 7,956     |       | 9,282     |       | 10,608    |       | 11,934    |       |
| Concentrate freight                                  | 382     |       | 477     |       | 573       |       | 668       |       | 761       |       | 859       |       |
| Annual operating cost                                | 124,137 | 1,191 | 147,400 | 1,131 | 174,117   | 1,118 | 195,186   | 1,072 | 223,558   | 1,075 | 246,952   | 1,055 |
| Total cost (initial invest. + annual operating cost) | 2,083   |       | 2,120   |       | 2,226     |       | 2,210     |       | 2,307     |       | 2,381     |       |
| Total income   | 568,242 | 619   | 602,283 | 656   | 699,316   | 762   | 681,828   | 746   | 773,871   | 813   | 811,580   | 920   |





## Appendix 2. Study of the Mining Development Plan in Bulutkan District

### 4-7 ブルトカン地区の開発計画

#### 4-7-1 開発方針

##### 1) 位置

ブルトカン鉱床はサウトバイ・タングステン鉱床から6km、コクパタス金山から23kmに位置している。本鉱床の西方30kmにはウチクドクNo.3選鉱場がある。また、コクパタス金山とウチクドクNo.3選鉱場間には鉄道が敷設されている(Fig 4-7-1 参照)。

##### 2) 採掘対象鉱量

本年次までの調査活動の結果、ブルトカン地区の金鉱床は走向延長約1,200mにわたって賦存するが点在しており、大規模な鉱体は存在しないことが判明した。本年次に実施した鉱量計算試算では8鉱画で埋蔵鉱量275千t、Au品位13.1g/t、Ag品位6.5g/tを計上した。いずれの鉱画も地表付近にあり、露天採掘は可能であるが大規模採掘はできない。本計画では2つの鉱体を選択して露天採掘することとした。採掘対象は埋蔵鉱量で115千t、Au品位11.1g/tであり、後述するが可採粗鉱量115千t、Au品位10.0g/tである。鉱石品位は比較的高いが鉱量が非常に少ない。

##### 3) 開発方針

可採粗鉱量は僅か115千tであり、独立した鉱山として開発することは難しいと考える。近隣には粗鉱生産量10,000t/日のコクパタス金山が稼働しており、その支山として開発し、鉱石はコクパタス金山の鉱石を処理しているウチクドクNo.3選鉱場で処理することとする。

115千tの鉱石を数年にわたって採掘すると維持管理コストが増加し、採算を悪化させる。短期間で採掘を終了させることが望ましい。よって年間操業日数260日(コクパタス金山と同じ)、生産量450t/日として1年で採掘を終了させる。鉱石は45tダンプトラックでコクパタスまで運搬する。コクパタスからは既設の鉄道でNo.3選鉱場までコクパタス金山の鉱石と同様のルートで運搬する。

##### 4) 開発投資

###### (1)インフラストラクチャー

コクパタス金山をベースとして操業し、投資は極力、抑制する。鉱石運搬道路はコクパタス金山までの23kmを建設する。送電線(10,000V 600kW)は照明と事務所用の仮設としサウトバイから延長する。飲料水はタンクで運ぶ。

|                   |  |
|-------------------|--|
| ①道路(通常の70%の単価)    | $12,600 \text{千ソム/km} \times 0.7 \times 23 \text{km} = 202,860 \text{千ソム}$ |
| ②仮設送電線(通常の70%の単価) | $1,500 \text{千ソム/km} \times 0.7 \times 6 \text{km} = 6,300$                |
| ③簡易事務所            | 4,840  |
| ④環境保全費            | $(①+②+③) \times 0.15 = 32,100$   |
| インフラストラクチャー計      | 246,100千ソム   |

## (2) 採鉱機械

実際に開発するとすれば、コクパタス金山の余剰機械を転用もしくは新たに購入して採掘終了後はコクパタス金山で使用することとなろう。試算上、採鉱機械は3年償却と考えて購入価格の40%をリース代見合いとして計上する。

|  |   |                |
|--|---|----------------|
| ①穿孔機械(DHA 1000S, 穿孔径89~152mm)            | $500 \text{千\$} \times 1 \text{台} = 500 \text{千\$}$ | (Tamrock製)     |
| ②積込機械(CAT 990, バケット容量8.6m <sup>3</sup> ) | $1,011 \times 1 = 1,011$                            | (Caterpillar製) |
| ③運搬機械(CAT 773B, 積載量45t)                  | $654 \times 3 = 1,962$                              | ( " )          |
| ④ブルドーザー(CAT D7H, 230hp)                  | $372 \times 1 = 372$                                | ( " )          |
| ⑤グレーダー (CAT G14H, 200hp)                 | $356 \times 1 = 356$                                | ( " )          |
| ⑥燃料,散水車                                  | $120 \times 2 = 240$                                |                |
| ⑦ピックアップ                                  | $30 \times 6 = 180$                                 |                |
| 採鉱機械計                                    | 4,621千\$  |                |

$4,621 \text{千\$} \times 0.4 \times 50 \text{ソム/\$} = 92,420 \text{千ソム}$  (為替レートは1\$=50ソムとする)

## (3) 選鉱設備

ウチクドクにあるNo.3選鉱場に選鉱を委託する。新たな投資は行なわない。

## (4) 開発投資まとめ

|              |            |             |
|--------------|------------|-------------|
| ①インフラストラクチャー | 246,100千ソム | (2,140ソム/t) |
| ②採鉱機械        | 92,420     | (804)       |
| 開発投資計        | 338,520千ソム | (2,944ソム/t) |

## 4-7-2 可採相鉱量と剥土量

### 1) 可採相鉱量

採掘対象鉱画はカットオフ品位5g/t, 脈幅4m以上として鉱量計算の1(1)と1(2), 6の一部とした(Fig.4-7-2 参照)。可採率90%, ズリ混入率10%とする。鉱画1(1)は全て, 1(2)は上から22mまでを対象とする。計算上, 埋蔵鉱量94千t, Au品位7.1g/tであるから

$$\text{可採粗鉱量は } 94\text{千t} \times 0.9 \div (1 - 0.1) = 94\text{千t}$$

$$\text{可採品位は } 94\text{千t} \times 7.1\text{g/t} \times 0.9 \div 94\text{千t} = 6.4\text{g/t}$$

鉱画6は地表から30m下までを採掘対象とする。埋蔵鉱量21千t, Au品位29.0g/tである。

$$\text{可採粗鉱量は } 21\text{千t} \times 0.9 \div (1 - 0.1) = 21\text{千t}$$

$$\text{可採品位は } 21\text{千t} \times 29.0\text{g/t} \times 0.9 \div 21\text{千t} = 26.1\text{g/t}$$

合計すると可採粗鉱量115千t, 可採品位10.0g/tである。

鉱画1(2)と6は試錐による鉱脈捕捉位置と剥土量とを検討した結果, 部分的に採掘することとした。

## 2) 剥土量

45tダンプトラック(機幅5.08m)が走行することを前提としベンチ幅7.5m, ベンチ高10m, 法面角度70° とするとピットスロープは42° となる。鉱画1(2)の底面の鉱床面積は192m<sup>2</sup>, 採掘高さ50mで地表の採掘面積は12,600m<sup>2</sup>, 鉱画6のそれは246m<sup>2</sup>と30m, 8,186m<sup>2</sup>である(Fig 4-7-2 参照)。スロープ内の容積は

$$\text{鉱画1(1),(2)は } \{192 + 12,600 + (192 \times 12,600)^{1/2}\} \div 3 \times 50 = 239,123\text{m}^3$$

$$\text{鉱画6は } \{246 + 8,186 + (246 \times 8,186)^{1/2}\} \div 3 \times 30 = 98,511\text{m}^3$$

合計容積は338千m<sup>3</sup>だが, 鉱石部分が115千t ÷ 2.9t/m<sup>3</sup> = 40千m<sup>3</sup>であるから

$$\text{剥土量は } 338 - 40 = 298\text{千m}^3 \text{となる。}$$

$$\text{剥土比は鉱画1(1),(2)が } (239,123\text{m}^3 - 94\text{千t} \div 2.9\text{t/m}^3) \div (94\text{千t} \div 2.9\text{t/m}^3) = 6.4$$

$$\text{鉱画6が } (98,511\text{m}^3 - 21\text{千t} \div 2.9\text{t/m}^3) \div (21\text{千t} \div 2.9\text{t/m}^3) = 12.6$$

$$\text{合計では } 298\text{千m}^3 \div 40\text{千m}^3 = 7.5$$

## 4-7-3 コスト計算

### 1) 採掘費

#### (I) 労務費

操業態様は年間操業日数260日, 1日3方(1方8時間うち休息1時間)とし, 115千tの鉱石を1年で採掘する。生産量は450t/日とする。人員配置を Table 4-7-1 に示す。

$$\cdot \text{技師 } 9\text{人} \times 10,000\text{ソム/人} \cdot \text{月} \times 12\text{月} = 1,080\text{千ソム} \cdots a$$

$$\cdot \text{作業者 } 51\text{人} \times 8,000\text{ソム/人} \cdot \text{月} \times 12\text{月} = 4,896 \cdots b$$

$$\cdot \text{加算, 積立 } (a+b) \times 0.38 = 2,271$$

$$\cdot \text{労働保護 } (a+b) \times 0.1 = 598$$

$$\text{労務費計 } 8,845\text{千ソム (77ソム/t)}$$

$$\text{労務費 } 77\text{ソム/t}$$



|                  |        |
|------------------|--------|
| (2) 爆薬費          | 50     |
| (3) ロックツール費      | 23     |
| (4) 燃料, 潤滑油費     | 244    |
| (5) タイヤ費         | 36     |
| (6) 電力費          | 1      |
| (7) 修繕費          | 172    |
| (8) 鉱石運搬費        | 51     |
| (9) 一般管理費 上記の10% | 65     |
| 採掘費計             | 719ソムル |

Table 4-7-1 Personnel Requirement

|             | 1st shift | 2nd shift | 3rd shift | Total  | Adjusted number           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------|---------------------------|
| Manager     | 1         |           |           | 1      |                           |
| Mining eng. | 1         |           |           | 1      |                           |
| Geologist   | 1         |           |           | 1      |                           |
| Mechanic    | 1         |           |           | 1      |                           |
| Foreman     | 1         | 1         | 1         | 3      |                           |
| Staff       | 5         | 1         | 1         | 7(9)   | $7 \times 1.24^* = 8.7$   |
| Driller     | 1         | 1         | 1         | 3      |                           |
| Blaster     | 2         |           |           | 2      |                           |
| Mucker      | 1         | 1         | 1         | 3      |                           |
| Trucker     | 3         | 3         | 3         | 9      |                           |
| Bulldozer   | 1         | 1         | 1         | 3      |                           |
| Grader      | 1         | 1         | 1         | 3      |                           |
| Repair man  | 2         | 2         | 2         | 6      |                           |
| Driver      | 2         | 2         | 2         | 6      | Fuel 1, Water 1           |
| Guard       | 1         | 1         | 1         | 3      |                           |
| Clerk       | 3         |           |           | 3      | Nurse 1                   |
| Worker      | 17        | 12        | 12        | 41(51) | $41 \times 1.24^* = 50.9$ |
| Total       | 22        | 13        | 13        | 48(60) |                           |

\*1.24, Coefficient: Days operated 260, Vacation 50, Actual working days 210  
 $260 \div 210 = 1.24$

|           |           |
|-----------|-----------|
| 2) 委託選鉱費  |           |
| (1) 労務費   | 50ソム/t    |
| (2) 物品費   | 435       |
| (3) 電力費   | 90        |
| (4) 修繕費   | 190       |
| (5) 一般管理費 | 上記の10% 77 |
| 委託選鉱費計    | 842ソム/t   |

#### 4-7-4 まとめ及び考察

##### 1) 収入

- (1) 算出条件：可採Au品位は10.0g/t，金連値360\$/TOZ，選鉱総合採取率80%\*

副産物としてのAgからの収入は見込まない。

\*No.3選鉱場の選鉱工程，採取率は不明であるが浮遊選鉱法で処理すると考え

る。一般に 浮選採取率95%×精鉱青化製錬採取率85%=81%

とされている。電解採取率を99%とすると

総合採取率は  $81\% \times 99\% = 80\%$  となる。

##### (2) トン当たり収入

$$10.0\text{g/t} \times 0.8 \times 360\$/\text{TOZ} \div 31.1\text{g}/\text{TOZ} \times 50\text{ソム}/\$ = 4,630\text{ソム/t}$$

##### 2) 支出

- (1) 算出条件：開発投資額を可採粗鉱量で割りトン当たり開発費とし減価償却費は計上しない。開発・操業に係わる借入金の金利は0%とする。

閉山積立金は無視する。

##### (2) トン当たり支出

|             |           |
|-------------|-----------|
| ・開発費(インフラ)  | 2,140ソム/t |
| (採鉱機械)      | 804       |
| ・採掘費        | 719       |
| ・委託選鉱費      | 842       |
| トータル(当たり支出) | 4,505ソム/t |

### 3) 収支

粗鉱トン当たりの収入が4,630ソム、支出が4,505ソムであるから、

利益は  $4,630 - 4,505 = 125$ ソム/t

採掘対象鉱量115千tを採掘した場合の利益は

$125$ ソム/t  $\times$  115千t = 14,375千ソム となる。

### 4) 開発の可能性

ブルトカン地区全体では埋蔵鉱量275千t、Au品位13.1g/tである。大規模な開発はできないが地表に近い脈幅の広い鉱体(鉱画1(1)と1(2)、6の一部)を選択して可採粗鉱量115千t、可採Au品位10.0g/tの鉱石を採掘すれば、概算では粗鉱トン当たり125ソム、全体では約15,000千ソムの利益が得られる。点在する鉱床について部分的な開発は可能と考える。

しかし、採掘期間1年の鉱山を新たに組織することは資金・機械調達、雇用等の面から考えると現実的ではない。もし、開発するならばコクパクス金山が管理し運営する支山とすべきであろう。

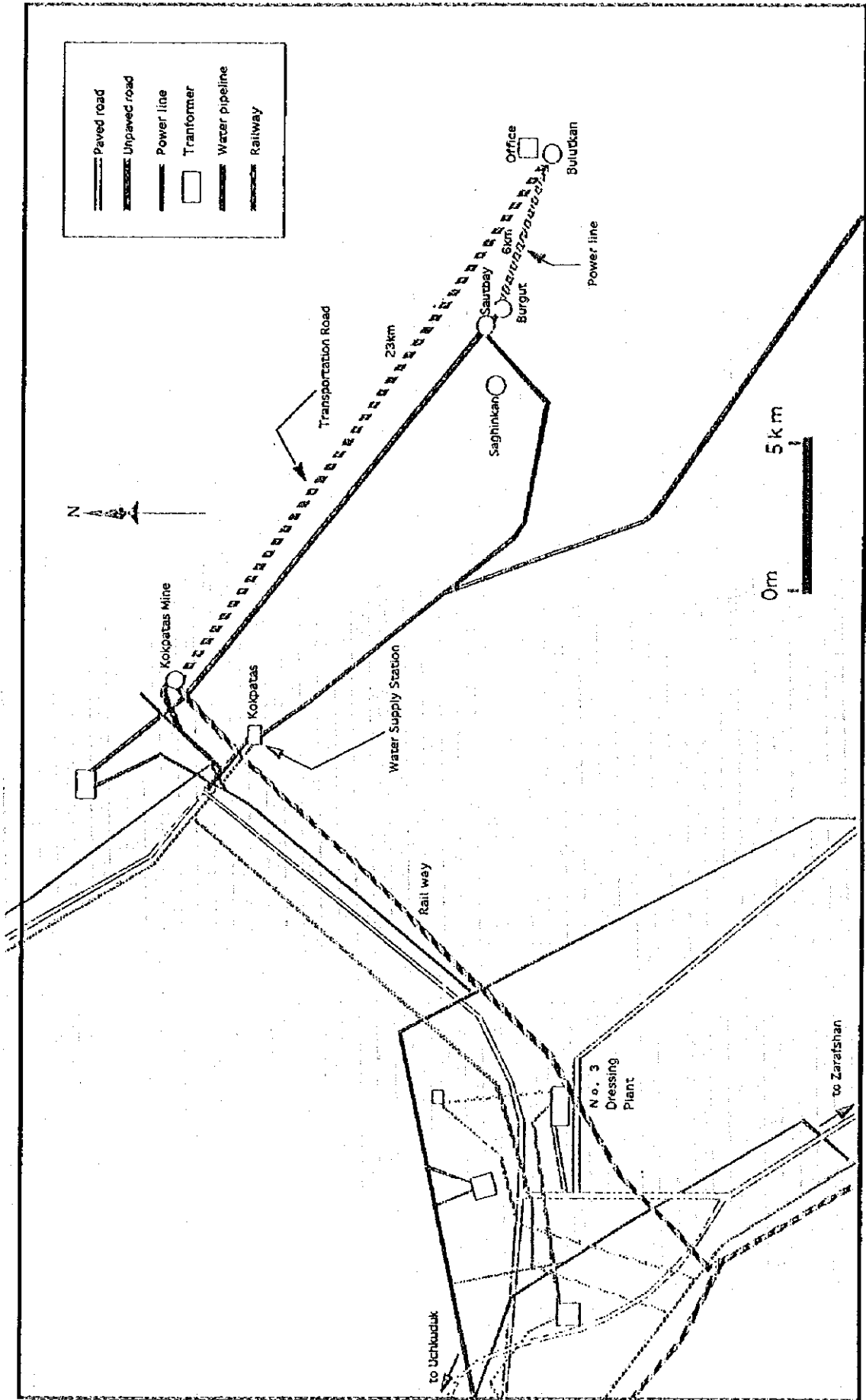
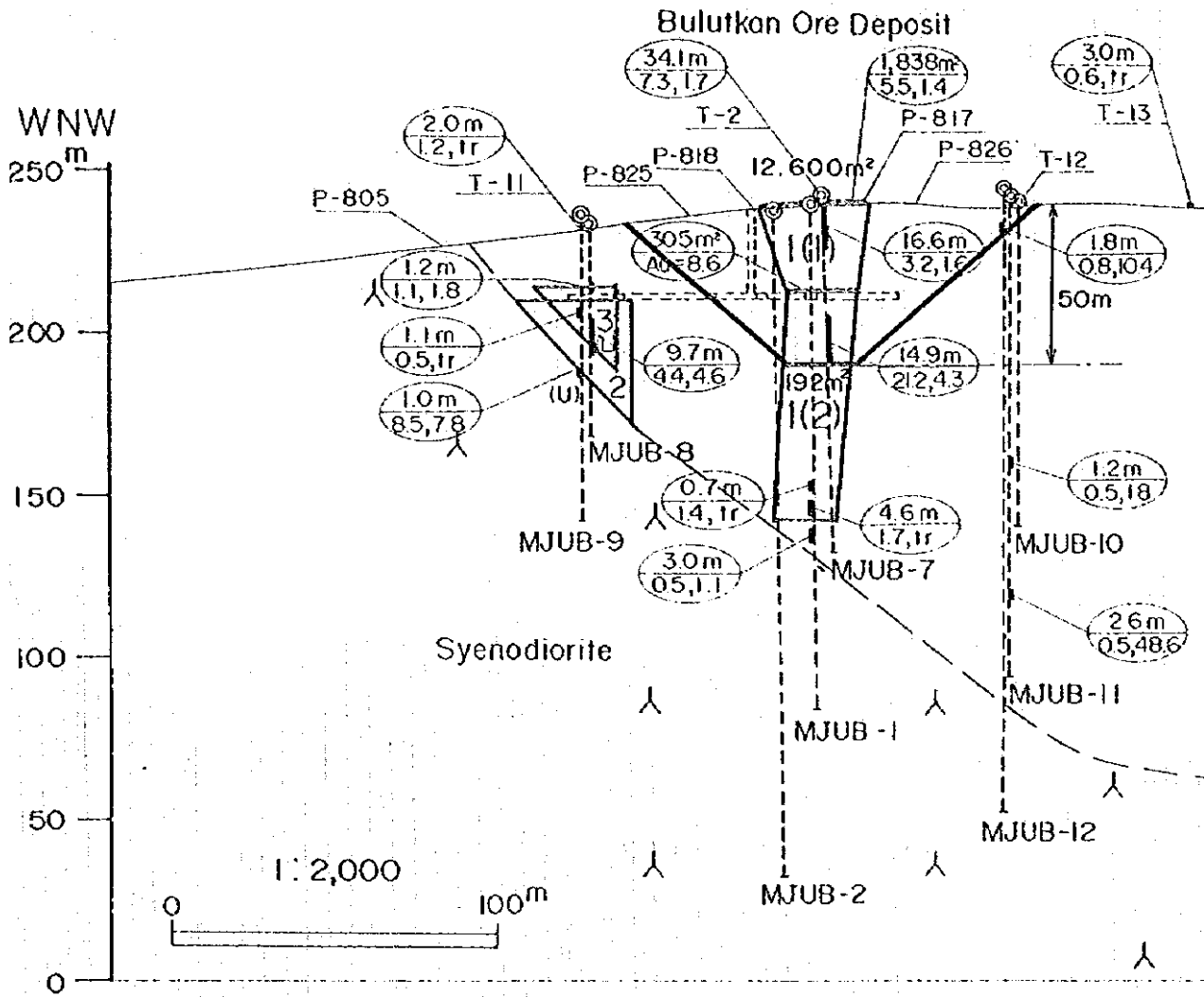
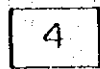


Fig-4-7-1 Location Map of Infrastructure in Bulutkan District



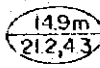
**LEGEND**



Ore block

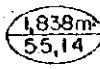


Drillings

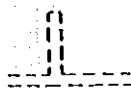


Width  
Au<sup>g/t</sup>, Ag<sup>g/t</sup>

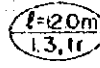
T-2, P-839 Trenches



Area  
Au<sup>g/t</sup>, Ag<sup>g/t</sup>



Shaft and tunnel



Length  
Au<sup>g/t</sup>, Ag<sup>g/t</sup>

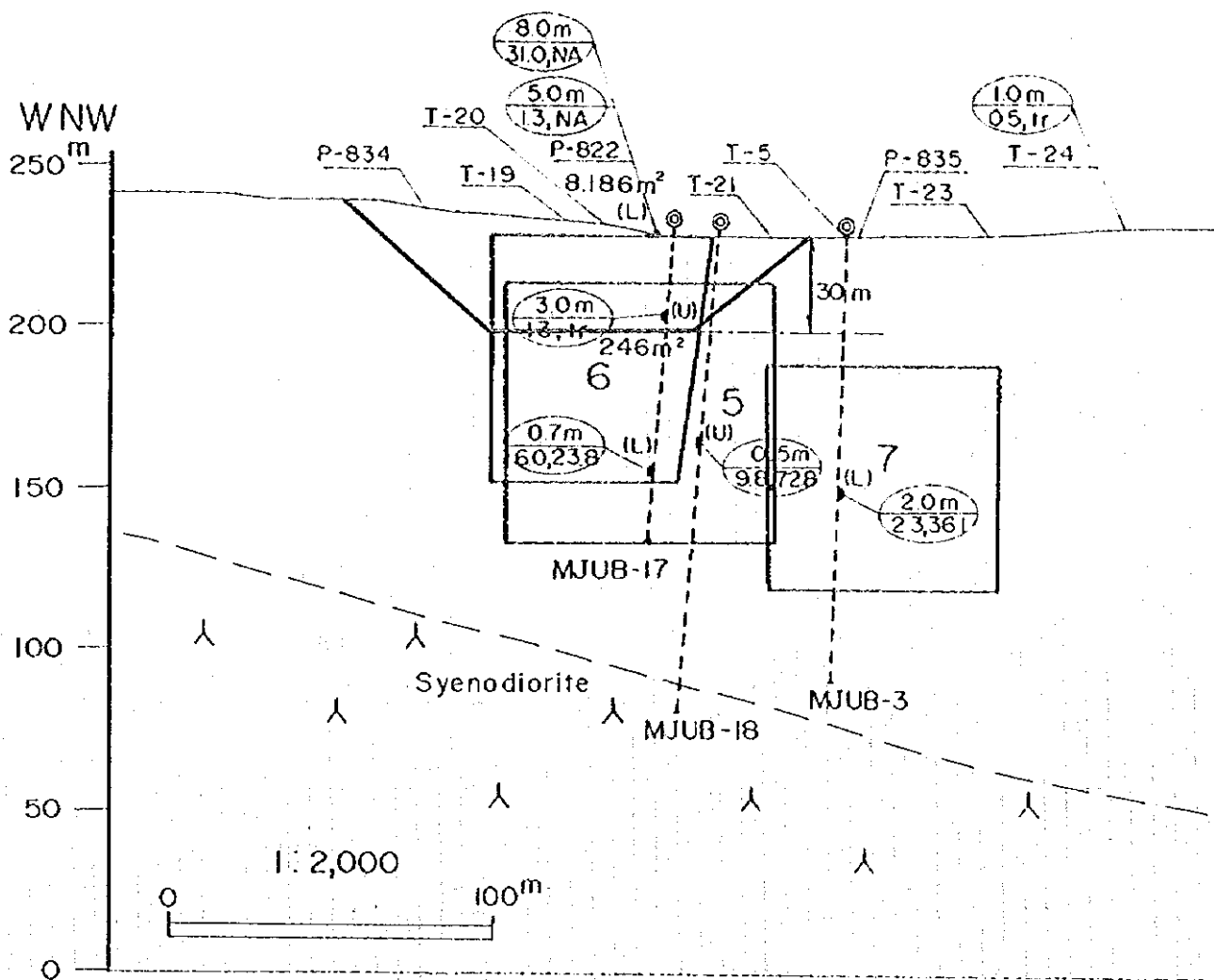
NA

Not assayed



Final pit slope

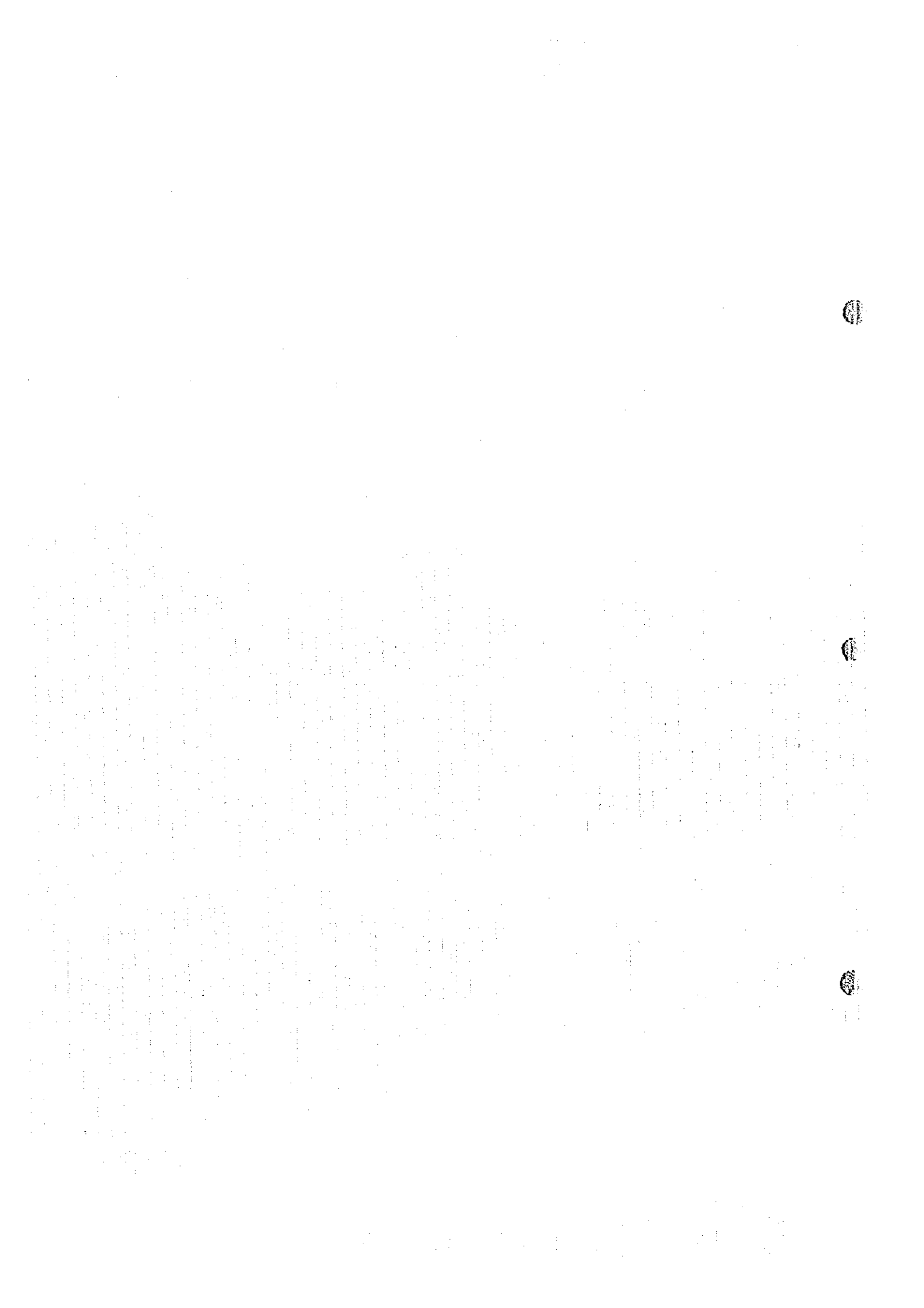
Fig.4-7-2(1) Final Pit Slope (Ore Block 1)



LEGEND

|    |                                      |  |                     |
|----|--------------------------------------|--|---------------------|
|    | Ore block                            |  | Drillings           |
|    | Width<br>149m<br>212,43              |  | T-2, P-839 Trenches |
|    | Area<br>1,838m <sup>2</sup><br>55,14 |  | Shaft and tunnel    |
|    | Length<br>120m<br>13, tr             |  | Final pit slope     |
| NA | Not assayed                          |  |                     |

Fig.4-7-2(2) Final Pit Slope (Ore Block 6)







JICA