

1-2-4 まとめ及び考察

第1～3年次に収集されたサウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床のデータを使用して鉱量計算を実施し、これらの鉱床の再評価を行った。

使用した分析データは、1996年までに掘削されたボーリングコアから採取した試料に係るもので計算対象成分はWO₃とAuである。鉱体の形状はウズベキスタン側が作成した地質断面図を参考にした。3次元における各成分の分布特徴を検討するために、分析データを地球統計学的に処理したが、分布特徴を反映すると思われるようなバリオグラムはサウトバイ鉱床のみで得られた。しかし、ブルグット鉱床及びサゲンカン鉱床はサウトバイ鉱床に非常に近く、鉱床の成因も関連していると考えられるため、埋蔵鉱量を推定するために、サウトバイ鉱床のWO₃とAuのバリオグラムを使用してブルグット及びサゲンカン鉱床の鉱量を推定することができた。Table II-1-2-8に各鉱床の鉱量（カットオフ0.05%WO₃）を示す。

Table II-1-2-8 Ore Reserve Estimation Result of Sautbay, Burgut and Saghinkan Deposits

Area	Reported by	Reserves (t)	WO ₃ (%)	Au (g/t)	WO ₃ (t)	Au (kg)
Sautbay, Burgut deposits	MMAJ(1997)	15,195,300	0.29	0.23	44,282	3,438
Saghinkan deposits	MMAJ(1997)	10,061,580	0.24	0.02	24,415	236
Total	MMAJ(1997)	25,256,880	0.27	0.15	68,697	3,674

この方法で各鉱床に対して鉱量を推定した結果、カットオフ品位0.05%(WO₃)の場合、サウトバイ、ブルグット及びサゲンカン鉱床全体の鉱量は25,257千トンとなった。WO₃の平均品位は0.27%、含有金属量は約69千トン(WO₃)である。Auの平均品位は0.15g/t、含有金属量は約3.7トンである。

1980年以降、稼行されたことのある西側諸国（USA、カナダ、オーストラリア、韓国、トルコ等）のスカルン型タングステン鉱山のWO₃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WO₃品位は西側諸国のものよりかなり低い。

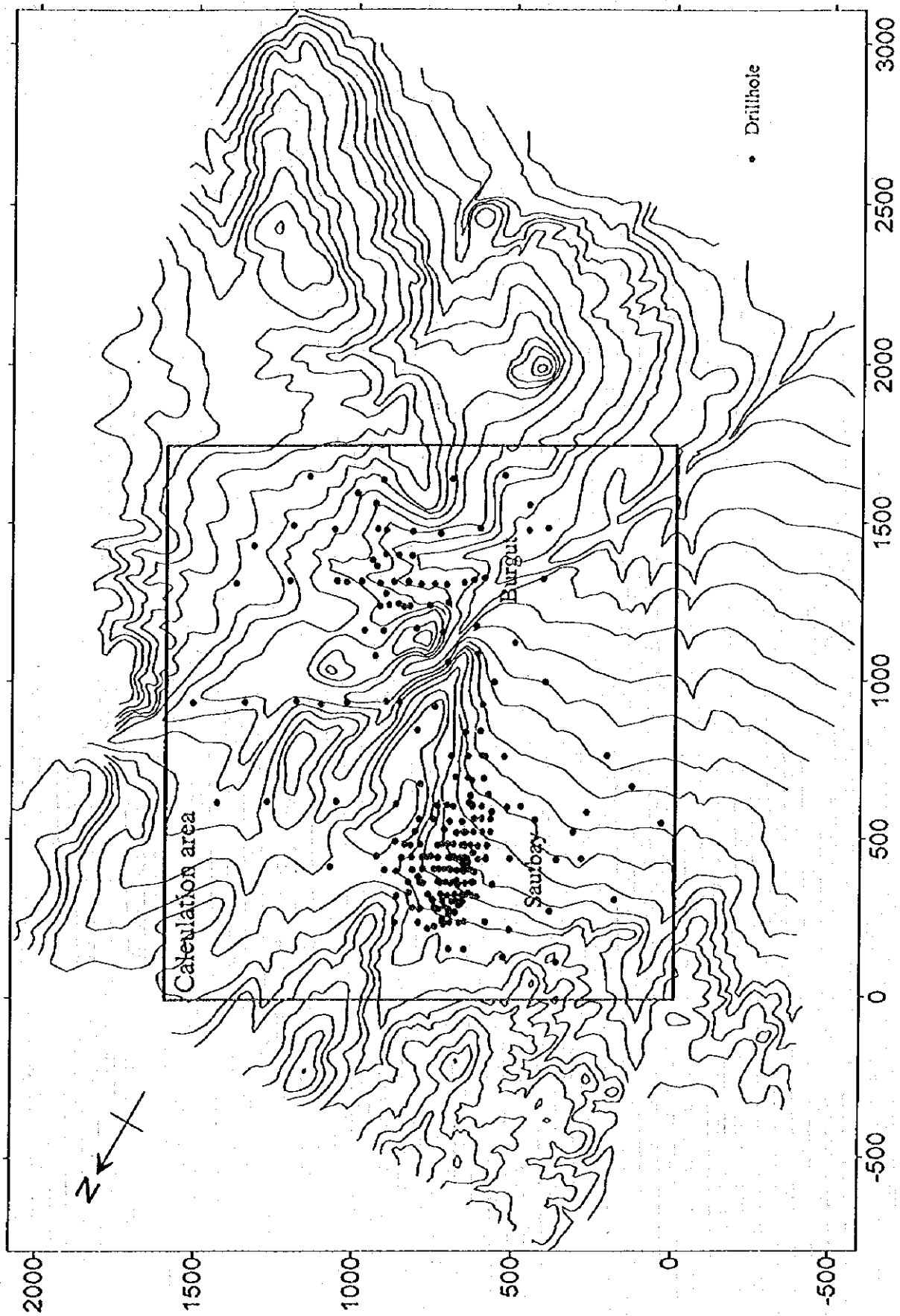


Fig.II-1-2-1 Location Map of the Ore Reserve Estimation Area

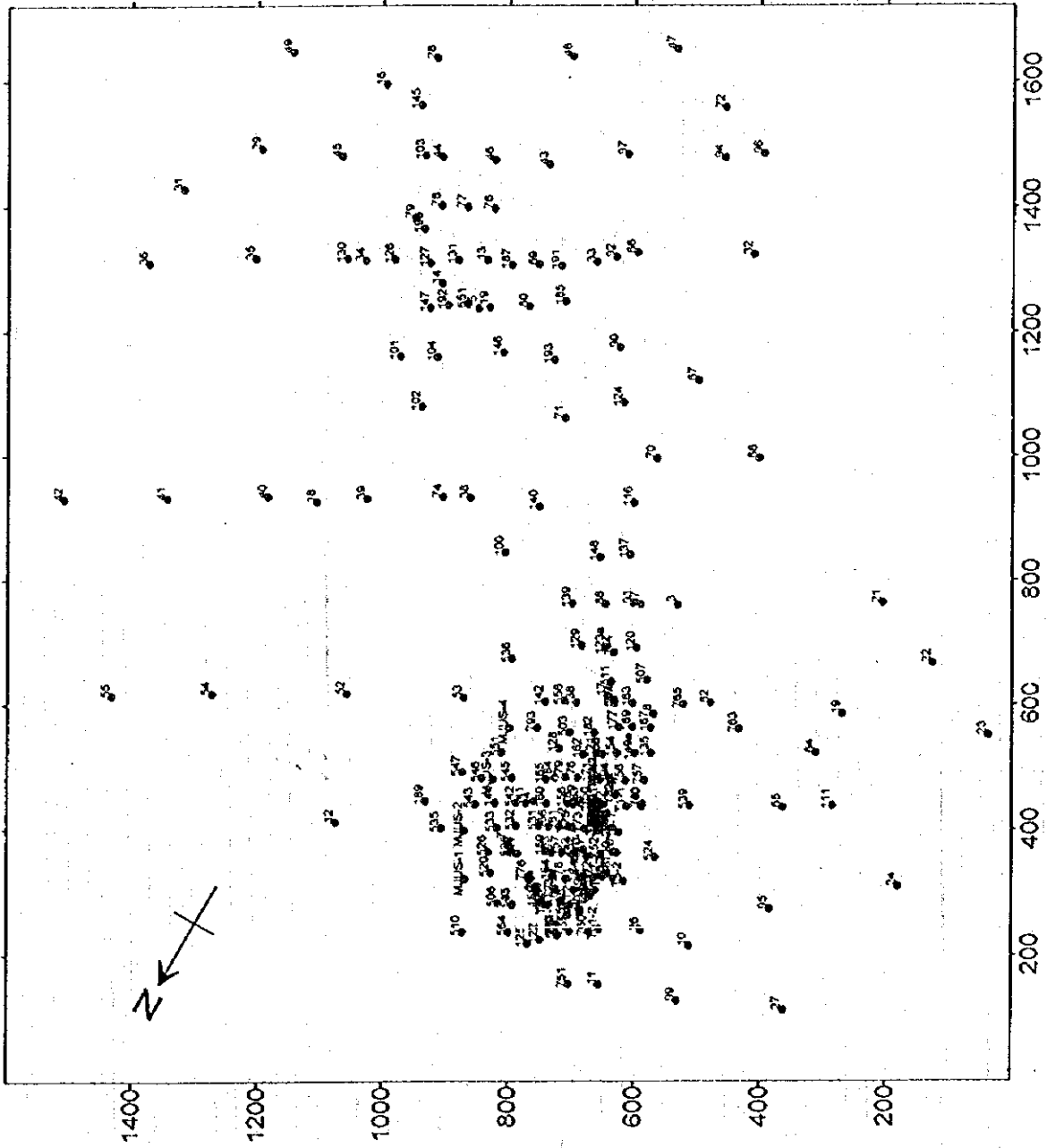


Fig.II-1-2-2 Location Map of the Drillholes used in the Ore Reserve Estimation

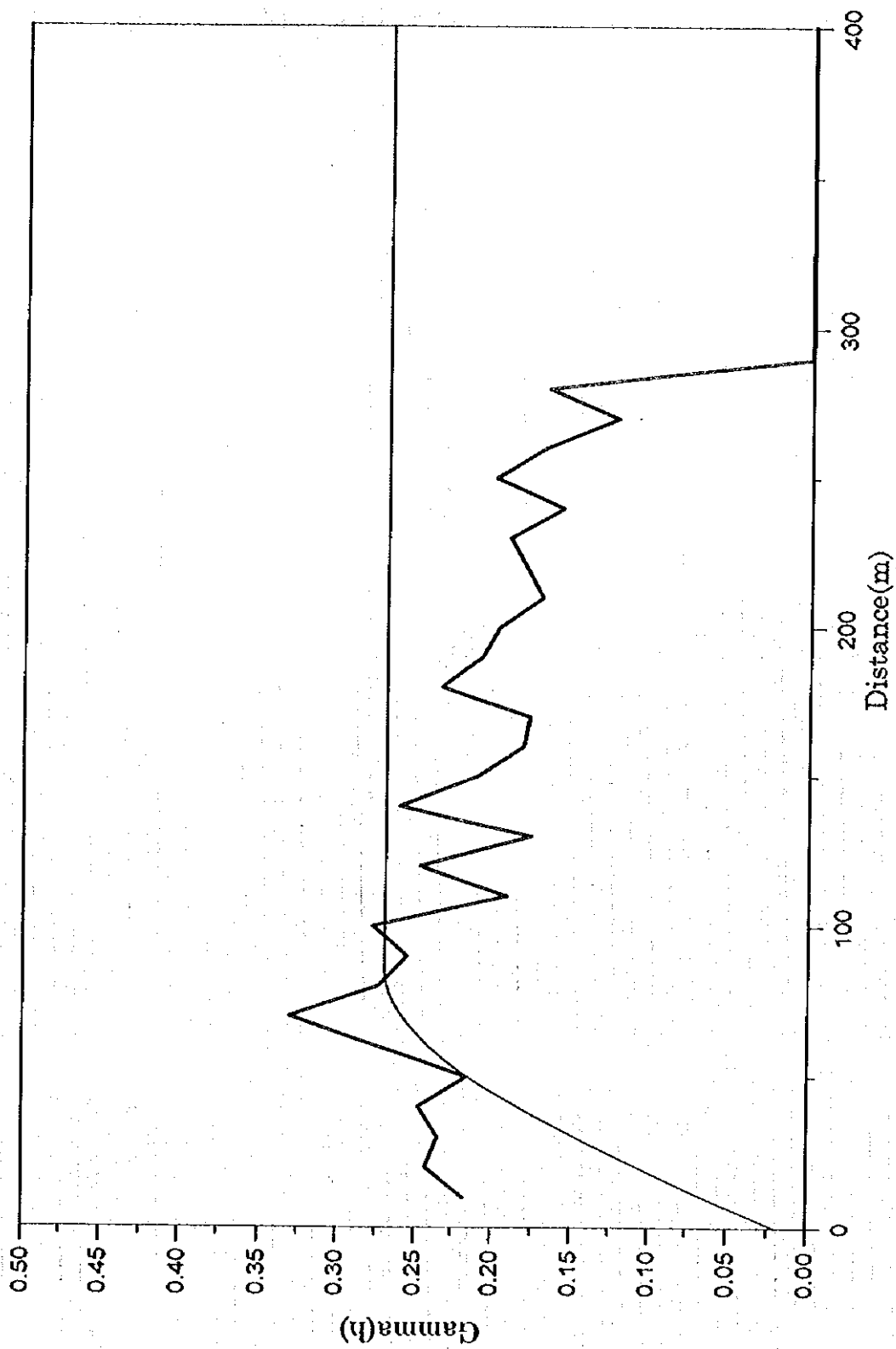


Fig.II-1-2-4 Variogram of WO_3 along Axis A

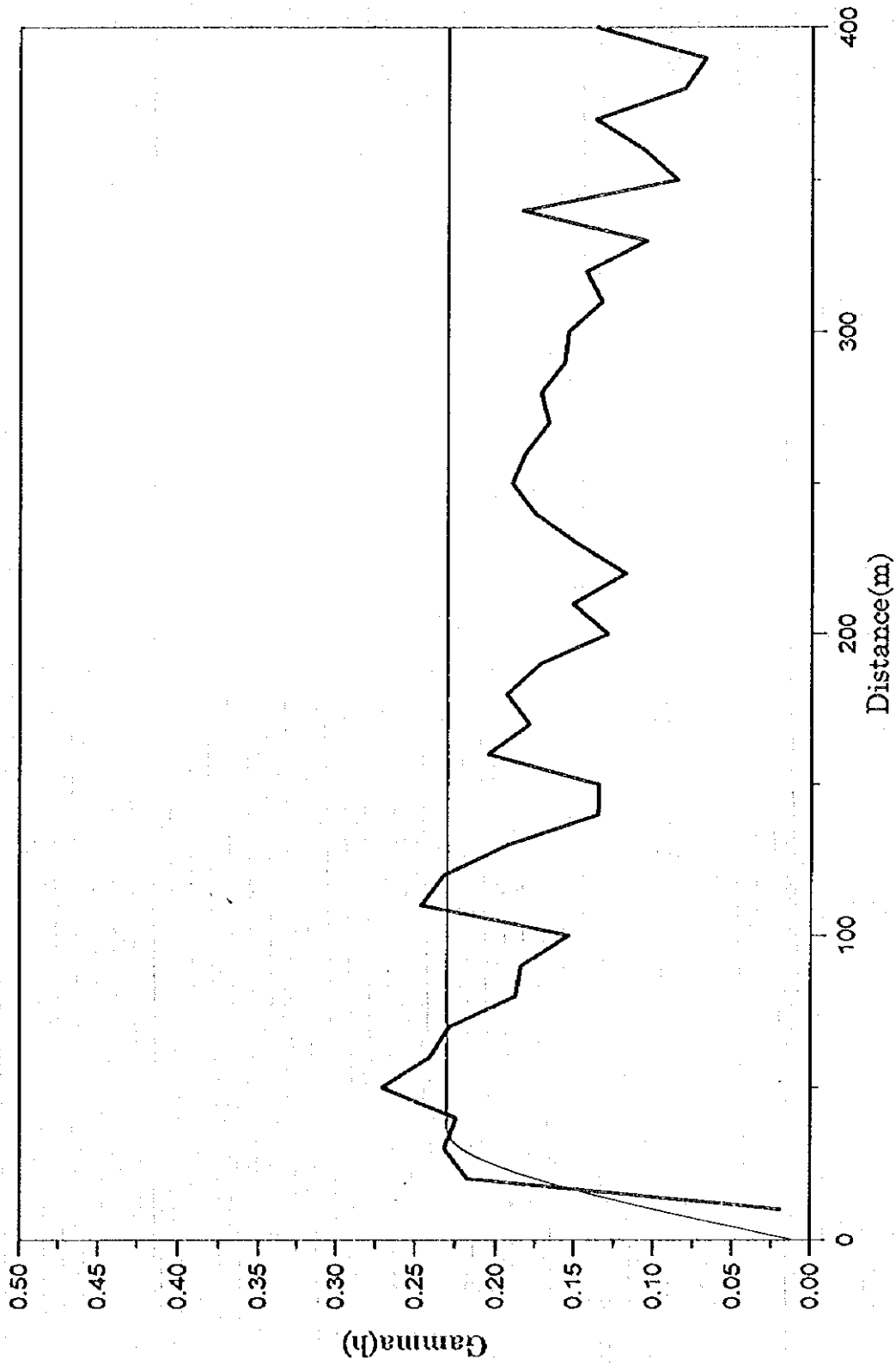


Fig.II-1-2-5 Variogram of WO_3 along Axis B

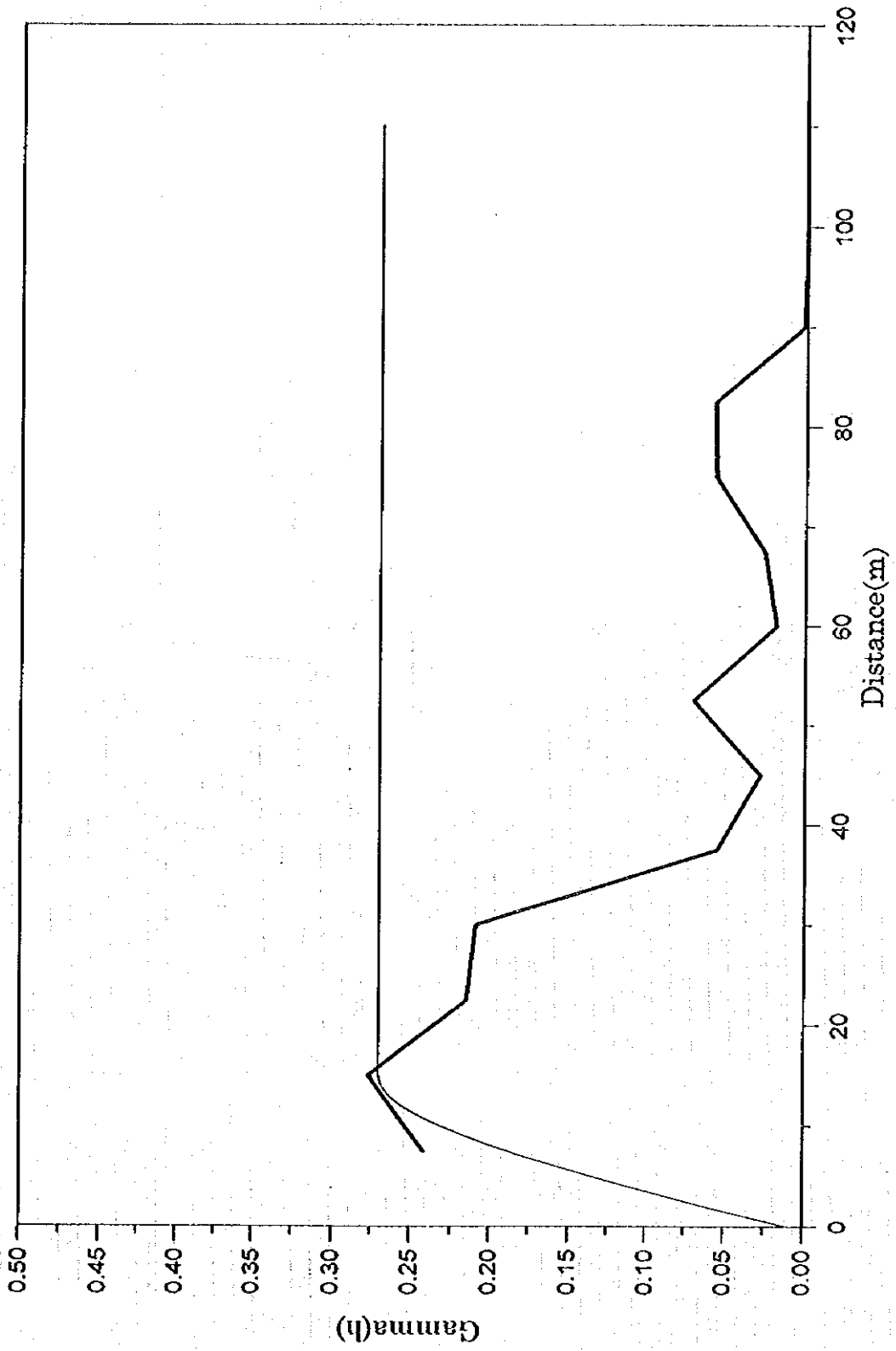


Fig.II-1-2-6 Variogram of WO_3 along Axis C

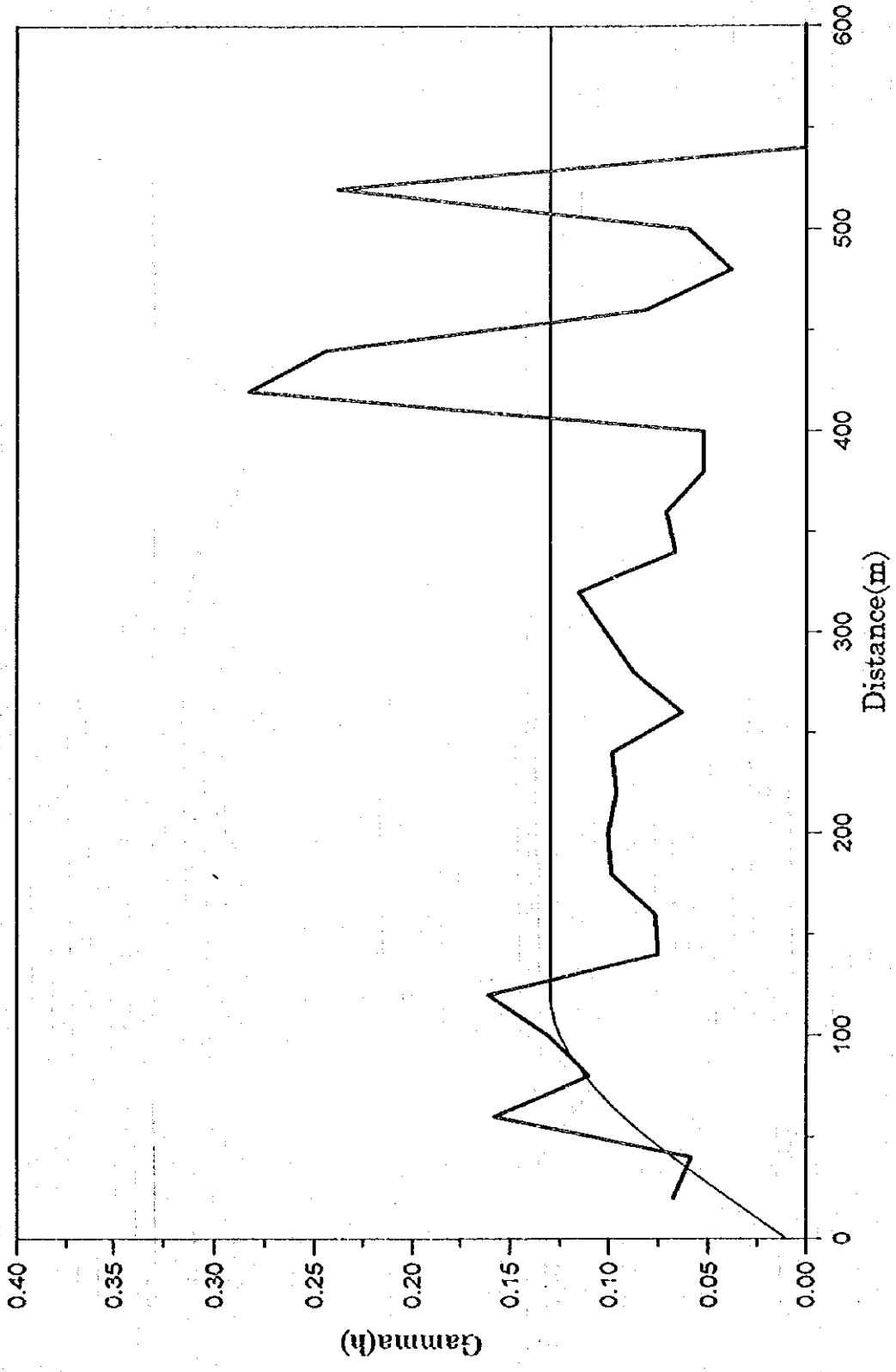


Fig.II-1-2-7 Variogram of Au along Axis A

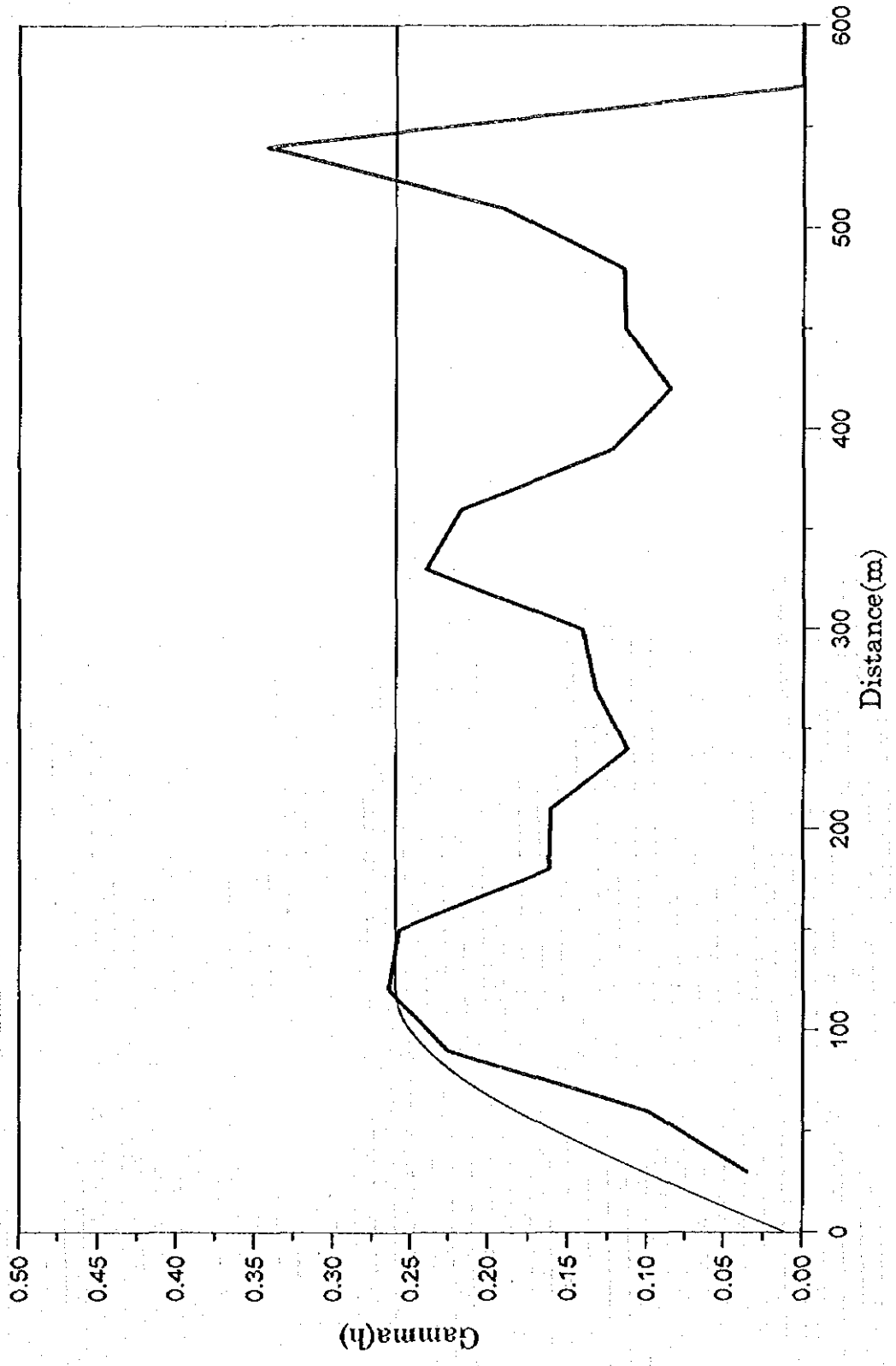
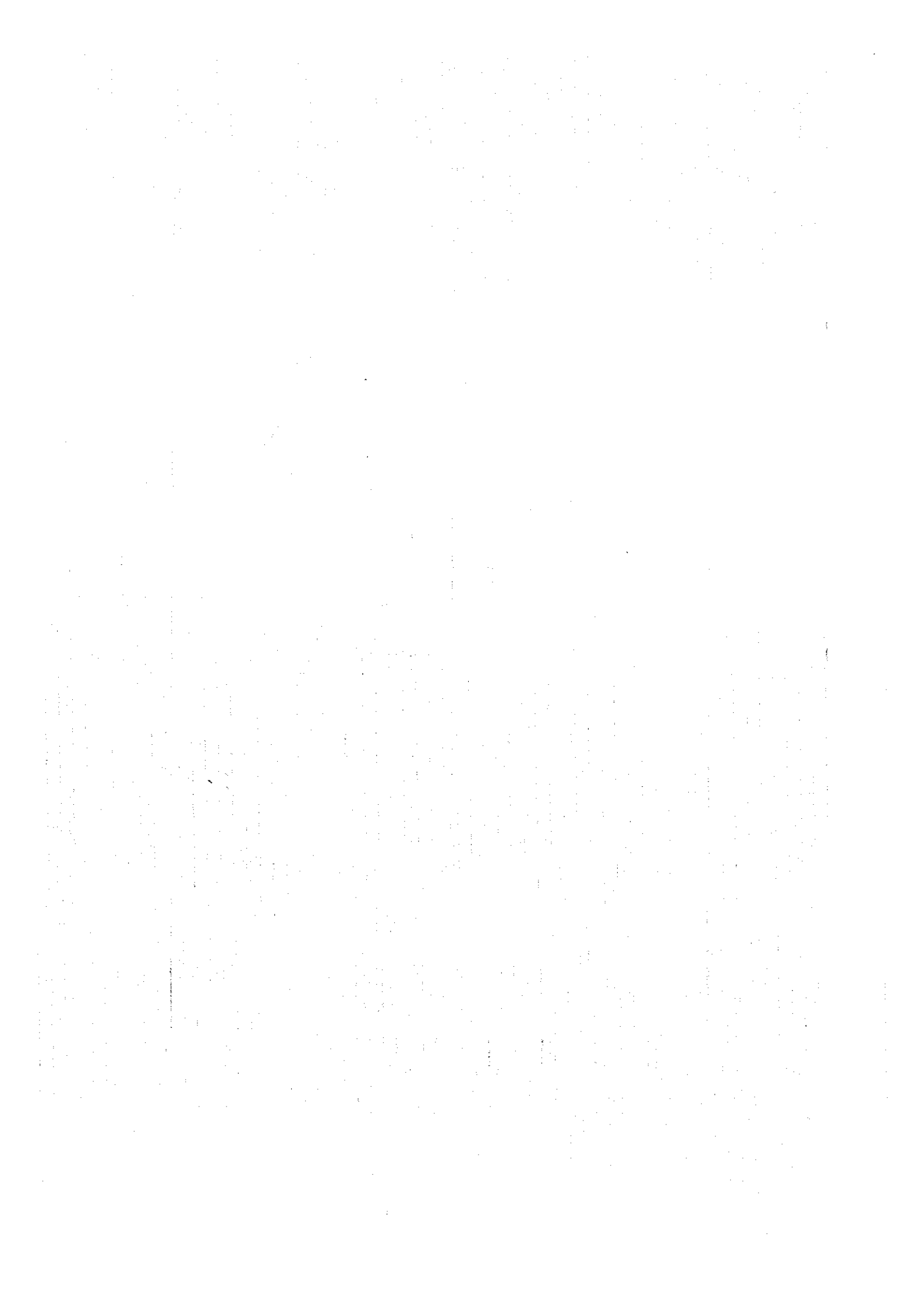


Fig.II-1-2-8 Variogram of Au along Axis B



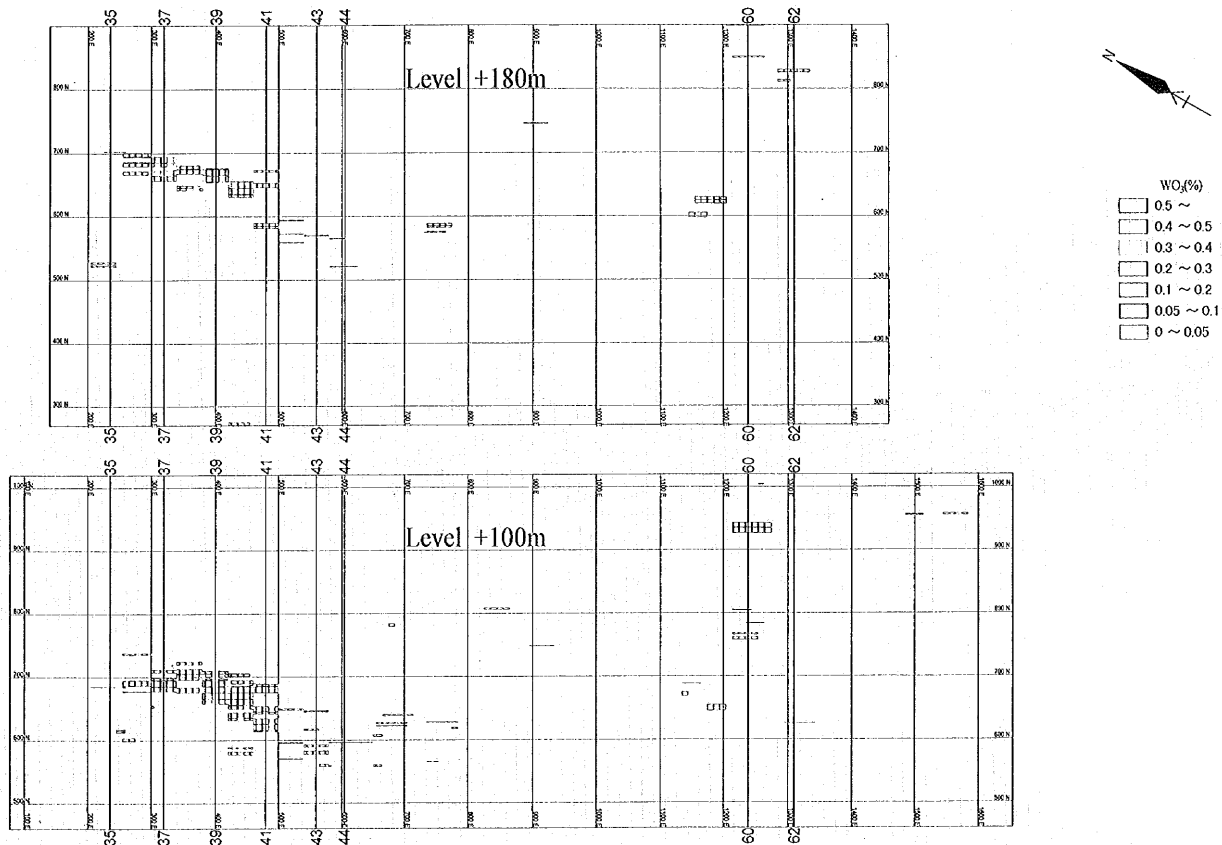


Fig.11-2-9 Estimated Grade of WO_3 at the Level of +180m,+100m

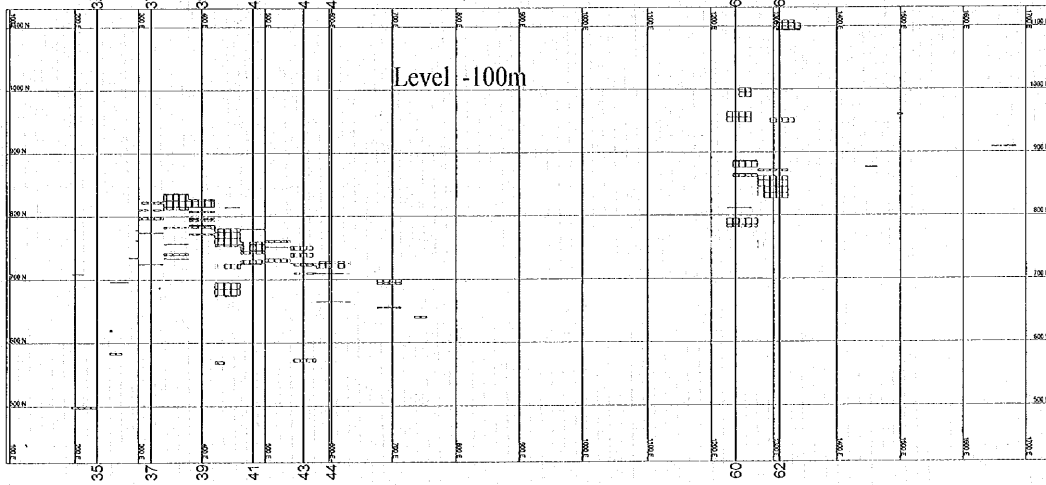
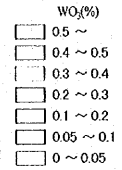
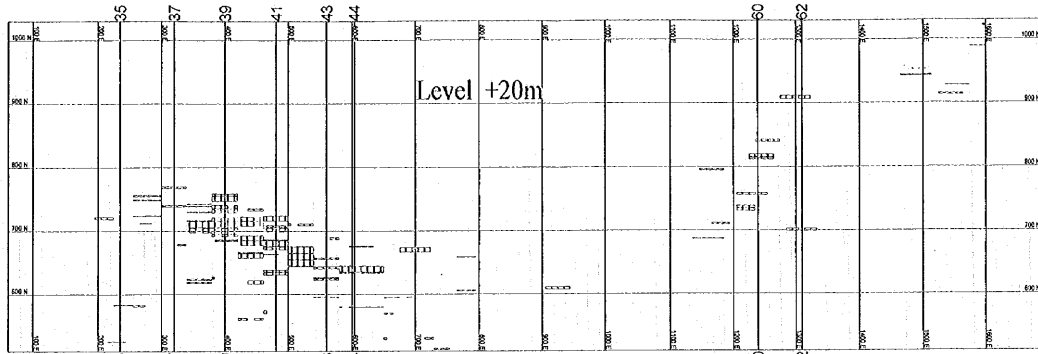


Fig.11-1-2-10 Estimated Grade of WO₃ at the Level of +20m,-100m

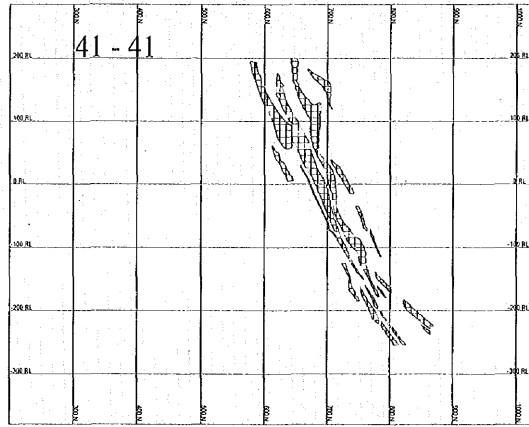
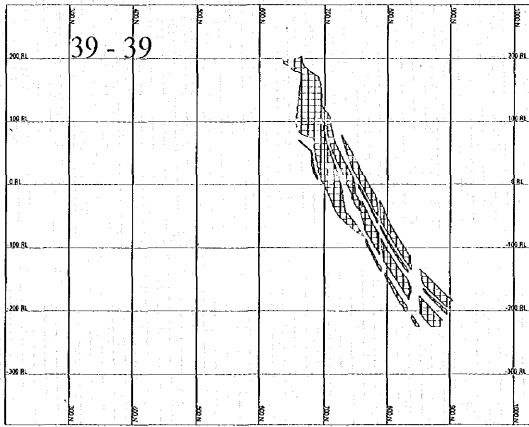
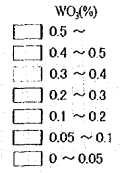
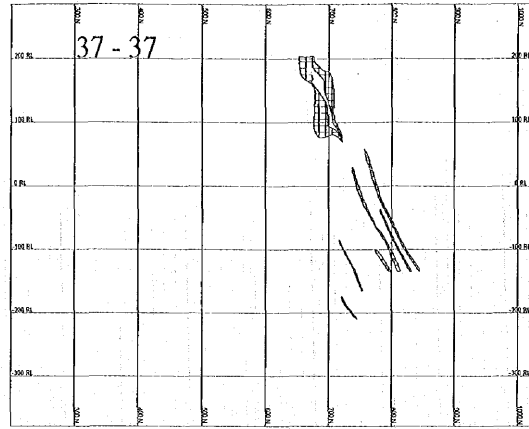
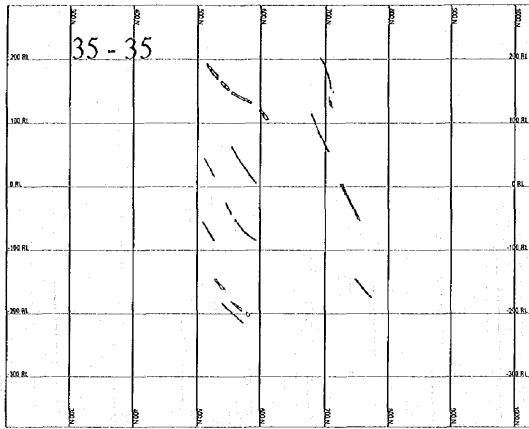


Fig.II-1-2-11 Estimated Grade of WO₃ along line 35-35,37-37,39-39,41-41

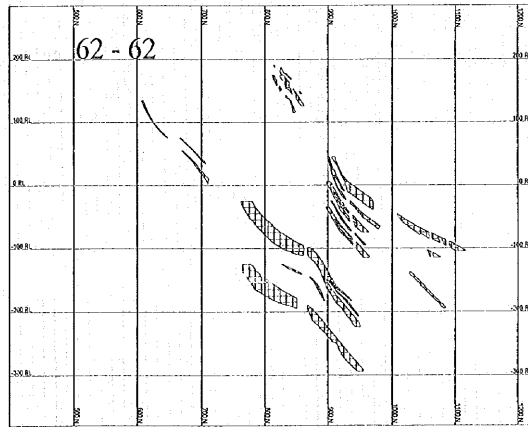
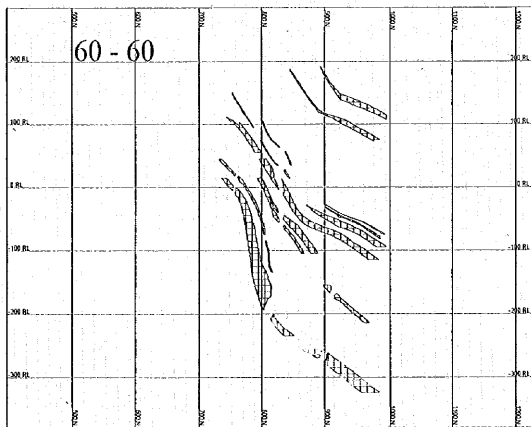
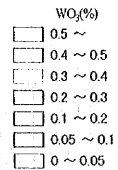
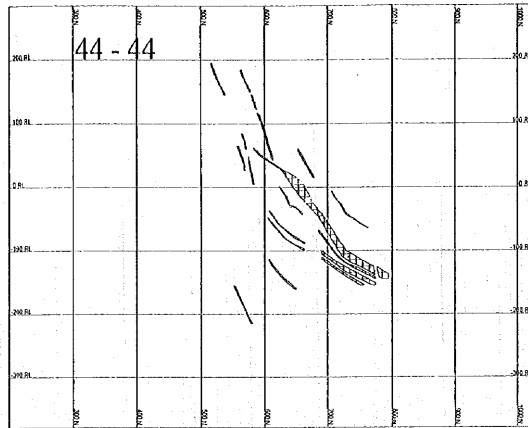
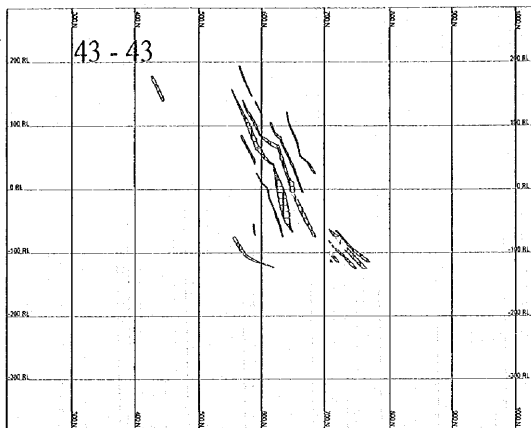


Fig.II-1-2-12 Estimated Grade of WO₃ along line 43-43,44-44,60-60,62-62

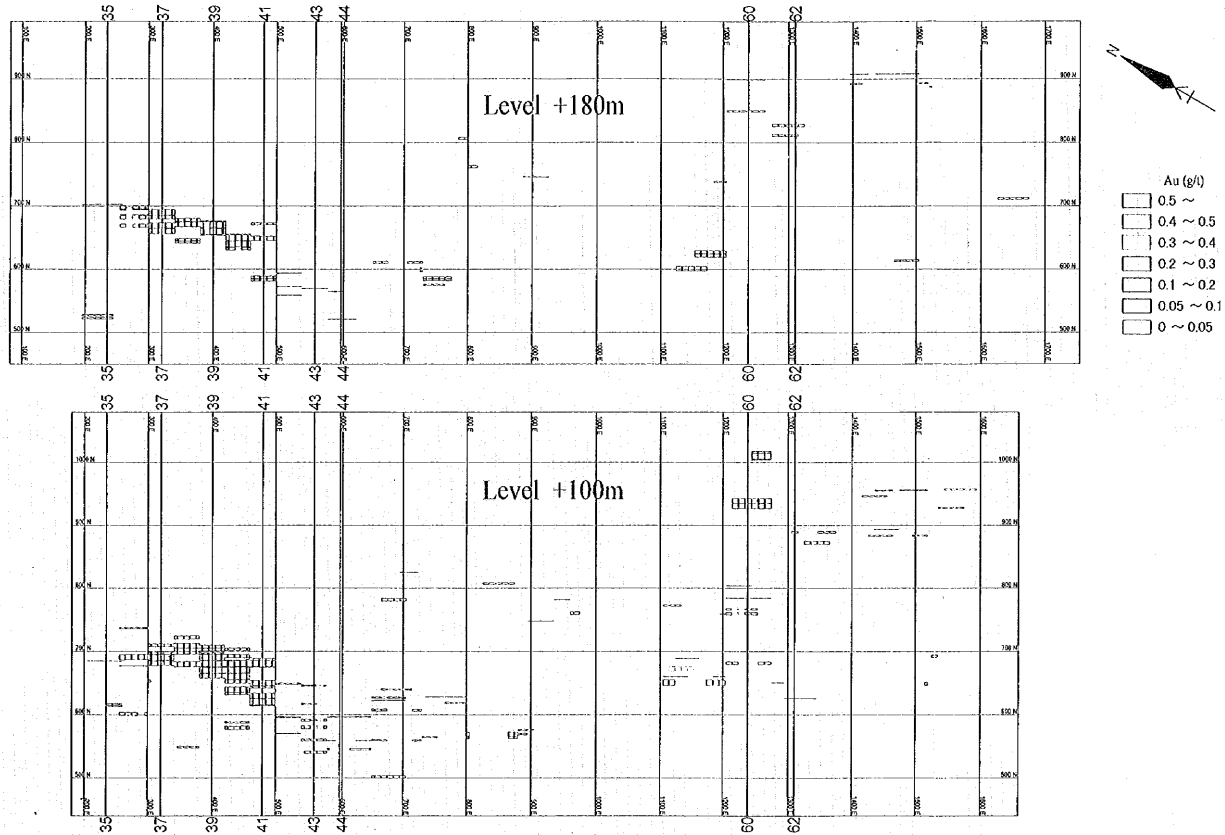


Fig.II-1-2-13 Estimated Grade of Au at the Level of +180m,+100m

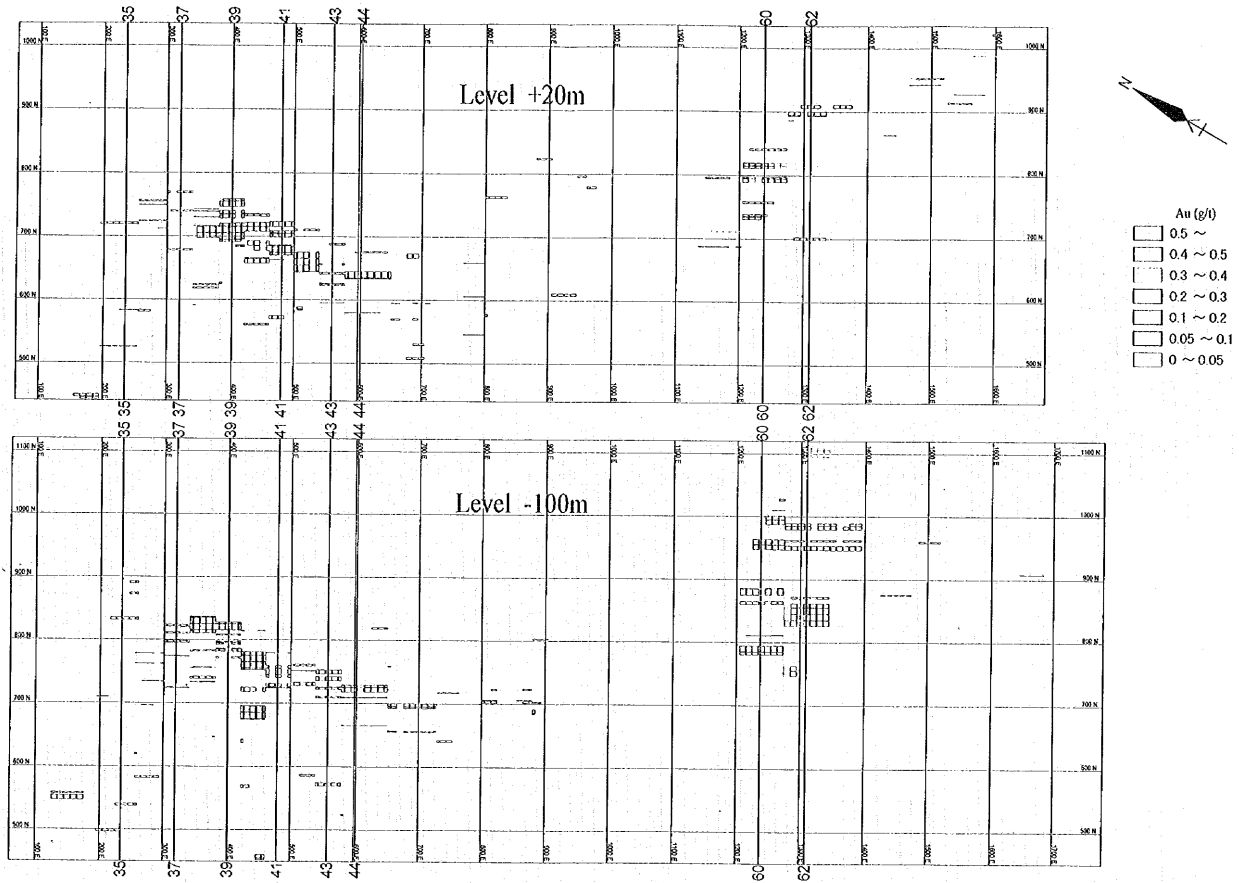


Fig.II-1-2-14 Estimated Grade of Au at the Level of +20m,-100m

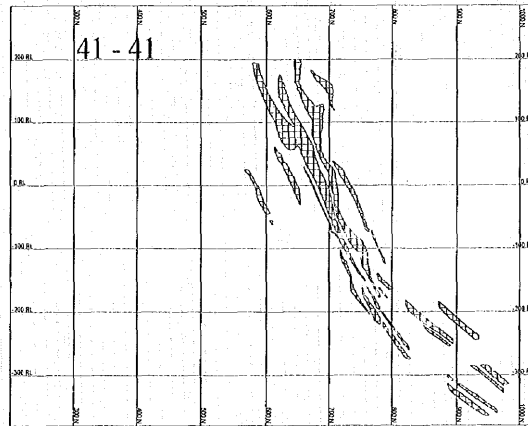
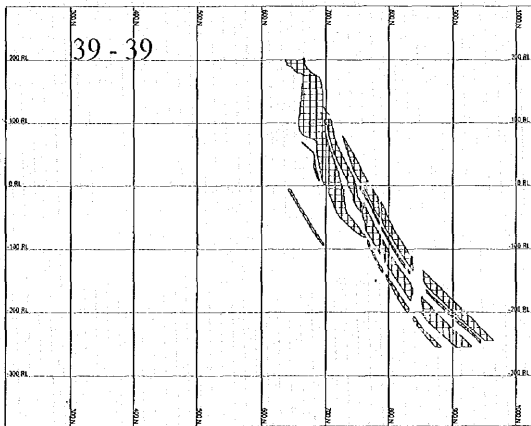
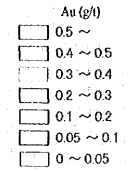
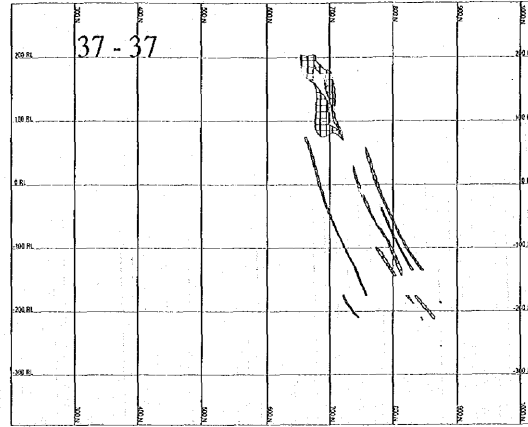
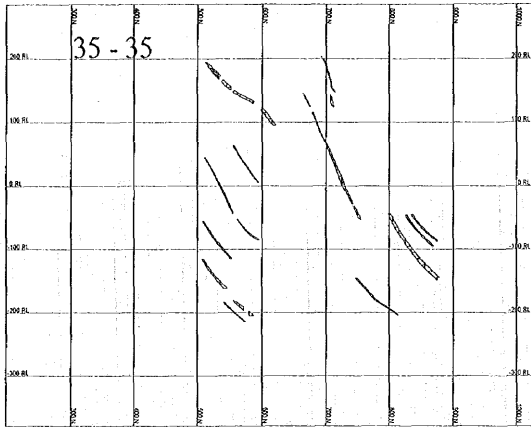


Fig.II-1-2-15 Estimated Grade of Au along line 35-35,37-37,39-39,41-41

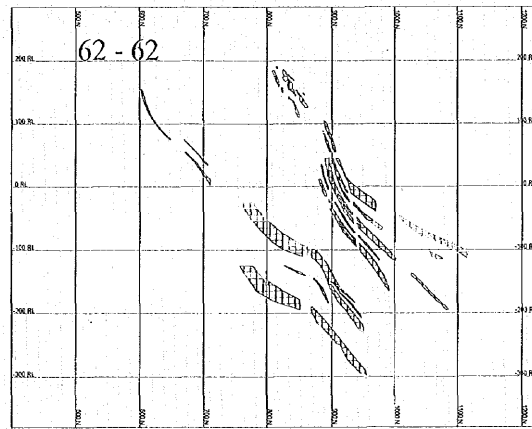
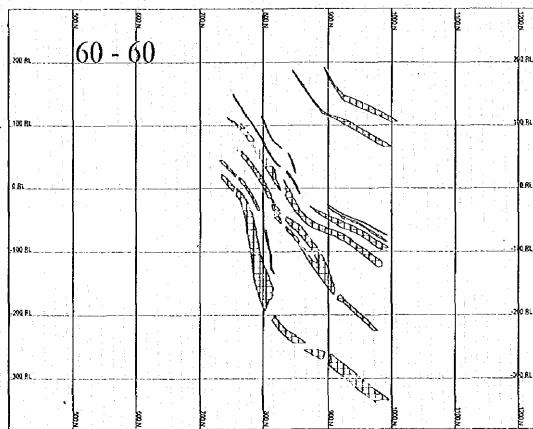
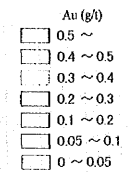
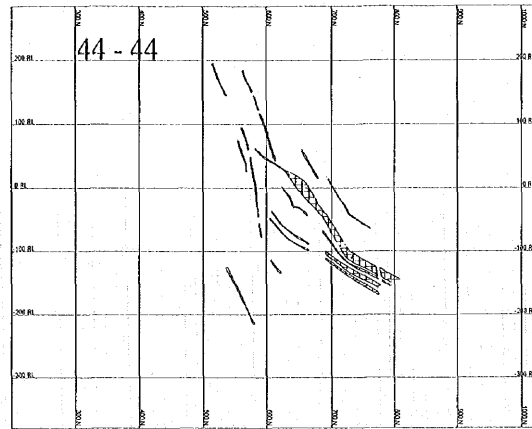
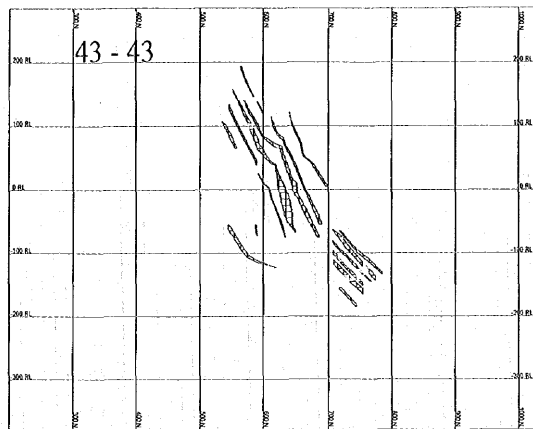


Fig.II-1-2-16 Estimated Grade of Au along line 43-43,44-44,60-60,62-62



1-3 採掘計画調査

1-3-1 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。

1-3-2 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、コクパクス金山、ウチクドクNo.3選鉱場、チャダック金山、インギチキダングステン鉱山、チルチックダ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。

1-3-3 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：鉱床面積が急激に狭がるレベル

② 海拔+100m準から採掘開始：高品位部面積が狭がるレベル

③ 海拔+180m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 II-1-3-1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、WO₃精鉱1t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。

・ 鉱石運搬費=トラック運賃(45tトラックで17km, ビット~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/h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

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

* 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

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

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

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

よって鉱石運搬費は $54 + 51 = 105 \text{ソム/h}$

・ 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1当たりの変動費を算出する。

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

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) ビットスロープ

45tダンプトラック(機幅5.08m)及び8.6m³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ビッ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 II -1-3-1 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 ³ t)	2,411	1,131	870
WO ₃ grade(%)	0.47	0.53	0.62
Minable ore(10 ³ t)	2,545	1,194	918
WO ₃ grade(%)	0.42	0.48	0.56
Surface area(m ²)	204,850	78,672	78,672
Pit bottom area(m ²)	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のでこの2レベルから採掘を開始する計画とした(Fig. II-1-3-1 地表平面, Fig. II-1-3-2 +100m準平面, Fig. II-1-3-3 +20m準平面, Fig. II-1-3-4 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, WO₃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 2,160m² +215m準(平均地表高)の面積が204,850m²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/m³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 (プレF/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

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

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

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

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

(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 II-1-3-2, Table II-1-3-3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 II-1-3-4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 II-1-3-4 Comparison of Plan②and③

182,000t/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"> • Less investment • Short construction period • More investment for railway if more Kokpatas mine production 	<ul style="list-style-type: none"> • Short transportation distance of personnel, material • Independent operation from Kokpatas mine and existing railway

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. II-1-3-5 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+②+③+④+⑤) ×0.15	= 50,355
⑧仮設設備	(①+②+③+④+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 (①～⑥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\$ (Tamrock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(CATD7H)	372	×1	=	372	(")
⑤グレーダー (CATG14H)	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 ₃ 用設備と据付工事一式	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、シックナー、テールボ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)では選鉱設備と据付工事費を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

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: 30m³, 剥土比: 7.8 であるから

剥土量は 182千t ÷ 30m³ × 7.8 = 473千m³ となり

年間作業量は 473千m³ + 61千m³ = 534千m³ 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(隣接するコクパダス金山と同径とし、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、框は3.2mが適切であり、孔間隔は $3.2\text{m} \times 1.25 = 4.0\text{m}$ となる。孔傾斜 70° 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 $3.2\text{m} \times 4.0\text{m} \times 11.8\text{m} \sin 70^\circ \times 0.9 = 127.7\text{m}^3$

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

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

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

(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出来る)

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 $534\text{千}\text{m}^3 \times 1.6 = 854,400\text{m}^3$ (1.6はボイド係数)

機械1台当たりの年間積込量は

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

(0.9は積込係数)

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

③運搬機械 (CAT773B, 積載量45t 650hp)

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

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

(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 $473,000\text{m}^3 \times 2.7/\text{m}^3 \div (45\text{t} \times 0.9) = 31,534\text{回}$ (2.7は土砂比重)

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

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

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 II-1-3-5 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 II -1-3-5 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 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(Appendix 4. 参照)

・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部が作成したブレド/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WO₃品位：0.48%
- ・ 尾鉱品位：0.08%
- ・ 精鉱量：1,316 t

(人員はプレF/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(Appendix 4. 参照)
・ 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(コクパタス～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)

操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当たり操業費) × 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 II-1-3-2, II-1-3-6, II-1-3-7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 II-1-3-8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 II-1-3-8 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 ³ 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 ³ 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 ³ sum)	-1,880,755	-666,252	-568,242

1-3-4 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。採鉱坑道は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14.15m²)、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 II-1-3-9に示す。

Table II-1-3-9 Minable Ore and Grade(Burgut and Saghinkan)

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

3) 坑内採掘計画収支計算

Table II-1-3-10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/日(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 ³ /min, 500m Pump 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(900cfm)	105,000\$×1 × "	= 52,500
⑦オアビン		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 ₃ 用設備と掘付工事一式	283,250千ソム *
②予備費 ①×0.1	28,325
選鉱設備計	311,575千ソム

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

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

(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

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

(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/m³。本番鉱は採掘鉱量の5%とした。従って年間穿孔長は

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

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÷74,880m=2.88台→3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、圧縮空気を使用して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/m³ 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6.5m³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 $(69,333 + 29,443)\text{m}^3 \div 129,443\text{m}^3 = 0.76\text{台}$

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/m², 採土率20%, 支保率50%だから

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

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)

コクバタ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は本番鉱分、14.15m²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 II-1-3-11 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 II-1-3-11 採鉱人員配置 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)採鉱費(Appendix 4. 参照)

・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WO₃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 ³ /t×3.75ソム/m ³ ×208千t	= 4,290
・飲料水費	0.385m ³ /t×8.55ソム/m ³ ×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： $2,257t \times 55.3\% \times 61\$/t \cdot \% \times 50\$/\$ \div 208千t = 1,830\$/t$

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

(4) 収支比較

Table II-1-3-12にブルグット、Table II-1-3-13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\\$/t、サゲンカンは0.4%、800t/日で損失428\\$/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\\$/tであったサウトパイについても坑内採掘の収支を計算してみた。Table II-1-3-14に示すが損失は487\\$/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\\$/)が収支を悪化させている。

Table II-1-3-12 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 ³ t)	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 sum)	-423,706	-154,660	-51,800

Table II-1-3-13 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 ³ t)	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 sum)	-1,710,075	-995,100	-862,470

Table II-1-3-14 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 ³ 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 ³ sum)	-1,691,208	-1,081,627	-833,833

1-3-5 まとめ及び考察

1) 各鉱床の評価

カットオフWO₃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%しかない。このことは、

- 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。 を示している。

2) 最も開発可能性の大きい採掘計画

1-3-3~4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採掘計画を検討した(Table II-1-3-15参照)。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 II-1-3-16参照)。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WO₃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 II-1-3-15 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 ³ 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 ³ sum)	0	0	0	0
Mining(10 ³ sum)	275,700	974,300	974,300	974,300
Dressing(10 ³ 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 ³ sum)	20,298	663,040	-281,325	-368,686

Table II-1-3-16 Comparison of Total Income

	Sautbay open pit	Burgut underground	Saghinkan underground	Sautbay OP+ Burgut UG
Ore cut-off grade(%)	0.2	0.5	0.4	0.2,0.5
Minable ore(10 ³ 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 ³ 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 ³ 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WO₃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. II-1-3-6)。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 II-1-3-17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 II-1-3-18に1977年からのWO₃精鉱の建値を示す。

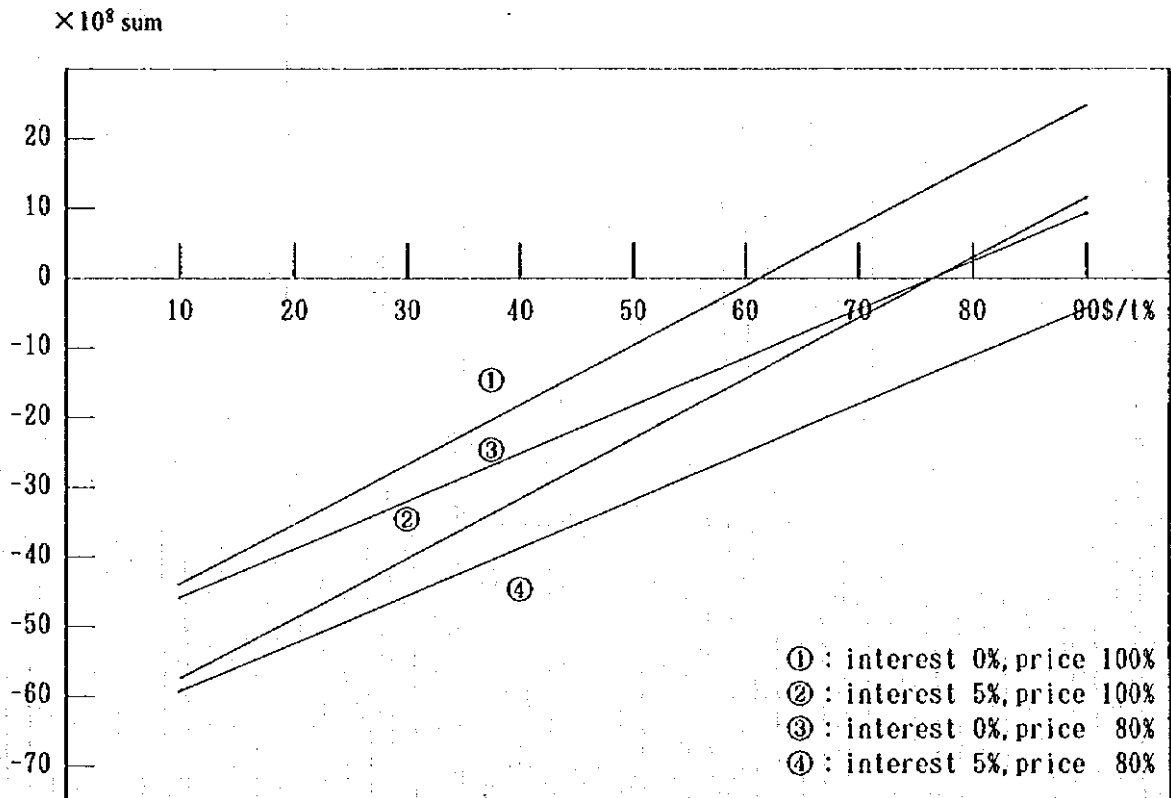


Fig. II-1-3-6 Change of Income by WO₃ Price

Table II-1-3-17 Income and WO₃ Price at Income=0

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

Table II-1-3-18 Price of WO₃ 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 : WO₃ 65%

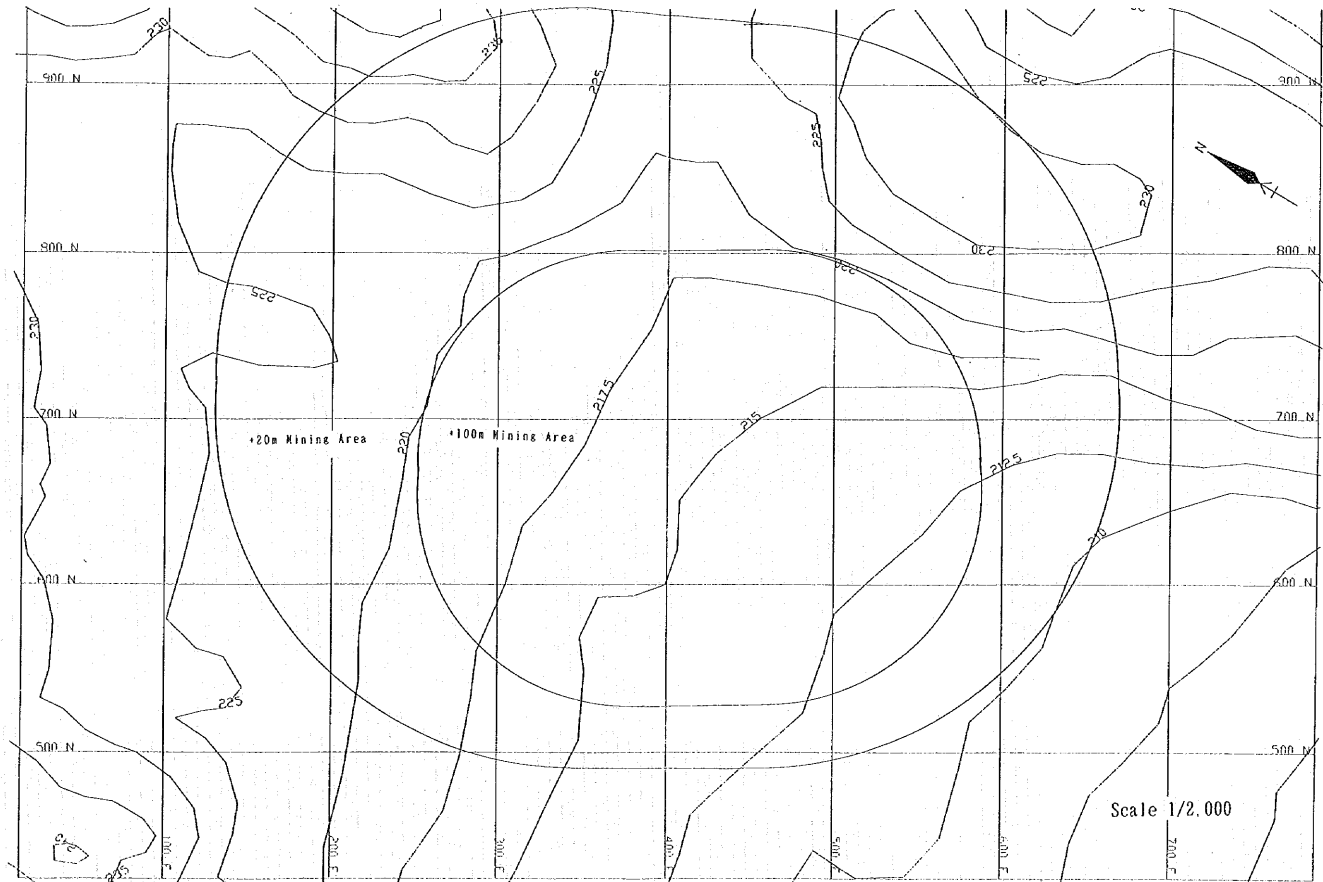


Fig. II-1-3-1 Surface Plan View

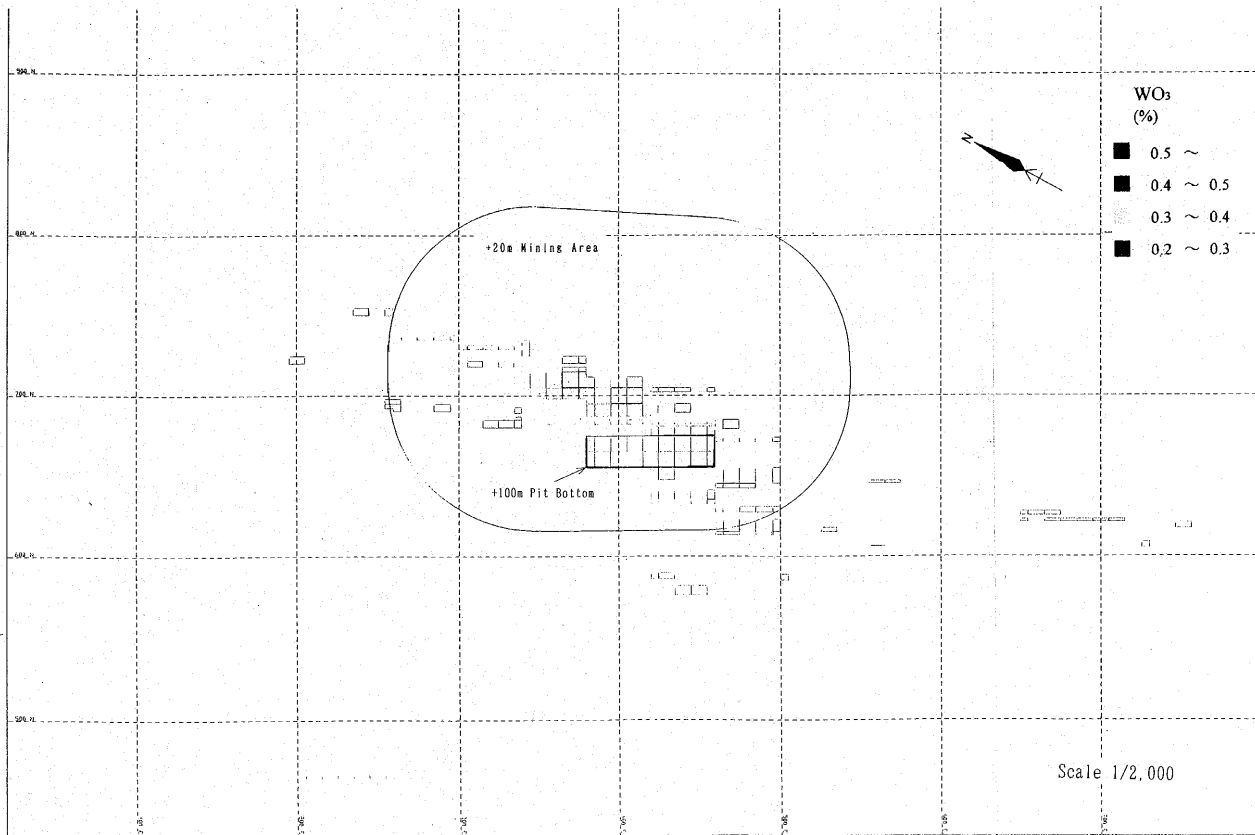


Fig. II-1-3-2 +100m Plane Figure

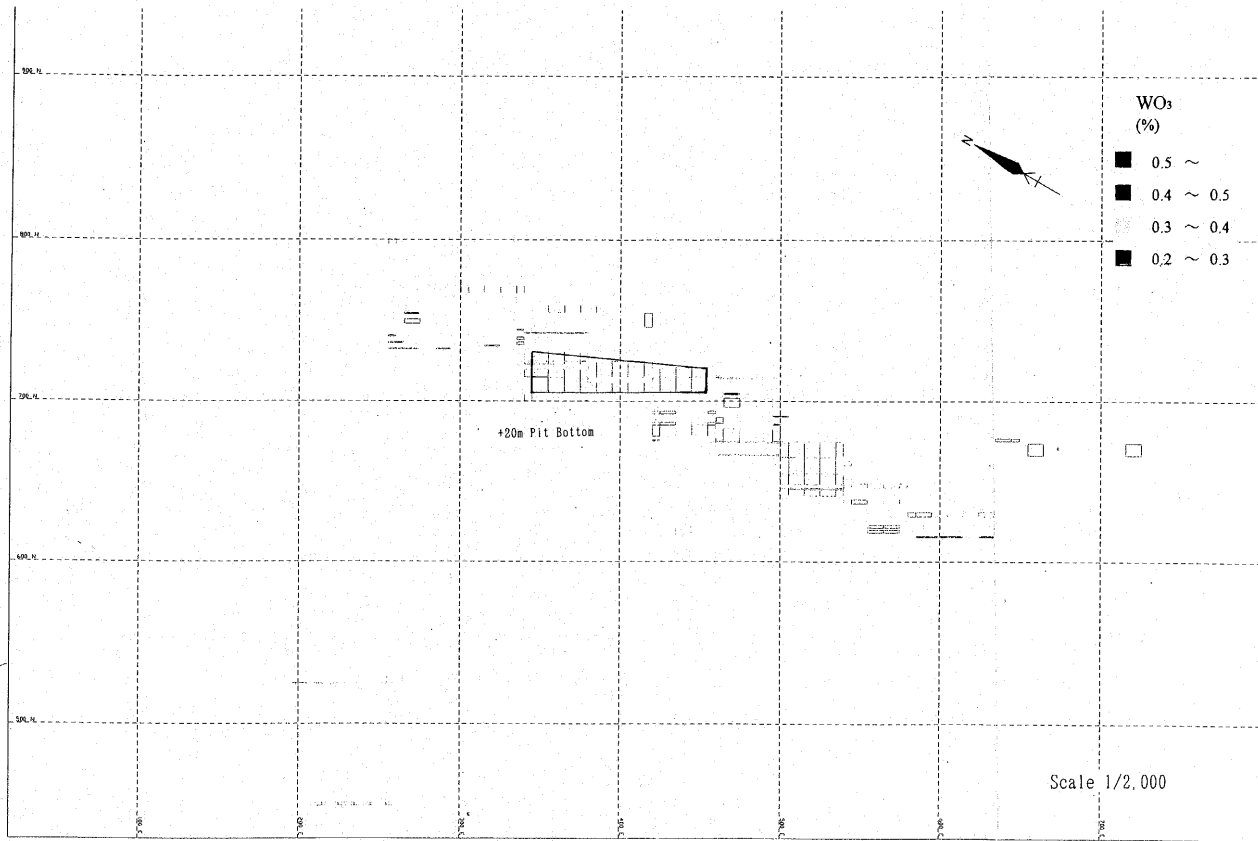


Fig. II -1-3-3 +20m Plane Figure

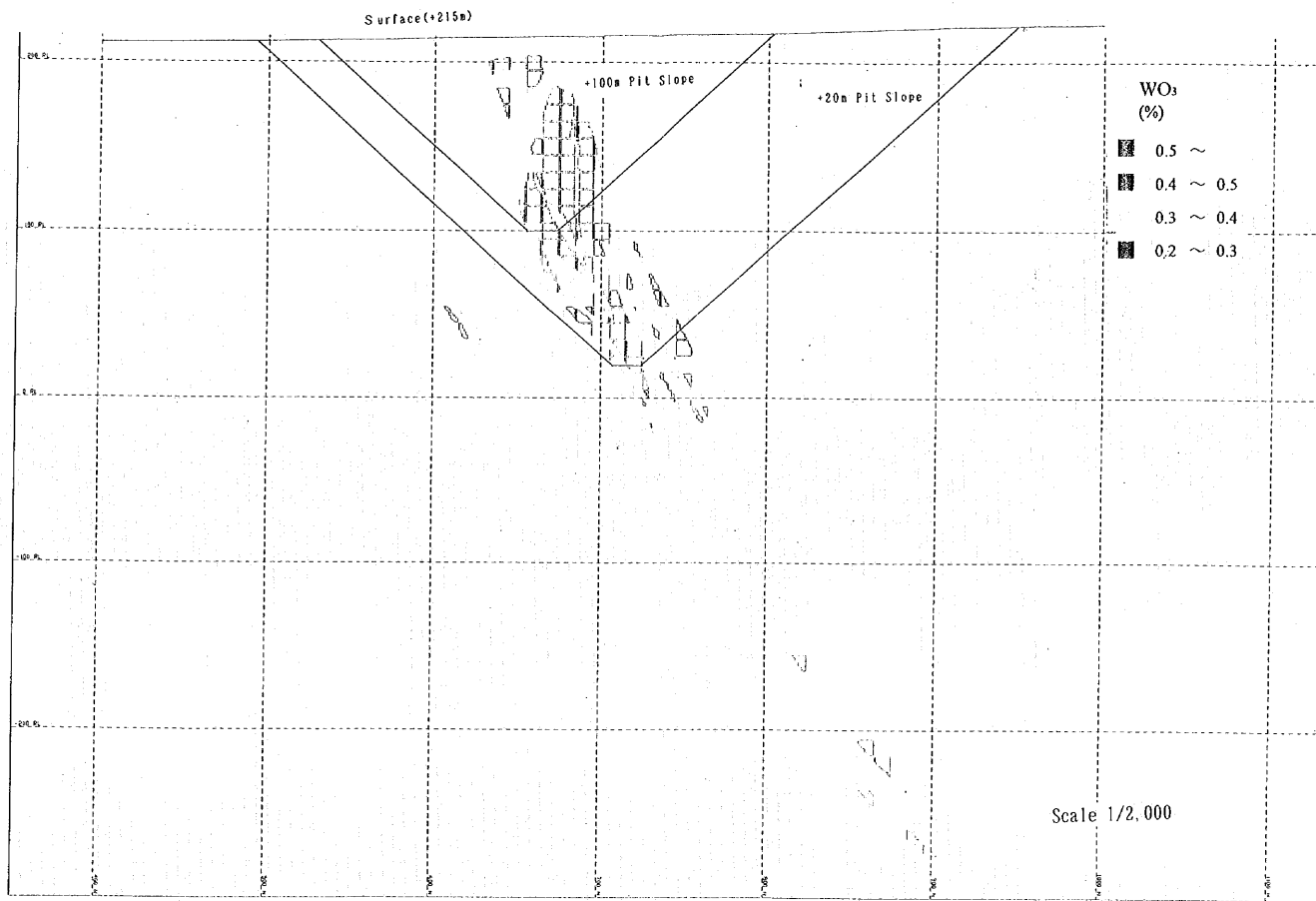


Fig. II -1-3-4 Cross Section along 400E

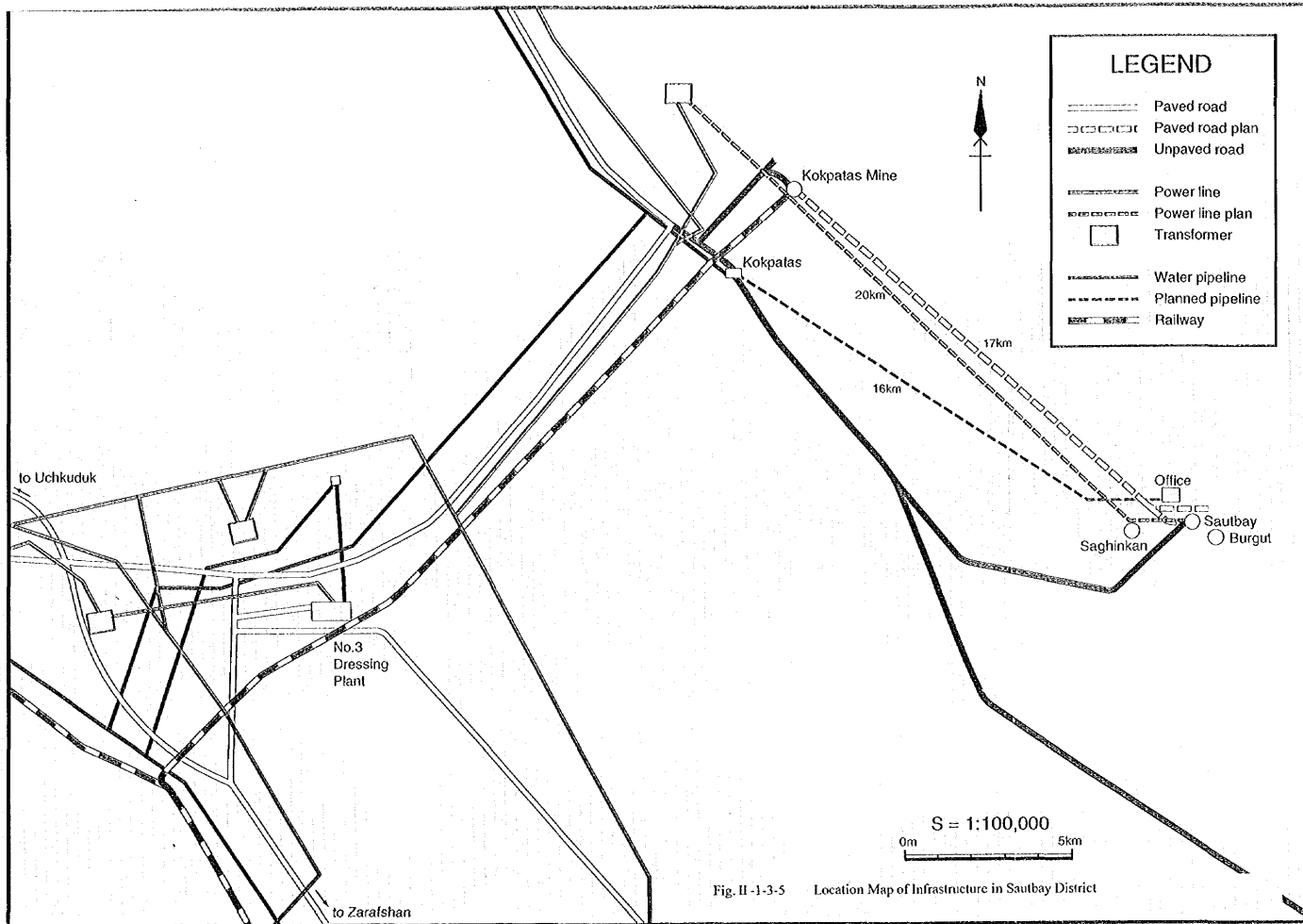


Fig. II -1-3-5 Location Map of Infrastructure in Sautbay District

Table II-1-3-2 Comparison of Production Cost (Mining Plan① in Case of Railway and Truck Transportation)

Production (1,000t)	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600
Production(thou.t/year)	150	186	212	248	271	306	336	362	388	414	440	466
Mine life(years)	19.6	16.3	14.0	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	188,736	1,037	215,723	1,037	242,710	1,037	269,695	1,037
Initial investment (thou.sum)	1,013,390	398	1,071,415	422	1,135,440	416	1,217,015	490	1,335,365	525	1,397,390	519
Infrastructure	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
Working equipment	101,100	2	101,100	2	151,650	3	151,650	3	202,200	4	202,200	4
Truck	163,500	5	198,200	6	228,900	7	261,600	8	291,300	9	327,000	10
Others(steining)	69,350		69,350		69,350		69,350		69,350		69,350	
Dressing	226,600		251,925		283,250		311,575		368,225		398,550	
Mining cost	116,912	900	132,749	851	148,571	816	167,650	806	183,487	781	199,713	769
Personnel (staff)	9		9		9		9		9		9	
(worker)	71		75		79		87		91		97	
Wages	11,686		12,251		12,822		13,959		11,528		15,558	
Explosives	12,925		15,510		18,095		20,680		23,265		25,850	
Rock tool	6,012		7,251		8,459		9,667		10,876		12,081	
Fuel, lubricant	17,171		55,116		63,738		71,997		80,272		88,547	
Tire	7,597		9,117		10,636		12,156		13,675		15,194	
Electricity	1,821		1,821		1,821		1,821		1,821		1,821	
Maintenance	29,700		31,330		33,000		37,400		39,050		49,700	
Dressing cost	45,116	317	53,831	315	62,553	311	71,119	312	80,027	312	88,746	311
Personnel (staff)	8		8		8		8		8		8	
(worker)	55		66		77		87		98		109	
Wages	8,611		10,068		11,526		12,851		14,473		15,931	
Materials	17,631		21,137		24,683		28,209		31,735		35,261	
Electricity, water	12,989		15,587		18,185		20,783		23,381		25,978	
Maintenance	5,885		7,022		8,159		9,276		10,438		11,576	
General management	16,206	123	18,658	120	21,112	116	23,882	115	26,351	113	28,850	111
Freight rates	6,968	51	8,362	51	9,755	51	11,149	51	12,543	51	13,936	51
One freight	6,630		7,956		9,282		10,608		11,931		13,260	
Concentrate freight	338		406		473		541		609		676	
Annual operating cost	183,232	1,175	213,603	1,369	241,991	1,335	273,828	1,316	302,408	1,292	331,285	1,271
Total cost (initial investment+operating cost)	1,823		1,791		1,726		1,806		1,817		1,823	
Total income	-2,000,370	-786	-1,918,930	-751	-1,880,755	-739	-1,937,105	-769	-1,985,100	-780	-2,000,370	-786

Table II-1-3-3 Comparison of Production Cost (Mining Plan①) in Case of Truck Transportation)

Production(t/day)	500	609	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	285	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	6.5	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. Incoce(thou.us\$)	131,763	1,037	161,750	1,037	188,735	1,037	215,723	1,037	242,709	1,037	269,695	1,037	296,513	1,037	323,499	1,037	350,485	1,037	377,472	1,037	404,459	1,037	431,445	1,037		
Initial Investment(thou.us\$)	1,152,170	453	1,213,195	447	1,274,220	501	1,385,795	545	1,475,145	580	1,536,170	604	1,672,745	657	1,765,470	691	1,855,820	729	1,946,815	753	2,078,420	797	2,173,890	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	3	50,000	3	75,000	3	75,000	3	75,000	3	75,000	3	150,000	3	150,000	3	100,000	4
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	237,750	5	237,750	5	237,750	5
Truck	196,200	6	228,200	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	555,900	17	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	228,600		234,925		283,250		311,575		358,225		395,550		424,815		453,200		509,850		538,175		566,500		604,270		604,270	
Mining cost	123,559	950	110,245	899	155,789	861	176,933	831	193,621	827	210,768	811	235,713	824	251,647	816	271,191	802	287,816	791	308,200	790	327,712	793		
Personnel(staff)	9		9		9		9		9		10		10		10		10		10		11		11			
(worker)	25		29		32		35		38		41		44		47		50		53		56		59			
Wages	12,251		12,822		13,219		14,528		15,098		16,126		17,831		18,968		19,391		19,962		21,419		22,413			
Explosives	12,925		15,310		18,095		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		19,335			
Fuel, lubricant	50,761		59,751		68,741		77,731		86,721		95,711		104,701		113,691		122,681		131,671		140,661		149,651			
Tire	8,106		10,087		11,768		13,449		15,130		16,811		18,493		20,174		21,855		23,536		25,217		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			
Maintenance	31,350		33,000		34,650		39,050		40,700		42,350		46,750		48,400		52,800		54,450		58,850		60,500			
Dressing cost	15,116	317	53,831	345	62,553	311	71,119	312	80,027	312	88,716	311	97,465	311	106,183	310	115,097	311	123,810	310	132,377	309	141,095	309		
Personnel(staff)	8		8		8		8		8		9		9		9		9		9		10		10			
(worker)	55		66		77		87		98		109		120		131		142		153		163		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			
Materials	12,631		21,157		24,883		28,209		31,735		35,261		38,788		42,314		45,840		49,366		52,892		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			
Maintenance	5,885		7,022		8,159		9,276		10,438		11,576		12,713		13,850		15,012		16,149		17,287		18,419			
General manager	16,688	130	19,408	121	21,934	121	24,803	119	27,365	117	29,931	115	33,321	117	36,083	116	38,678	114	41,169	113	43,658	113	47,081	113		
Freight rates	338	3	806	3	173	3	511	3	609	3	676	3	711	3	811	3	879	3	917	3	1,011	3	1,082	3		
Ore freight																										
Concentrate freight	338		806		173		511		609		676		711		811		879		917		1,011		1,082			
Annual operating cost	185,881	1,130	213,893	1,371	241,749	1,328	273,100	1,311	301,622	1,289	330,111	1,270	361,273	1,281	397,721	1,273	425,790	1,260	453,802	1,217	483,619	1,215	518,970	1,218		
Total cost(Initial Invest- ment+operating cost)	1,883		1,818		1,829		1,839		1,869		1,874		1,911		1,969		1,989		2,009		2,042		2,083			
Total Incoce	-2,133,070	-816	-2,063,995	-811	-2,015,610	-792	-2,091,990	-822	-2,117,110	-812	-2,130,165	-837	-2,300,680	-901	-2,371,910	-937	-2,422,810	-952	-2,450,835	-983	-2,532,725	-1,005	-2,662,070	-1,016		

Table III-3-7 Comparison of Production Cost(Mining Plan③ In Case of Cut Off WO3 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	156	182	208	231	260	286	312	338	361	390
Mine life(years)	8.8	7.1	5.9	5.0	4.4	3.9	3.5	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4
Concentrate(t./year)	903	1,128	1,351	1,580	1,803	2,031	2,257	2,482	2,703	2,931	3,159	3,385
Conc. Income(thou.sum)	152,301	1,161	190,251	1,461	228,372	1,461	266,491	1,461	304,410	1,461	342,531	1,461
Initial investment(thou.sum)	815,790	889	905,110	988	1,016,725	1,108	1,015,010	1,138	1,131,065	1,232	1,220,415	1,329
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
Drilling equipment	25,000	1	25,000	1	25,000	1	50,000	2	50,000	2	50,000	2
Working 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	196,200	6	228,900	7	261,600	8
Others(mining)	69,350		69,350		69,350		69,350		69,350		69,350	
Drilling	169,930		226,600		251,935		283,250		311,575		368,225	
Mining cost	71,476	687	82,123	631	96,913	622	105,813	582	121,737	585	132,845	568
Personnel(staff)	9		9		9		9		9		9	
(worker)	53		56		63		72		79		87	
Wages	9,129		9,355		10,811		11,823		12,356		12,822	
Explosives	6,792		8,490		10,188		11,887		13,585		15,283	
Rock tool	3,176		3,970		4,764		5,557		6,351		7,145	
Fuel, lubricant	21,655		33,121		38,586		44,051		49,516		54,981	
Tire	3,653		1,566		5,180		6,333		8,219		9,133	
Electricity	1,821		1,821		1,821		1,821		1,821		1,821	
Maintenance	19,259		20,900		25,300		25,300		31,350		33,000	
Dressing cost	38,207	318	45,116	317	53,831	315	62,553	314	71,119	312	80,027	312
Personnel(staff)	7		8		8		8		9		9	
(worker)	41		55		66		77		88		109	
Wages	6,588		8,611		10,068		11,526		14,473		15,931	
Materials	11,105		17,611		21,157		24,683		28,209		31,735	
Electricity, water	10,391		12,389		15,587		18,185		20,783		23,381	
Maintenance	1,723		5,585		7,022		8,159		9,276		10,438	
General management	10,768	104	12,751	98	15,081	97	16,810	93	19,288	93	21,287	91
Freight rates	5,686	35	7,107	55	8,329	55	9,930	55	11,312	55	12,793	55
One freight	5,301		6,630		7,956		9,282		10,608		11,931	
Concentrate freight	382		477		573		668		761		859	
Annual operating cost	121,137	1,191	147,100	1,131	174,417	1,118	195,188	1,072	223,538	1,075	246,952	1,055
Total cost(Initial invest. + annual operating cost)	2,383		2,420		2,228		2,210		2,307		2,331	
Total income	568,242	619	602,708	636	639,516	762	681,828	745	713,871	813	811,560	920

Table H-1-3-10 Comparison of Production Cost(Mining Plan④ In Case of Cut Off WO3 0.5%)

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)	101	130	156	182	208	231	260	286	312	338	361	390														
Mine life(years)	19.9	15.9	13.3	11.4	10.0	8.9	8.0	7.2	6.6	6.1	5.7	5.3														
Concentrate(t/year)	1,128	1,310	1,593	1,915	2,257	2,539	2,821	3,103	3,385	3,667	3,919	4,231														
Price Income(thou.yen)	190,251	1,830	237,818	1,830	285,550	1,830	333,113	1,830	380,677	1,830	428,210	1,830	475,801	1,830	523,351	1,830	570,931	1,830	618,195	1,830	666,058	1,830	713,622	1,830		
Initial investment(thou.yen)	1,172,830	689	1,510,990	729	1,605,623	115	1,660,390	801	1,688,715	813	1,795,365	866	1,815,790	891	1,908,665	970	1,955,240	953	2,031,890	990	2,130,215	1028	2,158,530	1042		
Infrastructure	402,819		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	47,102	2	47,100	2	70,650	3	70,650	3	70,650	3	91,200	4	91,200	4	91,200	4	117,750	5	117,750	5	141,300	6	141,300	6	141,300	6
Blasting equipment	10,050	1	10,050	1	20,100	2	20,100	2	20,100	2	20,100	2	20,100	2	20,100	2	30,150	3	30,150	3	30,150	3	30,150	3	30,150	3
Load Haul Dump	52,900	2	79,350	3	79,350	3	105,800	4	105,800	4	132,250	5	132,250	5	132,250	5	158,700	6	158,700	6	185,150	7	185,150	7	185,150	7
Timbering equipment	22,150	1	22,150	1	22,150	1	22,150	1	22,150	1	41,300	2	41,300	2	41,300	2	41,300	2	41,300	2	41,300	2	41,300	2	41,300	2
Truck	32,700	1	32,700	1	65,400	2	65,400	2	65,400	2	65,400	2	65,400	2	65,400	2	98,100	3	98,100	3	98,100	3	98,100	3	98,100	3
Others(mining)	690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200		690,200	
Dressing	169,950		226,600		251,935		283,260		311,315		368,225		396,500		424,825		453,200		509,850		538,175		566,500		566,500	
Mining cost	71,895	691	81,888	630	98,741	633	108,636	596	115,014	553	129,831	555	141,410	511	150,181	525	168,282	539	174,728	517	189,557	521	196,230	503		
Personnel(staff)	8		9		9		9		9		9		9		10		10		10		10		10		10	
(worker)	60		61		75		79		79		87		91		95		107		107		115		115		115	
Wages	9,916		10,692		12,251		12,822		12,822		13,559		14,705		15,211		16,979		16,979		18,115		18,223		18,223	
Explosives	6,228		7,786		9,313		10,900		12,457		14,011		15,571		17,128		18,685		20,213		21,800		23,357		23,357	
Rock tool	2,470		3,088		3,703		4,323		4,940		5,558		6,175		6,793		7,410		8,028		8,645		9,263		9,263	
Fuel lubricant	8,292		10,312		12,331		14,351		16,010		17,999		19,999		21,829		23,718		25,668		27,587		29,507		29,507	
Tire	7,311		7,920		8,516		9,102		9,688		10,274		10,860		11,446		12,032		12,618		13,204		13,790		13,790	
Rockbolt	5,393		6,741		8,093		9,441		10,790		12,139		13,488		14,836		16,185		17,531		18,883		20,231		20,231	
Electricity	6,981		7,416		7,912		8,377		8,812		9,307		9,772		10,238		10,703		11,168		11,633		12,099		12,099	
Maintenance	30,110		32,859		41,690		44,440		44,440		51,390		55,590		62,610		67,530		73,690		79,690		85,690		85,690	
Dressing cost	36,207	318	45,116	317	53,831	315	62,553	311	71,119	312	80,022	312	88,716	311	97,165	311	106,183	310	115,092	311	123,810	310	132,371	339		
Personnel(staff)	7		8		8		8		8		9		9		9		10		10		10		10		10	
(worker)	41		53		66		77		87		98		109		120		131		142		153		163		163	
Wages	6,388		8,611		10,068		11,508		12,851		14,413		15,931		17,388		18,815		20,468		21,923		23,250		23,250	
Materials	11,105		17,621		21,157		24,883		28,209		31,732		35,261		38,788		42,314		45,840		49,366		52,892		52,892	
Electricity, water	10,391		12,989		15,587		18,183		20,283		23,381		26,328		29,318		31,171		33,722		36,370		38,968		38,968	
Maintenance	4,723		5,885		7,022		8,159		9,216		10,438		11,376		12,713		13,850		15,012		16,149		17,267		17,267	
General management	10,810	101	12,700	98	15,258	98	17,111	91	18,617	90	20,986	90	23,022	89	24,765	87	27,417	88	28,982	86	31,337	86	33,861	81		
Freight rate	3,281	56	7,226	58	8,672	56	10,117	56	11,563	56	13,008	56	14,453	56	15,899	56	17,311	56	18,189	56	20,231	56	21,680	56		
One freight	5,301		6,630		7,956		9,282		10,608		11,931		13,260		14,586		15,912		17,238		18,561		19,899		19,899	
Concentrate freight	472		596		716		835		955		1,071		1,193		1,313		1,432		1,551		1,670		1,790		1,790	
Annual operating cost	121,694	1,199	146,930	1,120	176,508	1,131	185,337	1,099	216,148	1,010	243,852	1,012	267,691	1,030	288,343	1,008	319,236	1,023	337,615	999	361,938	1,003	383,115	982		
Total cost(initial investment+ operating cost)	1,888		1,859		1,906		1,891		1,853		1,908		1,921		1,928		1,996		1,989		2,031		2,021		2,021	
Total income	180,178	-38	60,088	-29	157,172	-76	176,392	61	51,890	-25	161,816	-28	188,532	91	204,036	98	223,232	156	209,418	159	115,172	201	101,968	-191		

第2章 ブルトカン地区

2-1 ブルトカン地区の地質・鉱床概要

ブルトカン地区の地質は、主として原生代のコクパタス層の堆積岩類からなる。コクパタス層は、珪岩・チャートレンズ、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(Fig. II-2-1-1)。

これらを買いて石炭紀後期～二畳紀前期の閃長閃緑岩、閃緑岩、花崗岩、ひん岩及び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。

これらの原生界と貫入岩類を不整合に覆って、白亜系及び第四系が分布している。白亜系は海成の泥岩、砂岩、礫岩及びドロマイト、第四系は陸成のシルト、砂、礫及び石膏からなる。

本地区における顕著な断層の方向はWNW-ESE系及びNNW-SSE系である。閃長閃緑岩体の北側に沿ってWNW-ESE系の北サウトバイ断層が分布し、これにNNW-SSE系の断層が交会している。

鉱化作用はこれらのWNW-ESE系、NNW-SSE系断層の交会部と閃長閃緑岩に規制された金を含む石英・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。

1) ブルトカン鉱床(Au)

ブルトカン鉱床は1993年に発見された。本鉱床は、サウトバイ鉱床の東5.5kmにあり、閃長閃緑岩体の北側接触部に位置している(Fig. II-2-1-2)。本鉱体周辺のコクパタス層は砂岩、粘板岩、珪岩、石灰岩及びドロマイトとこれらの岩石が変成したホルンフェルス、珪化岩、珪化・スカルン化交代変成岩及びスカルンからなる。

鉱体はWNW-ESE方向を示し、同方向に貫入したランプロファイアー、閃緑岩及び花崗岩などの岩脈が多数分布している。

1993年の発見以来、コクパタス探鉱部隊がトレンチ、ノンコアボーリング及び坑道調査を実施した結果、本鉱床は厚さ最大約30mで延長最大50m連続し、深さ70m以上に達することが確認されている。深度70mまで実施されたノンコアボーリングの結果では、金品位は1～420g/t(平均6.9g/t)と変化するが、一般に上部で高品位(Au=3～50g/t)を示し、一部のサンプルでは金品位は100g/t以上に達する。下部では、金品位1.5～6.0g/tに変化する。

第2年次に3孔のボーリングを実施した結果、鉱体上部は酸化鉄、細粒石英及び玉髓を伴う珪化岩で、下部は硫化鉱物を伴うスカルンに金鉱化作用を伴うことが判明した。深さ40m付近まで鉄酸化生成物が発達する。

本年次に鉱体の西延長に対して実施された2孔のボーリング調査結果では、珪化・スカルン化交代変成岩、スカルン及び石英・硫化鉱物脈に伴われた金の鉱化作用を確認した。一方、

鉍体の東延長に対する3孔のボーリング調査では、珪化・スカルン化交代変成岩及びスカルンを確認したが、金の鉍化作用は弱い。鉍体の中央部においてウズベキスタン側独自の探鉍として実施されたNo.29立杭の地表より28m下部で展開された+210m準坑道の結果によると、ブルトカン鉍体の富鉍部はWNW-ESE系、NW-SE系、ENE-WSW系断層に規制され、鉍体の形状は上面(地表部)の面積の広い多角錐形～パイプ状(幅25～35m、深さ約100m)を呈し、直立ないしやや北側に急傾斜していると推定される。従って、本年次のボーリング結果でブルトカン鉍体の東西延長部で確認された鉍化作用は直接にはブルトカン鉍体に連続しないと推定される。

構成鉍物は、上部の珪化岩では石英、玉髄、方解石、黄鉄鉍、ナトロジャロサイト、針鉄鉍を主とし磁硫鉄鉍及び石膏を伴う。下部は角閃石-輝石スカルンで透閃石、アクチノ閃石、緑泥石、黄鉄鉍、白鉄鉍、針鉄鉍、磁硫鉄鉍、硫砒鉄鉍及び黄銅鉍を主とし、少量の珪灰石、灰重石、緑簾石及びザクロ石を含む。角閃石-輝石スカルンには石英・方解石・菱鉄鉍脈が貫入している。

肉眼による観察の結果では自然金は石英及び玉髄中に認められる。

ウズベキスタン側が行ったX線回折分析及び研磨片鑑定の結果では、自然金は石英脈、方解石脈及び菱鉄鉍脈中に産し、石墨と共生する。自然金は、まれに角閃石-輝石スカルン中で黄鉄鉍、磁硫鉄鉍、白鉄鉍及び黄銅鉍と共生するが、硫化鉍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。

ブルトカン地区においては、上記ブルトカン鉍床以外にも過去のトレンチ調査、地質調査の結果、閃長閃緑岩体の北側に沿って角礫化、酸化鉄化した珪化岩を含む幅600～700mのゾーンが連続し、特に閃長閃緑岩体に接する幅100～150mのゾーンに金鉍微地が点在することが確認されている。本年次はこのゾーンにおける金鉍化作用の水平、垂直方向の広がり明らかにするためにトレンチ、物理探査とボーリングを行った。

ウズベキスタン側の探鉍作業は、現在も実施中であり、トレンチ、ボーリング及び物理探査が1998年まで継続される予定である。

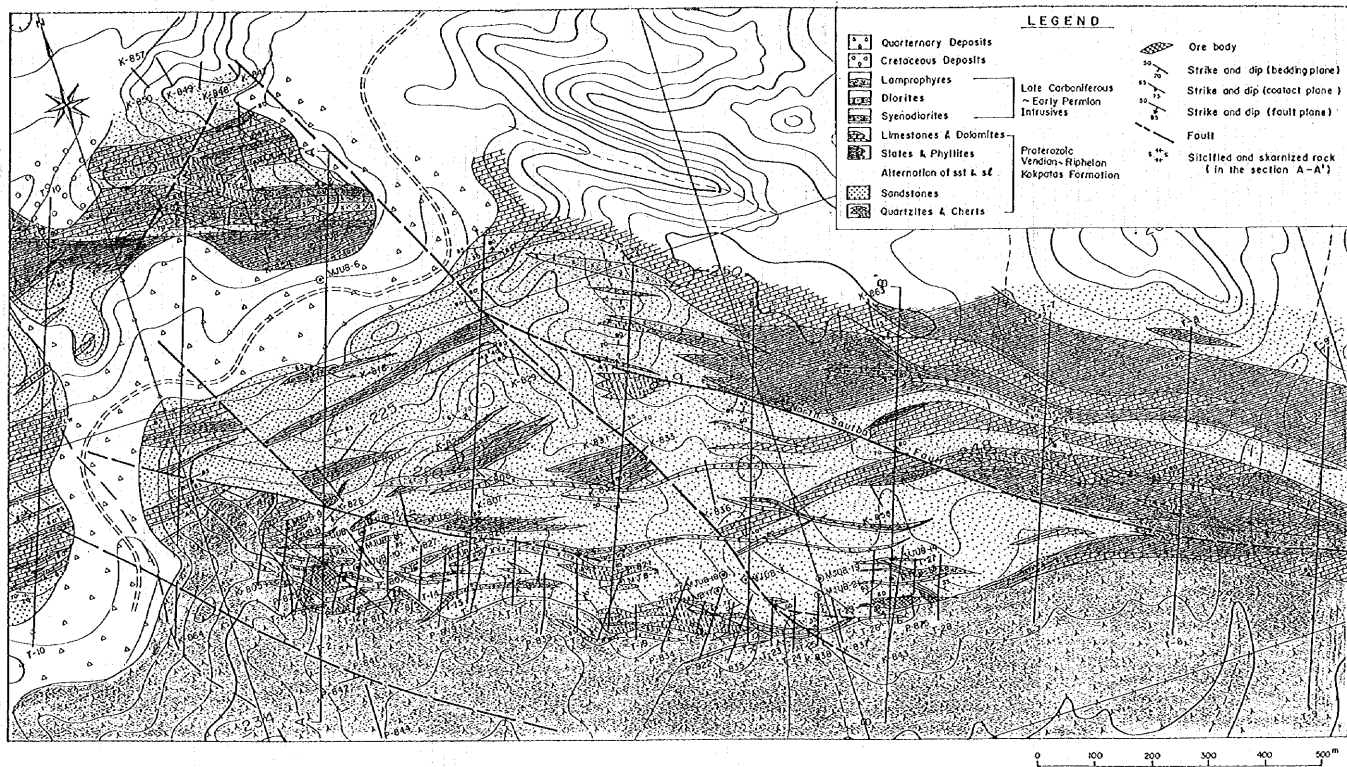


Fig. II-2-1-1 Geological Map of the Bulukan District

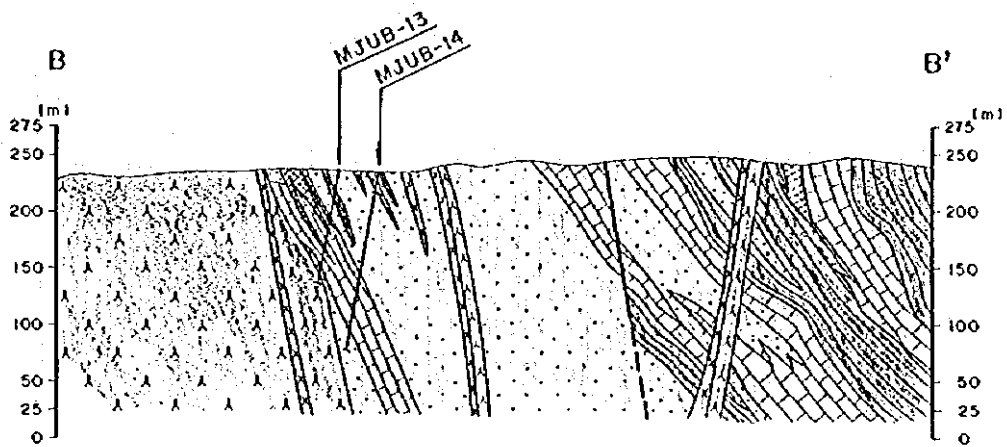
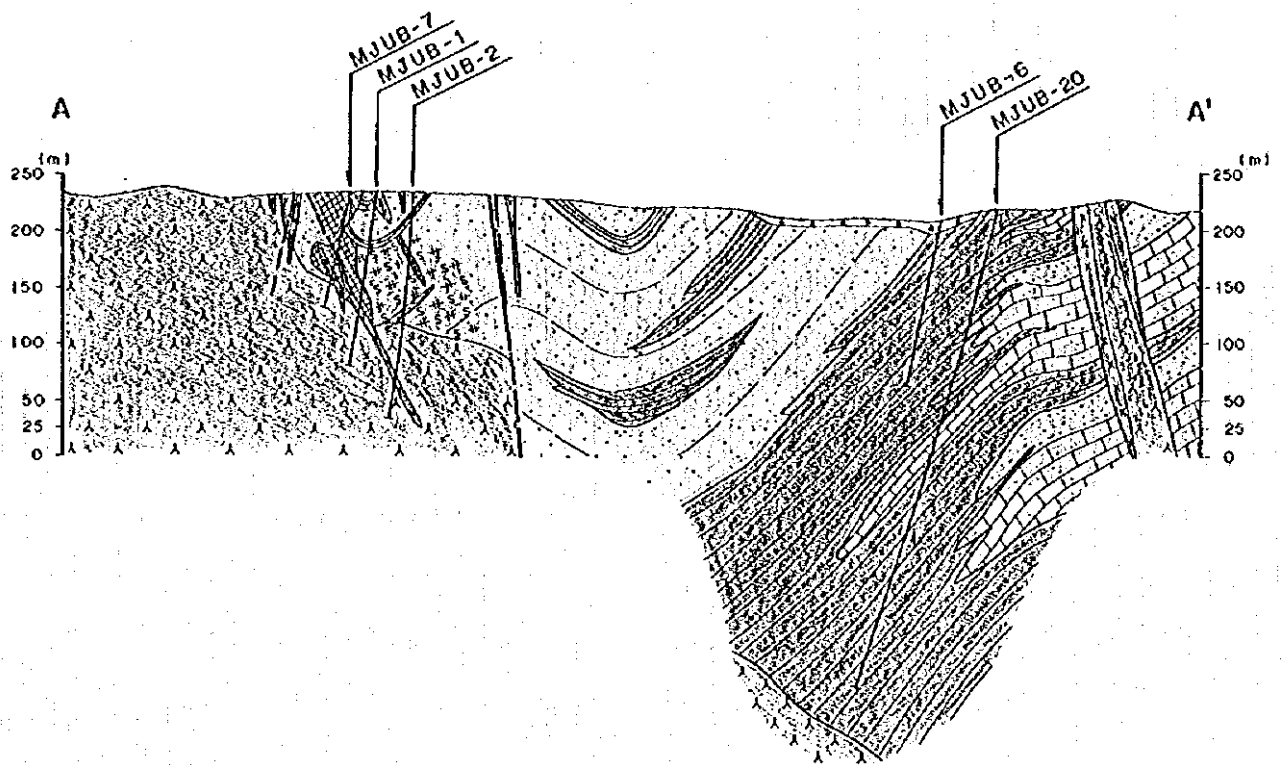


Fig. II-2-1-2 Geological Cross Section of the Bulutkan District

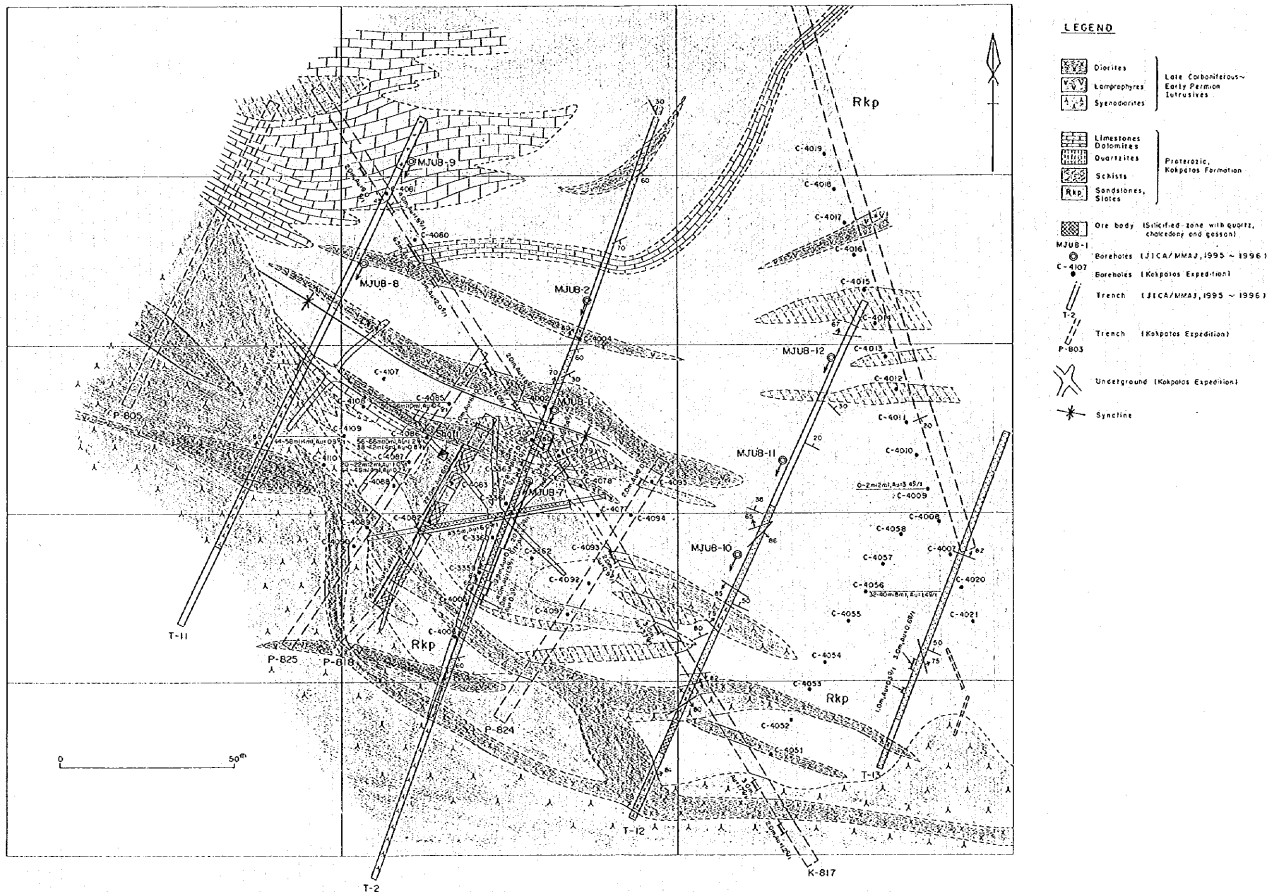
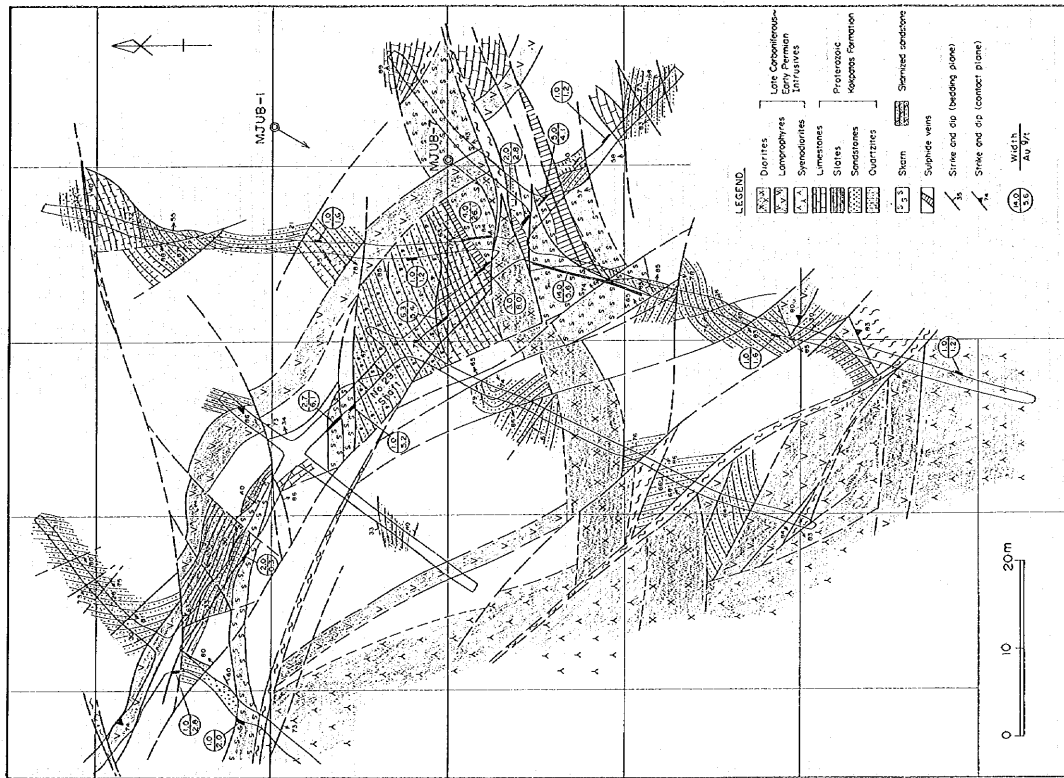


Fig. II-2-1-3 Geological Map of the Bulutkan Ore Deposit



Kokopos Expedition (1936)

Fig. 2-1-4 Underground Geological Map of the Bulutkuan Ore Deposit(=210m Level)

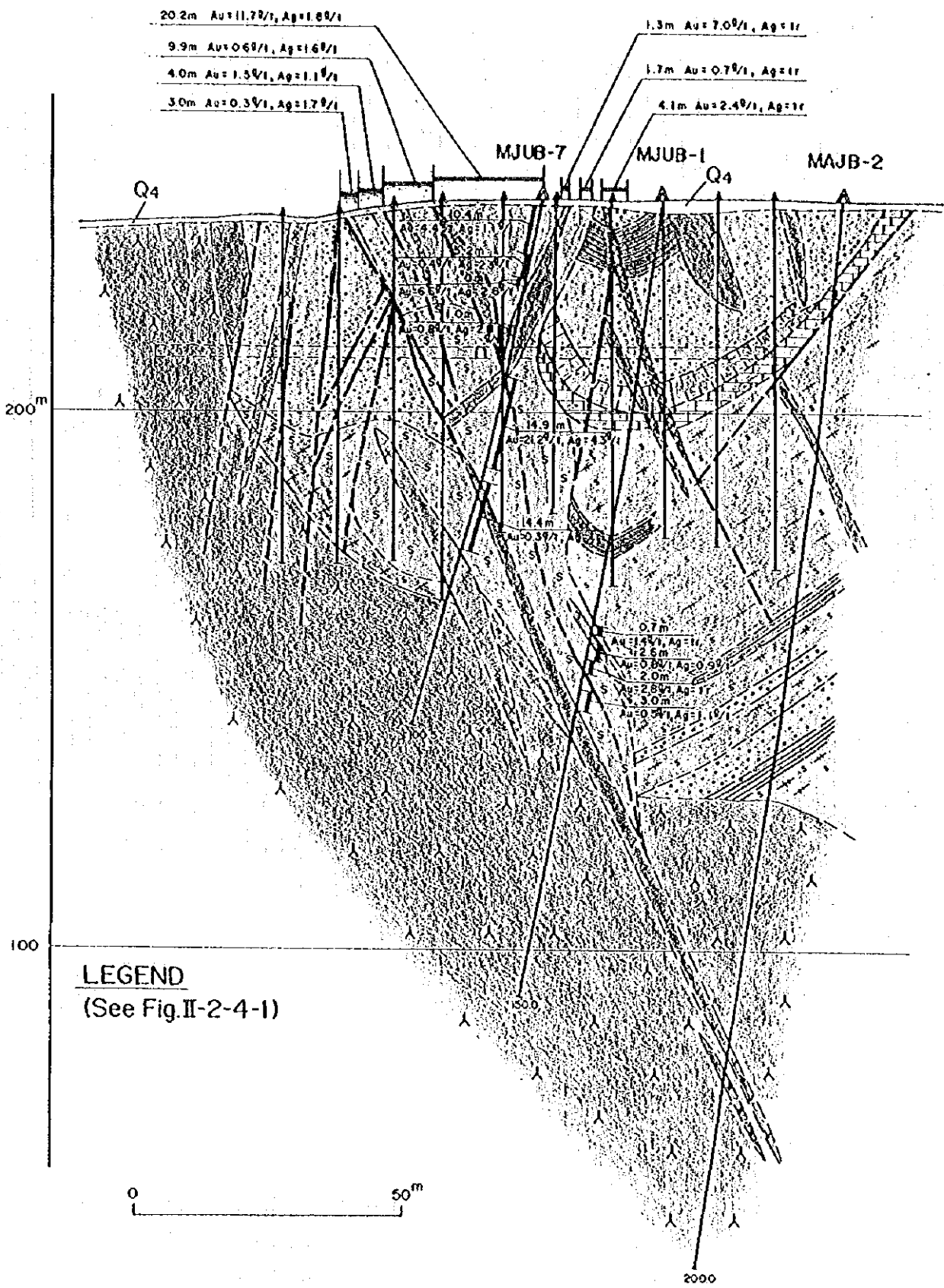


Fig. II-2-1-5 Geological Cross Section of the Bulutkan Ore Deposit

2-2 トレンチ調査

2-2-1 調査目的

ブルトカン地区において、金鉱化帯の鉱床学的な性格の把握及び平面的な広がり把握する。

2-2-2 調査方法

第2年次に把握された鉱徴と金の地化学異常を探鉱するために、トレンチ調査を実施した。トレンチは推定される鉱化帯の走向と直交する方向(原則N20°E方向)と、確認された鉱化帯を走向方向に追跡する方向の2方向に19本を掘削した。

トレンチの位置をFig. II-2-2-1に示した。各トレンチの長さは70~180mで、合計2,010mである。全トレンチについて、地質及び鉱化状況の観察とスケッチ、試料採取及び室内試験を実施した。各トレンチの長さをTable I-1-3-1に、室内試験の項目及び数量をAppendix 2-1に示した。

掘削は人力で行い、必要に応じて爆薬を使用した。トレンチの幅は約1mで、深さ最大2mまで掘削し、地質観察の直前にトレンチの床を人力でクリーニングした。

トレンチのスケッチは、側壁のほとんどの部分が砂や石膏層または強風化岩であったため、床について縮尺1,000分の1で行い、さらに鉱徴部については縮尺100分の1のスケッチを実施した。縮尺1,000分の1のスケッチ及び100分の1のスケッチを、それぞれPL. II-2-2-1及びPL. II-2-2-2に示した。

室内試験として、鉱石の化学分析、岩石薄片及び鉱石研磨片観察、X線回折分析及び流体包有物均質化温度測定を行った。鉱石試料については、トレンチの床において、主として1~2mの長さのチャンネルから約10kgを採取し、分析に供した。分析結果をAppendix 2-6(2)に示した。その他の室内試験試料の採取位置は、PL. II-2-2-1のトレンチスケッチに示した。岩石薄片の鑑定結果及び顕微鏡写真をそれぞれAppendix 2-2及びAppendix 2-3に、鉱石研磨片の鑑定結果及び顕微鏡写真をそれぞれAppendix 2-4及びAppendix 2-5に、X線回折分析結果をAppendix 2-7に、流体包有物均質化温度の測定結果をAppendix 2-8に示した。

2-2-3 調査結果

観察結果を5,000分の1の地質図(Fig. II-2-1-1)にまとめた。調査地区には主として、コクパタス層と、これに貫入した閃長閃緑岩岩株、ランプロファイアー、閃緑岩及び閃長閃緑岩などの岩脈が分布する。

本地区にはWNW-ESE及びNNW-SSE方向の断層や、主にNW-SE~E-W方向の破砕帯が発達している。これらの破砕帯は、数10cm~数m幅のものが多い。主要な断層としては、WNW-ESE方向の北サウトバイ断層が分布する。コクパタス層の一般走向は、北サウトバイ断層の北東側ではNW-SE~WNW-ESE、南西側ではE-W~ENE-WSWである。断層や破砕帯沿いには、しばしば幅20cm~数mの岩脈類と幅数10cm~数mの珪化及びスカルン化が見られ酸化鉄を伴うこ

とが多い。全般的に本地区の粘板岩や泥質砂岩中には、続成作用による鉱染状の黄鉄鉱及び針鉄鉱が認められる。

トレンチで観察された著しい酸化鉄帯を次に列挙する。

トレンチT-17： 89.0～98.0m

トレンチT-22： 114.0～118.0m

トレンチT-25： 74.0～79.7m

トレンチT-26： -16.5～-21.5m, -31.0～-34.0m

トレンチT-28： 36.6～39.0m

トレンチT-29： 144.5～147.5m

これらの酸化鉄帯は、コクバタス層中のWNW-ESE方向の断層、破碎帯に伴われて分布している。

鉱石の化学分析によって確認された金の主要鉱化帯をTable II-2-2-1に示した。主要鉱化帯は、上記酸化鉄帯に伴われることもあるが、むしろ破碎帯とその近傍、あるいは貫入岩類(ランプロファイアー及び閃緑岩)とその近傍の珪化岩・スカルンに伴われることが多い。ただし金を伴う鉱化帯と無鉱化の酸化鉄帯、珪化・スカルン化帯を肉眼観察で識別することはできない。

トレンチから採取されたサンプルの鉱石鉱物は、酸化により針鉄鉱と鱗織石に変質しているものが多い。研磨片鑑定の結果、いずれのサンプルからも、金鉱物は認められなかった。

T-12L3, T-22L1には、黄銅鉱、輝銅鉱、銅藍等の鉱物が認められた。その他の鉱石鉱物として、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、磁硫鉄鉱、金紅石及びチタン石が認められた。

X線回折分析の結果、スカルン試料の構成鉱物としては、石英、角閃石、単斜輝石、方解石、ドロマイト及び蛇紋石が認められる。珪化及びスカルン化変質を被った岩脈類は、石英、スメクタイトまたは絹雲母と緑泥石の組み合わせを持っている。

流体包有物均質化温度測定は珪化岩・石英脈及びスカルンから採取された試料を供試料とした。測定した鉱物は脈状または網状の石英及び方解石である。測定された均質化温度は、およそ100℃～360℃の範囲を示す。このうち方解石で測定した試料は102℃～167℃、石英で測定した試料は101℃～362℃を示した。金品位0.2g/t以上が確認された地点で採取された試料(T-11L1, T-18L6, P-875L1)の均質化温度は、171℃～212℃を示した。また採取地点から数m以内で金品位0.2g/t以上が確認された試料(T-16L1, T-18L4, T-22L2)では、均質化温度は162℃～238℃の範囲である。これらはいずれも珪化岩・石英脈から採取された試料である。

2-2-4 まとめ及び考察

ブルトカン地区のコクパクス層には、WNW-ESE方向の境界を示す閃長閃緑岩体が貫入している。本地区には、全般的にNW-SE～E-W方向の破碎帯や断層が発達し、これらに沿って、ランプロファイアー、閃緑岩及び閃長閃緑岩の岩脈が多数貫入している。これらの岩脈類は、閃長閃緑岩体中にも観察されることから、主に閃長閃緑岩岩体の貫入後に貫入したと考えられる。破碎帯や岩脈類は、珪化及びスカルン化変質を伴っている。

金の鉱化はスカルン中あるいはNW-SE～E-W方向の破碎帯近傍に認められる。

これらのことから、ブルトカン地区の鉱化作用は、閃長閃緑岩体の貫入活動に伴われ、主にNW-SE～E-W方向の断層や破碎帯に規制されていると考えられる。鉱化作用は閃長閃緑岩体沿いのコクパクス層中でもっとも強く、閃長閃緑岩体から離れた場所では破碎帯に沿ってブルトカン地区全域に及んでいると考えられる。金鉱化が認められた試料の流体包有物均質化温度は、200℃前後の値を示す。このことは、高温のスカルン化作用(均質化温度：250℃～350℃)に引き続き、より低温(均質化温度：150℃～250℃)の金鉱化作用が行われたとした第2年次調査の結果と調和的である。

以上のことから、ブルトカン地区の金鉱化作用は、閃長閃緑岩岩株の活動に伴ったスカルン化作用に引き続き、主としてNW-SE～E-W方向の断層や破碎帯に規制された熱水作用に伴って行われたものと考えられる。

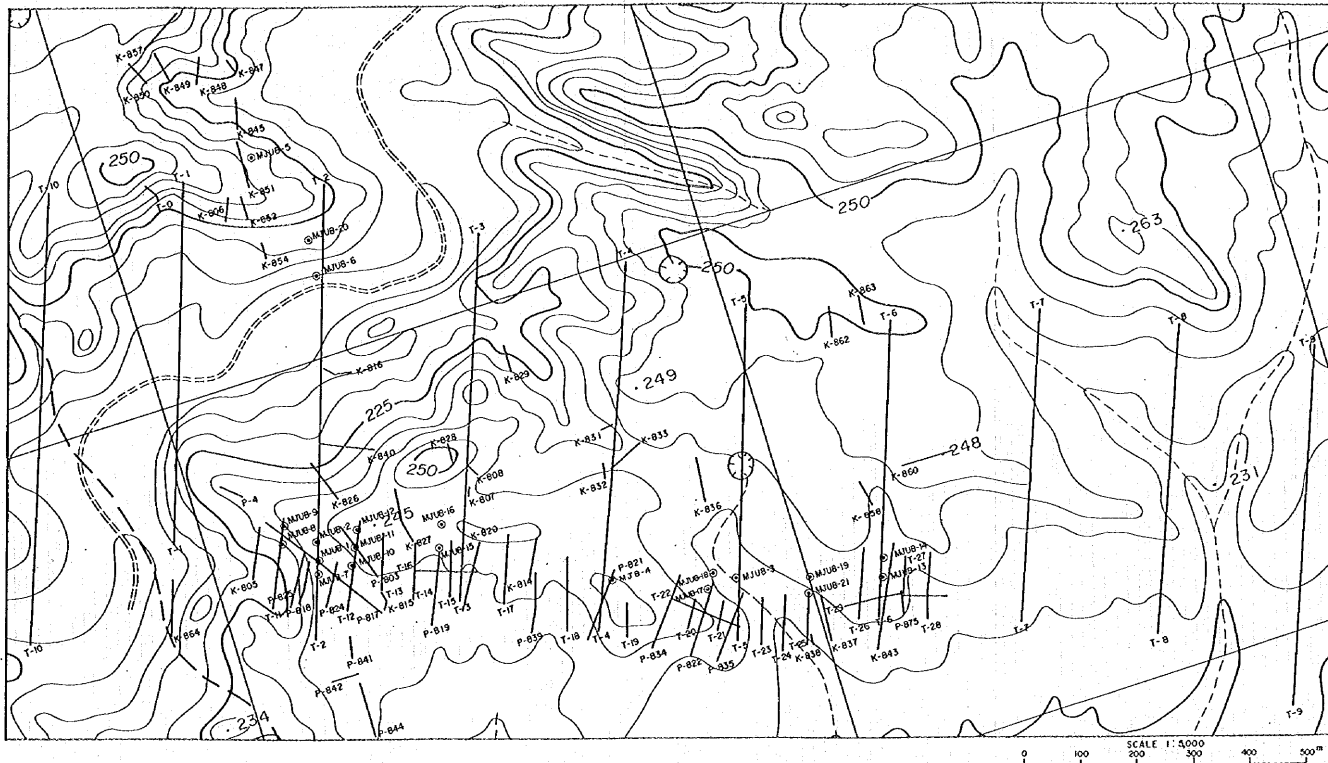


Fig. II-2-2-1 Location Map of the Trenches and Drillholes

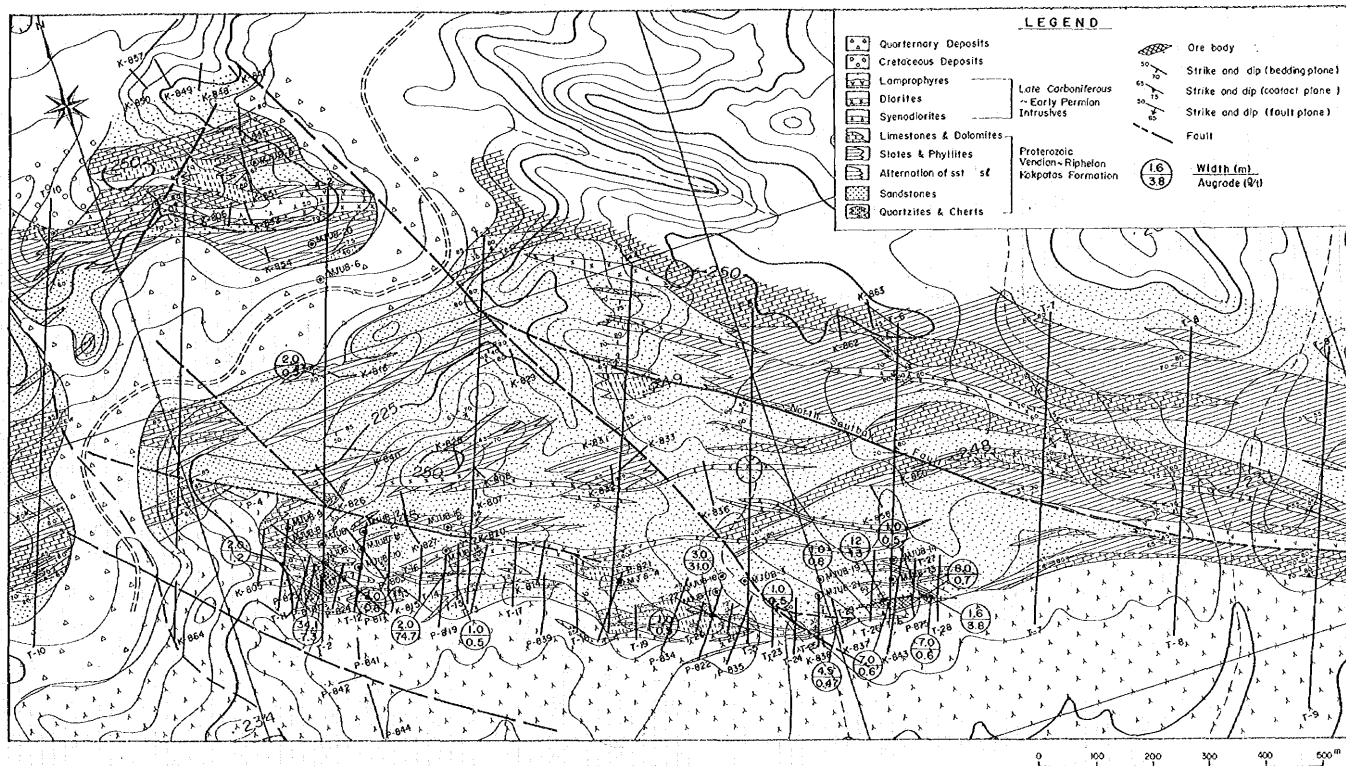


Fig. II-2-2-2 Major Mineralized Zones Caught by Trenches

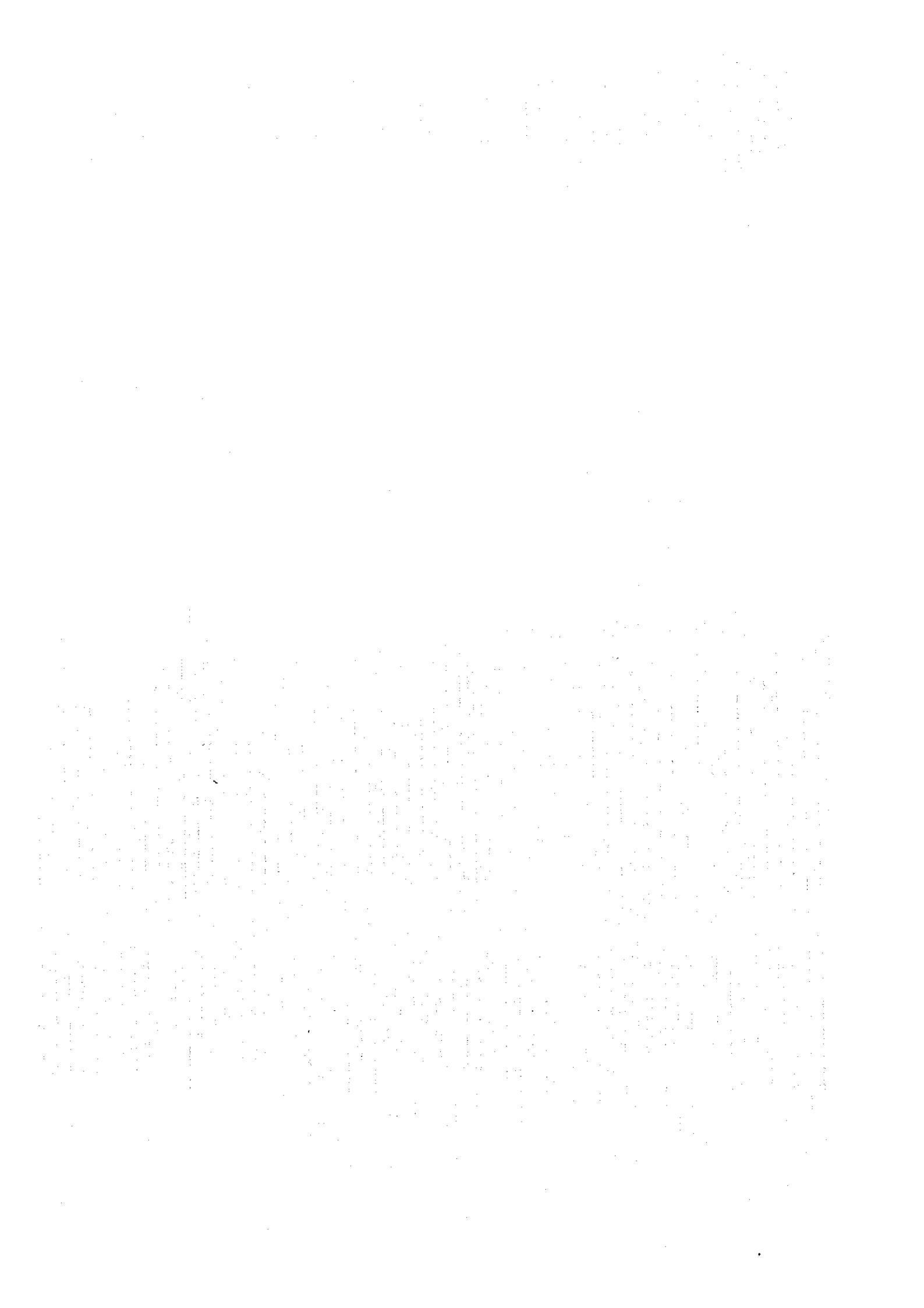


Table II-2-2-1 Major Mineralized Zones Caught by Trenches (1)

Trench No.	Position (m)~(m)	Length (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	As (%)	Mo (%)	W ₂ O ₃ (%)	Remarks
T-11	80.0~82.0	2.0	1.2	tr	0.01	0.02	tr	0.04	Skarnized limestone and fracture zone.
T-13	22.0~23.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified and skarnized sandstone with iron oxide.
	29.0~32.0	3.0	0.6	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified and skarnized metasomatite with iron oxide.
	96.0~97.0	1.0	0.2	1.6	tr	tr	tr	0.01	Brecciated quartzite with silicification.
T-14	19.0~20.0	1.0	0.2	tr	0.05	tr	tr	tr	Silicified sandstone.
	40.0~41.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified sandstone with iron oxide.
T-15	1.0~2.0	1.0	0.4	tr	tr	tr	tr	0.01	Sandstone.
	23.0~24.0	1.0	0.5	tr	tr	tr	0.01	tr	Silicified sandstone.
	49.0~50.0	1.0	0.2	tr	tr	tr	0.01	0.01	Silicified sandstone.
T-16	22.0~23.0	1.0	0.2	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified alternation (ss >> sl) with iron oxide.
	31.0~32.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified alternation (ss >> sl) with iron oxide.
	37.0~38.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified sandstone with iron oxide.
T-17	101.0~102.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Diorite.

Table II-2-2-1 Major Mineralized Zones Caught by Trenches (2)

Trench No.	Position (m)~(m)	Length (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	As (%)	Mo (%)	WO ₃ (%)	Remarks
T-18	48.0~49.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified hornfels with iron oxide.
	84.0~86.0	2.0	0.2	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified and skarnized alternation (ss >> sl).
	93.4~95.3	1.9	0.2	tr	tr	tr	tr	0.04	Silicified quartzite and sandstone.
	98.0~102.0	4.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified quartzite, sandstone and fracture zone.
	104.0~106.0	2.0	0.2	tr	tr	tr	tr	tr	Quartzite
	108.0~110.0	2.0	0.4	19.6	0.06	tr	tr	tr	Silicified quartzite with quartz and iron oxide.
T-19	25.0~27.0	2.0	0.2	tr	0.01	tr	tr	tr	Silicified slate with iron oxide.
T-20	36.0~37.0	1.0	0.5	1.8	tr	tr	tr	tr	Silicified quartzite with iron oxide in fracture zone.
T-21	13.0~14.0	1.0	0.3	2.2	tr	tr	tr	0.06	Quartzite with iron oxide.
	34.0~36.0	2.0	0.3	1.8	tr	tr	tr	tr	Sandstone with iron oxide.
T-22	119.0~120.0	1.0	0.3	tr	0.09	0.02	tr	tr	Silicified rock.
T-23	22.0~23.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified and skarnized limestone with iron oxide.
	26.0~27.0	1.0	0.3	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified and skarnized limestone with iron oxide.
	30.0~31.0	1.0	0.2	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified and skarnized limestone with iron oxide.

Table II-2-2-1 Major Mineralized Zones Caught by Trenches (3)

Trench No.	Position (m)~(m)	Length (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	As (%)	Mo (%)	W ₅ (%)	Remarks
T-24	55.0~56.0	1.0	0.2	2.6	tr	0.02	tr	tr	Silicified sandstone with iron oxide.
	62.0~63.0	1.0	0.5	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified sandstone with iron oxide.
T-25	29.0~30.0	1.0	0.3	1.8	tr	tr	tr	tr	Silicified alternation (ss >> sl) with iron oxide. Quartz vein.
	45.0~46.0	1.0	0.3	tr	tr	0.01	tr	tr	
	53.0~54.0	1.0	0.2	tr	tr	tr	tr	tr	Quartzite with iron oxide.
T-26	-30.0~-29.0	1.0	0.8	tr	tr	tr	tr	tr	Quartzite
	-19.0~-18.0	1.0	0.4	tr	tr	tr	tr	tr	Brecciated quartzite with iron oxide.
T-27	23.0~24.0	1.0	0.5	tr	tr	tr	tr	tr	Lamprophyre.
	28.0~29.0	1.0	0.2	tr	tr	tr	tr	tr	Silicified alternation (ss >> sl) in fracture zone with iron oxide.
P 875	26.0~28.0	2.0	0.3	tr	0.01	tr	tr	tr	Silicified slate.
	34.0~38.0	4.0	0.3	tr	0.01	tr	tr	tr	Lamprophyre.
T-28	22.0~23.0	1.0	0.4	tr	tr	tr	tr	tr	Syenodiorite.
	32.0~33.0	1.0	0.2	tr	0.02	tr	tr	0.02	Silicified quartzite with iron oxide.
	36.0~37.0	1.0	3.8	tr	0.01	tr	tr	tr	Fractured quartzite with iron oxide and quartz veins.

Table II-2-2-1 Major Mineralized Zones Caught by Trenches (4)

Trench No.	Position (m)~(m)	Length (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	As (%)	Mo (%)	W ₃ (%)	Remarks
T-29	46.0~48.0	2.0	0.3	tr	0.02	tr	tr	0.01	Silicified and skarnized sandstone with iron oxide.
	52.0~54.0	12.0	1.3	tr	0.02	0.02	tr	tr	Brecciated quartzite with chalcedony and iron oxide.
	66.0~67.0	1.0	0.2	1.8	tr	tr	tr	tr	Brecciated quartzite with drusey quartz and iron oxide.
	77.0~84.0	7.0	0.4	tr	0.02	tr	tr	tr	Silicified hornfels with iron oxide.
	104.0~110.0	6.0	0.4	5.9	0.02	tr	tr	0.01	Sandstone with iron oxide.
	125.0~133.0	8.0	0.5	1.3	0.03	tr	tr	tr	Silicified sandstone with iron oxide.
	136.0~143.0	7.0	0.6	2.2	0.02	0.02	tr	tr	Silicified sandstone with iron oxide.
	144.0~147.0	3.0	0.3	tr	0.02	tr	tr	tr	Silicified and limestone with iron oxide.