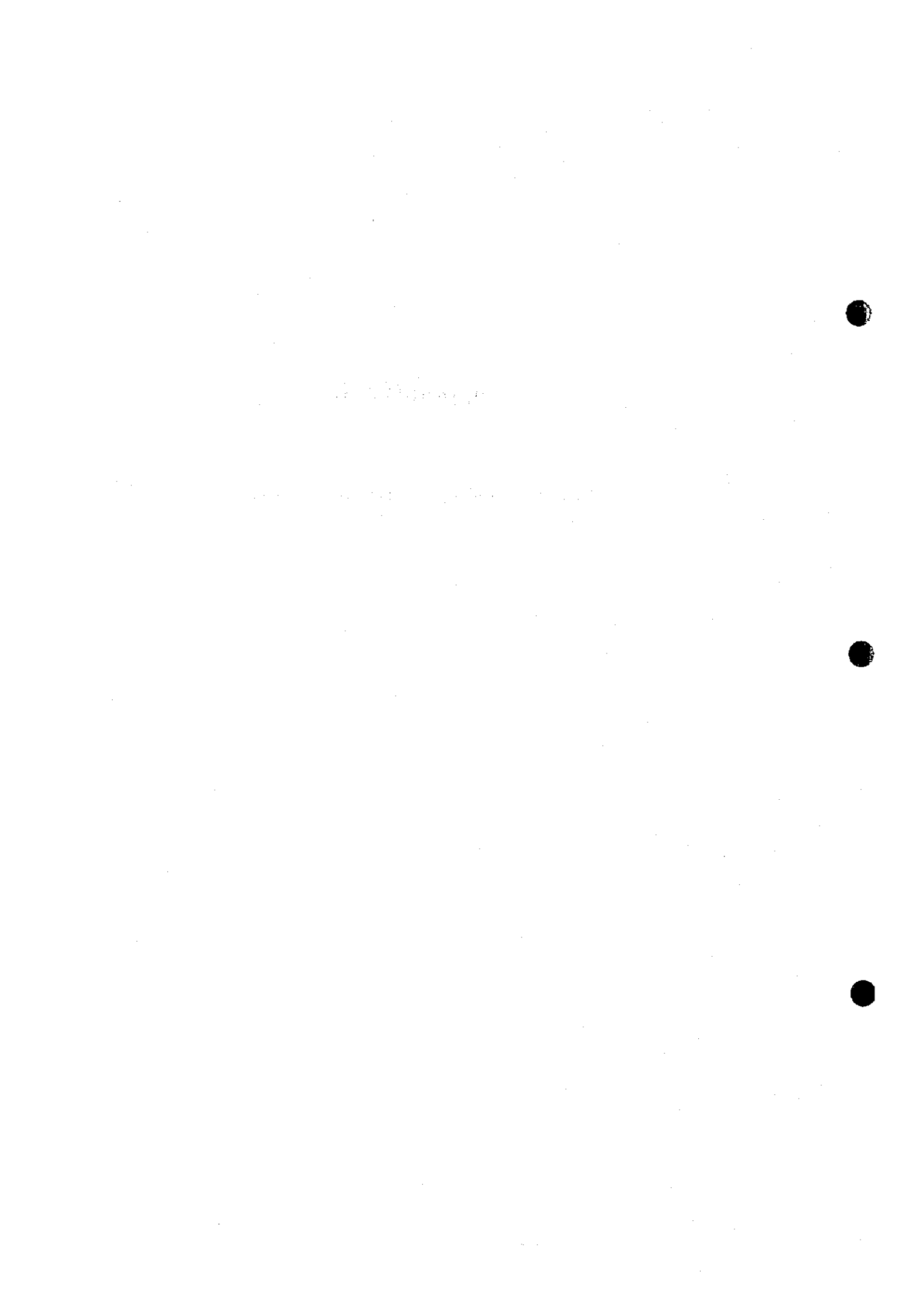


Appendix 6

Description and photographs of polished sections of ore



Sample collected from drill cores: G35-131.00	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	The ore consists of two parts of characteristic features. One part consists of fairly compact aggregates of pyrite grains, the grain size of which is larger than 200 μ m, although the aggregates are somehow porous and include quartz and a small amount of chalcopyrite. Some larger pyrite grains are moderately shattered. The other part consists of a matrix that fills the interstices of the compact pyrite masses. The matrix comprises fine-grained pyrite and a small amount of chalcopyrite in quartz basis. Pyrite grains in the matrix are subhedral or anhedral, and some parts have a feature of crystallized colloform textures. The size of individual grains ranges from 5 μ m to 500 μ m

Sample collected from drill cores: G36-179.80	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Although the general feature of ore texture is similar to those of the other G36 samples, wheel-like, skeleton-like or fine porous texture composed of minute pyrite grains in quartz is characteristic (Photo 1). The wheel-like texture consists of wheel tire, axle and several spokes with cavities among them. These textures are suggestive of the crystallization of colloidal iron sulphides. Chalcopyrite fills the interstices of pyrite and quartz grains. Small chalcopyrite and sphalerite inclusions are recognized in large pyrite crystals.

Sample collected from drill cores: G36-186.70	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Large anhedral pyrite grains, the size of which ranges from 1 to 2mm, distribute sporadically in the matrix consisting of small grains of pyrite, chalcopyrite and quartz. Pyrite grains in the matrix are subhedral or anhedral grains of the size 30-150 μ m, and irregular aggregates of minute pyrite grains of the size 2-10 μ m of colloform texture. Irregular patches of chalcopyrite fill the interstices of pyrite and quartz grains. Large pyrite grains have small cavities and the walls of these cavities and grain boundaries are lined with sharp crystal faces, suggesting that these large grains have been formed by the coalescence of smaller grains. Many small pyrite globules comprise minute subhedral or anhedral grains with cavities in the center. Chalcopyrite distributes sporadically in the interstices of pyrite and quartz grains.

Sample collected from drill cores: G36-193.60	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Pyrite occurs in some parts as euhedral grains of the size 100-500 μ m. Chalcopyrite fills the interstices of the euhedral pyrite grains (Photo 2). Some large anhedral pyrite grains are moderately fractured. Globular or irregular aggregates of minute pyrite grains occur in quartz basis. The texture is suggestive of the original colloform texture.

Sample collected from drill cores: G36-214.25	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Several euhedral or subhedral grains are healed to form large porous aggregates. The cavities are lined by crystal faces of pyrite. Some cavities are filled with chalcopyrite. The matrices of large aggregates consist of irregular aggregates of minute pyrite grains, ring-like arrangements of round pyrite grains, small patches of chalcopyrite and quartz basis (Photo 3). The textures suggest the original colloform textures.

Sample collected from drill cores: G36-227.80	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Small subhedral or anhedral pyrite crystals and small globular aggregates composed of minute pyrite grains predominate in quartz basis, although some large pyrite grains occur in some places. Large pyrite crystals are partly brecciated weakly and filled with quartz. Various shapes of aggregates of fine pyrite grains such as globular aggregates with small cavities, irregular mesh-like aggregates or ring-structured aggregates are suggestive of the colloidal origin. Chalcopyrite occurs sporadically in quartz and interstices of pyrite grains.

Sample collected from drill cores: G36-230.60	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Pyrite grains larger than 50 μ m are generally euhedral or subhedral, but those finer than 20 μ m are mostly anhedral. Pyrite grains of both categories distribute uniformly in quartz basis. Chalcopyrite fills irregularly the interstices of pyrite and quartz grains (Photo 4). Fine mixture of pyrite, chalcopyrite and quartz suggest the crystallization of the former colloidal deposits of iron sulphides. Ring arrangement of small subhedral pyrite grains surrounding the inner fine mixtures of pyrite and chalcopyrite, is also suggestive of the original colloform texture.

Sample collected from drill cores: G36-256.30	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Large sulphide aggregates comprise euhedral, subhedral or anhedral pyrite grains, cavities and quartz grains of various sizes. In some parts, the texture consisting of small pyrite grains and cavities are much finer than the other parts. In these fine textured parts, globular aggregates of minute pyrite grains with cavities in the center exist suggesting the original colloidal textures. Chalcopyrite occupies fairly large areas among large pyrite aggregates, while in fine-textured parts it fills only small cavities. Large patches of chalcopyrite are slightly fractured, and small lenticular voids develop along the cracks (Photo 5). Some parts are very porous and rich in small globular pyrite aggregates, suggesting the relict of colloform textures. A few minute inclusions of chalcopyrite and sphalerite, the size of which is 2-20 μ m, occur in large pyrite grains.

Sample collected from drill cores: G36-257.50	
Ore type	Massive sulphide ore
Microscopic Observation	Some amount of chalcopyrite and sphalerite occur in large pyrite grains, as minute inclusions of the size 2-25 μ m. Besides of these large pyrite grains, subhedral or anhedral small pyrite grains, globular aggregates of minute pyrite grains and mesh-like aggregates of pyrite and chalcopyrite distributed uniformly in quartz basis. Chalcopyrite replaces pyrite forming irregular patches in pyrite aggregates.

Sample collected from drill cores: H1-167.60	
Ore type	Pyrite-chalcopyrite-quartz vein
Microscopic Observation	Subhedral or anhedral pyrite crystals of coarse grain (300-1000 μ m) predominate followed by sporadically distributed small anhedral pyrite grains of the size 20-100 μ m. Some large pyrite crystals are quite clear, while some grains include small cavities. Some grains, especially those between large crystals are partly shattered (Photo 6). Chalcopyrite and quartz fill the interstices of pyrite grains. Rounded pyrite relicts are recognized in chalcopyrite. Inclusions in sulphide minerals are generally rare, although some small cavities are filled with chalcopyrite.

Sample collected from drill cores: H1-179.40	
Ore type	Disseminated sulphide ore
Microscopic Observation	Large subhedral or anhedral pyrite crystals of a size larger than 1mm, occur with rounded small pyrite grains of the size 20-150 μ m, which disseminate uniformly in gangue basis. Some pyrite grains are brecciated at the contact with larger pyrite grains. Chalcopyrite and sphalerite occur intimately associated each other (Photo 7). Chalcopyrite is mostly located in the center or inner parts of grain (Photo 8). In some parts, chalcopyrite is more porous than sphalerite. Chalcopyrite and sphalerite also occur in pyrite as fine inclusions.

Sample collected from drill cores: H2-146.30	
Ore type	Strongly disseminated sulphide ore
Microscopic Observation	Porous pyrite aggregates, the size of which ranges from 200 μ m to 2mm, distribute uniformly in gangue, with small pyrite crystals (50-150 μ m), fine pyrite globules (10-30 μ m) and chalcopyrite patches (10-500 μ m) (Photo 9). Some fine porous grains are suggestive of the original colloidal deposition of iron sulphides. Some pyrite grains between larger pyrite crystals are brecciated. A small amount of sphalerite and chalcopyrite inclusions are observed in large pyrite crystals.

Sample collected from drill cores: H2-223.70	
Ore type	Weakly disseminated sulphide ore
Microscopic Observation	Subhedral pyrite crystals, the size of which is 10-600 μ m, occur in an altered rock with chalcopyrite patches. Large subhedral crystals are porous in the center and include some pieces of gangue minerals. Chalcopyrite patches also include many gangue inclusions and accompany some amounts of sphalerite as small inclusions.



Photo. 1
Bore hole no.: G36
Depth: 179.80m
Massive sulphide ore
Py: Pyrite
Gg: Gangue mineral

300 μ m

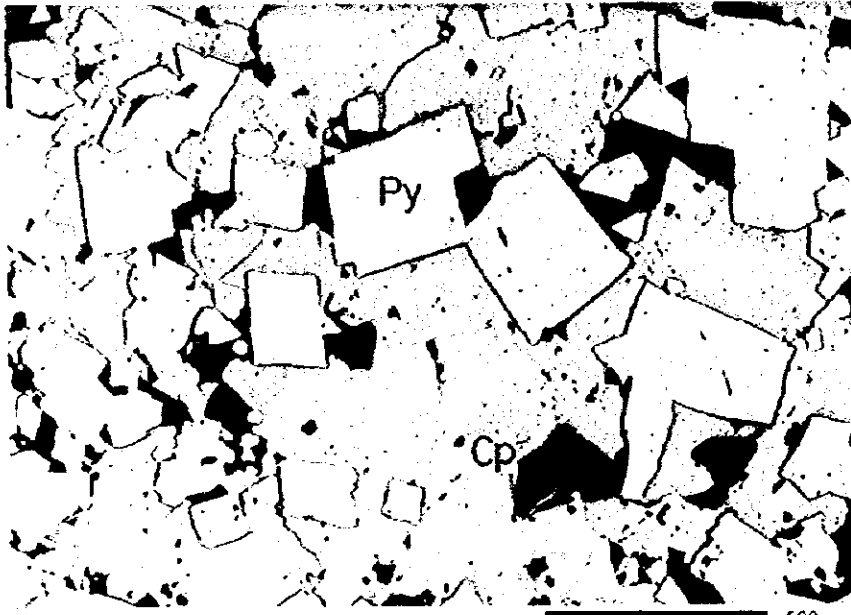


Photo. 2
Bore hole no.: G36
Depth: 193.60m
Massive sulphide ore
Py: Pyrite
Cp: Chalcopyrite

500 μ m

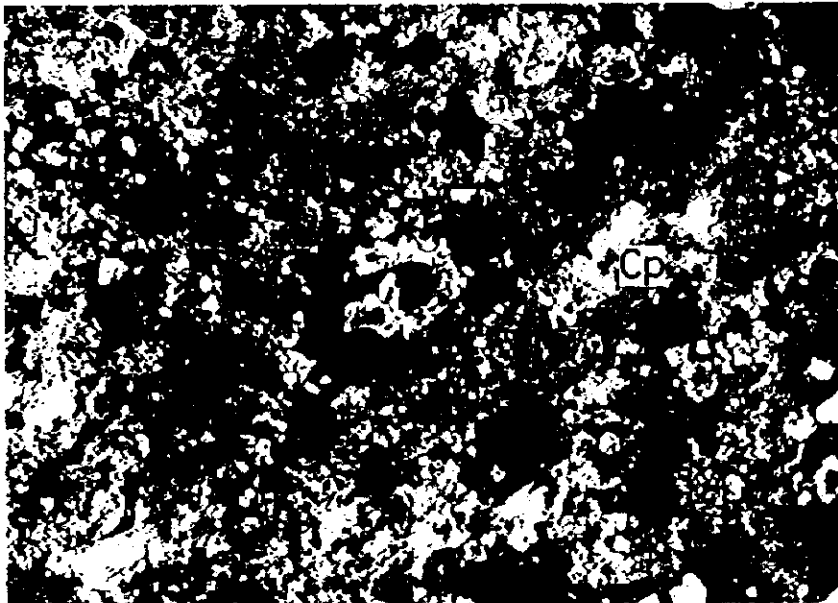


Photo. 3
Bore hole no.: G36
Depth: 214.25m
Massive sulphide ore
Cp: Chalcopyrite

500 μ m



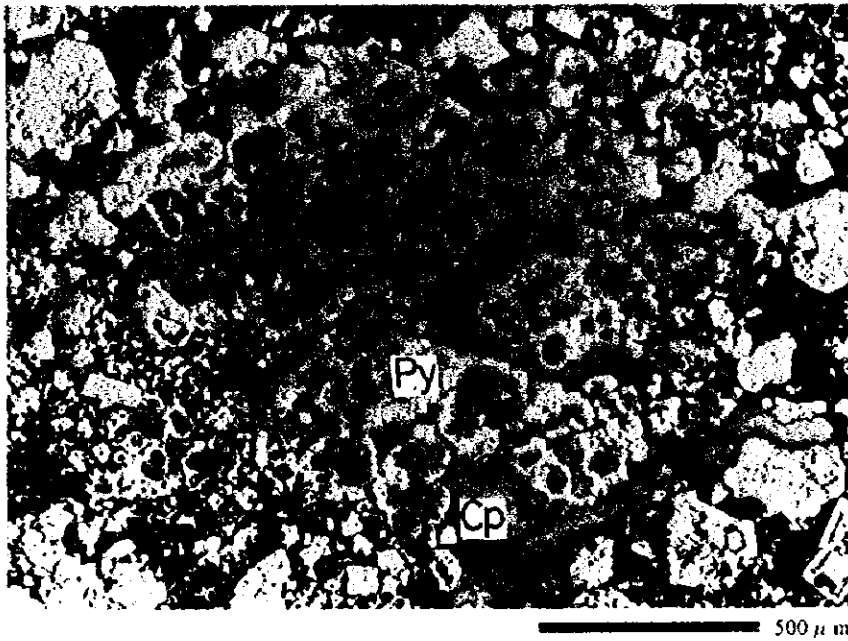


Photo. 4
Bore hole no.: G36
Depth: 230.60m
Massive sulphide ore

Py: Pyrite
Cp: Chalcopyrite

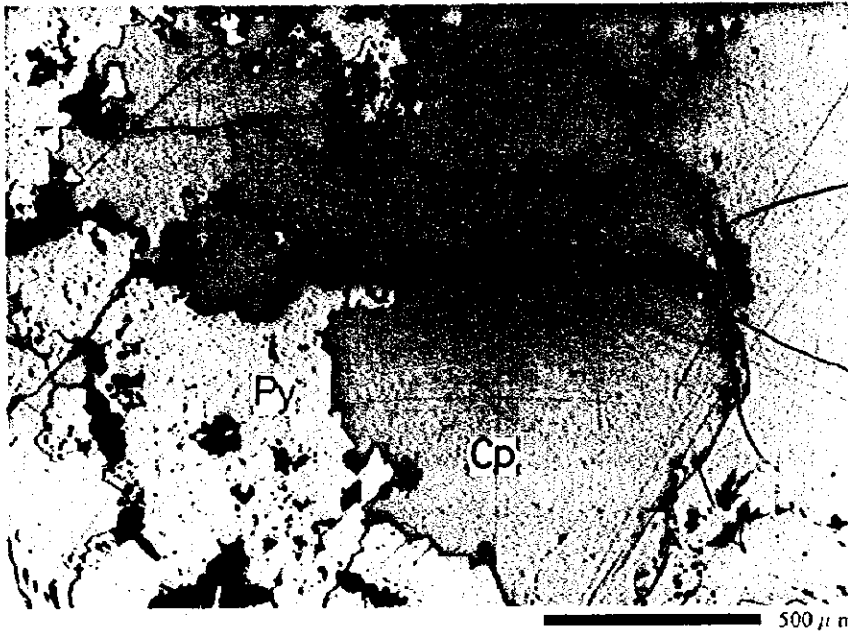


Photo. 5
Bore hole no.: G37
Depth: 256.30m
Massive sulphide ore

Py: Pyrite
Cp: Chalcopyrite

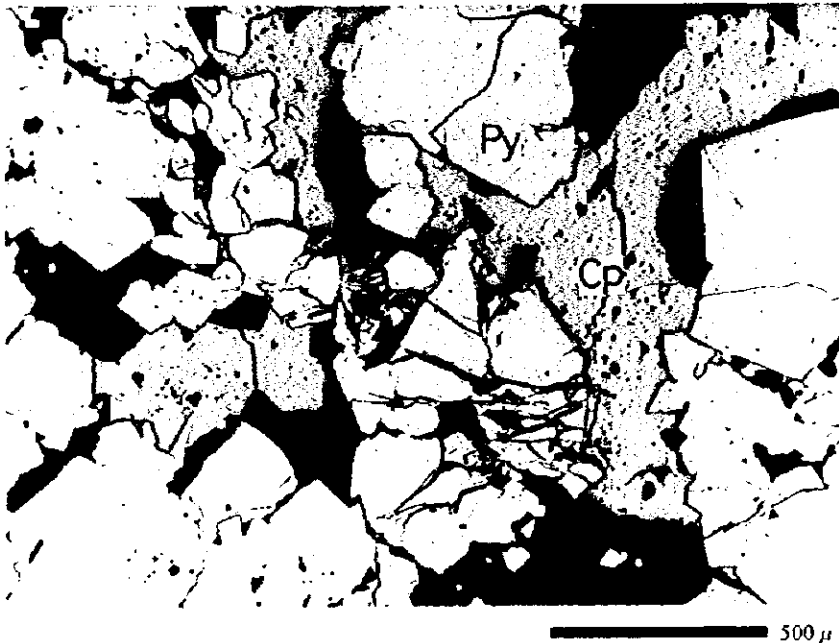


Photo.6
Bore hole no.: H1
Depth: 167.60m
Pyrite-Chalcopyrite
-quartz vein

Py: Pyrite
Cp: Chalcopyrite





Photo.7
Bore hole no.: H1
Depth: 179.40m
Disseminated sulphide ore

Py: Pyrite
Sp: Sphalerite
Gg: Gangue mineral

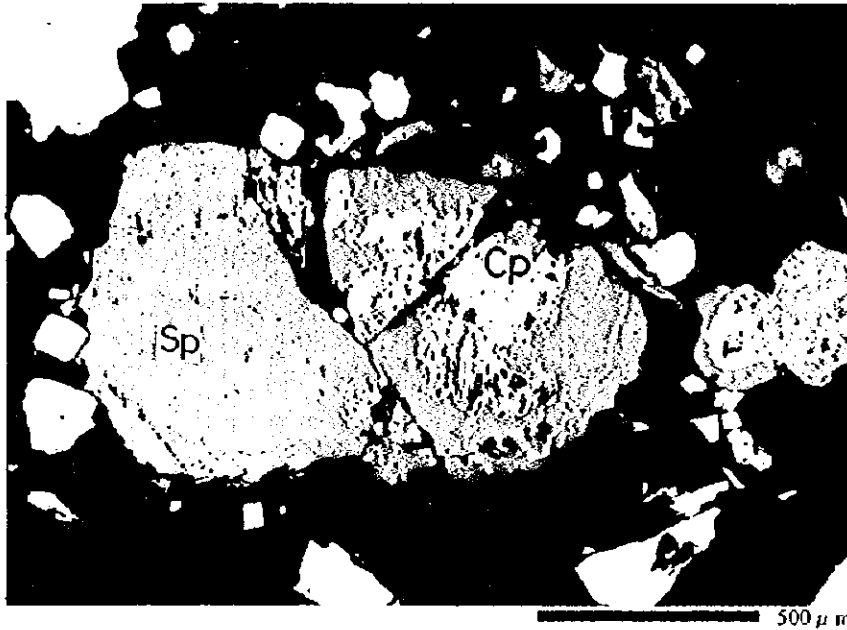


Photo.8
Bore hole no.: H1
Depth: 179.40m
Disseminated sulphide ore

Cp: Chalcopyrite
Sp: Sphalerite



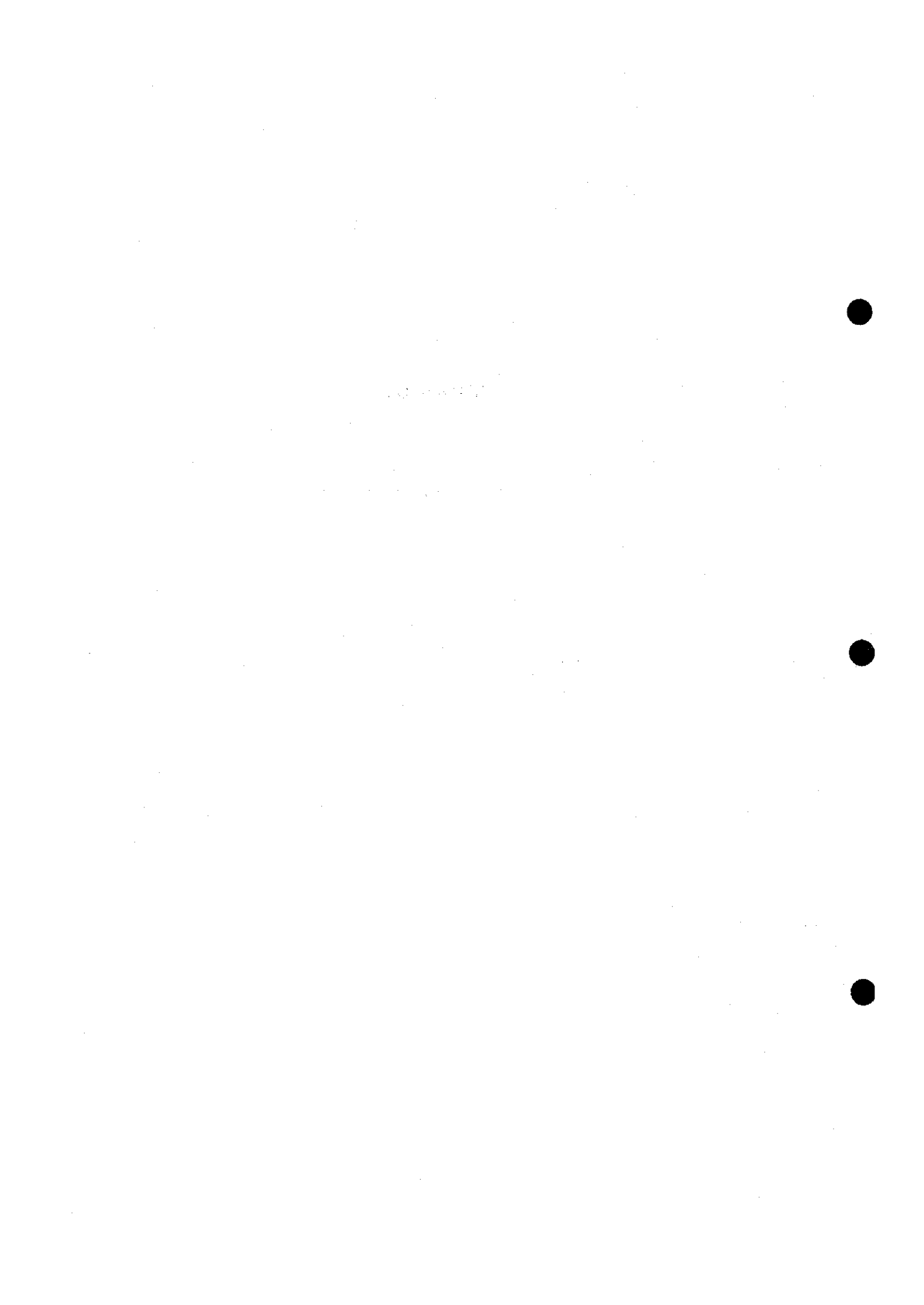
Photo.9
Bore hole no.: H2
Depth: 146.30m
Disseminated sulphide ore

Py: Pyrite
Cp: Chalcopyrite



Appendix 7

IP tomography survey results



IP トモグラフィ調査

1 調査の目的

平成 8 年度及び平成 9 年度の調査により発見されたグザイン地区の塊状硫化物鉱体の形状・拡がりを確認するため、硫化物鉱床の把握に有効と考えられる IP トモグラフィ法を実施した。

2 調査位置

IP トモグラフィによる調査は、平成 8 年度及び 9 年度の調査において発見されたグザイン地区第 2 鉱体及び第 3 鉱体上で実施した (Fig. 1)。

第 3 鉱体では東西及び南北方向各 1 組ずつのデータセットを取得した。1 つは、MJOB-G32 (掘進長: 250m)、MJOB-G36 (掘進長: 250m) の各ボーリング孔内に孔中測線を、MJOB-G32 と MJOB-G36 の孔口を結ぶ東西方向の線分を東西方向に延長した 600m に地表測線を展開した。もう 1 つは、MJOB-G32、MJOB-G33 (掘進長: 300m) に孔中測線を、MJOB-G32 と MJOB-G33 の孔口を結ぶ南北方向の線分を南北方向に延長した 400m に地表測線を設定した (Fig. 2)。

第 2 鉱体では、鉱体を貫くボーリング MJOB-G5 (掘進長: 300m) ならびに MJOB-G20 (掘進長: 300m) に孔中測線を、MJOB-G20 と MJOB-G22 の孔口を結ぶ線分を南方向に延長した 400m に地表測線を展開した (Fig. 3)。

3 調査方法

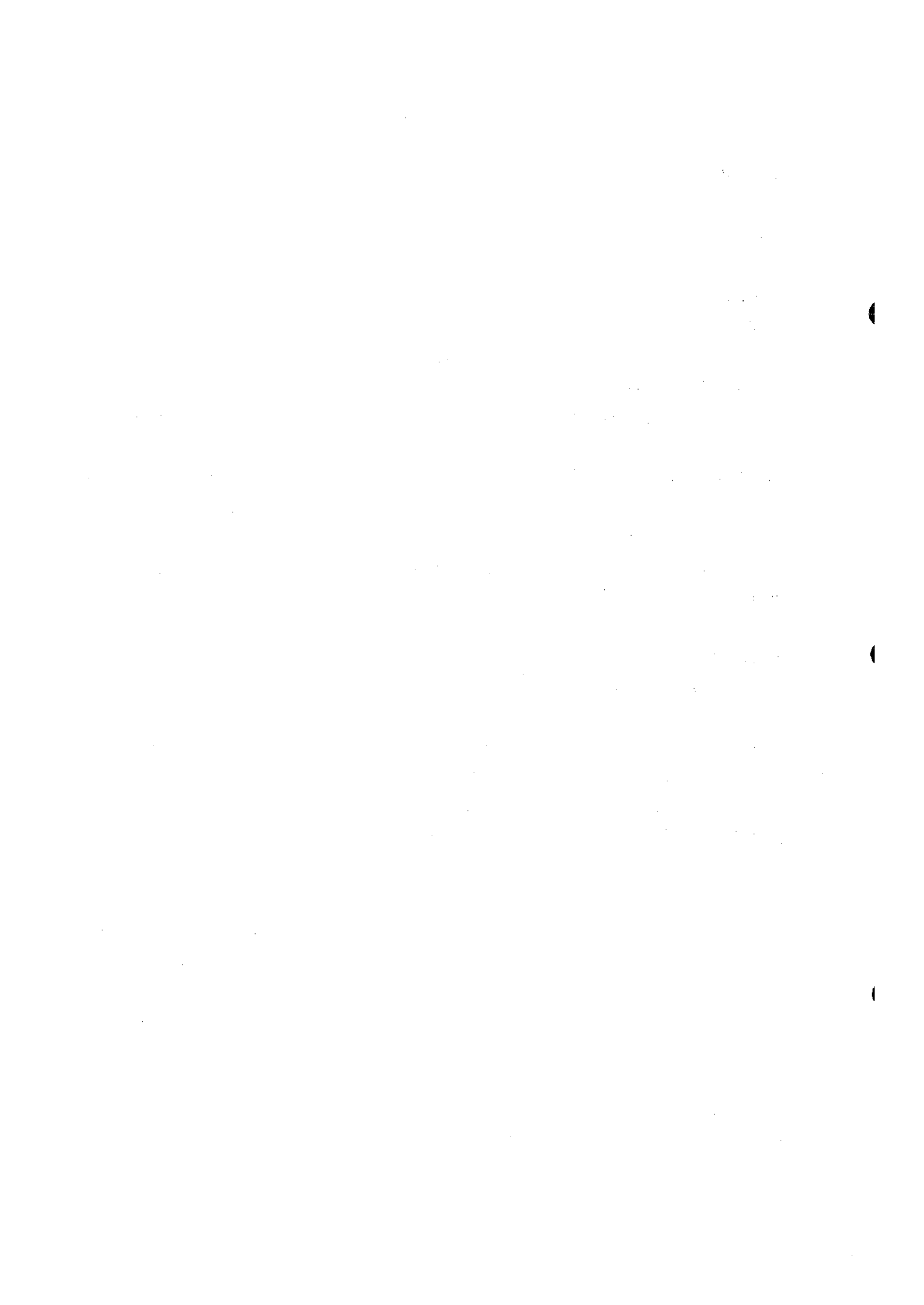
3-1 測定方法

調査には平成 4 年度から平成 8 年度にかけて「物理探査技術の開発」事業の中で金属鉱業事業団技術開発部探鉱技術開発課により開発された IP トモグラフィシステムを用いた (Fig. 4)。

本システムは時間領域システムで電極配置としてポール・ダイポール法を採用している。したがって調査の際には流電の遠電極が必要となるが、今回は測線を設定した第 3 鉱体より北に約 2.5km のワジの中洲にあたる砂地の地点に設置した。遠電極としては、長さ約 30cm、直径約 1cm のステンレス電極 45 本をそれぞれ 1m から 2m 間隔で打設した。

調査地域は特にワジにおいて地表が数 cm から数十 cm 大の礫に覆われているため、通常の設置方法では電位電極の接地抵抗は極端に高くなった。そこで電位電極の設置においては、50cm 大の穴に水でよく練ったベントナイトを敷き、一晩水に浸して飽和させた非分極性鉛-塩化鉛電極を 2 つ置くこととした。これにより各電極における接地抵抗は十分調査に耐えうるレベルまで下がった。流電波形は周期 8 秒の矩形波交替直流を用い、スタッキング回数は原則 10 回とした。調査に使用したボーリング孔にはいずれも十分な量の地下水 (地表面下 10m-15m) が存在し、測定に支障の生じたことはほとんどなかった。

取得されたデータの S/N 比は総じて良好であった。しかし対象となる鉱体は顕著な低比抵抗を示すため、受信ダイポールの両電位電極が共に鉱体に近接する場合、ダイポール間に有意な電



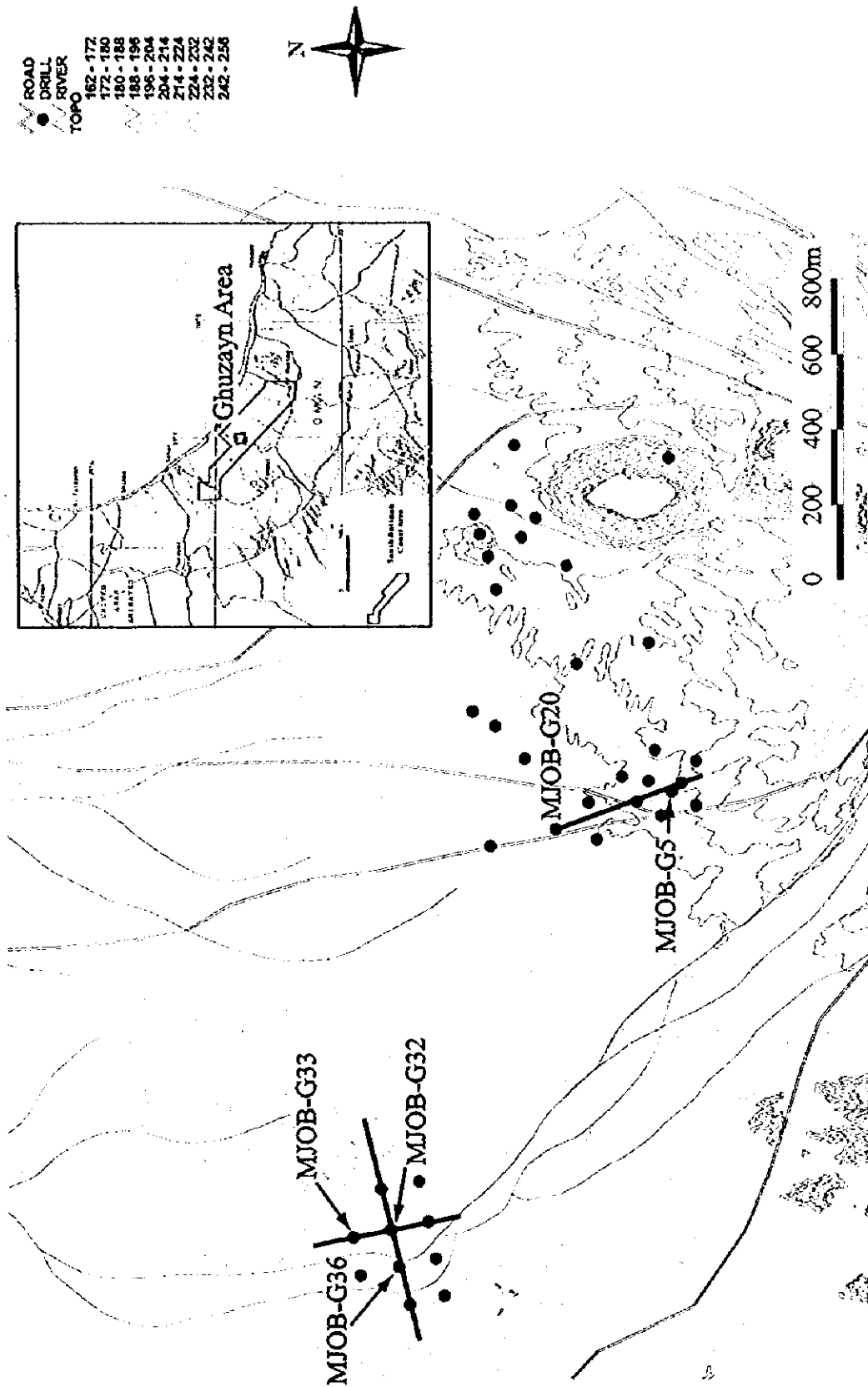


Fig.1 Location map of the IP tomography survey in Ghuzayn area



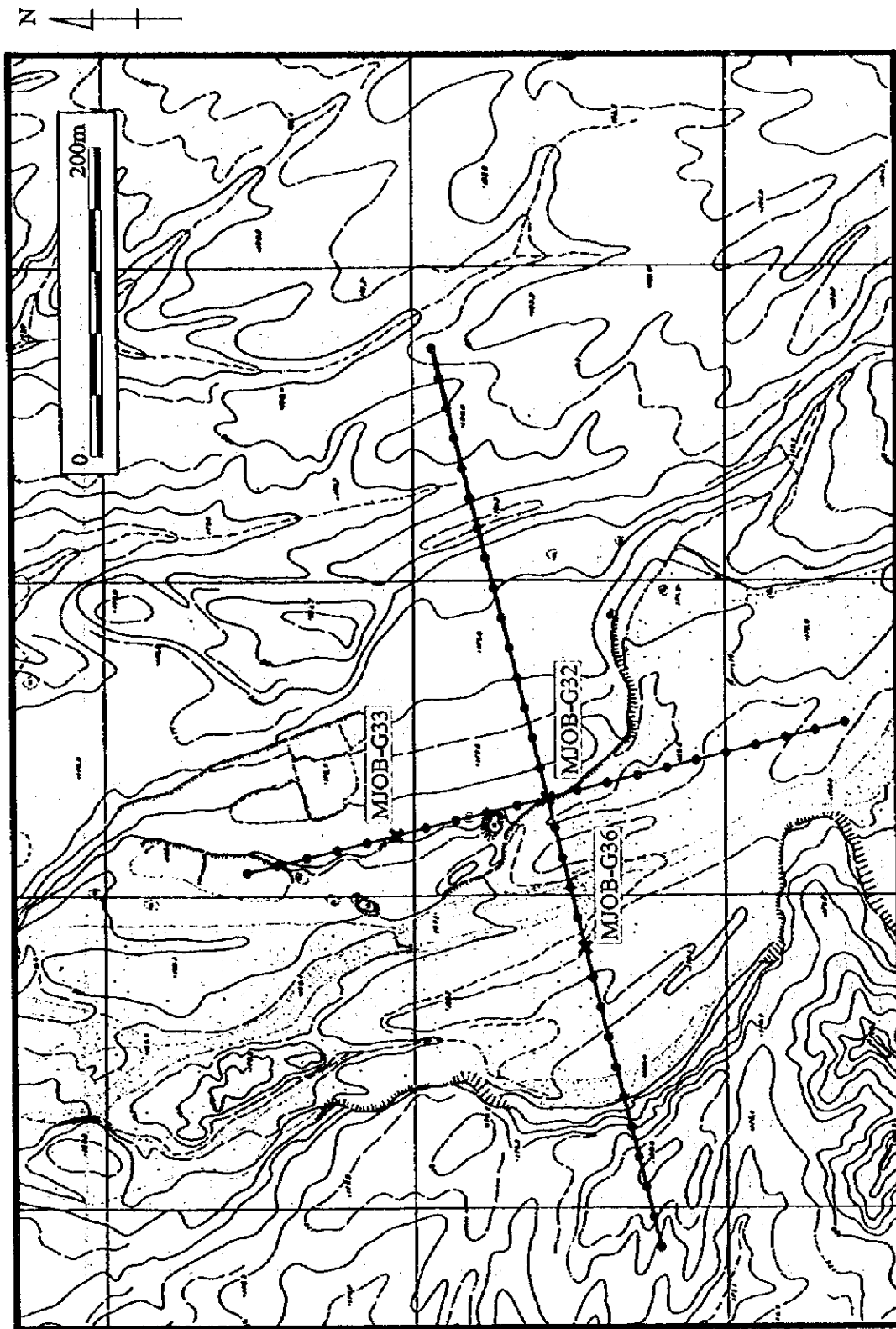


Fig. 2 Plan view of IP tomography survey lines over No.3 ore body, Ghuzayn area
(EW line and NS line)

Z 4

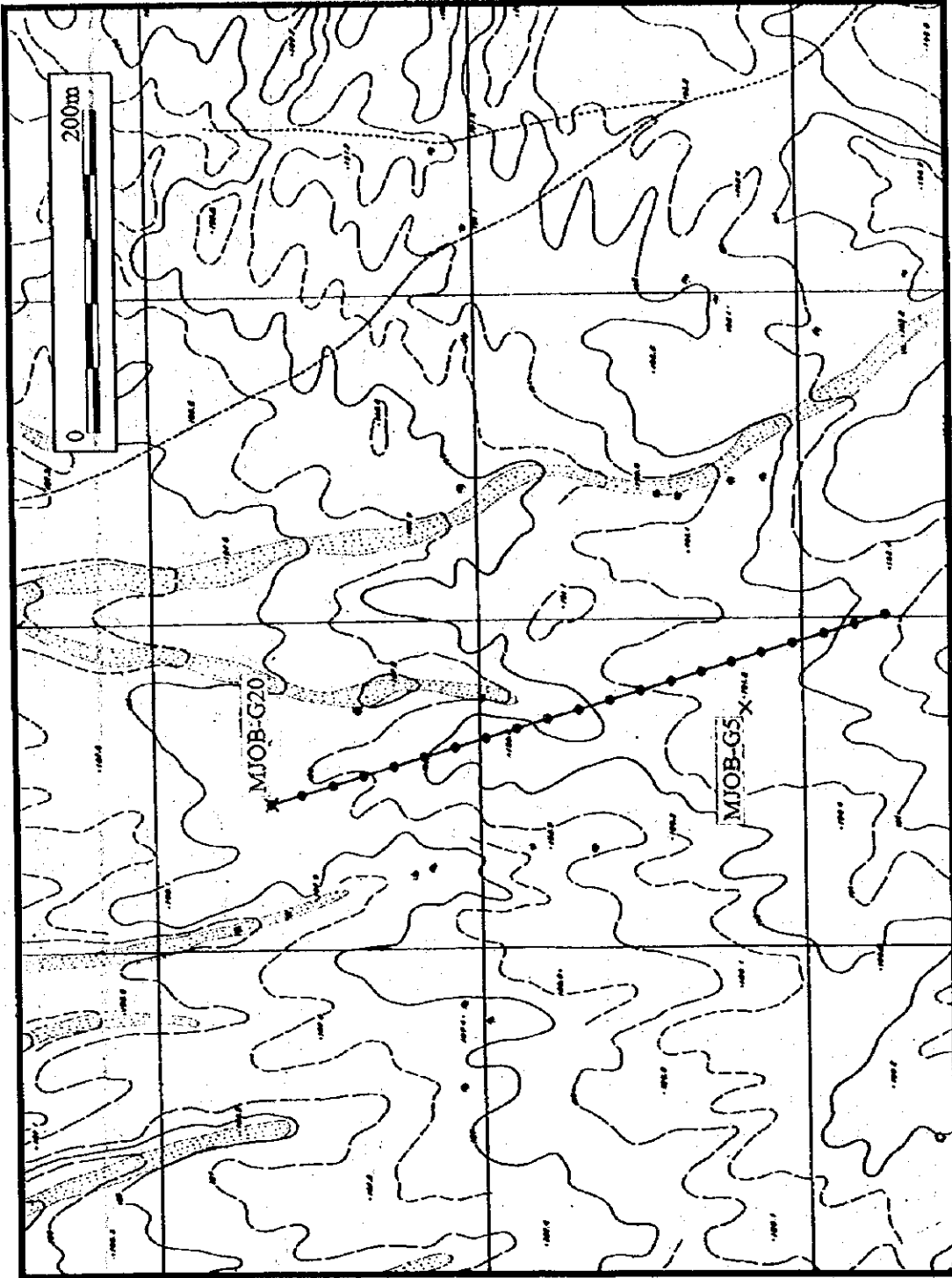


Fig. 3 Plan view of IP tomography survey line over No.2 ore body, Ghuzayn area (NS line)

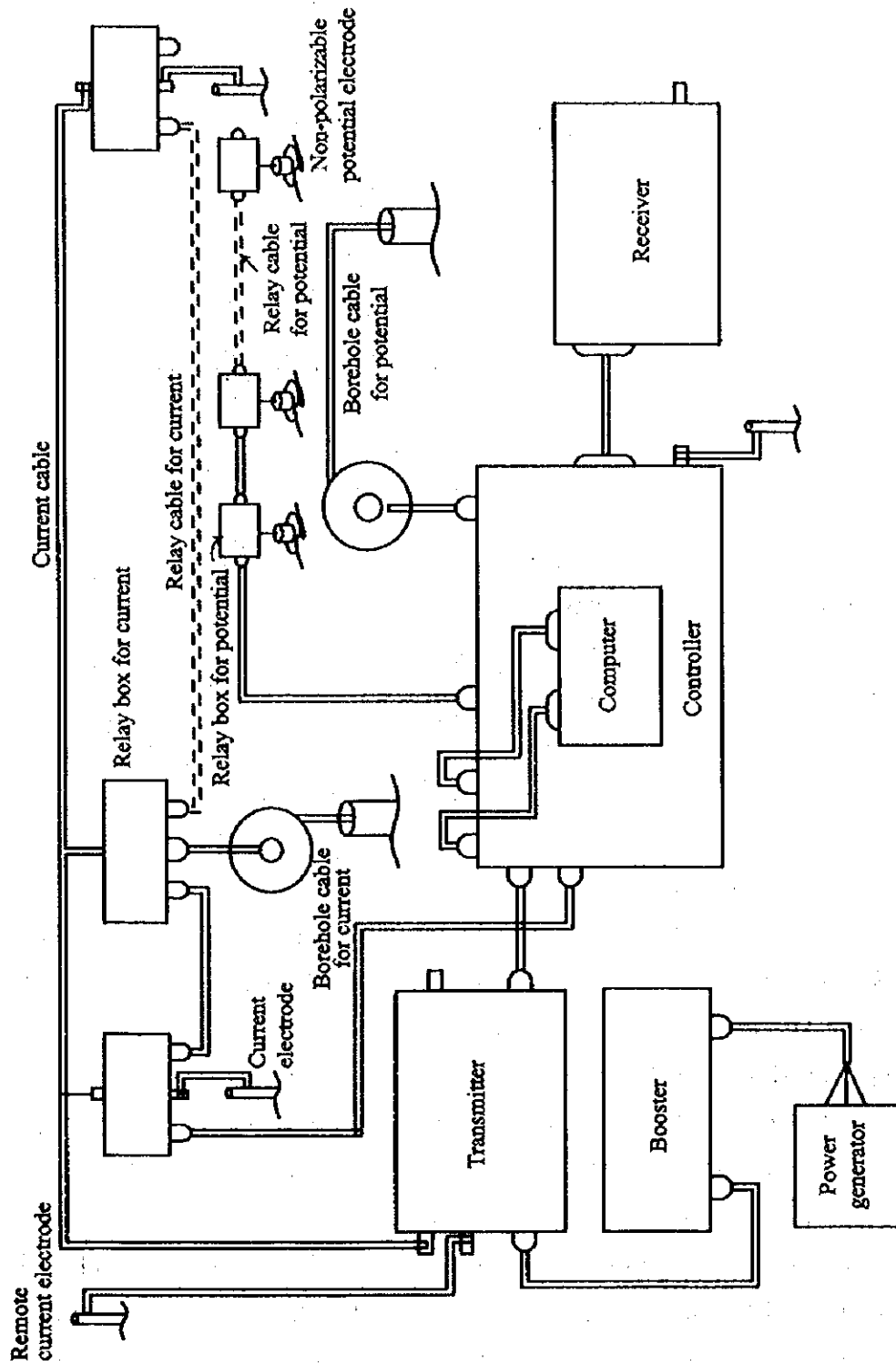


Fig.4 Block diagram of IP tomography system

位差が生じず、データ取得が困難となることがあった。

3-2 使用機器

調査に使用した IP トモグラフィシステムの主な機器の概要を以下に示す。

(1) 送信機

出力電流:	10mA-10A
最大出力電圧:	800V
最大出力電力:	4.5kW
出力電流精度:	0.1%以下
通電波形:	矩形波 (duty cycle 50%)
通電周期:	4、8、16、32、64、128sec の 6 通り

(2) 受信機

入力レンジ:	3.1 μ V-10V
分解能:	3.1 μ V
入力インピーダンス:	2M Ω
チャンネル数:	13
SP バックアップ:	0-0.5V (自動キャンセル)
サンプリング時間:	4msec

4 解析方法

取得されたデータは Fig. 5 に示すフローチャートに沿って解析した。

測定データはまずデータ処理プログラムを用いて、2 次電位データのフィルタ処理や各ウィンドウの充電率の計算を行い、また精度の悪いデータを修正・除去した (データ処理)。

充電率の計算では、電磁カップリングの影響を除くためにディレイタイムを設け、ディレイタイム以降の off-time を数個のウィンドウに分割して、それぞれのウィンドウから求められる充電率の平均値をその測点での充電率とした。それぞれのウィンドウでの充電率は、2 次電位の時間積分と 1 次電位との単位時間当たりの比とし、単位は mV/V で表される。

上記のステップにより取捨選択されたデータは解析プログラムに入力される。解析プログラムは、ポール・ダイポール電極配置で得られたデータを有限要素法と Seigel の式によるモデリング計算及び非線形最小二乗法の一手法である Powell のハイブリッド法によるインバージョン計算から、比抵抗ならびに充電率断面として出力するものである。データ解析の流れは以下の通りである。

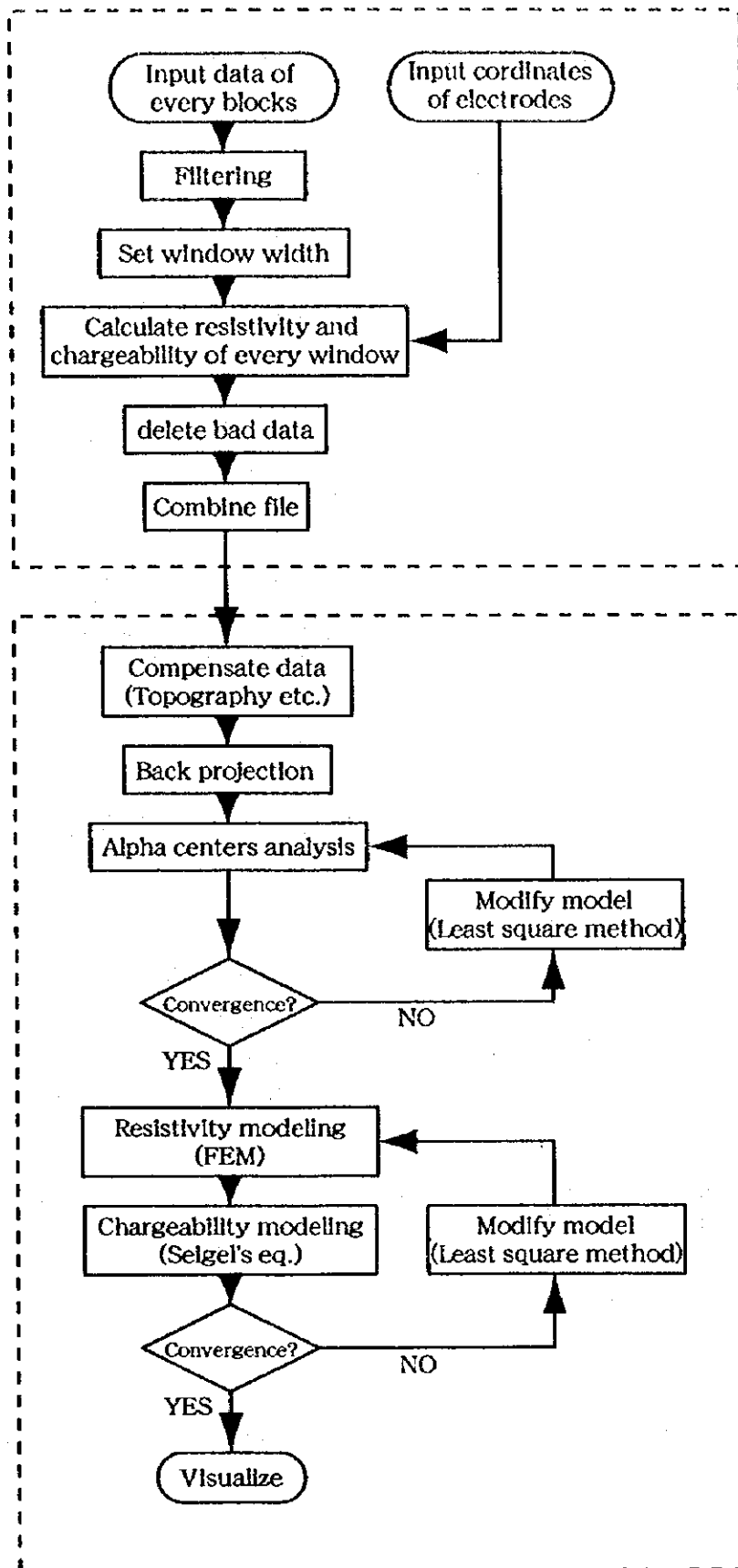


Fig.5 Flow chart of the data analysis

(1) データ補正量の計算

データの各種補正（地形、遠電極、横坑）を行う。

(2) 比抵抗初期モデルの作成

バックプロジェクション処理を行い、アルファセンター法による比抵抗二次元解析のための比抵抗初期モデルを作成する。

(3) アルファセンター法による比抵抗二次元解析

地下の二次元比抵抗構造をアルファセンター法により解析する。

(4) 比抵抗、充電率の初期モデル作成

比抵抗、充電率同時解析の初期モデルを作成する。比抵抗の初期モデルはアルファセンター法の解析結果である。充電率の初期モデルは、見掛充電率の平均値、Seigel の式による計算値、任意設定の 3 通りから選択することができる。

(5) 有限要素法による比抵抗・充電率の同時解析

(4)で計算した比抵抗初期モデルから有限要素法を用いて見掛比抵抗の理論値を、充電率の初期モデルから Seigel の式を用いて見掛充電率の理論値を計算する。そして、測定データと理論値の残差が小さくなるように非線形最小二乗法の一手法である Powell のハイブリッド法によりモデルを繰り返し修正する。

(6) 比抵抗・充電率同時解析結果の図化

比抵抗・充電率同時解析の結果を図化する。また図化の前に各種フィルタ処理を施すことができる。

アルファセンター法による比抵抗解析では、4 つの解析パラメータが必要となる。すなわち水平方向 (x 方向) のアルファセンターの配置個数、垂直方向 (z 方向) のアルファセンターの配置個数、イタレーション回数、バージョンアップ回数である。アルファセンターは、一回のバージョンアップごとに解析誤差の大きいところに増設される。またアルファセンターによる解析では、偽像の発生を防ぐために奇数配置及び偶数配置の 2 通りで解析を行い、それぞれの結果を平均することでアルファセンター法による解析結果とする。

有限要素法による解析では、解析に用いるブロックサイズが解析精度を左右する要因となる。ブロックサイズは基本電極間隔と等価にするのが理想であるが、記憶容量や計算時間等の制約により、通常は基本電極間隔の 2 倍をブロックサイズとしている。解析精度を保つために、その有限要素ブロックを(1)基本位置、(2)上方向に基本電極間隔分移動させた場合、(3)左方向に基本電極分移動させた場合、(4)上及び左方向に基本電極分移動させた場合、の 4 通りの有限要素ブロックで解析を行い、これらの結果の平均を最終解析結果とする。

5 調査結果

5-1 グザイン地区第3鉱体東西測線

5-1-1 測線設定

本測線は平成9年度調査により捕捉された第3鉱体の東西方向の延長ならびに形状を把握することを目的に設定された。孔中測線は第3鉱体を貫く MJOB-G32 及び MJOB-G36 に展開した。なお本測線上で実施されたボーリング MJOB-G38 及び MJOB-G39 については調査終了後に工事が開始されたため、本調査では使用していない。地表測線は鉱体の延長が十分に把握できるよう 600m (本システムの最大測線長) とした (Fig. 6)。電位電極間隔は、地表測線で 20m 間隔、孔内で 10m 間隔とした。また電流電極間隔は、地表測線で 40m 間隔、孔内で 40m 間隔とした。

5-1-2 測定結果

全体的に良好なデータが取得されたが、本測線は送受信間隔が 600m に及ぶため、大きな電極間隔のところでは有意な電位差が得られないことがあった。

第3鉱体は、ボーリングコアサンプル測定から $1\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低比抵抗を示すことが明らかとなっている。したがって電位電極が鉱体に接するように位置した場合、ダイポール間に有意な電位差が得られず S/N 比は低いものとなった。このため解析にあたっては、特に鉱体近傍のデータの多くを削除せざるを得なかった。

また電流極-電位極の配置によっては、鉱体の影響により見掛け比抵抗が負となる場合があったが、解析上負の見掛け比抵抗の扱いが困難であるため、これらの値は削除した。

測線中央部 (地表電位電極 6 番から 15 番) はワジの中にあたるため接地抵抗が若干高く、一部良好な S/N のデータが取得されなかった。

5-1-3 解析結果

解析比抵抗断面を Fig. 7 の上に充電率断面を Fig. 7 の下に示す。

比抵抗断面では、全体的に低比抵抗となっており、最高でも約 $55\Omega\cdot\text{m}$ である。その中でも地表付近は相対的に高比抵抗であり、特に測線の東側でその傾向が強い。測線中央部はワジであるため地下水面が高く (地表下約 10-15m)、ワジから外れる東側では地下水面が低くなっているのではないかと考えられる。一方、MJOB-G32 から G36 の孔底部にかけて $10\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低比抵抗が認められる。MJOB-G32 では掘進深度 169.35m (標高約 0m) から 209m (標高約 -39m) まで、G36 では掘進深度 177.65m (標高約 -8m) から 231.25m (標高約 -61m) まで塊状硫化物鉱体が捕捉されており、低比抵抗はこの鉱体に相当するものと考えられるが、その深度はやや深く解析されている。また母岩と鉱体との明瞭な境界はつかめていない。その原因としてはいくつか考えられる。① MJOB-G32 では掘進深度 70m (標高約 100m) あたりから黄鉄鉱の鉱染 (母岩の比抵抗と比較して 1/10 以下) が認められており、この影響により明瞭な境界が抽出されな

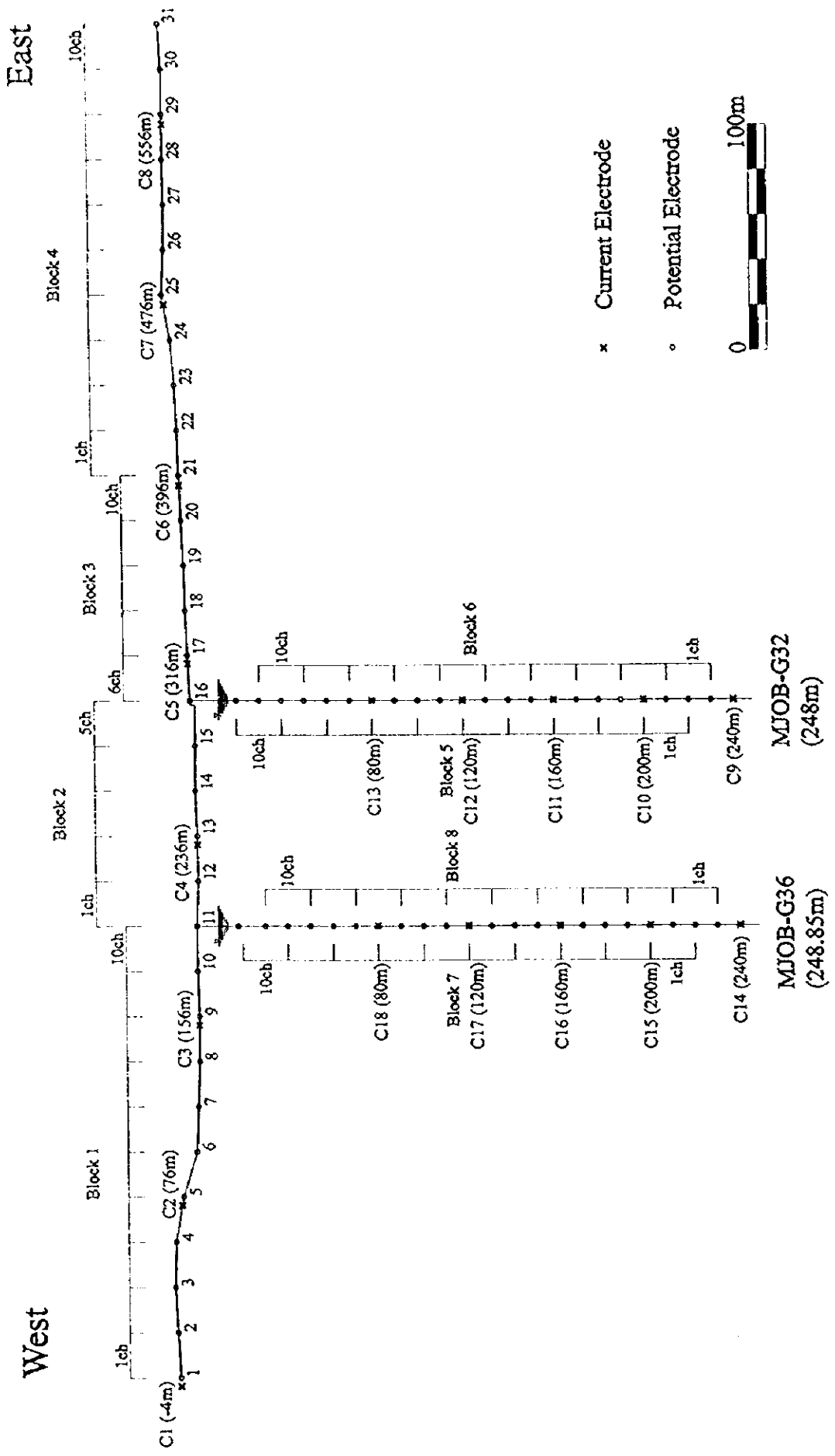


Fig.6 Profile of the IP tomography configuration along No.3 ore body EW line, Ghuzayn area

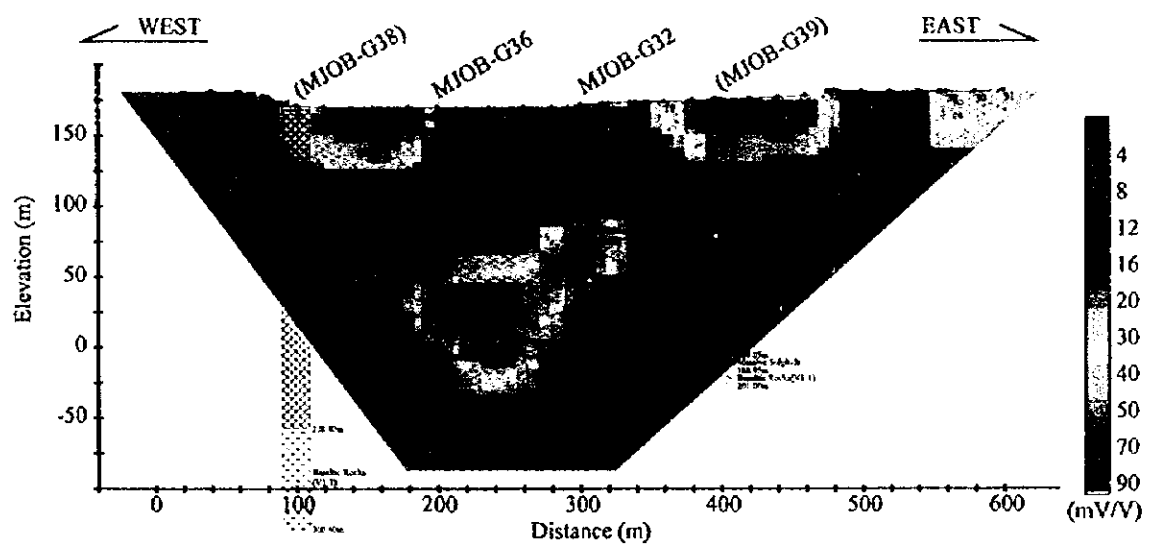
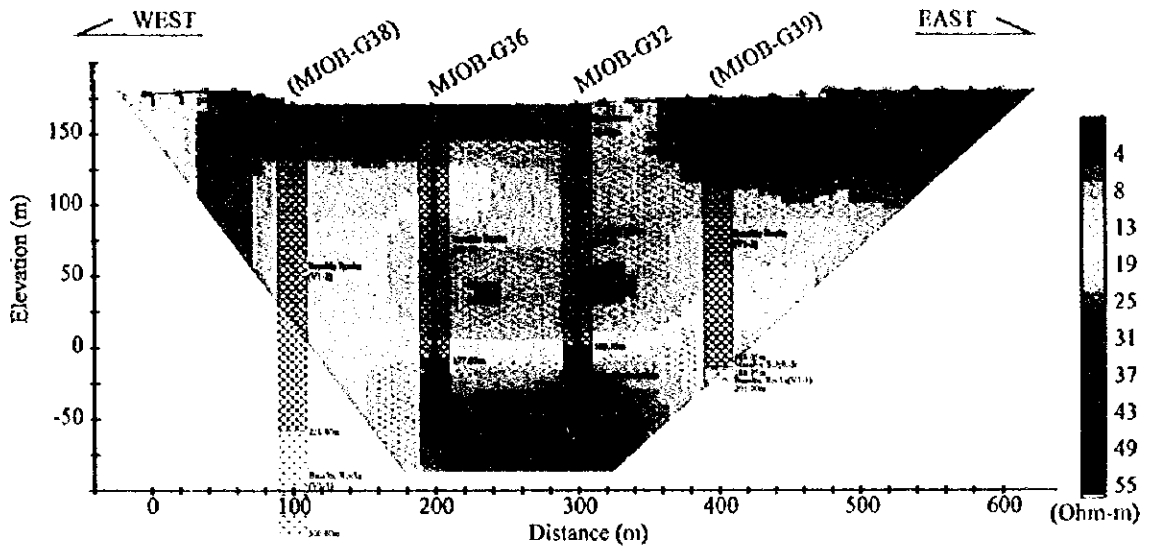


Fig.7 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.3 ore body EW line, Ghuzayn area

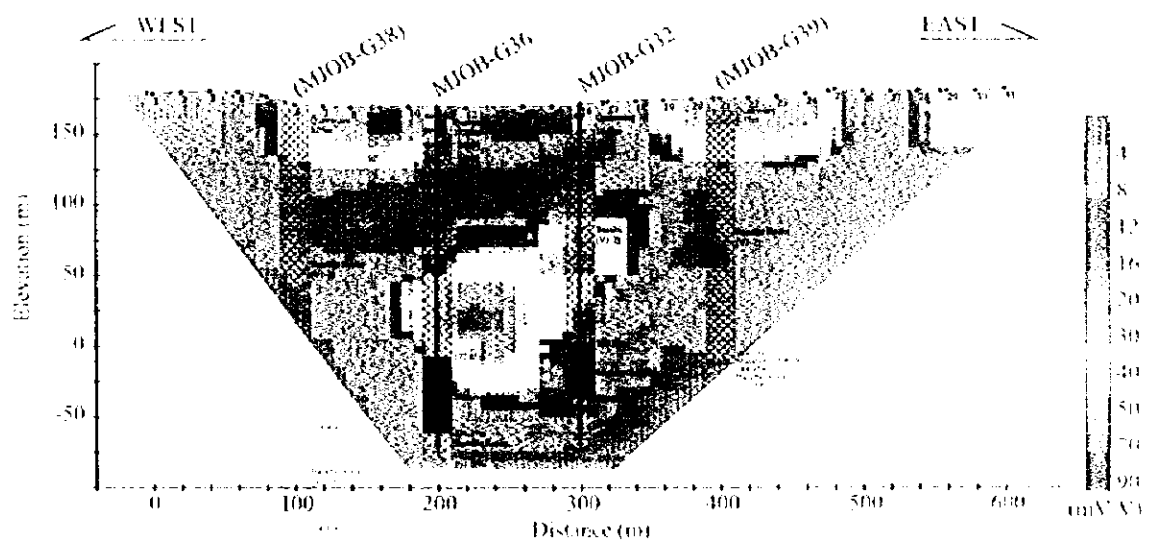
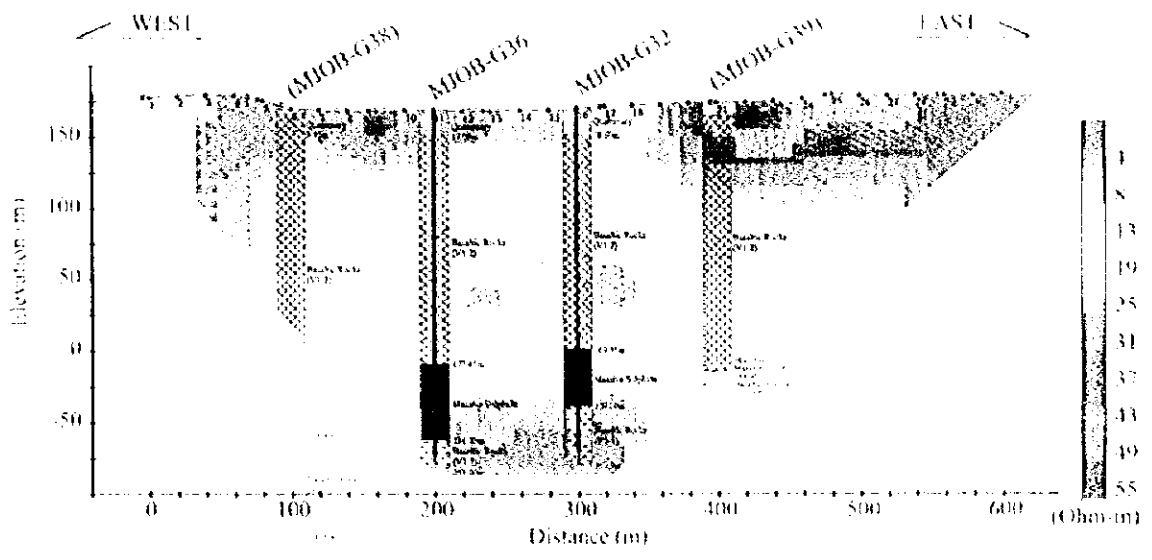


Fig.7 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.3 ore body EW line, Giluzayn area

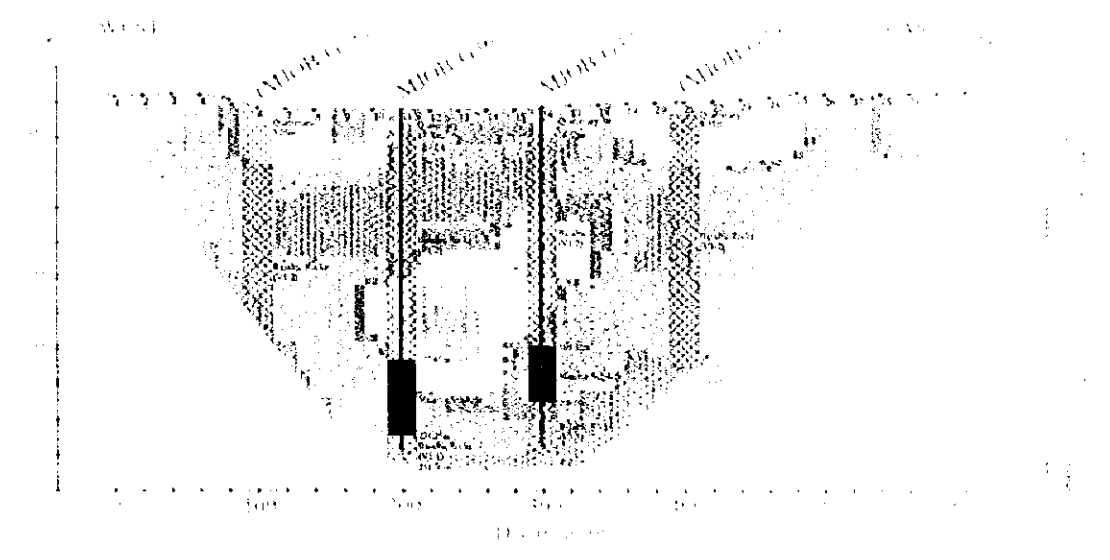
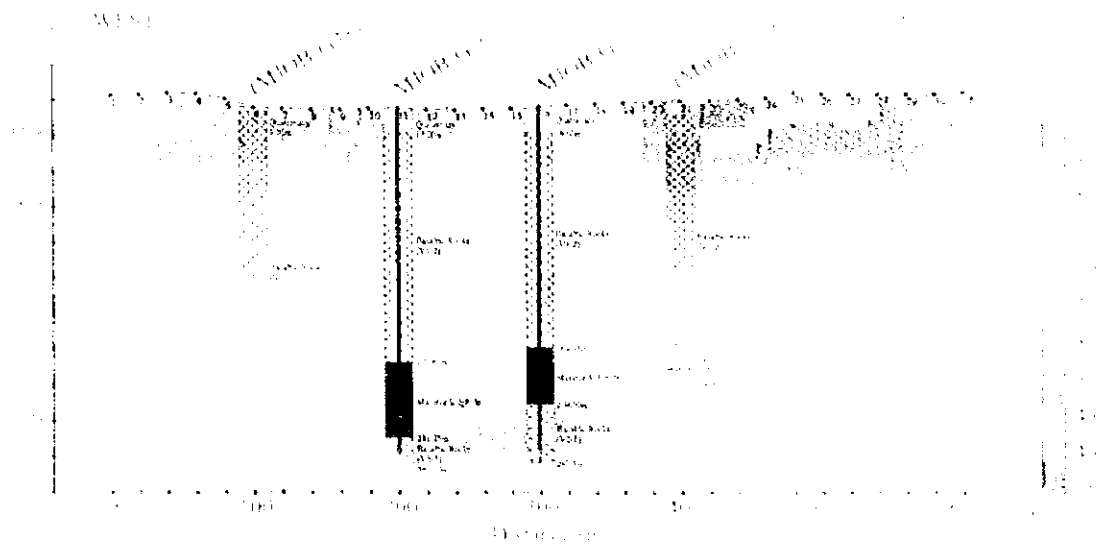


Fig. 7 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No. 3 ore body FW line, Ghuzayn area



かったため、②鉱体に関係してくるデータが負の見掛比抵抗となり解析時に削除されたため、③鉱体近傍のデータの1次電位が極端に小さく解析時に削除されたためと推測される。

本測線測定終了後に、本測線上に2本のボーリングが追加実施されている。MJOB-G36 西方100mに実施した掘進深度300mのMJOB-G38とMJOB-G32 東方100mに実施した掘進深度200mのMJOB-G39の2本である。これらのボーリングではMJOB-G38で掘進深度188.05m(標高約18m)で幅90cm程度の着鉱があった以外は、鉱体を捕捉していない。これは比抵抗解析断面図に現れている低比抵抗がG32、G36の孔底付近に塊状に存在していることと整合的である。ただし、10-20 Ω -mの比抵抗域では外側に行くほど大きく広がる傾向にあり、比抵抗解析断面図だけでは必ずしも鉱体が外に広がらないとは断言できない。

充電率断面では、MJOB-G32の掘進深度80m(標高約90m)あたりからMJOB-G36の掘進深度120m(標高約50m)にかけて黄鉄鉱の鉱染に該当する90mV/Vに達する高充電率が現れている。比抵抗断面図と異なり、この高充電率は明瞭に塊状となっている。しかし本来現れるべきその下部の鉱体による影響が見取れない。これについても比抵抗と同様に鉱体に関係してくるデータの多くが削除されたため、相対的に黄鉄鉱で高く、鉱体で低いという逆転現象が起きてしまったものと考えられる。

地表付近には2ヶ所の高充電率が現れている。このあたりは測定データを概観しても特に高充電率とはなっておらず、また地表付近では測線に沿って高充電率と低充電率が交互に現れていることから、黄鉄鉱が示す高充電率と地表との相互作用による偽像ではないかと考えられる。

5-2 グザイン地区第3鉱体南北測線

5-2-1 測線設定

本測線は平成9年度調査により捕捉された第3鉱体の南北方向の延長ならびに形状を把握することを目的に設定された。孔中測線は第3鉱体を貫くMJOB-G32及びMJOB-G33に展開した。地表測線は400mとした(Fig. 8)。電位電極間隔は、地表測線で20m間隔、孔内で10m間隔とした。また電流電極間隔は、地表測線で80m間隔、孔内で80m間隔とした。

5-2-2 測定結果

本測線は地表測線長が400mであり送受信間距離がそれほど大きくないことから(最大417m)、全体的に良好なデータが取得されている。

ただし本測線も第3鉱体東西測線と同様に鉱体の影響が顕著に現れており、電位電極を鉱体に接するように配置した場合、ダイポール間に有意な電位差が得られていない。また電極配置によっては見掛比抵抗が負として求められることがあった。本測線の解析では、見掛比抵抗値が負になるケースは、低比低鉱体が存在するという情報に置き換え全て0.0001 Ω -mとした。

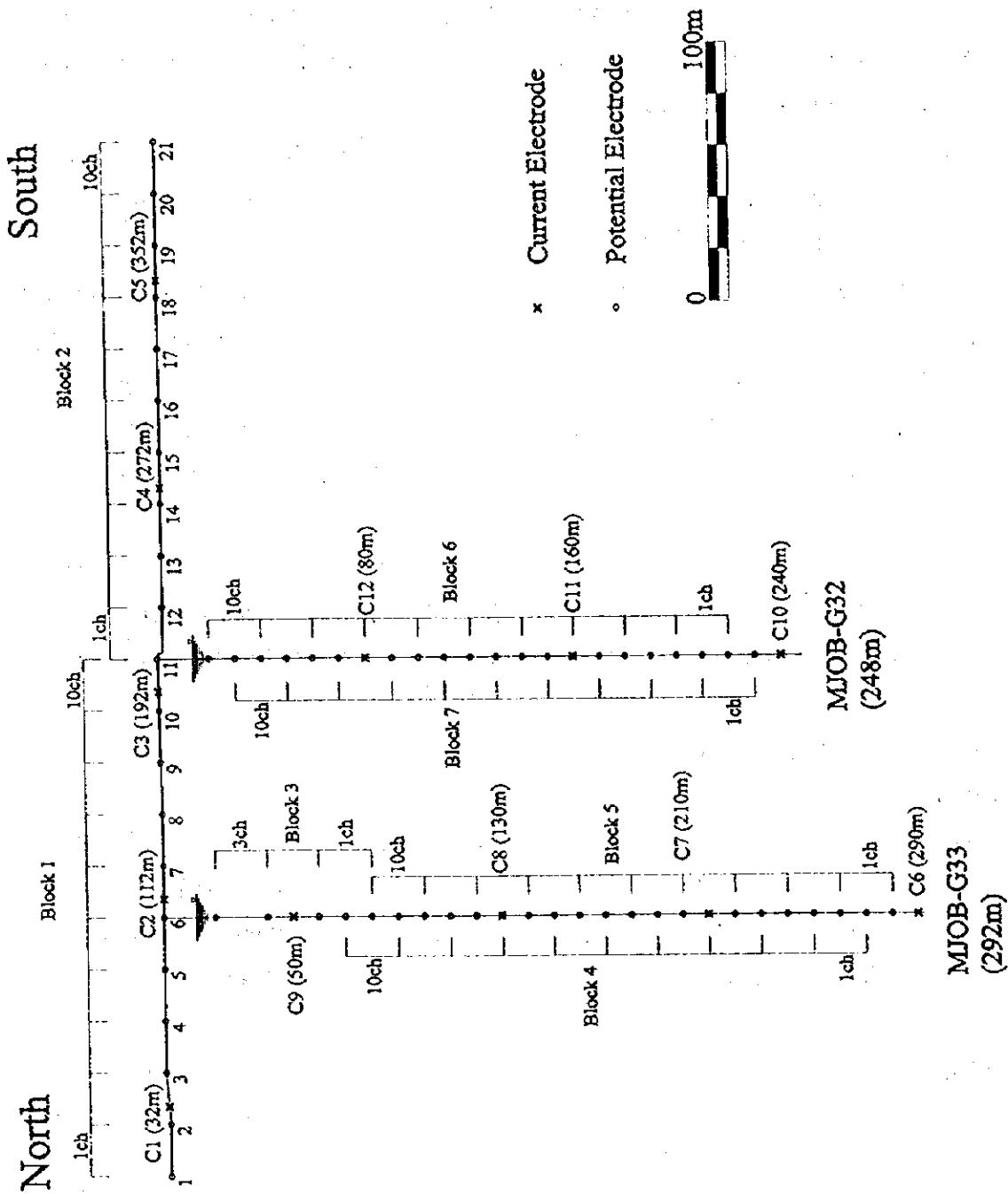


Fig. 8 Profile of the IP tomography configuration along No.3 ore body NS line, Ghuzayn area.

5-2-3 解析結果

解析比抵抗断面を Fig. 9 の上に充電率断面を Fig. 9 の下に示す。

比抵抗断面では、地表測線最南部で約 80 Ω -m の相対的な高比抵抗、MJOB-G32 の掘進深度 190m (標高約-20m) あたりから MJOB-G33 の掘進深度 200 (約-30m) -240m (約-70m) にかけて低比抵抗が現れている。ボーリング下部の低比抵抗は塊状硫化物鉱体がおおよそ位置するところに相当しており、MJOB-G33 より北側には大きく拡がらず、また MJOB-G32 より南側にはさらに浅く、また大きくなっているように見受けられる。これはこの低比抵抗体が、南側に行くほど厚く浅くなっていることを表している。事実 MJOB-G32 の南側 100m の地点で実施されている MJOB-G31 では、MJOB-G32 よりも浅く厚い鉱体が捕捉されている。ただし全体的にやや深めあるいは南側に解析されている。また本測線でも他の測線と同様に全体的に鉱体と母岩の比抵抗コントラストが小さい。これは塊状硫化物鉱体周辺の黄鉄鉱の鉱染による影響も原因の一つとして考えられるが、鉱体が極端な低比抵抗を示すことによる 1 次電位の低下及びそれに伴う S/N 比の低下が原因として考えられる。

地表測線最南部の高比抵抗は、320m 地点を境に急に比抵抗が変わることから断層と推定されるが、測線の端であるためその形状は定かでない。

充電率断面では断面中央部と断面最下部に 30mV/V を超える高充電率体が存在している。断面下部の高充電率は、低比抵抗と比較的一致していることから鉱体によるものと考えられるが、断面中央の高充電率に関しては比抵抗もそれほど低くないことから、鉱体上部の鉱染によるものではないかと推測される。MJOB-G31 では掘進深度 110.40m (標高約 60m) から 201.80m (約-32m) まで鉱体が捕捉されているが、この影響は充電率断面に全く現れていない。このあたりは解析領域の端にあたるが、全体に低比抵抗であるため、解析領域は想定されるよりも狭いかもかもしれない。

5-3 グザイン地区第 2 鉱体測線

5-3-1 測線設定

本測線は平成 8 年度調査により捕捉された第 2 鉱体の南北方向の延長ならびに形状を把握することを目的に設定された。孔中測線は第 2 鉱体を貫く MJOB-G20 及び MJOB-G5 に展開した。ただし MJOB-G20 については、地表面下 190m 付近で孔崩れを起こしていたため、着鉱箇所までケーブルを挿入することができず、180m までしか測点を展開していない。また MJOB-G5 については正確には地表測線より西に 30m ずれて位置しているが、これを考慮するには 3 次元的な解析が必要となり、現段階では 3 次元的な解析は難しいため、今回はこれを考慮せず、MJOB-G5 は地表測線と MJOB-G20 より構成される断面上に位置するものとして解析した。

地表測線は鉱体の延長が十分に把握できるよう 400m とした (Fig. 10)。



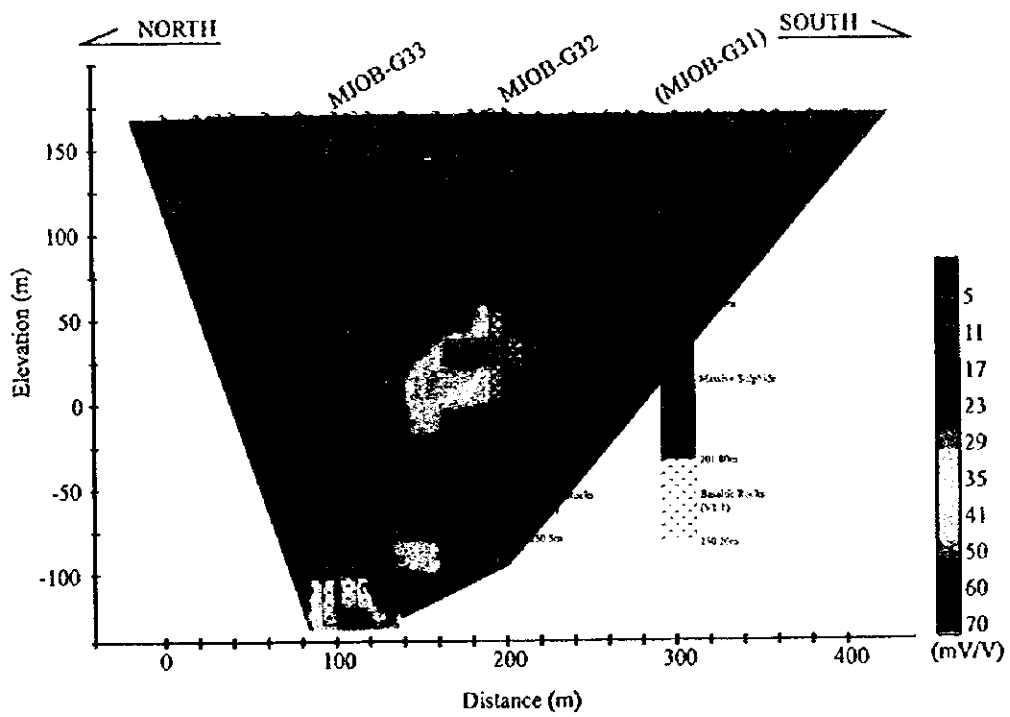
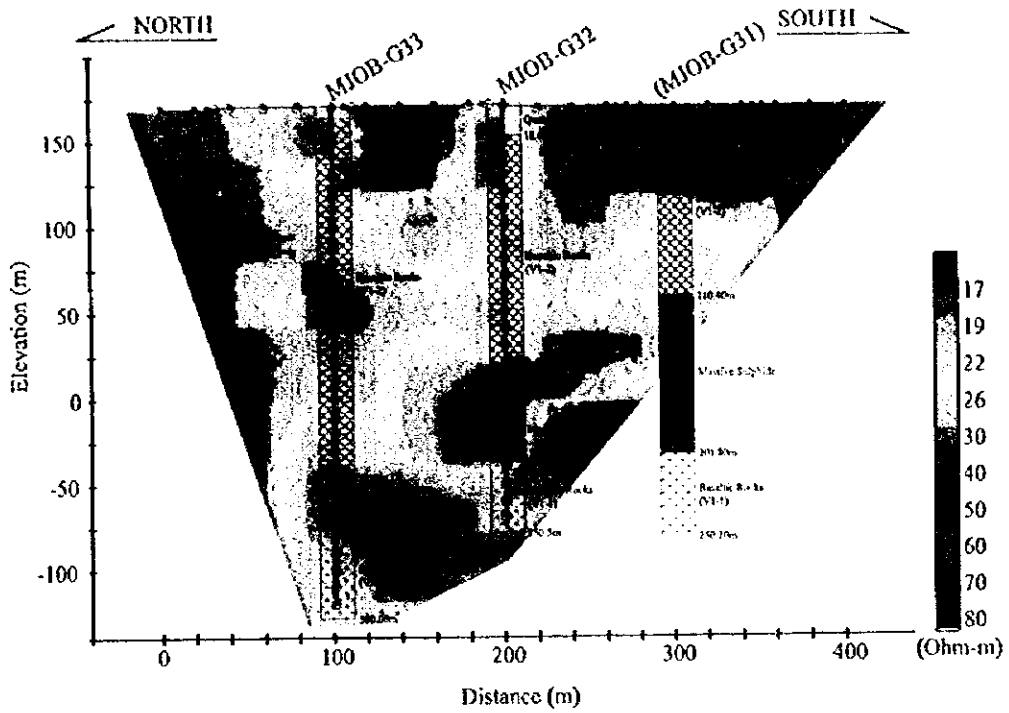


Fig.9 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.3 ore body NS line, Ghuzayn area

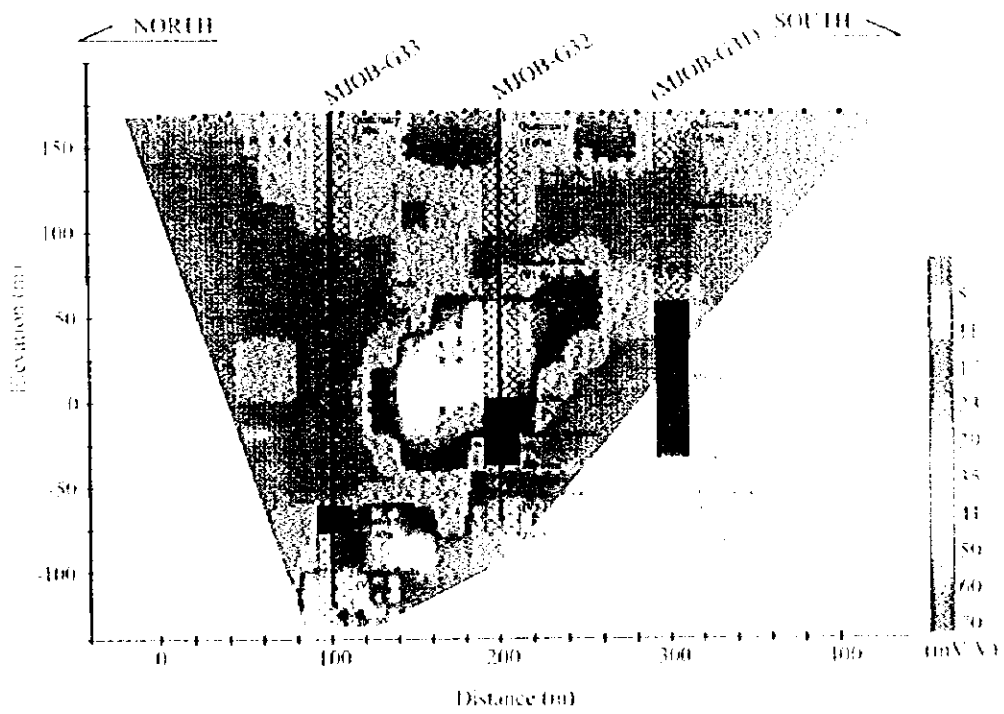
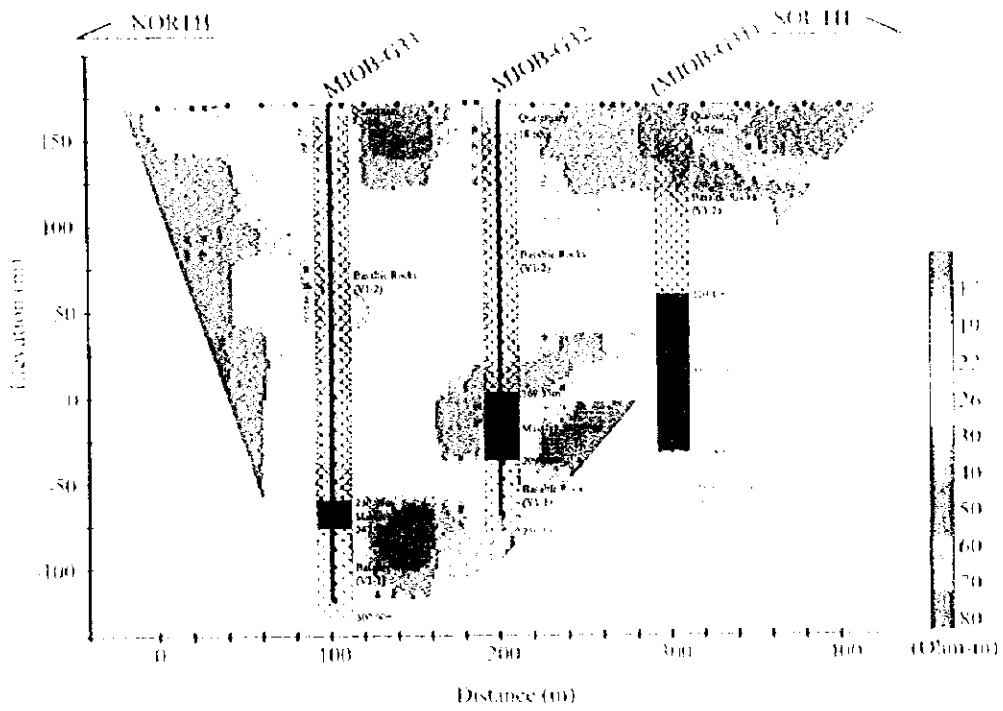


Fig.9 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.3 ore body NS line, Ghuzayn area

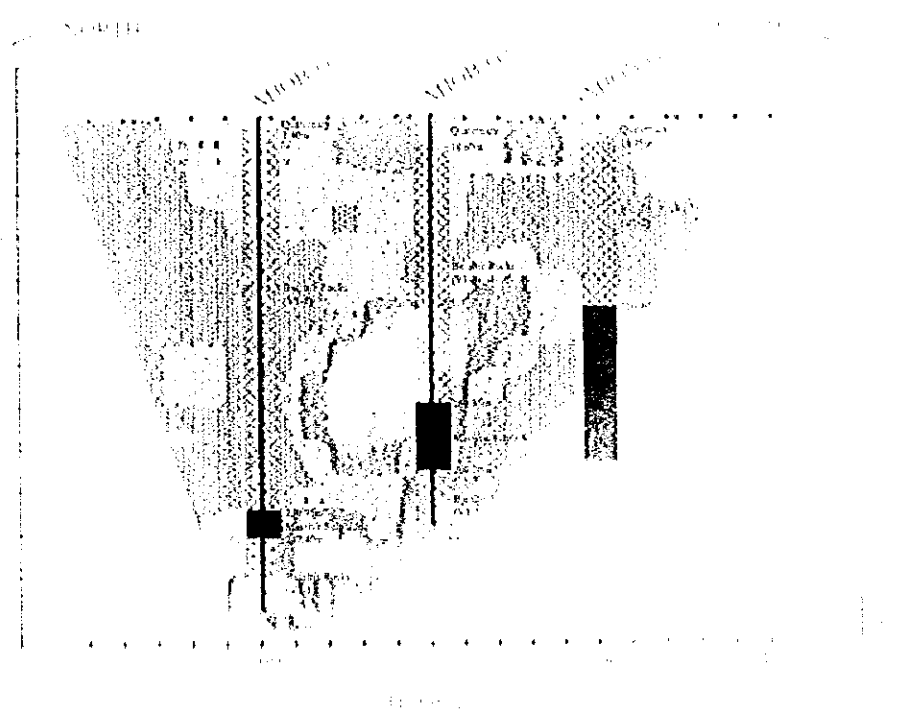
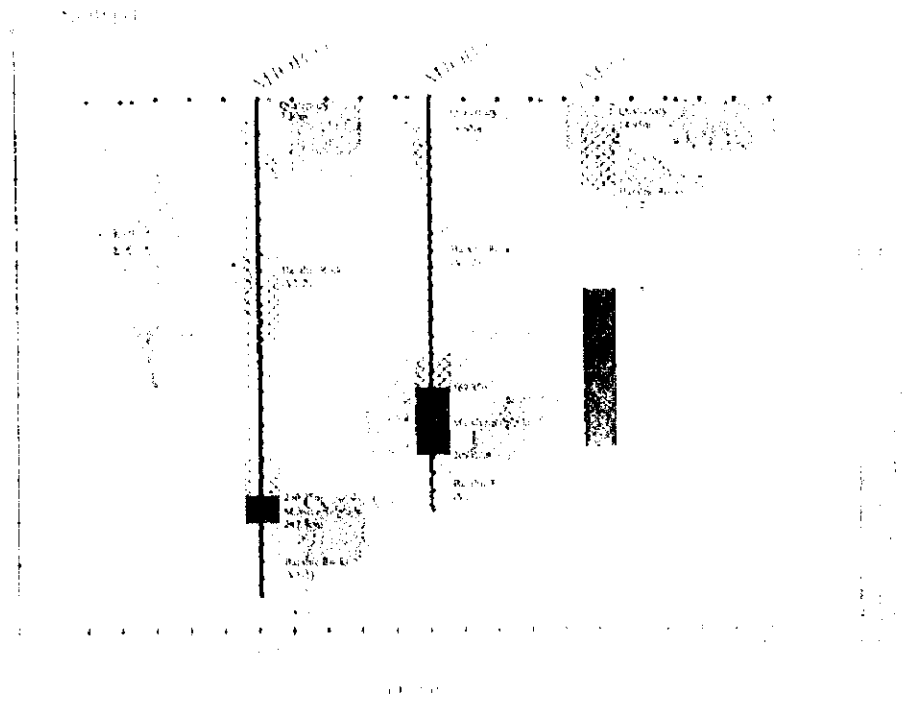


Fig.9. Analyzed resistivity section (upper) and charge density section (lower) along No. 3 ore body NS line, Giluzayn area.



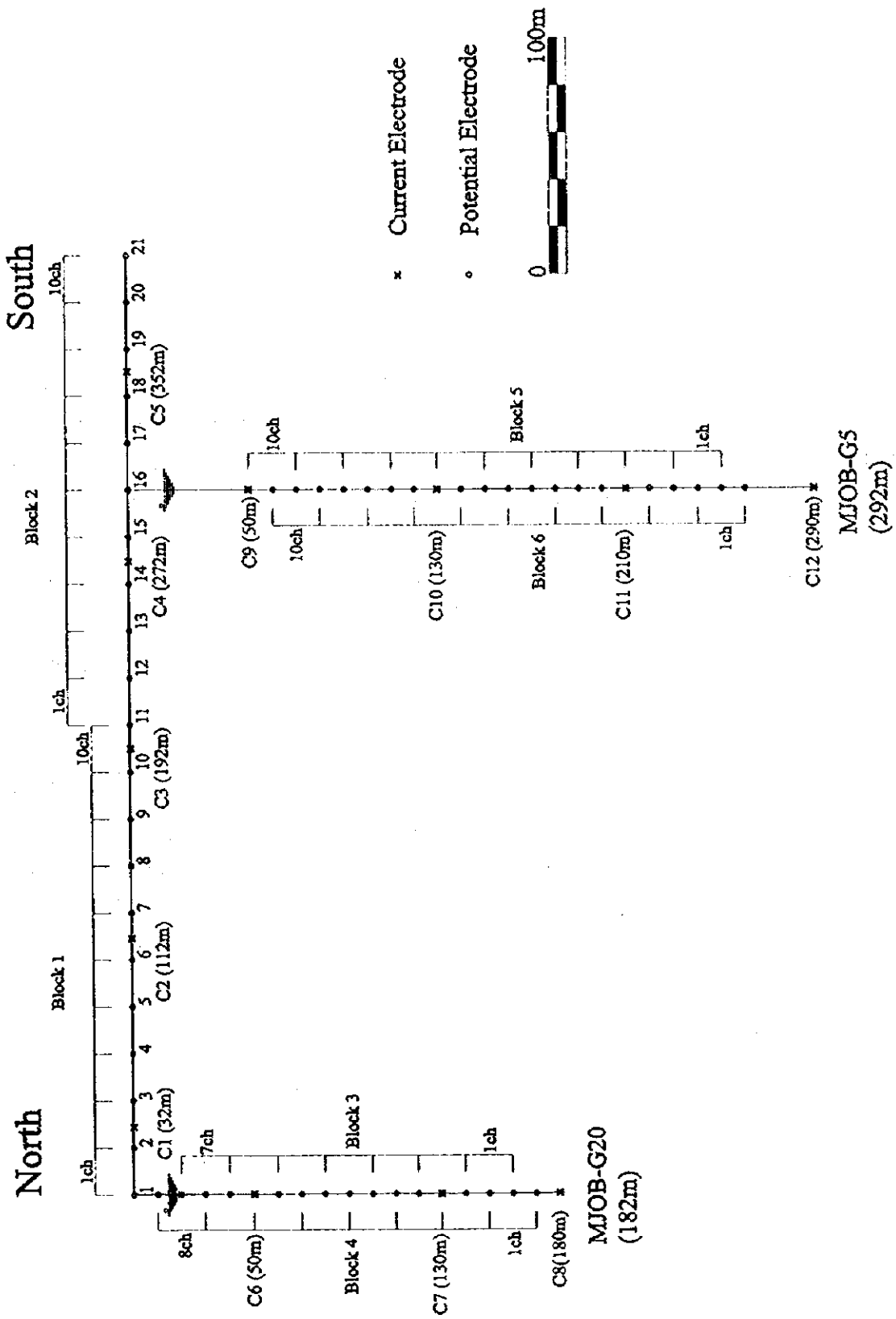


Fig.10 Profile of the IP tomography configuration along No.2 ore body NS line, Ghuzayn area

5-3-2 測定結果

本測線は地表測線長が 400m であるため、全体的に良好なデータが取得されている。

ただし本測線のデータも第 3 鉱体東西測線、南北測線と同様に鉱体の影響が顕著に現れており、特に鉱体の下部に電流電極、地表に電位電極が位置する場合、鉱体により電流が遮蔽されて地表まで十分な信号が伝播せず、S/N 比が低下することがあった。またこの測線においても、電極配置によっては見掛比抵抗が負として求められることがあった。

5-3-3 解析結果

解析比抵抗断面を Fig. 11 の上に充電率断面を Fig. 11 の下に示す。

比抵抗断面図では、地表測線南側で高比抵抗が、地表測線北側で低比抵抗が現れている。MJOB-G20 では全体的に低比抵抗となっており、南から北に、浅部から深部に向かうにつれて比抵抗が低くなる傾向にある。MJOB-G5 では掘進深度 136.90m (標高約 53m) から 170.60m (約 19m) まで鉱体を捕捉しているが、解析断面上にはその影響は現れていない。MJOB-G5 と MJOB-G20 で捕捉した鉱体を結ぶ間にも低比抵抗を認めることができないため、その連続性を評価することはできない。MJOB-G20 の掘進深度 30 (約 160m) - 40m (約 150m) 地点では低比抵抗を示しているが、ボーリングの結果では変質していない枕状溶岩であることが明らかとなっており、特に低比抵抗を示す要因は見当たらない。地表測線南側の高比抵抗については、平成 7 年度の資源開発協力基礎調査により実施された地表 IP 法でゴッサン露頭の周りを取り囲むように抽出された 100Ω·m 以上の高比抵抗と連続するものであり、平成 9 年度の地表 IP 法調査においても同様に現れたものである。

充電率断面では、全体的に低充電率である。鉱体近傍も特に高充電率を示していない。MJOB-G20 から 50m ほど南側の地表下約 80m (標高約 110m) に 50mV/V 近い高充電率が存在している。このあたりの影響を受けている測定データは、高充電率となっていることから偽像である可能性は低い。黄鉄鉱による鉱染もあまり期待できないことから、その原因については定かではない。

6 まとめ

本調査の結果、現在の解析システムでは、本鉱体のように極端に低比抵抗である場合、鉱体の位置及び形状をある程度まで表現できるが、正確に描き出すことは難しいと判断される。ただし地表 IP 法の結果と比較すると、その精度・分解能は測点間隔に応じて向上している。

鉱体の位置及び形状を正確に抽出するためには、まずシステムが抱える問題点を解決する必要がある。大きな問題点としては以下の三つが考えられる。

(1) 負の見掛比抵抗が処理できない。

負の見掛比抵抗自体は電極配置としてポール・ダイポール配置を採用している限り誤りではな

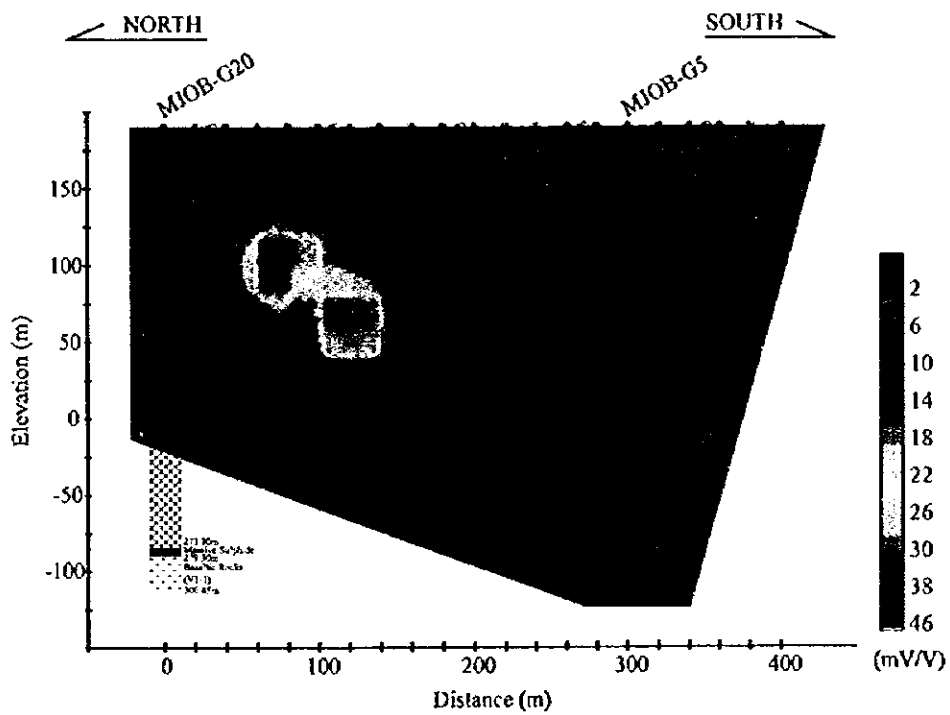
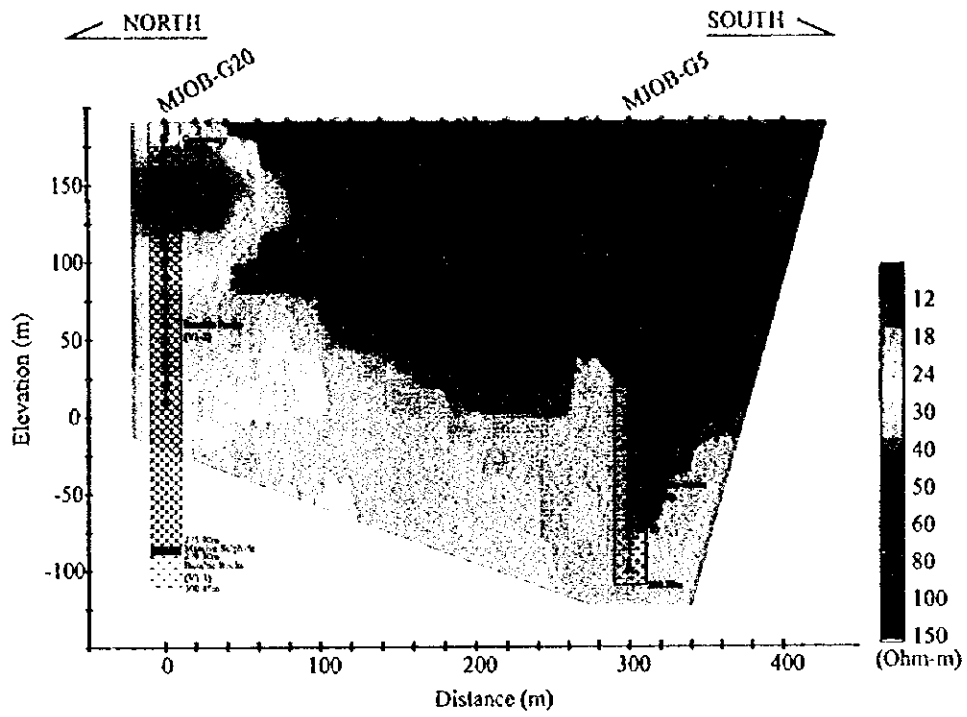


Fig.11 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.2 ore body NS line, Ghuzayn area

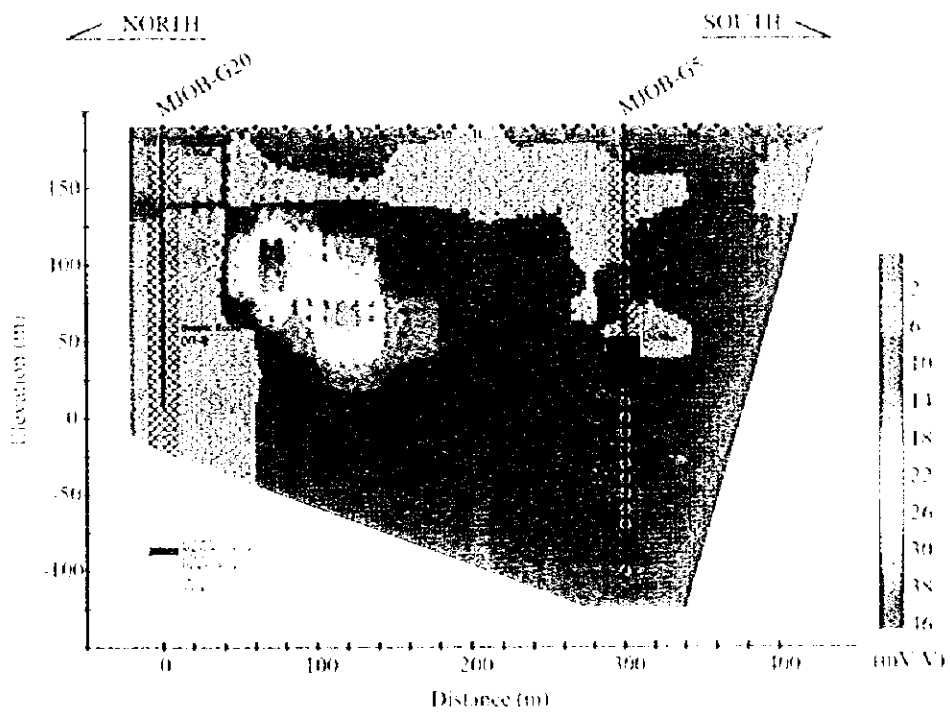
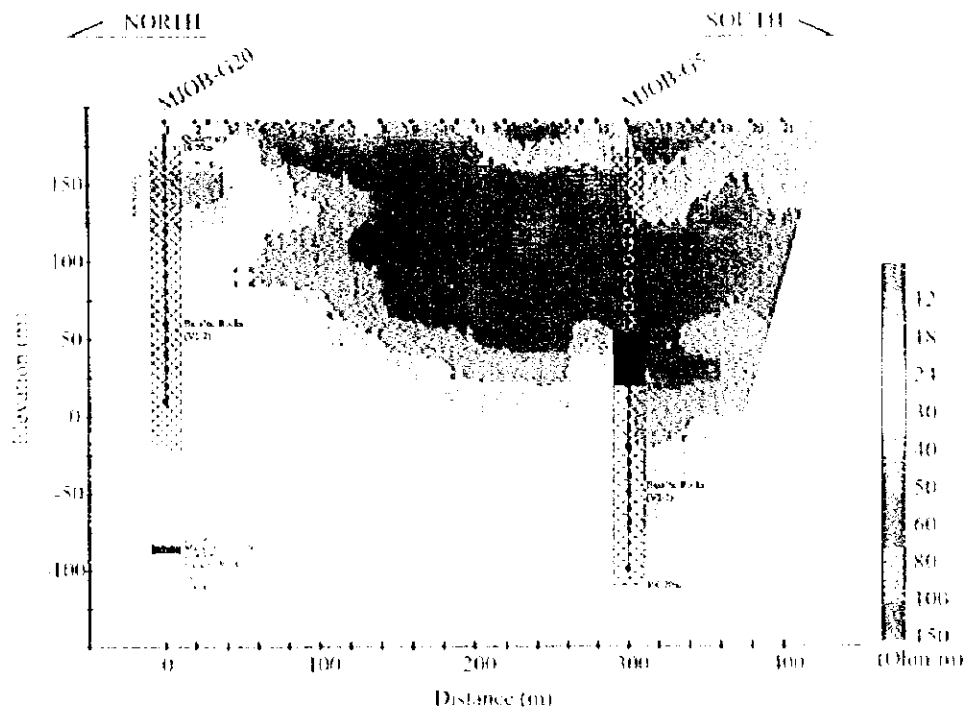


Fig.11 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.2 ore body NS line, Ghuzayn area

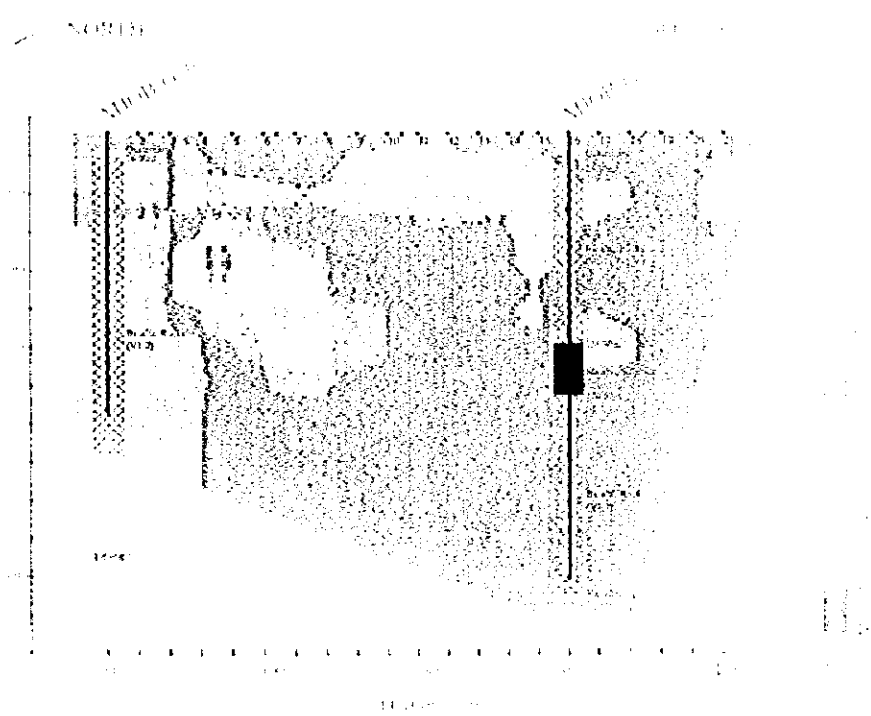
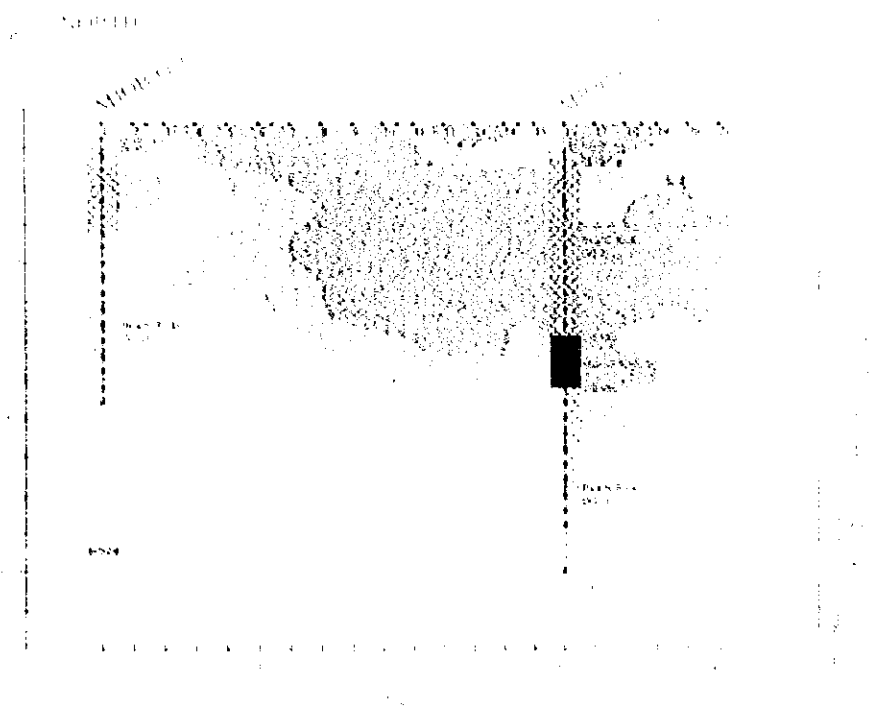


Fig.11 Analyzed resistivity section (upper) and chargeability section (lower) along No.7 ore body NS line, Ginzayn area



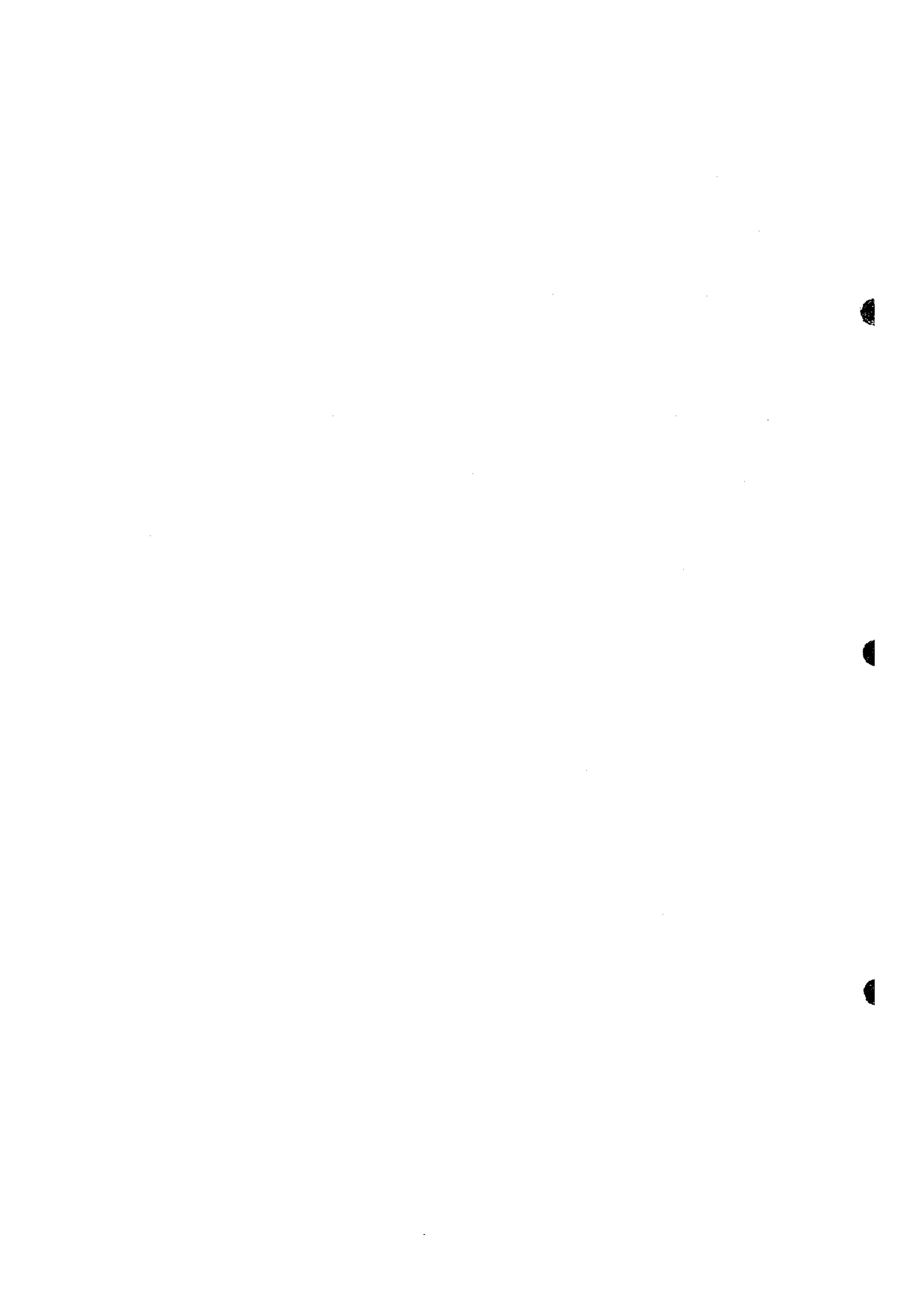
く、本サイトのような低比抵抗な環境あるいは比抵抗コントラストの強いところではよく現れる現象と考えられる。負の見掛比抵抗は極めて比抵抗の低いものが存在しているという情報であり、それを有効に活用できない現解析システムでは、重要なデータを破棄していることと等しい。

(2) ポール・ダイポール電極配置による鉄体近傍での受信電位の低下とそれに伴う S/N 比の低下。

電位電極が鉄体に接して位置する場合、電位ダイポール間に有意な電位差が生じず S/N 比が極端に悪くなるため、解析時にこれらのデータを削除する必要がある。1. と同様にこれも重要なデータを破棄している。

(3) ボーリングコアの比抵抗などの物性値を解析時に活用することができない。

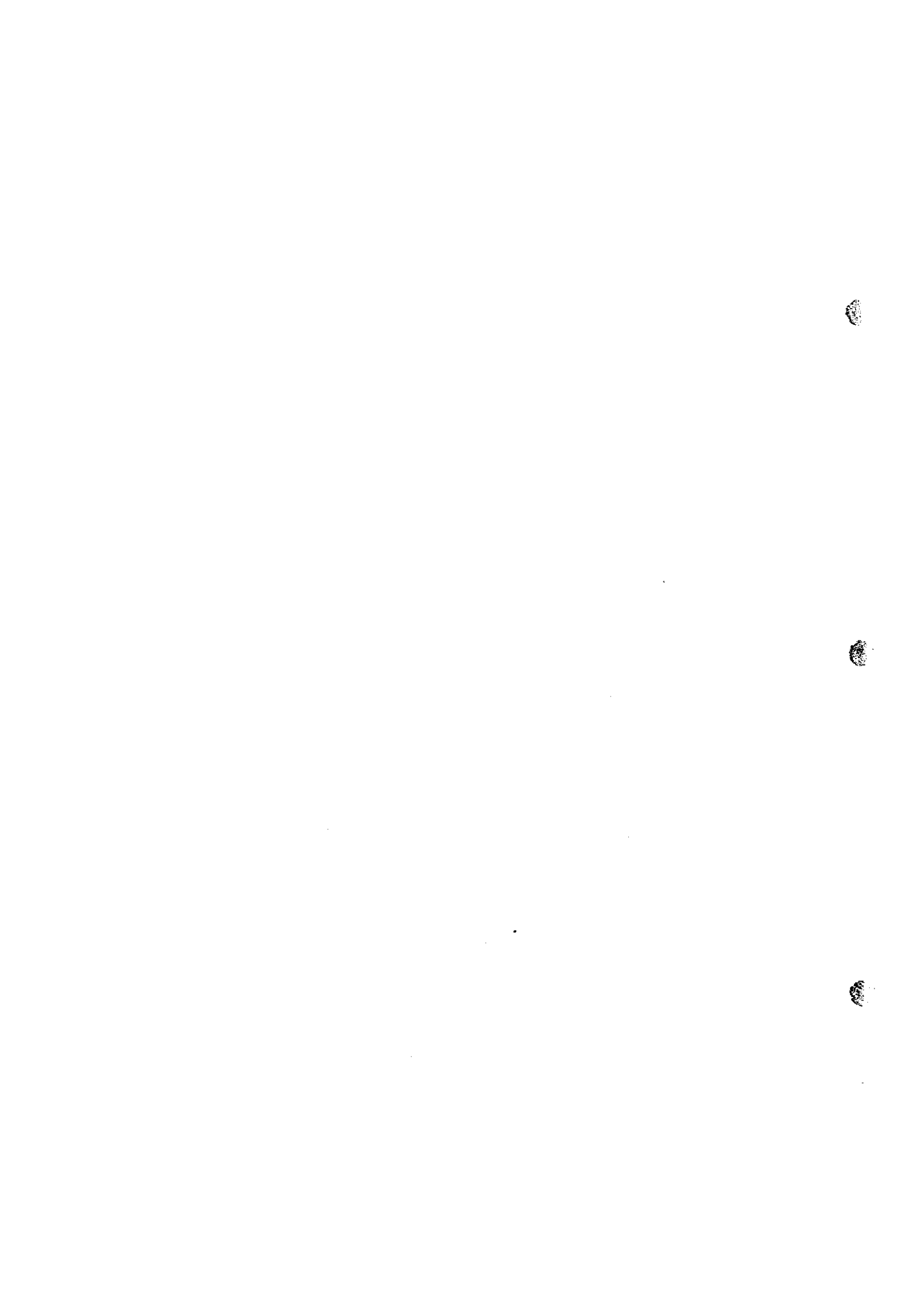
以上の問題を解決するためには、電極間隔を自由に設定できる測定システムとし、特に鉄体近傍で有意なデータが取得されるようにすることが必要である。また、本解析システムをより精度の高いものとするためにも、負の見掛比抵抗の問題も含め、取得されたデータをより有効に活用することが不可欠である。



1

2

3



JICA