

第2章 物理探査

2-1 電気探査IP法

2-1-1 調査の目的

本調査は、第1年次に実施された空中磁気・電磁探査で推定された有望地において IP 法調査を実施し、鉱化作用に関連する比抵抗構造を明らかにするとともに IP 異常域の抽出を行うことを目的とする。

2-1-2 調査位置及び調査量

調査地区は、マラケシュ市の南東約 15km に位置し、空中磁気探査結果から 8ヶ所の小地区に絞り込んだ。調査位置を Fig. II-2-1-1、測線概略を Fig. II-2-1-2 に示す。また、各地区の基点座標を Table II-2-1-1 に示す。各地区の測線間隔は 200m、測点間隔は 100m (一部 200m) である。

Table II-2-1-1 Coordinate of the survey line

Area	Line Name	Direction	No. (Base)	UTM Coordinate	
				X	Y
MJTK-IP-1	A	N86°46' 3"E	0	586241	3490374
MJTK-IP-2	A	N87°26' 10"E	0	585020	3488168
MJTK-IP-3	C	N88°40' 59"E S 1°20' 2"E	5	586619	3487060
MJTK-IP-4	A	N46° 2' 29"E	3	585987	3495113
MJTK-IP-5	A	N87°59' 41"E	0	577082	3489164
MJTK-IP-6	C	N88°27' 58"E	10	579055	3494892
MJTK-IP-7	C	N87° 2' 47"E	15	582404	3483799
MJTK-IP-8	A	N66° 3' 35"E	0	585482	3482570

調査数量を Table II-2-1-2 に示す。

Table II-2-1-2 List of survey amount

Area	Number of lines	Total length	Number of points
MJTK-IP-1	2.0km×6 lines 1.6km×1 line	12.0km	460
MJTK-IP-2	2.0km×3 lines	6.0km	240
MJTK-IP-3	1.3km×2 lines 1.2km×2 lines	5.0km	170
MJTK-IP-4	1.0km×1 line	1.0km	30
MJTK-IP-5	1.0km×1 line	1.0km	30
MJTK-IP-6	1.0km×3 lines	3.0km	90
MJTK-IP-7	1.5km×3 lines [1.6km×1 line (a=200m)]	6.1km	185
MJTK-IP-8	1.2km×1 line	1.2km	30
Total	23lines	35.3km	1,235

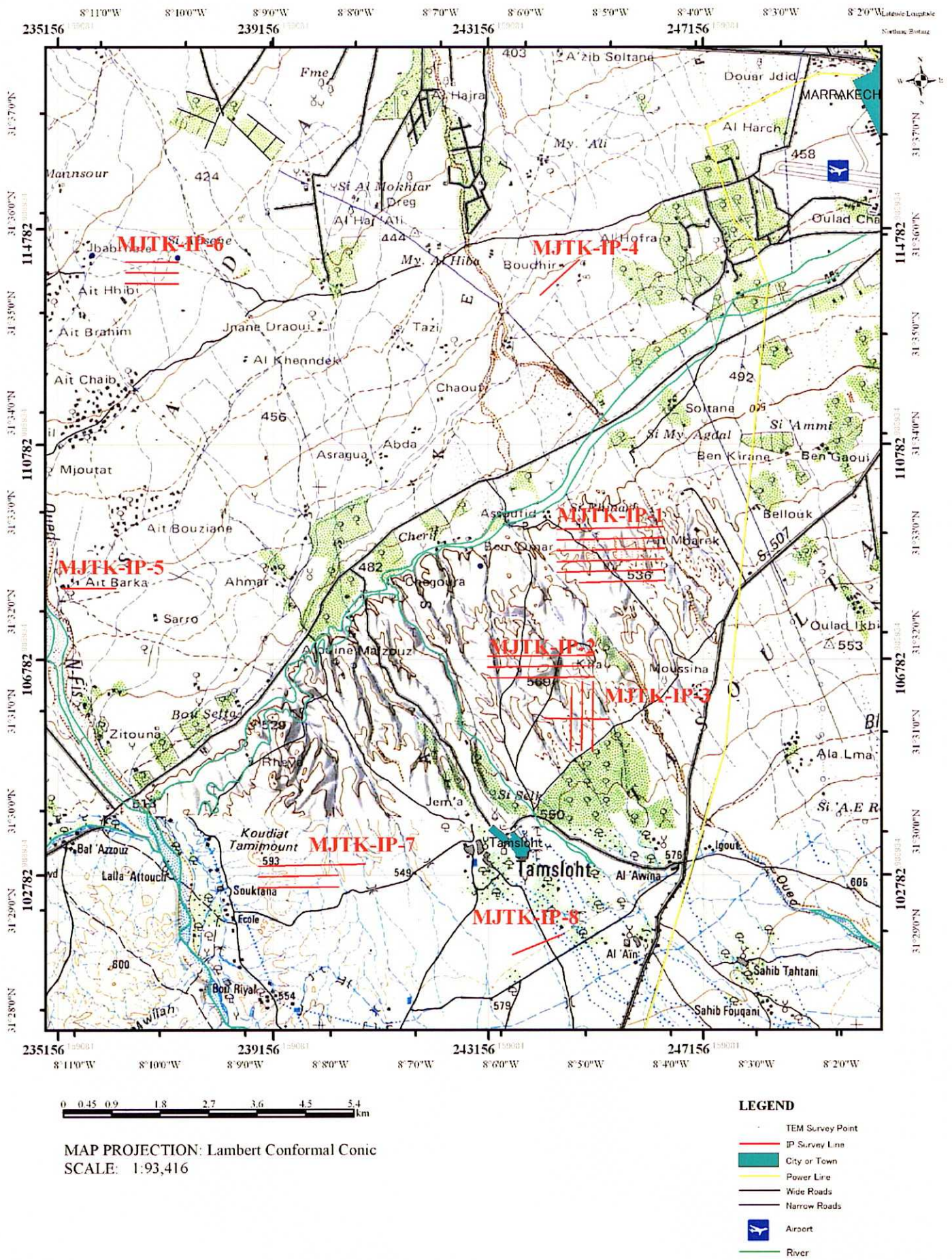


Fig.II-2-1-1 Survey location map of the Marrakech-Tekna area

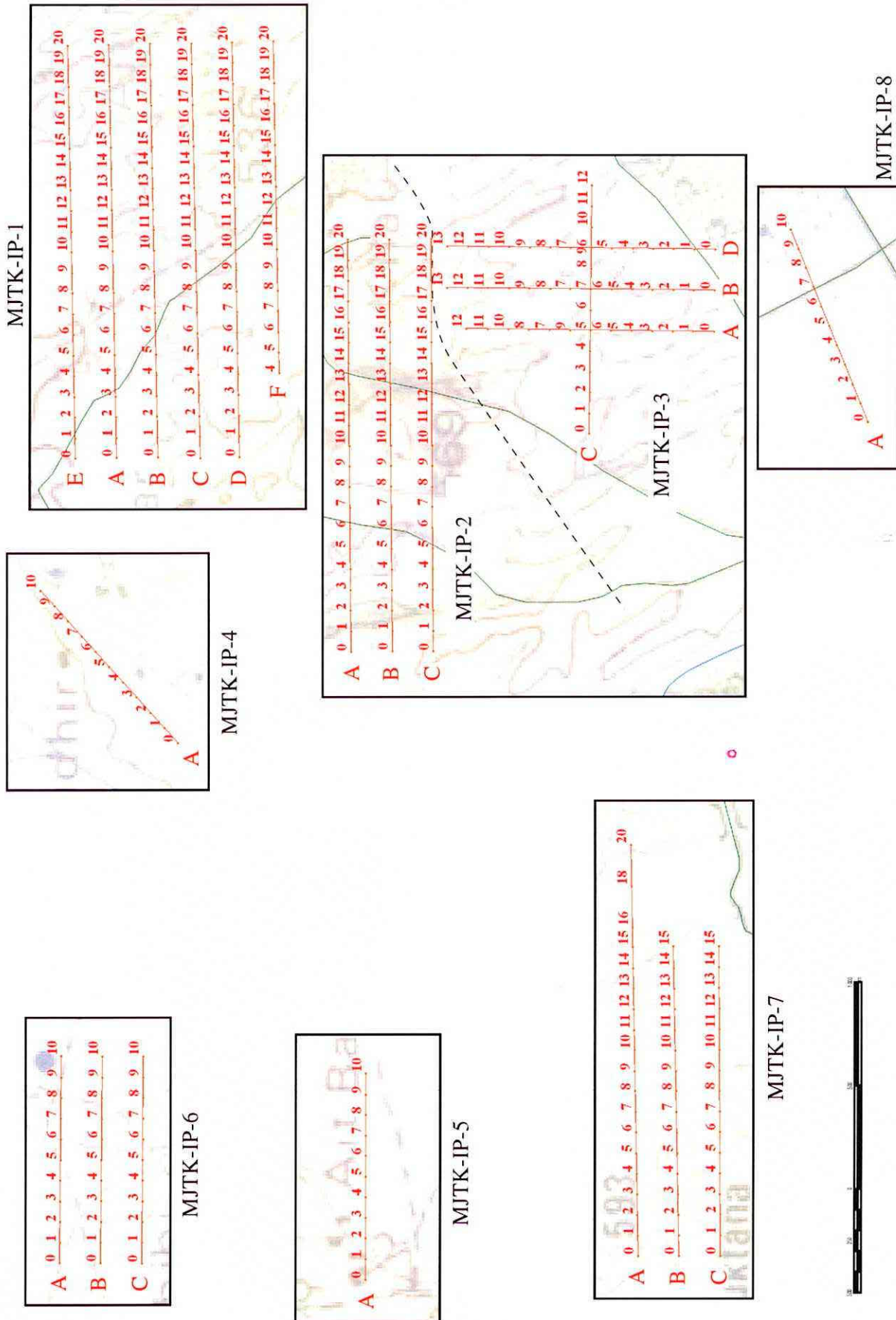


Fig.II-2-1-2 Outline map of Survey line

また、調査地域周辺の露頭及び鉱山から岩石サンプルを採取し、室内試験により比抵抗及び分極率を測定した。

2-1-3 調査方法

1) IP法の原理

地面に電流を流すと地面を構成する媒質中に各種の電気化学的現象が発生するが、このうちIP法で測定されるのは次の2つである。

[Over Voltage effect]

通電により硫化物や金属導体の表面に電気2重層を生じ、電流を切ると通電方向とは逆の方向に放電する。この現象はイオン伝導と電子伝導の組み合わせによる効果である。この現象を起こすものは電子伝導性をもつ鉱物であって、IP法による探査対象になる。

[粘土鉱物の分極]

通常の岩石が通電によっていくらか分極するもので、これは岩石の空隙に少量混在する粘土鉱物の膜分極が主因である。種々の粘土鉱物のうちでは、モンモリロナイトの膜分極が最も大きく、カオリンは小さい。また粘土の容積比が5%程度のときに膜分極が極大値を示すが、その前後の容積比のとき膜分極は減少する。

膜分極の最大値は、モンモリロナイト量比5%付近にあつてFE値で表せば約2%であり、硫化鉱物のOver Voltage effectに比べ極めて小さい。

2) 測定法

測定方法は時間領域強制分極法(TDIP法)を用い、電極配置はダイポール・ダイポール配置を使用した。なお電極間隔は100m、電極隔離係数 $n=1\sim 5$ 、測線間隔は200mである。

本調査では、1対の電流電極C1、C2を通じて大地に断続直流(on/off 2.0sec)を流し、他の1対の電位電極P1、P2の間で電流切断直前の1次電位(V_p)及び電流切断後の減衰2次電位(V_s)を測定する。通電中の1次電位から見掛比抵抗、減衰2次電位から分極率が測定できる。

測定概念図をFig. II-2-1-3、サンプリング方法概念図をFig. II-2-1-4に示す。サンプリングタイムは、Table II-2-1-3に示すように電流切断後の時間における $t_4\sim t_{14}$ である。

Time Domain法のIP効果測定値は充電率と呼ばれ、 V_s/V_p [mV/V]で表される。

以下充電率は、450~950[msec]の積分データである。

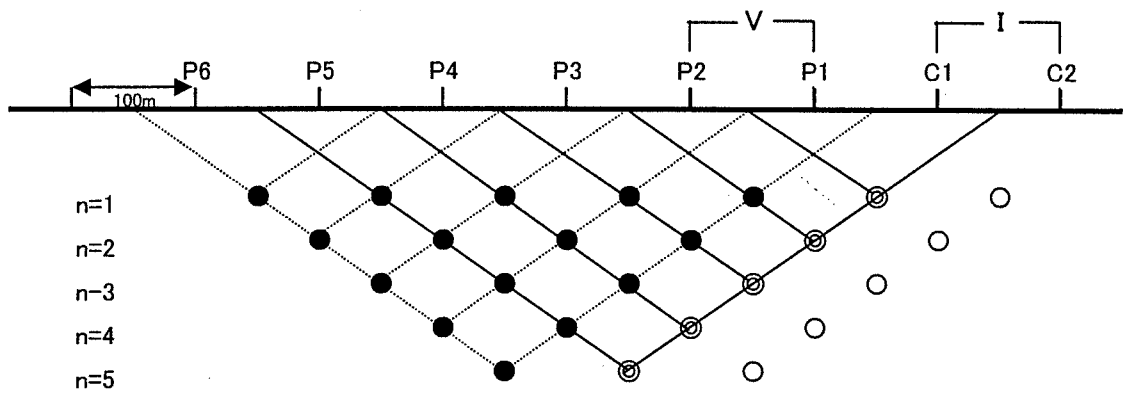


Fig. II-2-1-3 Concept of operation

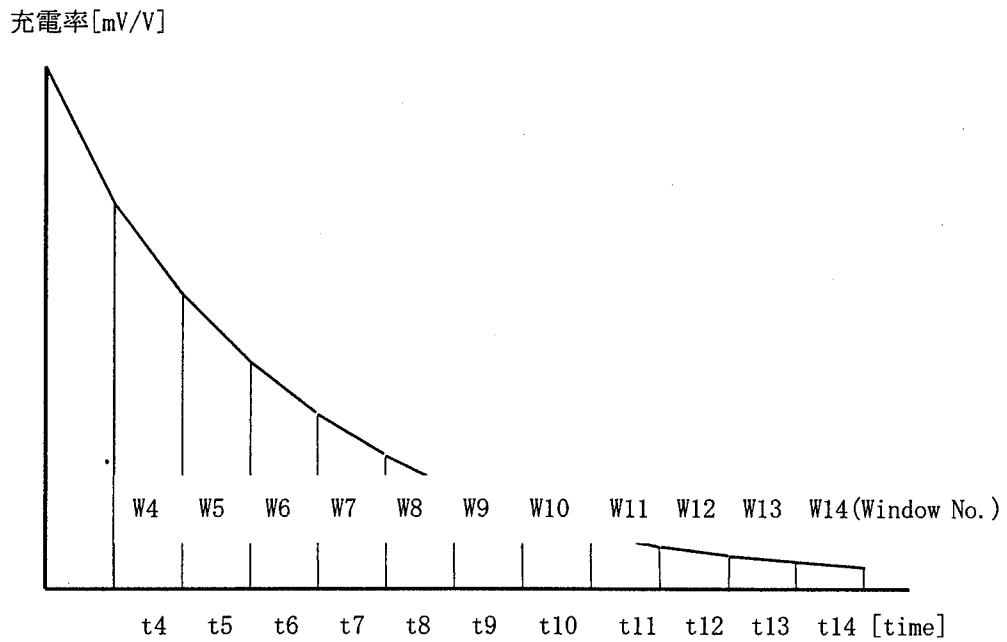


Fig. II-2-1-4 Concept of the method of measurement

Table II-2-1-3 List of sampling time

Window #	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14
Mid-point(msec)	60	90	130	190	270	380	520	705	935	1230	1590
Width(msec)	20	40	40	80	80	140	140	230	230	360	360

3) 使用機器

調査に使用した機器は Table II-2-1-4 に示す。

Table II-2-1-4 Specification of IP survey instrument

Equipment	Type	Maker	Specification	Amount
(Lab. Test)	CH-97T, CH-97P	CHIBA Electronic	Max. Output Current 60A	2
	CH-98T, CH-98PA	Inc.	Max. Output Volt. 880V	2
	IP-L	IRIS Instruments	1 μ A~100 μ A Max 10V	1
Engine Generator	ET-4500	HONDA	Max. Power 4.5kW 3 ϕ , 220V	2
Receiver	IPR-12	SCINTREX	8ch. 14 Window Input Range:50 μ V to 14V	2
Electrode		ASK System	PbCl	12
Measuring	Pocket compass	USHIKATA		2
	100m Esron tape			4
	GPS	GARMIN		3
Communication Device	TH-42	KENWOOD	Max. Power: 5W	12

2-1-4 解析方法

本解析では、2次元解析として有限要素法によるモデル計算と非線形最小二乗法による自動解析を組み合わせた2次元インバージョン解析法を使用した。この方法は、まず地形を含めた測線下をブロック状に分割する。ブロックは、測点間の中央にブロック境界を設け、浅部で薄く、深部で厚くなるように分割する。これらのブロックに比抵抗及び充電率を与え比抵抗構造及び充電率構造とし、有限要素法によるモデル計算を行うものである。最終的には、測定値と計算値の差が最も小さくなるような比抵抗構造及び充電率構造が最小二乗近似法による自動反復解析により求められる。解析には GETOMO SOFTWARE の RES2DINV を使用した。

2-1-5 調査結果

2-1-5-1 測定結果

1) MJTK-IP-1

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-5~7 に、また平面図を Fig. II-2-1-8~10 に示す。

見掛比抵抗は、12~132 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 31 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗分布の特徴は、A、D 測線の一部で最大 130 $\Omega \cdot m$ 程を示す以外は、全体に約 50 $\Omega \cdot m$ 以下と低く、深部ほど高くなる傾向を示している。

表層付近の比抵抗を反映すると考えられる $n=1$ の比抵抗分布は、全体に低く 20 $\Omega \cdot m$ 以下である。

充電率は、2.8~14.9mV/V を示し、平均 7.2mV/V である。

充電率は、深部ほど高くなる傾向を示すが、全体に低い値である。

僅かに高い充電率域は、F、D、C、B、A 及び E 測線深部の東側に連続し、北側へ延びている。また北側で広く分布する傾向を示している。

メタルファクターは、最大約 60 で NW 系に僅かに高い値を示す傾向にある。

2) MJTK-IP-2

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-11~13 に、また平面図を Fig. II-2-1-14~16 に示す。

見掛比抵抗は、10~711 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 89 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗分布には、A、B 及び C 測線とも主に No. 10 付近の山頂で明瞭に高比抵抗異常の分布パターンがみられる。

充電率は、0.9~20.5mV/V を示し、平均 5.4mV/V である。

浅部充電率異常は、高見掛比抵抗に対応している。これは、本調査地域内で唯一露頭がみられる安山岩に対応したものと考えられる。

メタルファクターは、約 20 以下で全体に低い値である。

3) MJTK-IP-3

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-17~19 に、また平面図を Fig. II-2-1-20~22 に示す。

見掛比抵抗は、14~136 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 44 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗分布には、A、B、C 測線とも No. 6 付近を中心とした高比抵抗異常の明瞭な分布パターンがみられる。

充電率は、0.9~5.9mV/V を示し、平均 3.0mV/V である。

充電率は、全体に低い値である。

メタルファクターは、約 20 以下で全体に低い値である。

4) MJTK-IP-4

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図を Fig. II-2-1-23 に示す。

見掛比抵抗は、22~44 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 31 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗分布には、ほとんど変化がみられない。

充電率は、2.4~9.9mV/V を示し、平均 5.5mV/V である。

充電率は、測線中央の浅部及び深部で僅かに高くなる傾向を示すが、全体に低い値で異常は無い。

メタルファクターは、最大 50 程で全体に低い値である。

5) MJTK-IP-5

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図を Fig. II-2-1-24 に示す。

見掛比抵抗は、29~124 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 57 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗分布は、浅部で高く深部で低比抵抗になる。

充電率は、4.5~8.6mV/V を示し、平均 6.6mV/V である。

充電率は、浅部の高い比抵抗域に対応し、僅かに高くなる。

メタルファクターは、最大 20 程で全体に低い値である。

6) MJTK-IP-6

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-25~27 に、また平面図を Fig. II-2-1-28~30 に示す。

見掛比抵抗は、25~103 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 35 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗分布には、B 測線の東側を除き、大きな変化がみられない。

充電率は、2.8~11.5mV/V を示し、平均 5.1mV/V である。

充電率は、深部ほど高くなる傾向を示すが、全体に低い値である。

メタルファクターは、最大 30 程である。

7) MJTK-IP-7

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-31~33 に、また平面図を Fig. II-2-1-34~36 に示す。

見掛比抵抗は、12~61 $\Omega \cdot m$ を示し、平均 24 $\Omega \cdot m$ である。

見掛比抵抗は、深部程低比抵抗になる傾向を示す。A 測線で電極間隔 200m の測定では、深部で 15 $\Omega \cdot m$ 程の非常に低い値を示す。

充電率は、2.4~17.7mV/V を示し、平均 5.9mV/V である。

充電率は、深部程僅かに高くなる傾向を示す。

メタルファクターは、深部で最大 100 程である。

8) MJTK-IP-8

見掛比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図を Fig. II-2-1-37 に示す。

見掛比抵抗は、 $28\sim 47\ \Omega\cdot m$ を示し、平均 $37\ \Omega\cdot m$ である。

見掛比抵抗に変化はない。

充電率は、 $2.3\sim 5.4\text{mV/V}$ を示し、平均 3.2mV/V である。

充電率は、深部程僅かに高くなる傾向を示す。

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

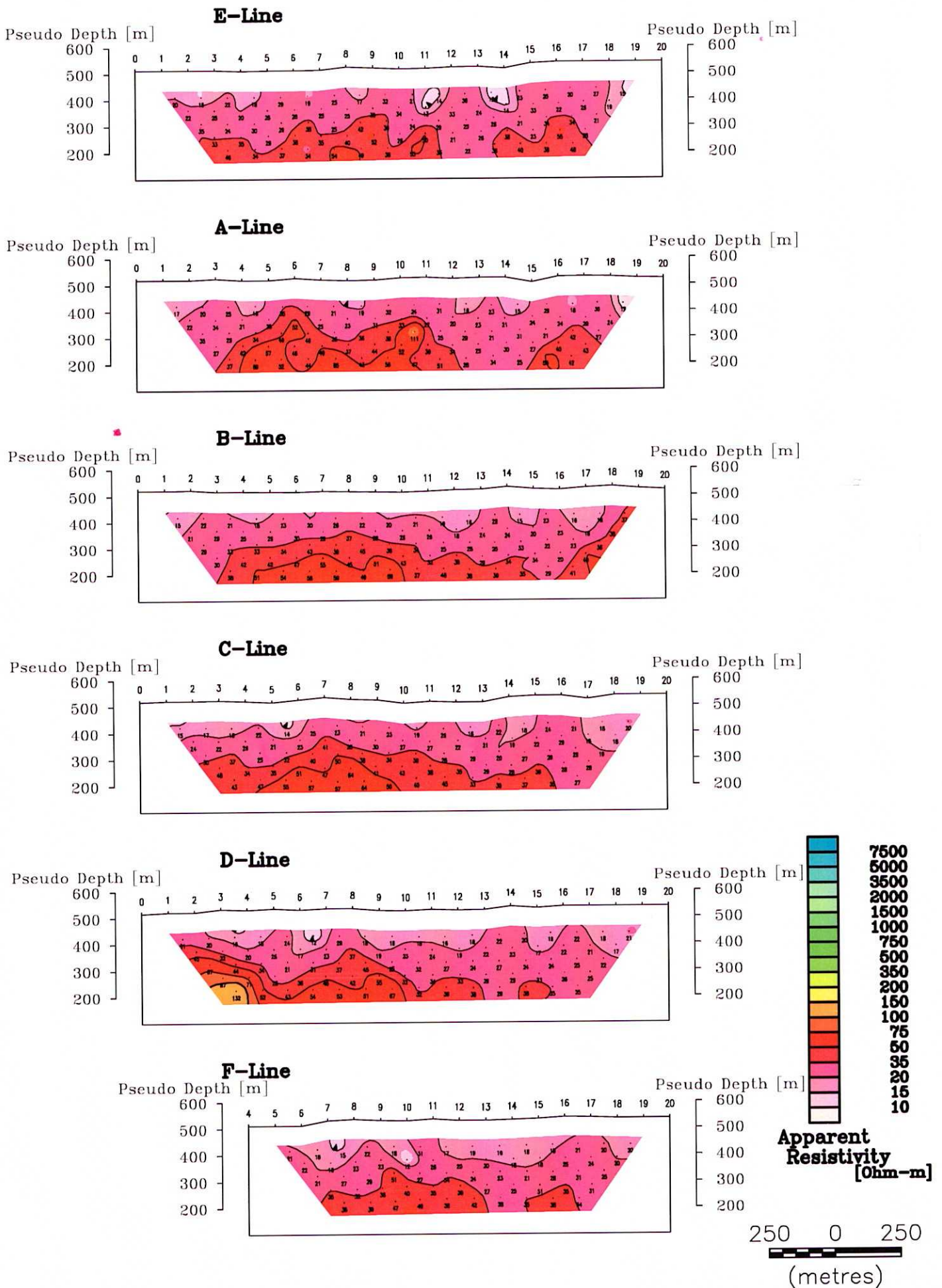


Fig.II-2-1-5 Section of apparent resistivity (MJTK-IP-1)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

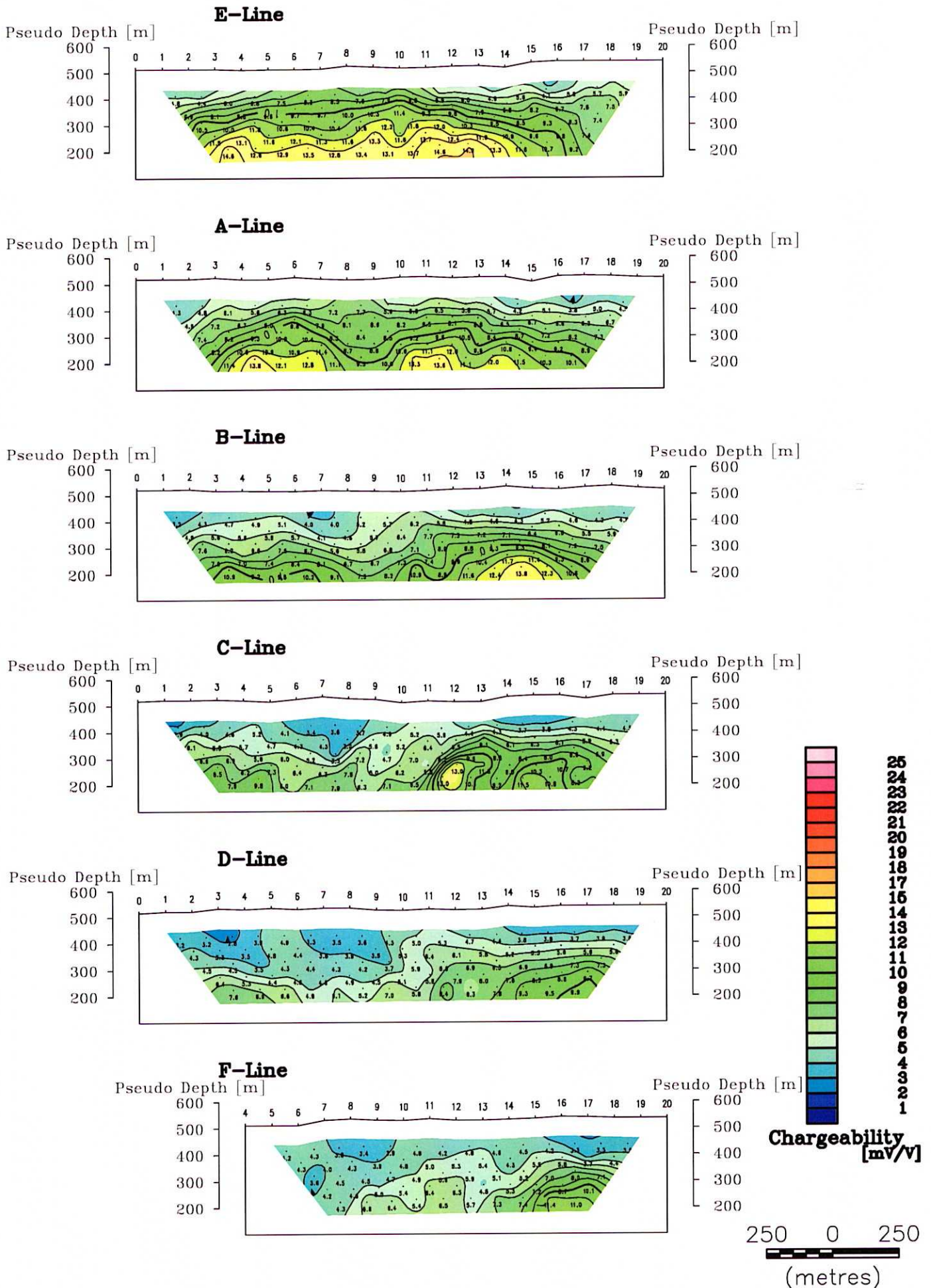


Fig.II-2-1-6 Section of apparent chargeability (MJTK-IP-1)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

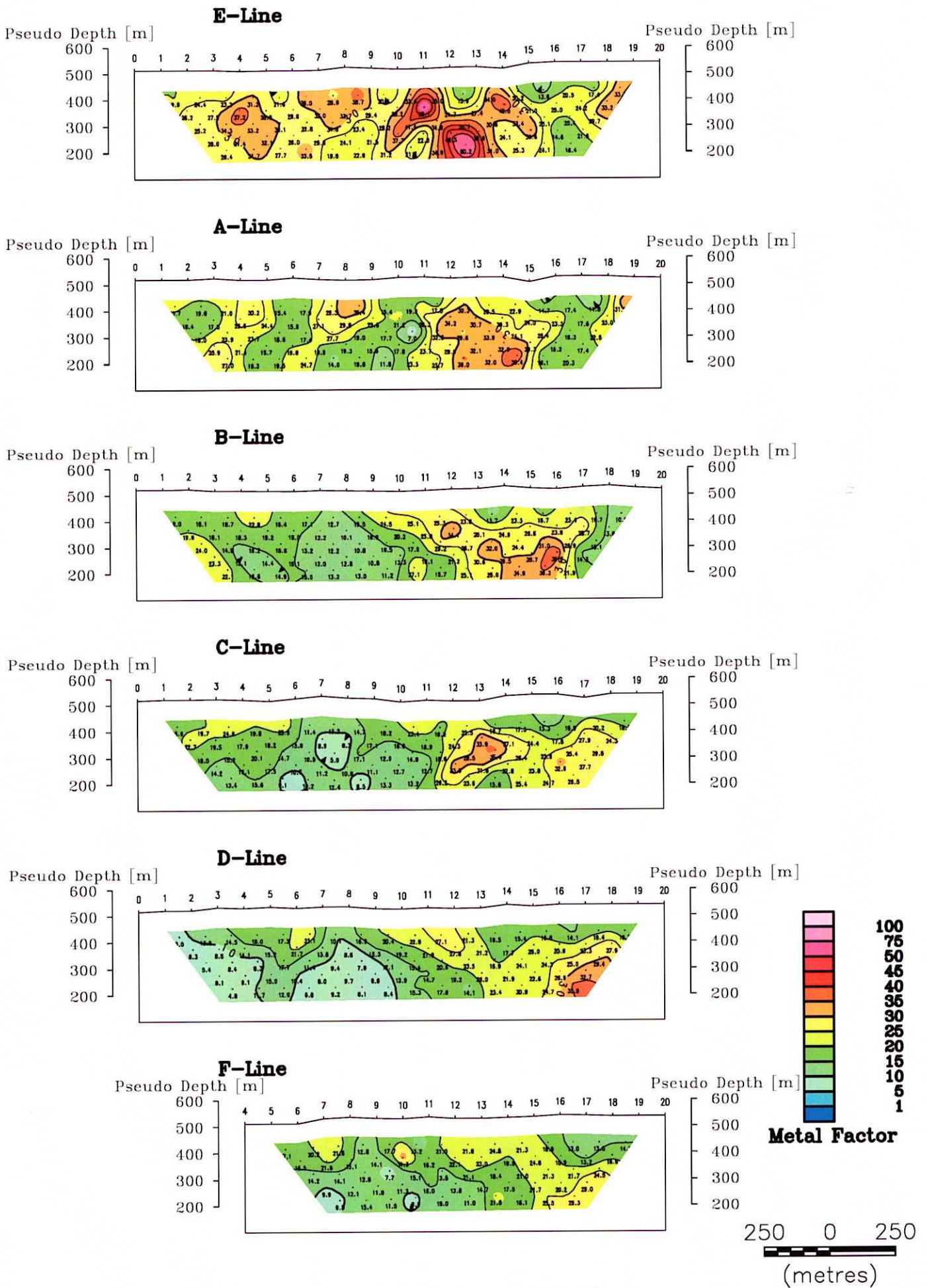


Fig.II-2-1-7 Section of metal factor (MJTK-IP-1)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

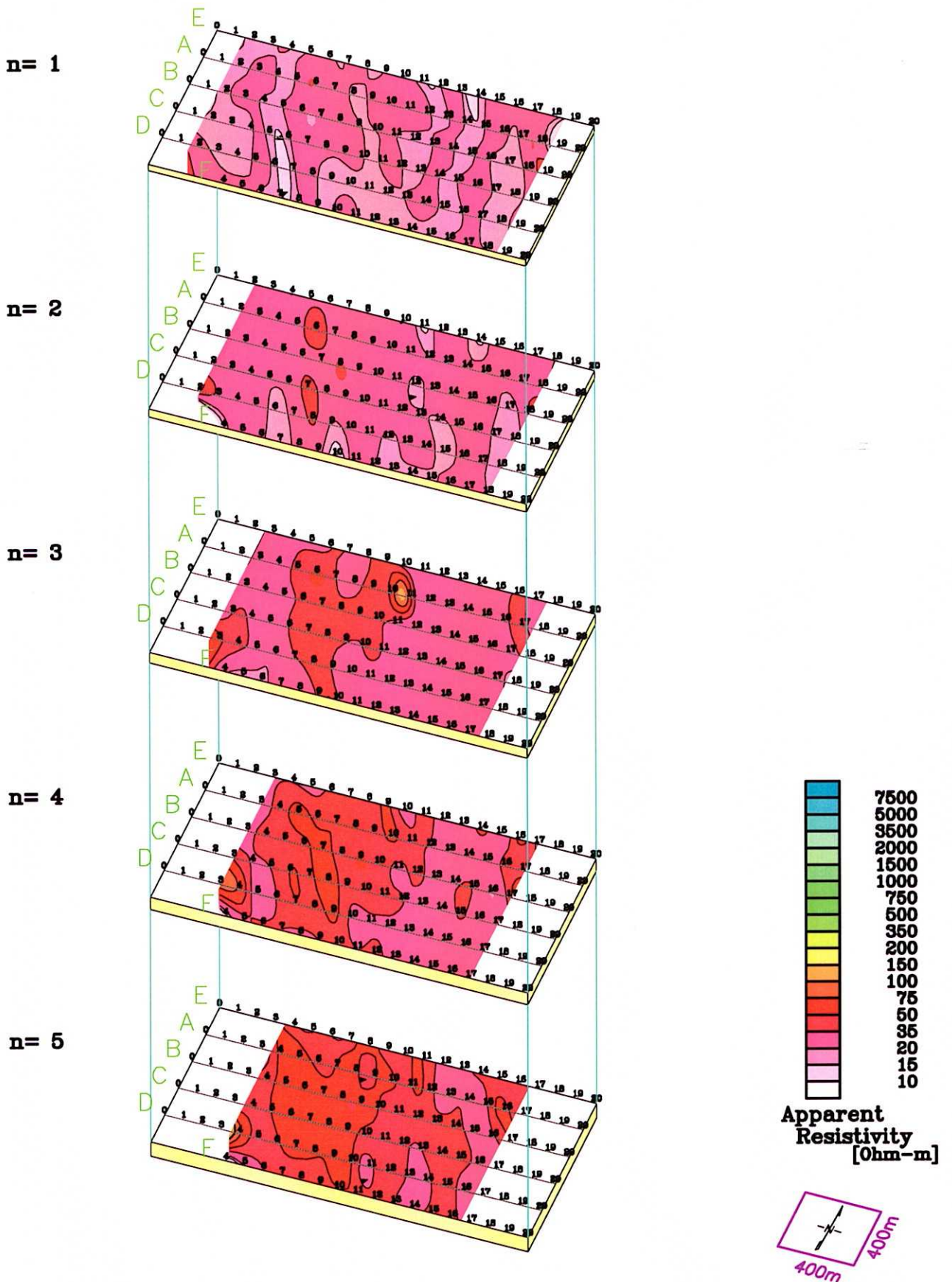


Fig.II-2-1-8 Plane map of apparent resistivity (MJTK-IP-1)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

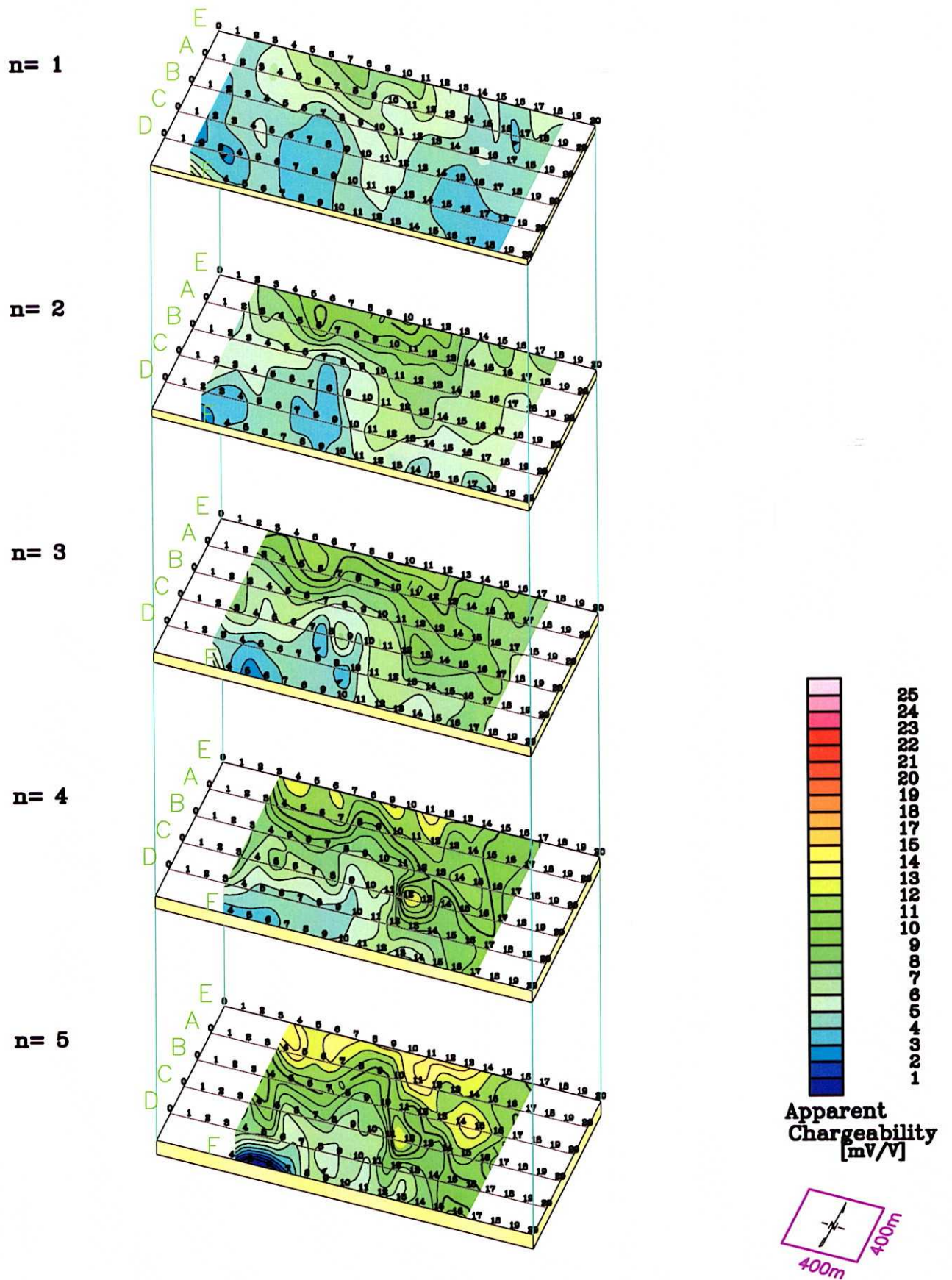


Fig.II-2-1-9 Plane map of apparent chargeability (MJTK-IP-1)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

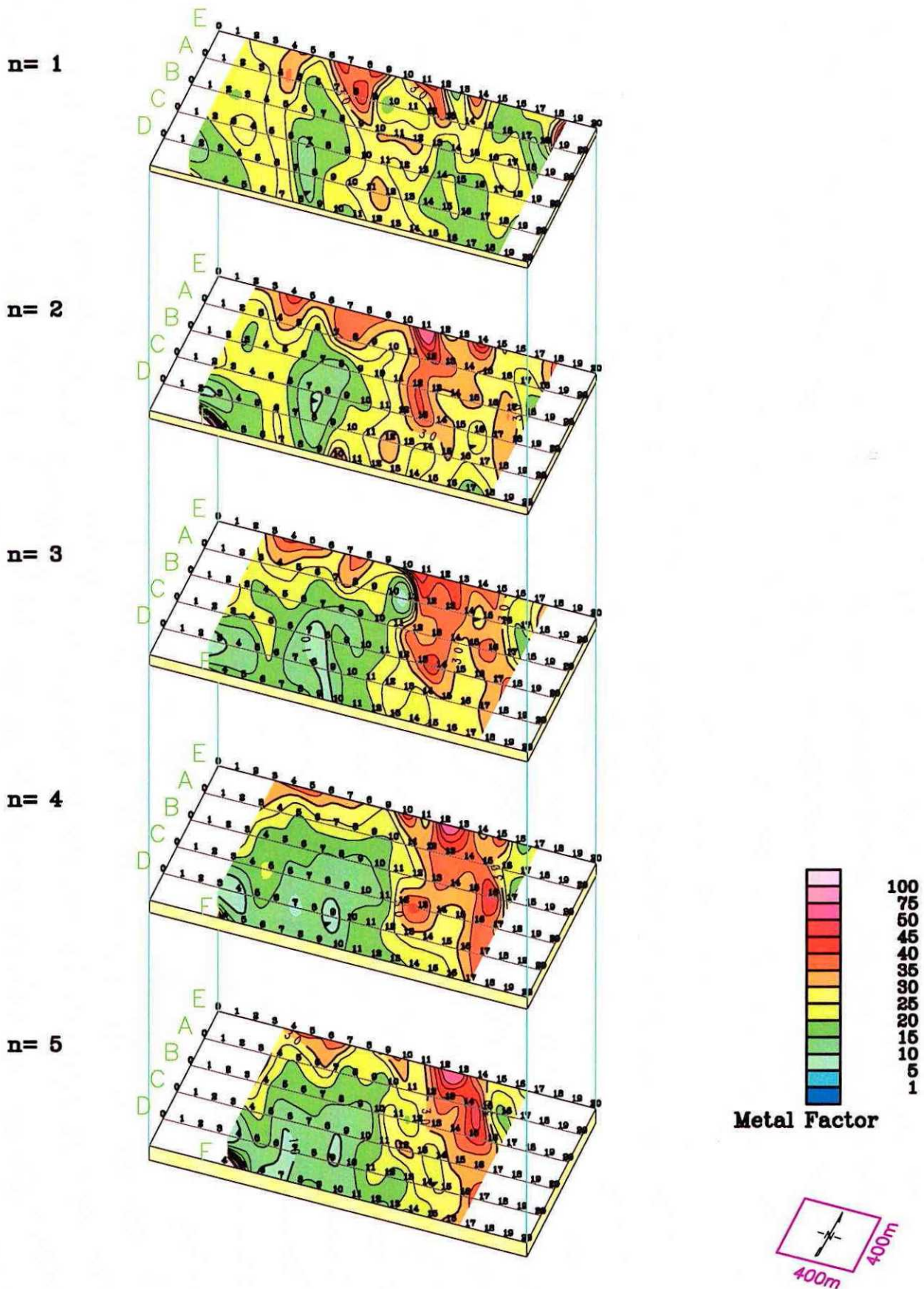
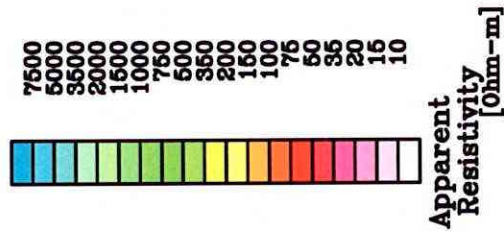
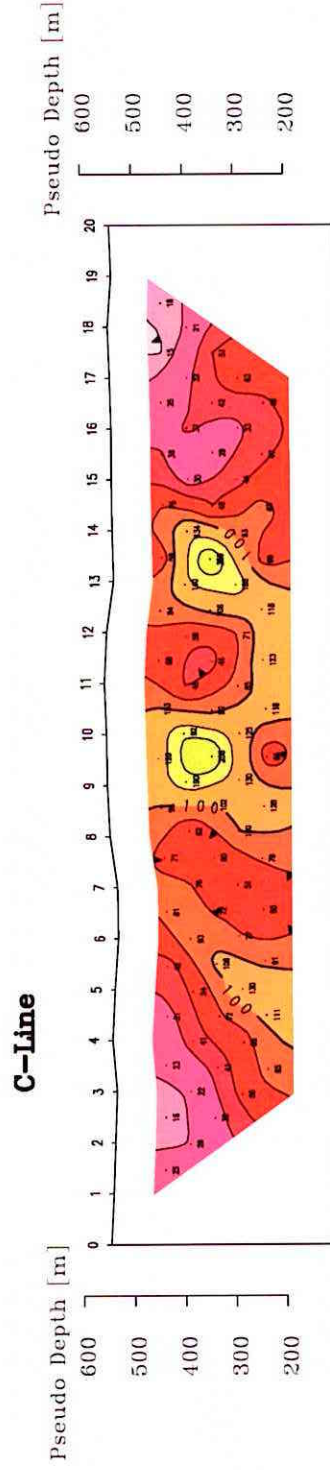
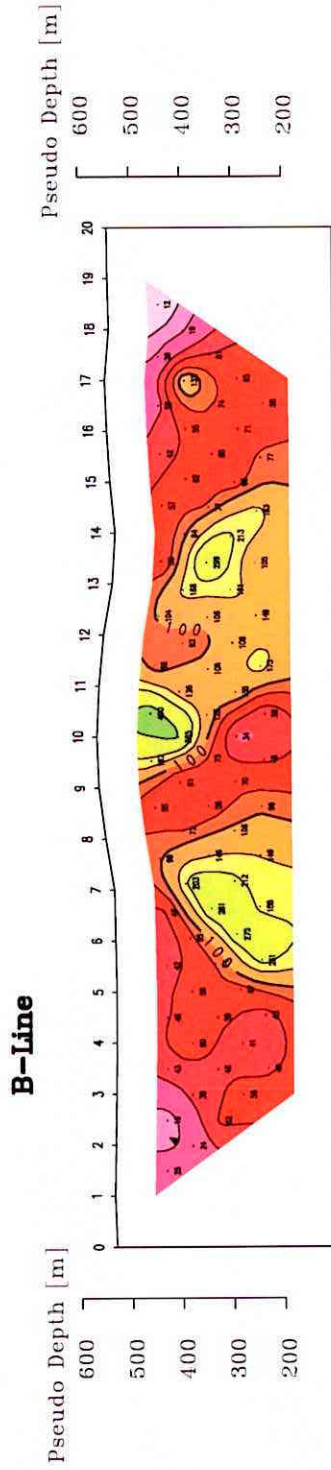
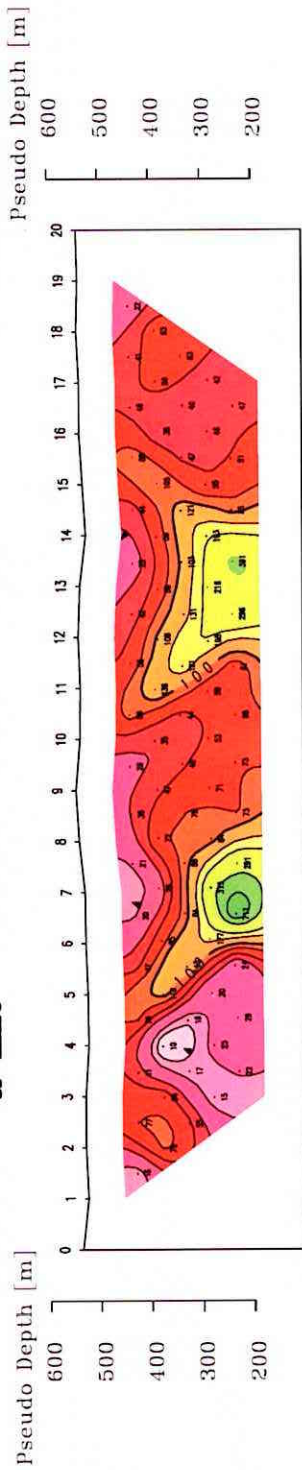


Fig.II-2-1-10 Plane map of metal factor (MJTK-IP-1)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]



Apparent Resistivity [Ohm-m]

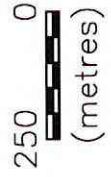


Fig.II-2-1-11 Section of apparent resistivity (MJTK-IP-2)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

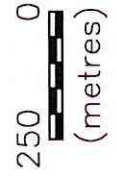
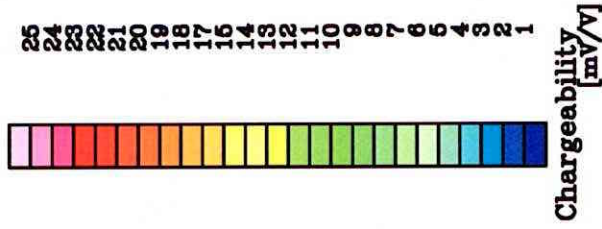
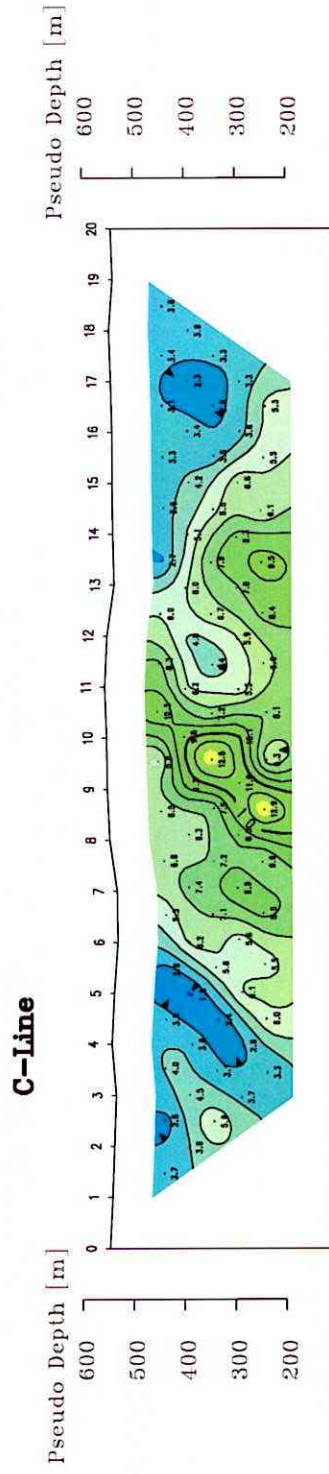
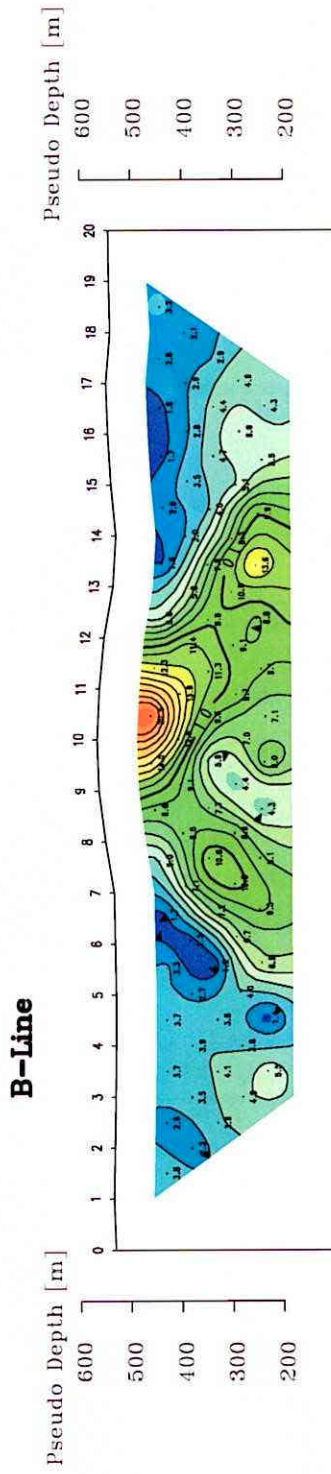
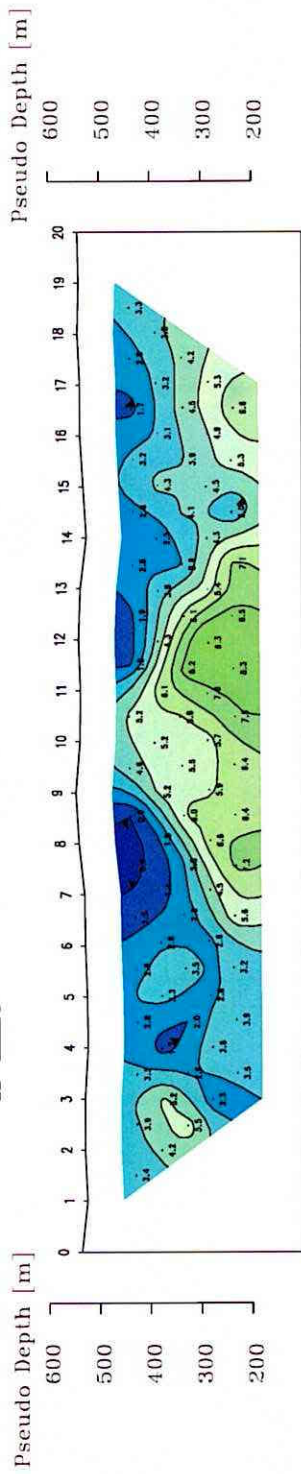


Fig.II-2-1-12 Section of apparent chargeability (MJTK-IP-2)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

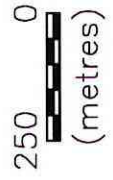
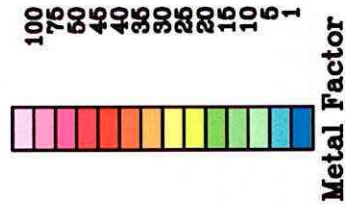
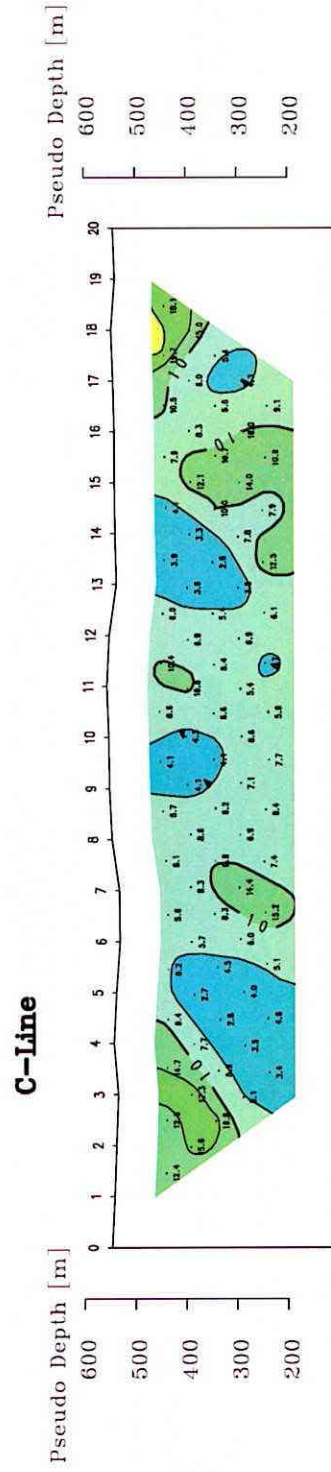
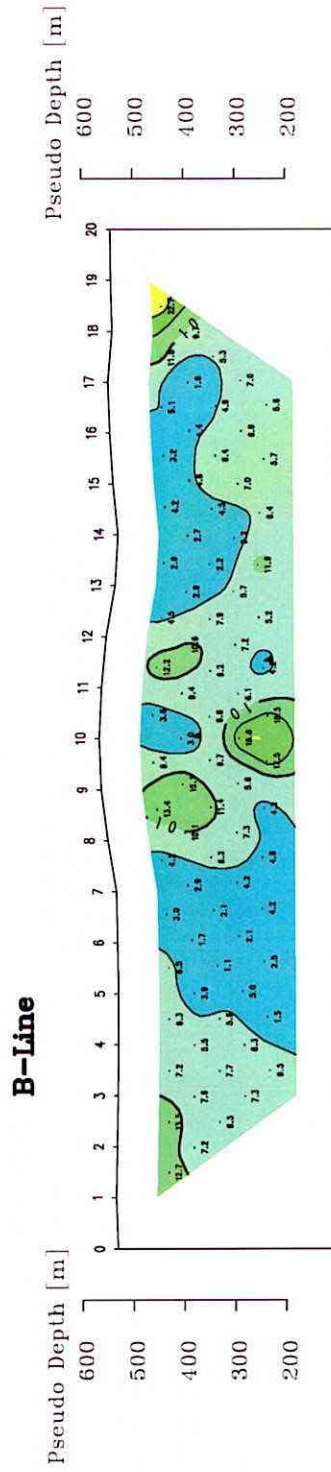
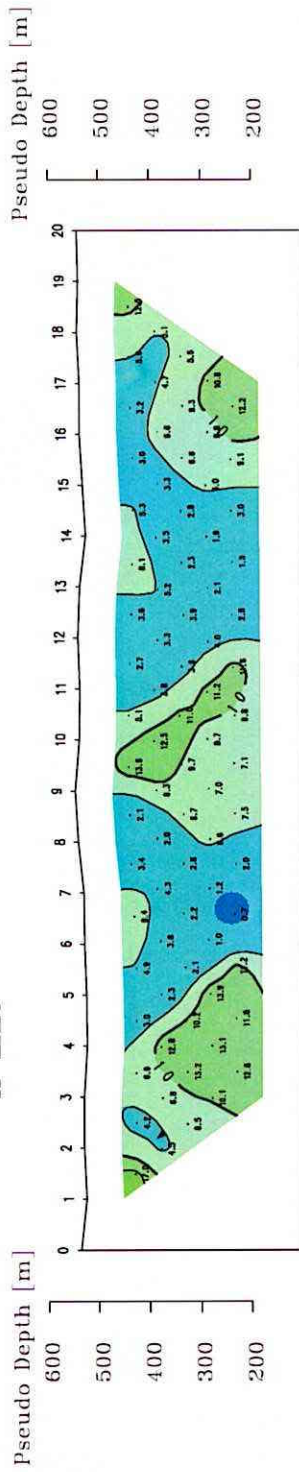


Fig.II-2-1-13 Section of metal factor (MJTK-IP-2)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

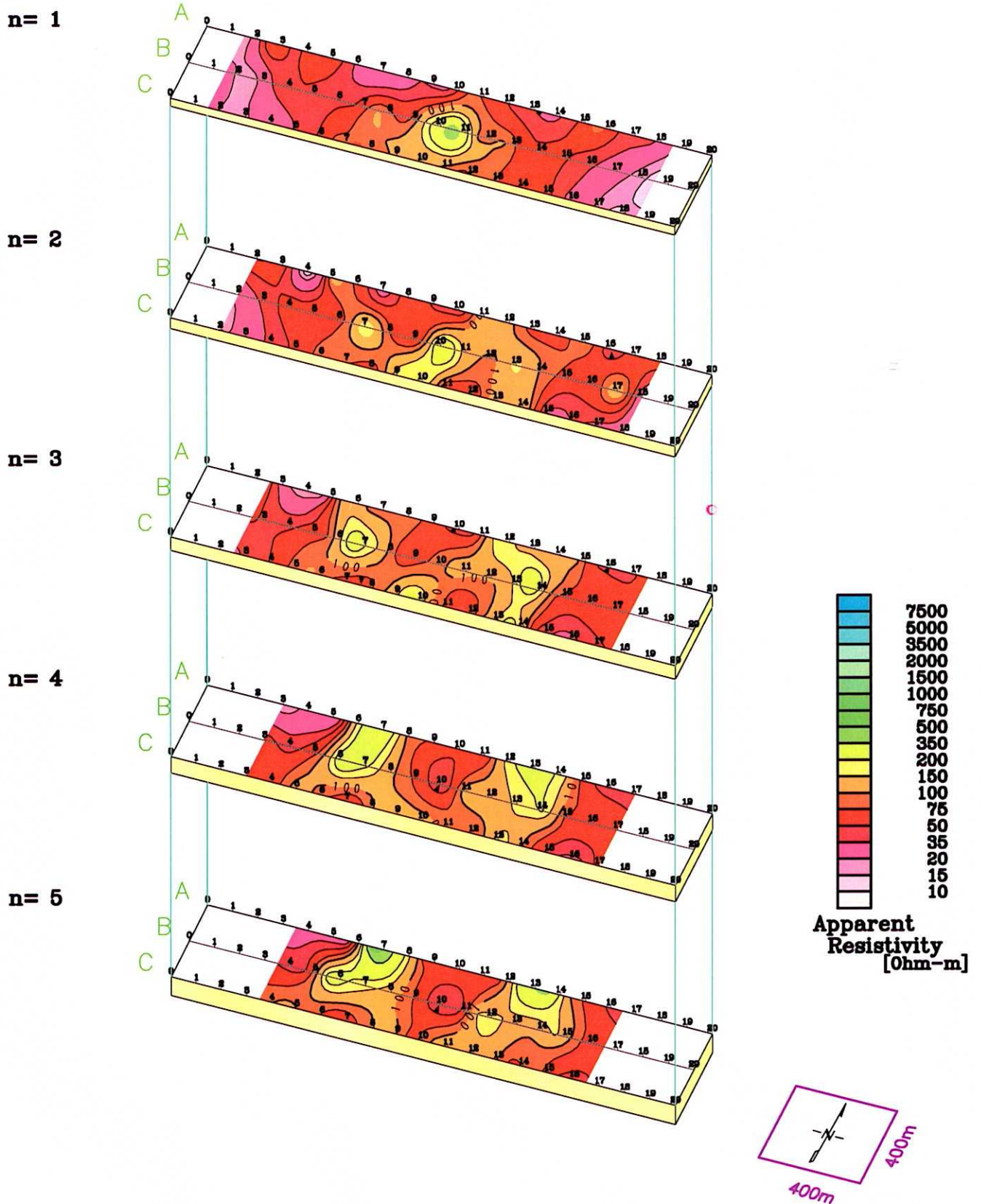


Fig.II-2-1-14 Plane map of apparent resistivity (MJTK-IP-2)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

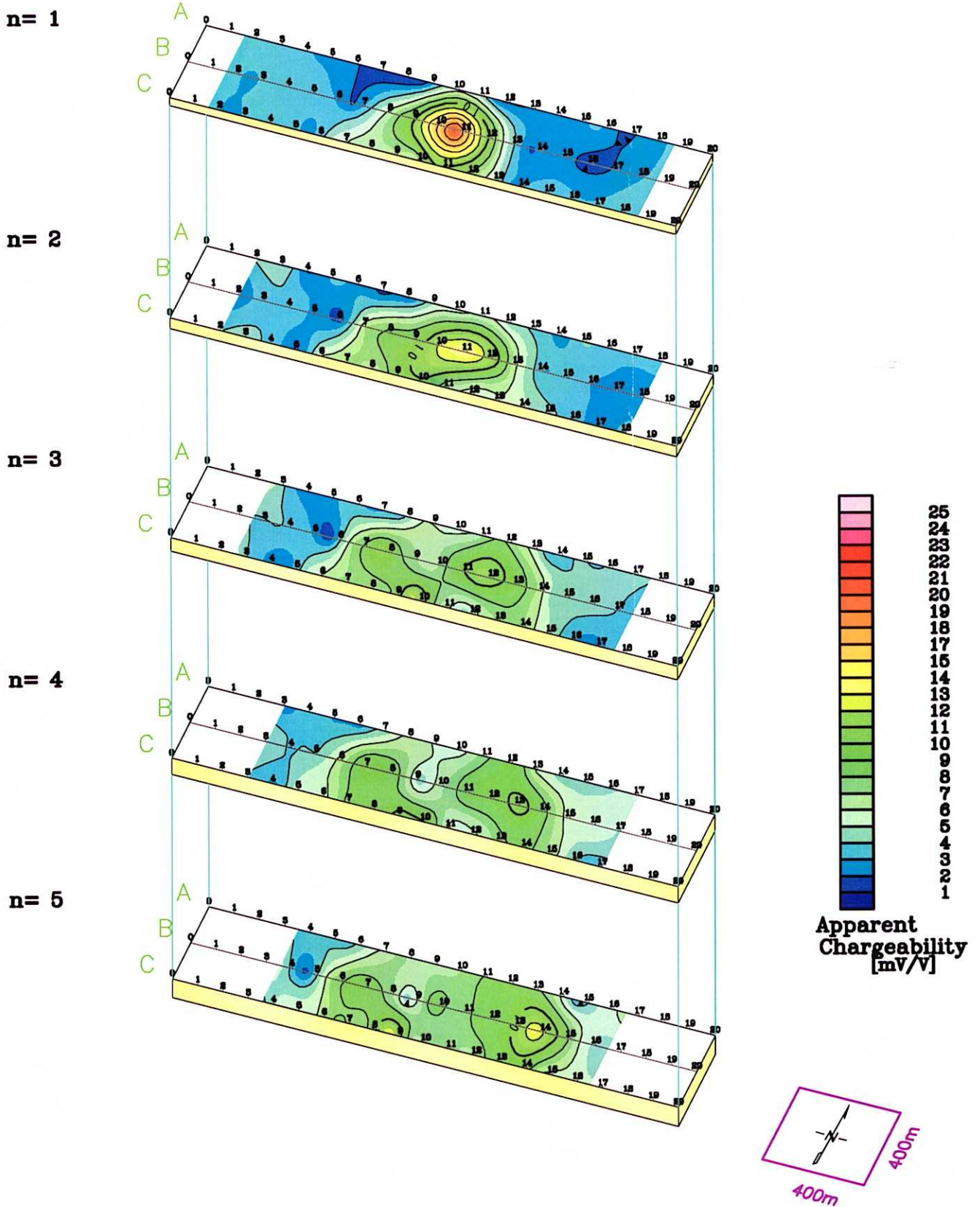
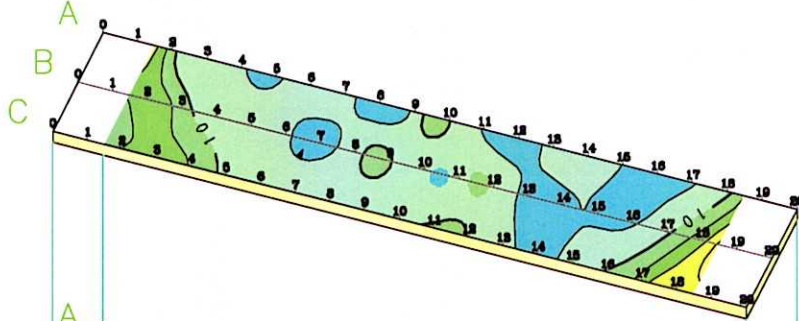


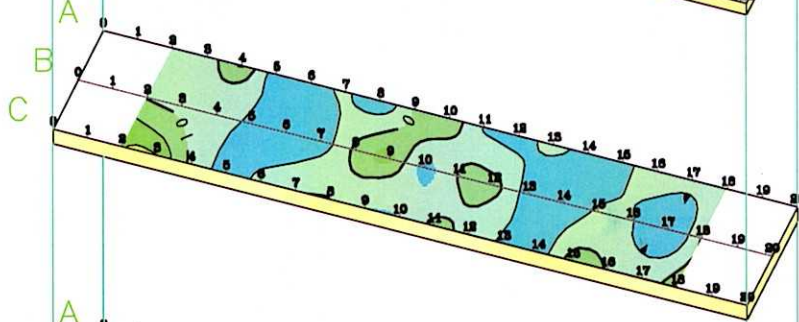
Fig.II-2-1-15 Plane map of apparent chargeability (MJTK-IP-2)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

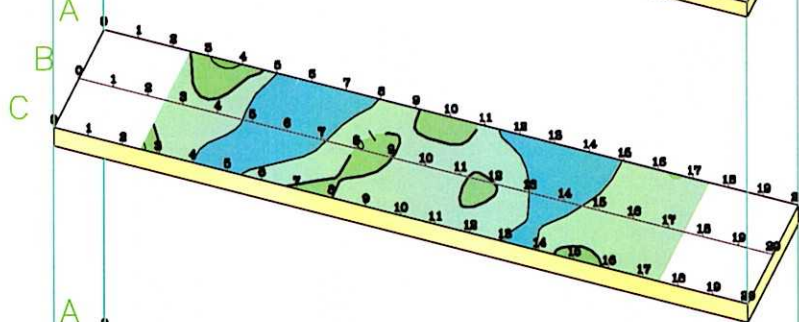
n= 1



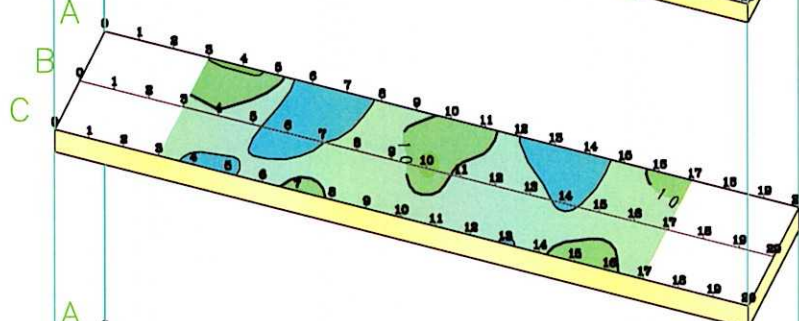
n= 2



n= 3



n= 4



n= 5

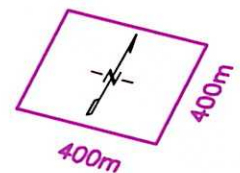
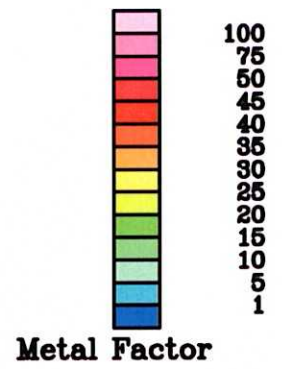
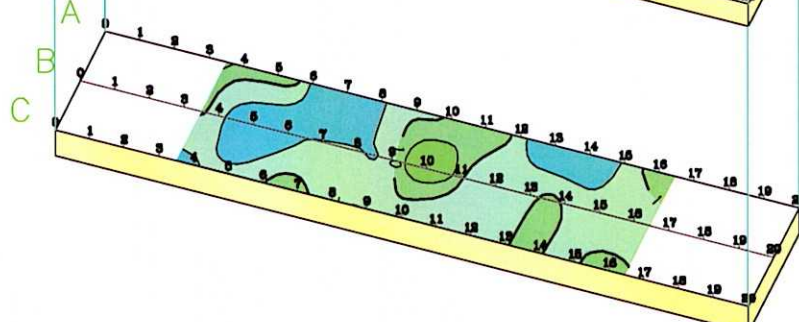


Fig.II-2-1-16 Plane map of metal factor (MJTK-IP-2)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

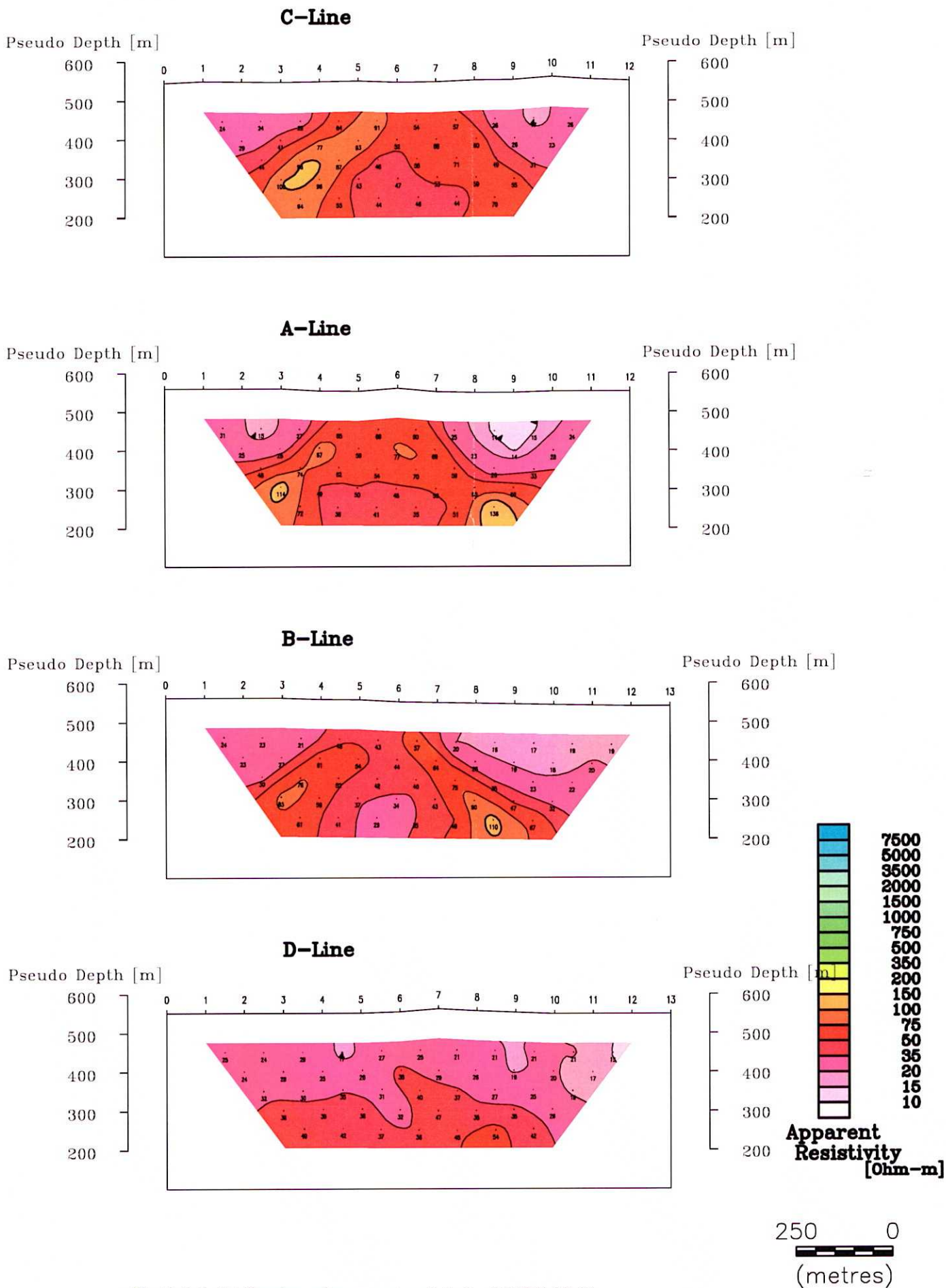


Fig.II-2-1-17 Section of apparent resistivity (MJTK-IP-3)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

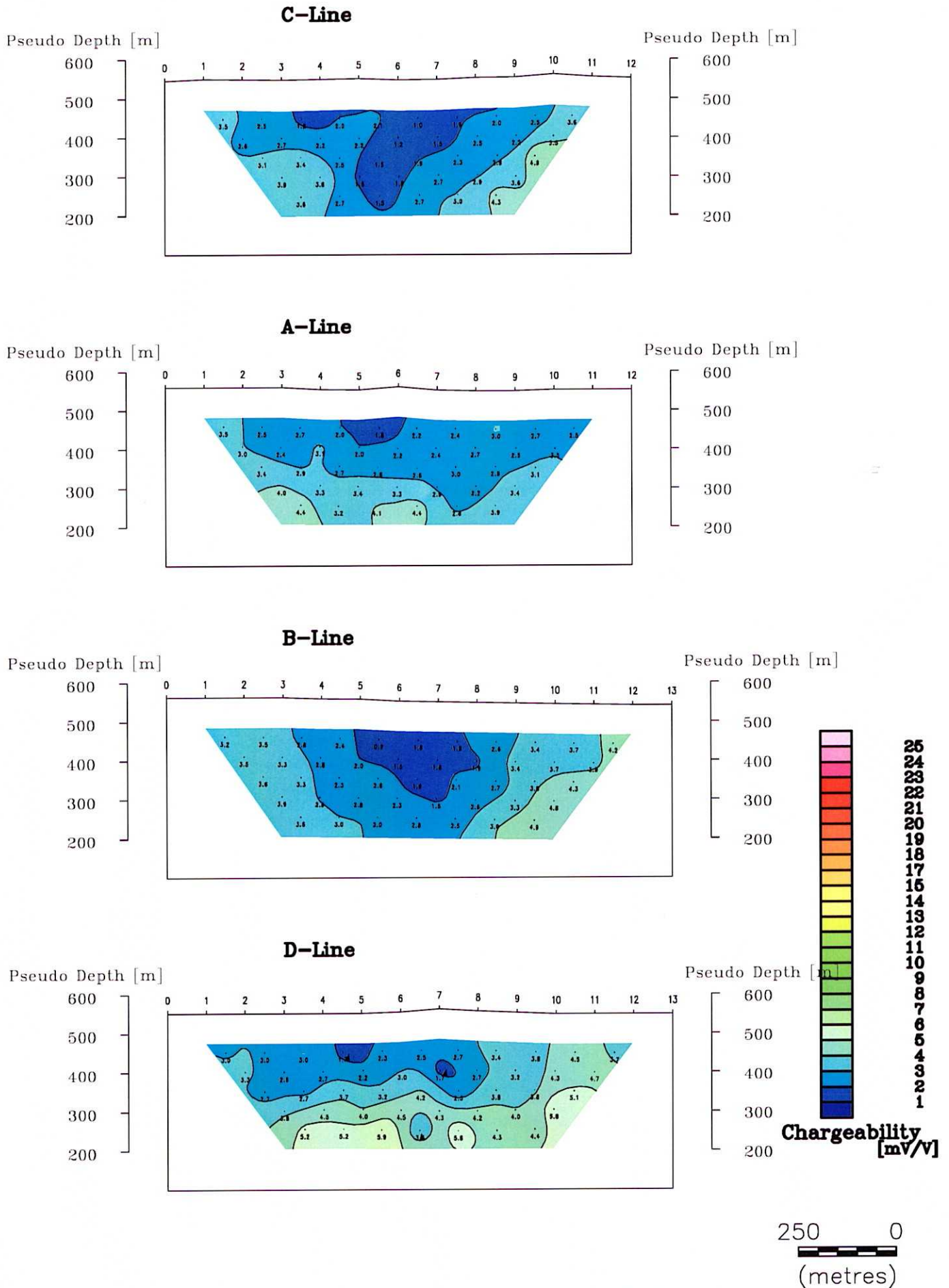
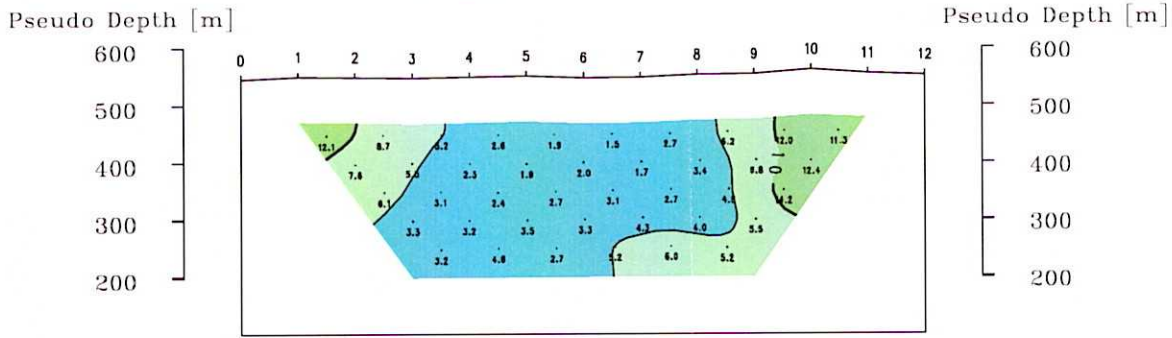


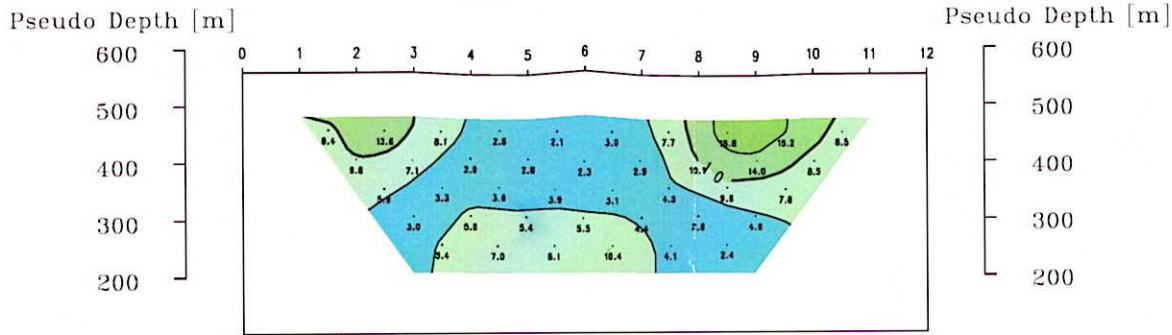
Fig.II-2-1-18 Section of apparent chargeability (MJTK-IP-3)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

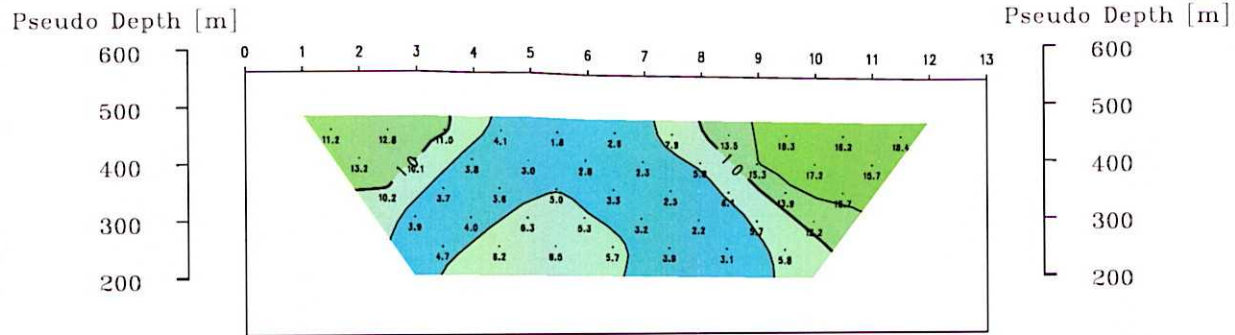
C-Line



A-Line



B-Line



D-Line

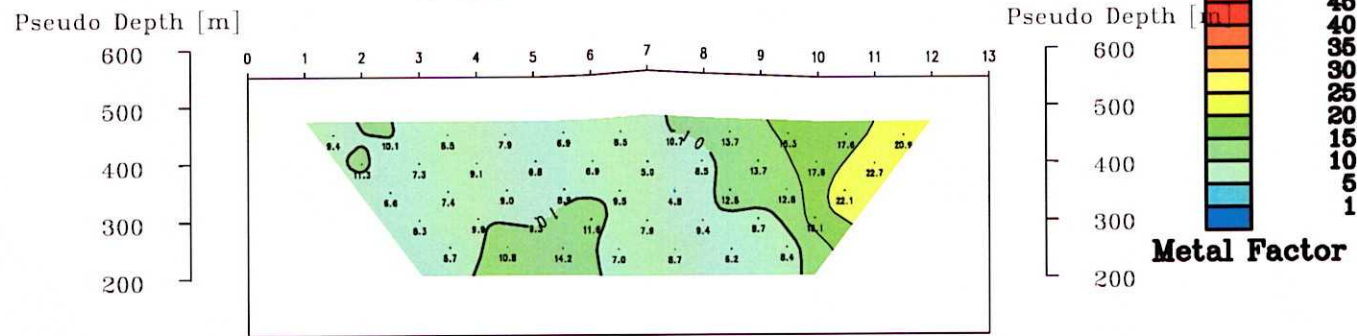


Fig.II-2-1-19 Section of metal factor (MJTK-IP-3)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

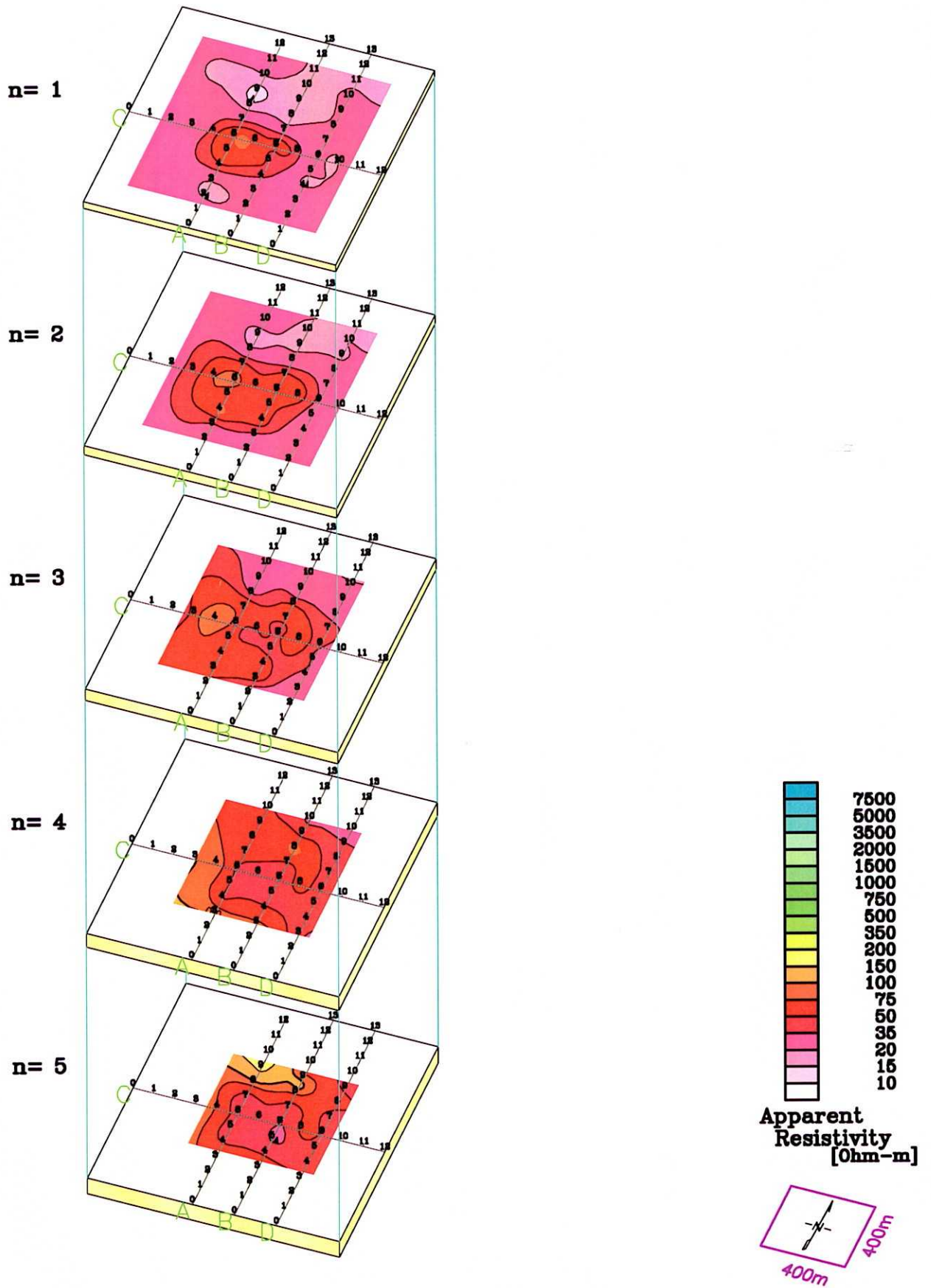


Fig.II-2-1-20 Plane map of apparent resistivity (MJTK-IP-3)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

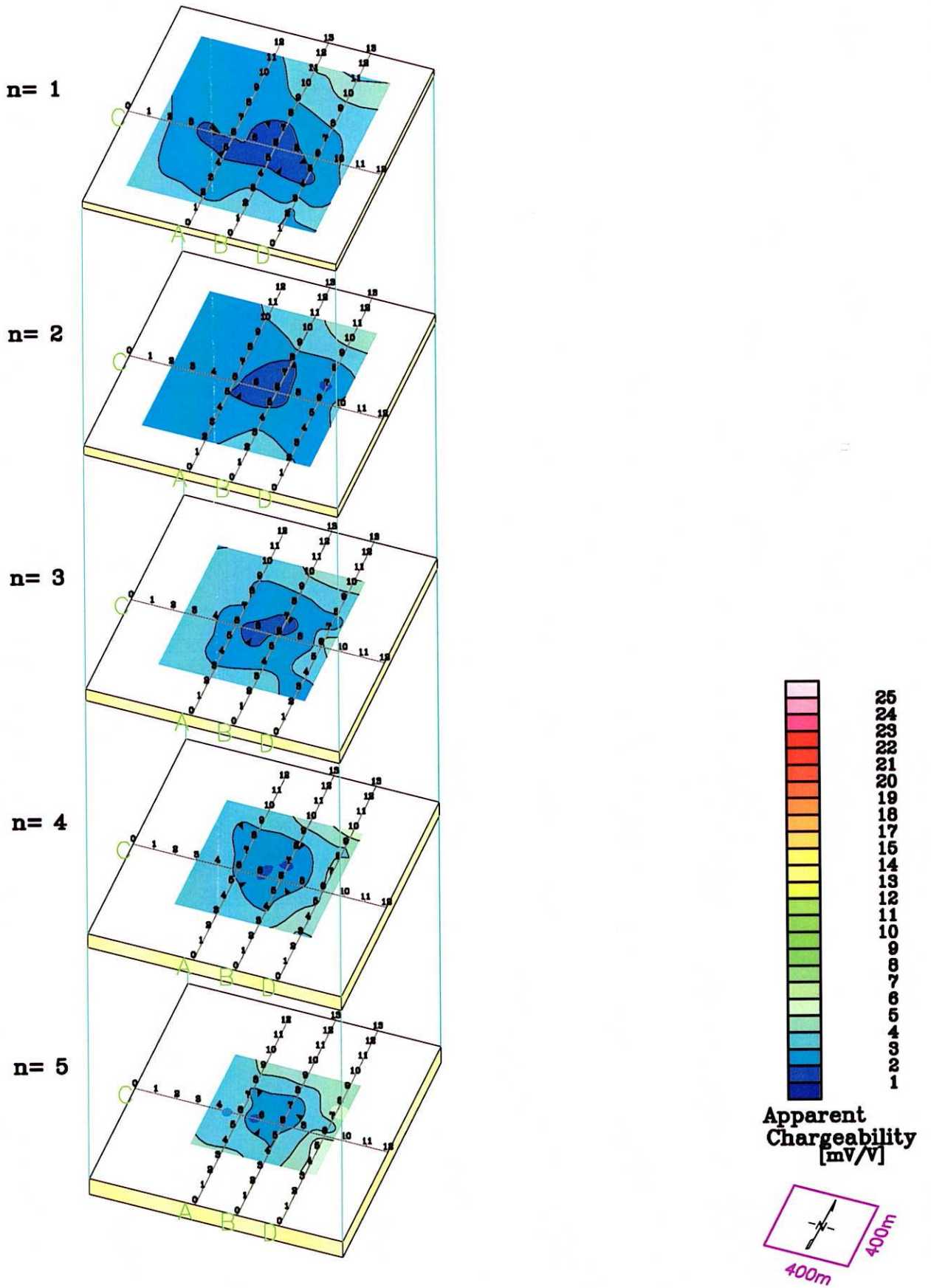


Fig.II-2-1-21 Plane map of apparent chargeability (MJTK-IP-3)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

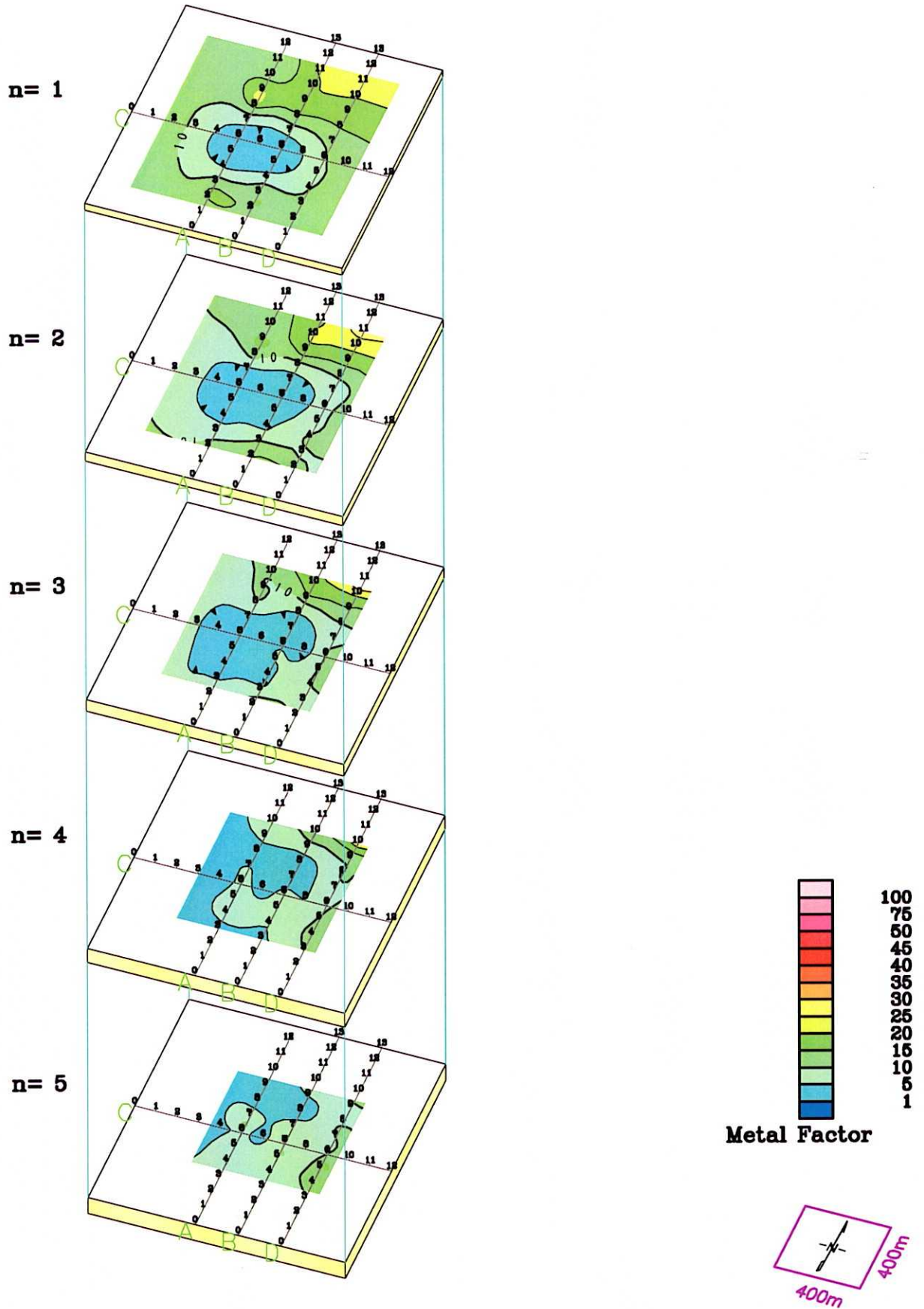


Fig.II-2-1-22 Plane map of metal factor (MJTK-IP-3)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

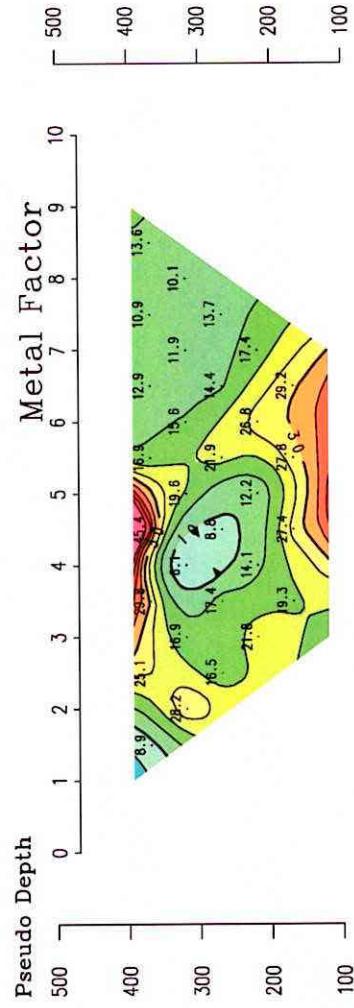
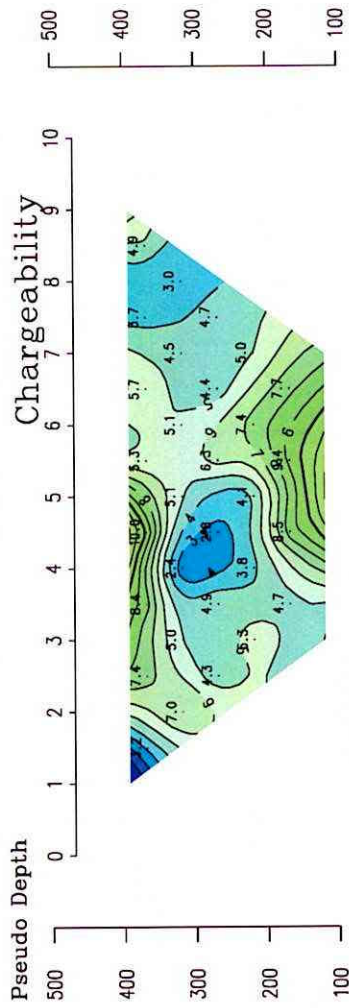
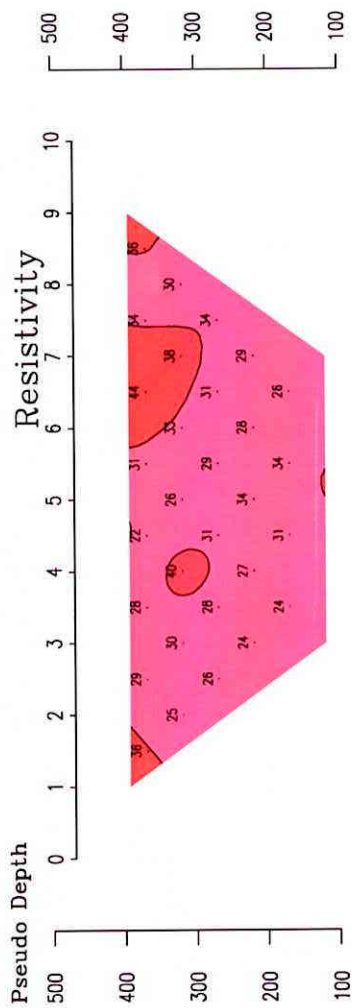


Fig.II-2-1-23 Section of apparent resistivity and chargeability and metal factor (MJTK-IP-4)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

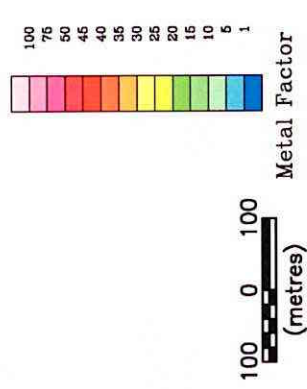
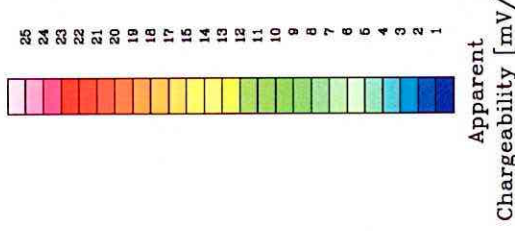
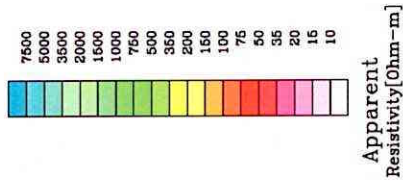
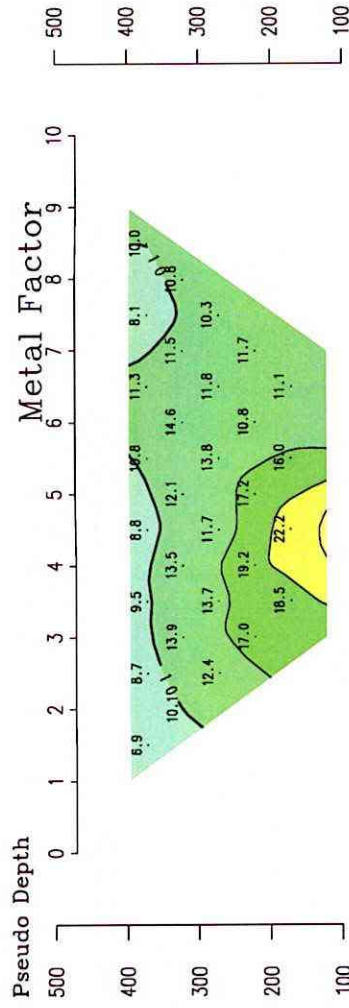
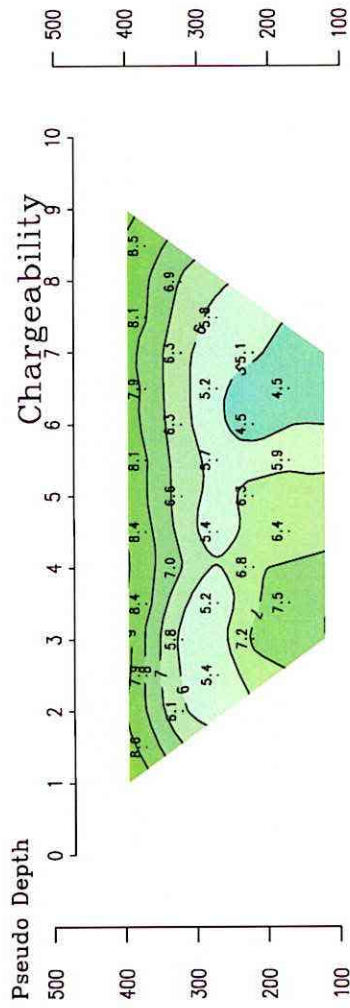
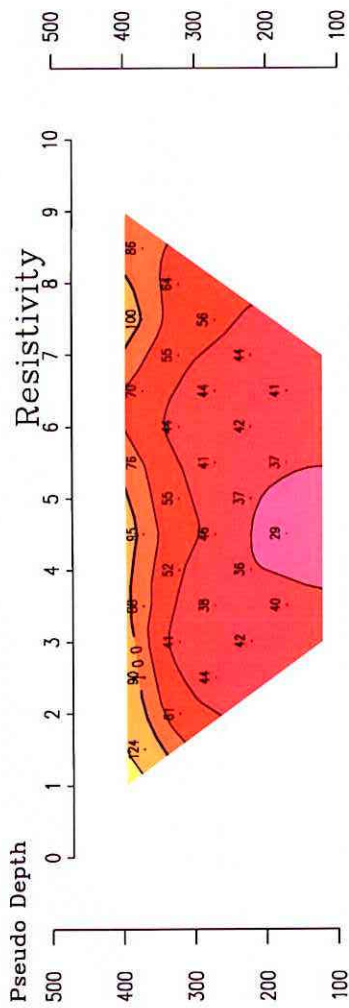


Fig.II-2-1-24 Section map of apparent resistivity and chargeability and metal factor (MJK-IP-5)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

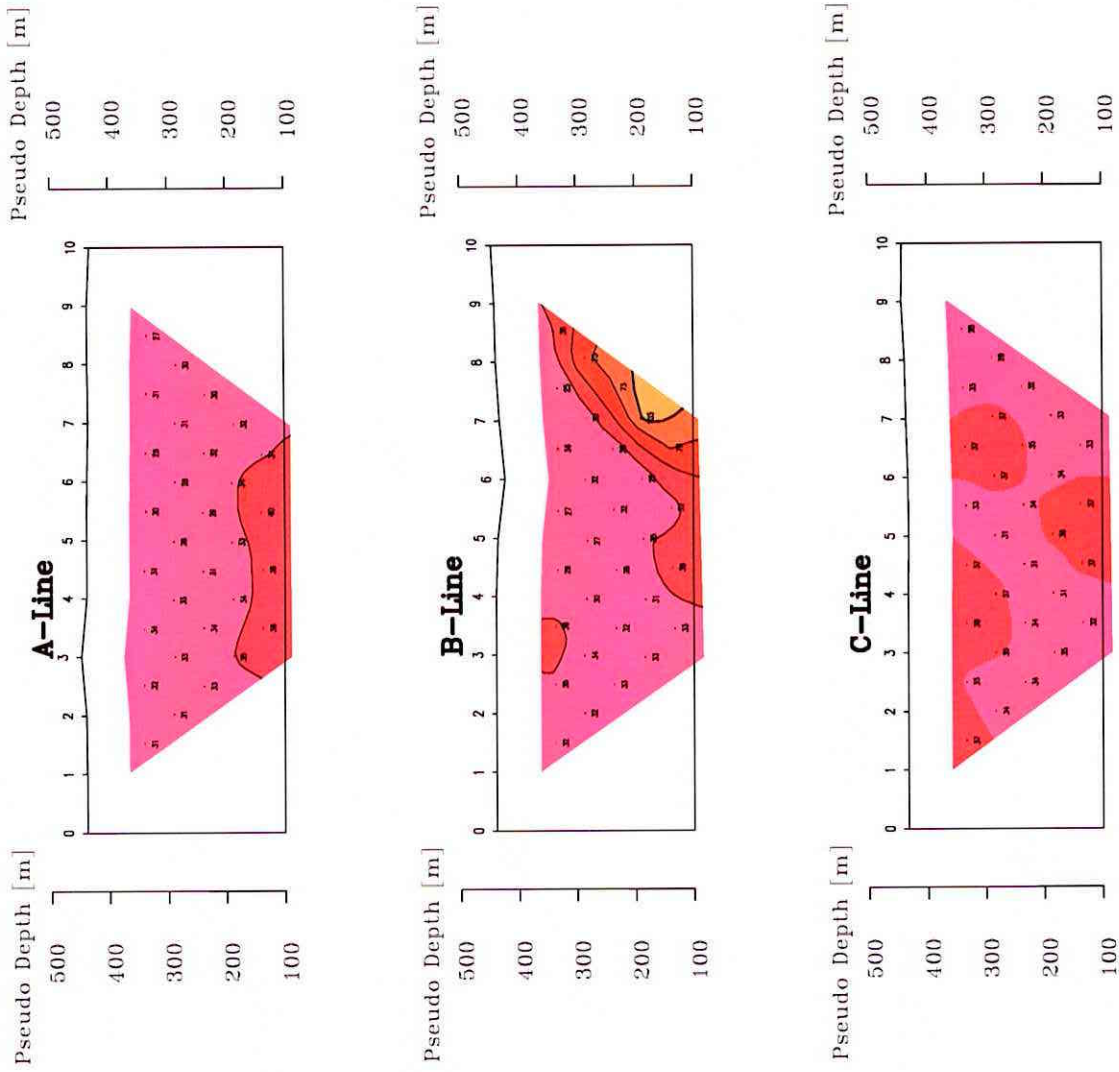


Fig II-2-1-25 Section of apparent resistivity (MJTK-IP-6)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

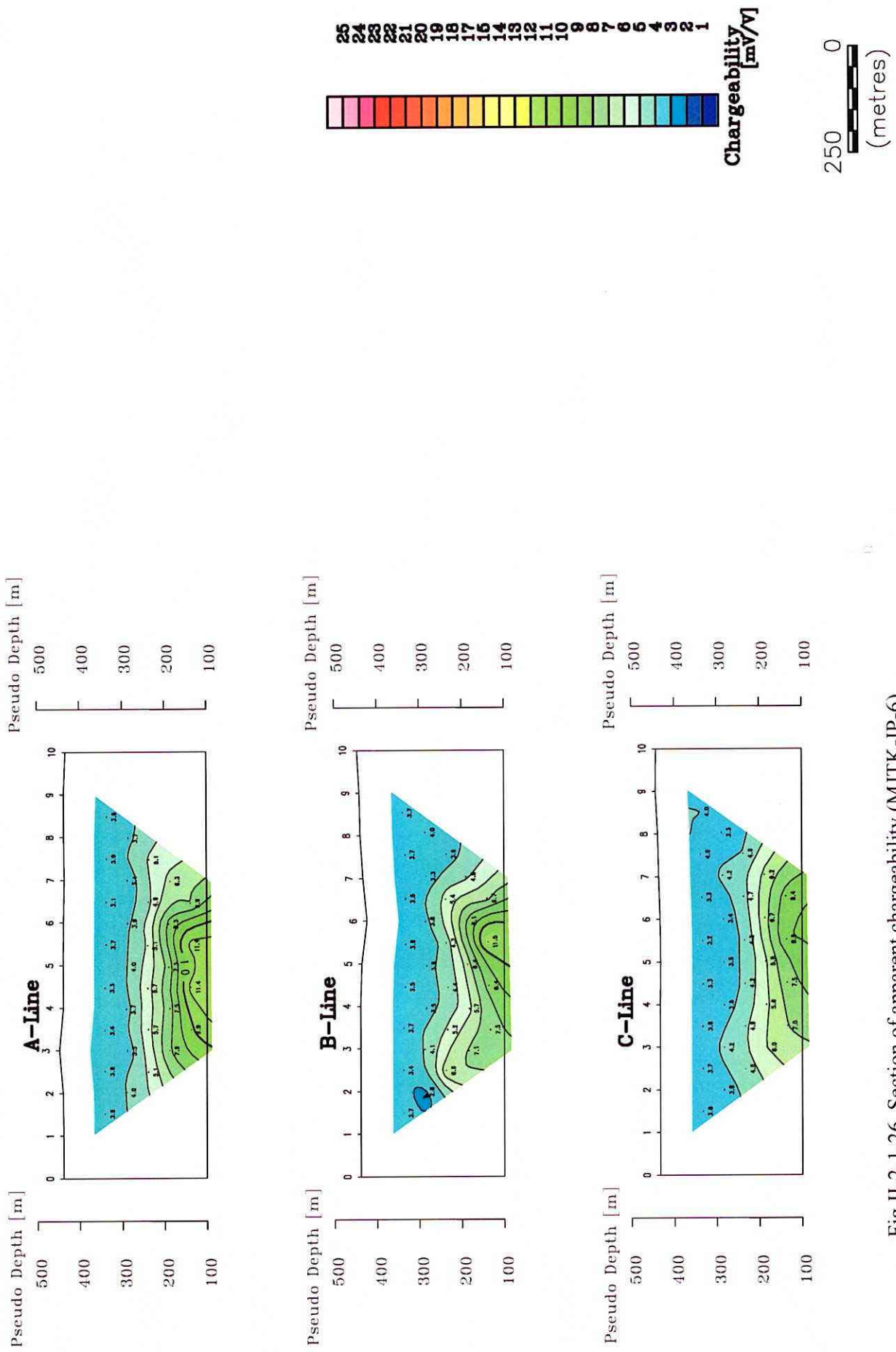


Fig.II-2-1-26 Section of apparent chargeability (MJTK-IP-6)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

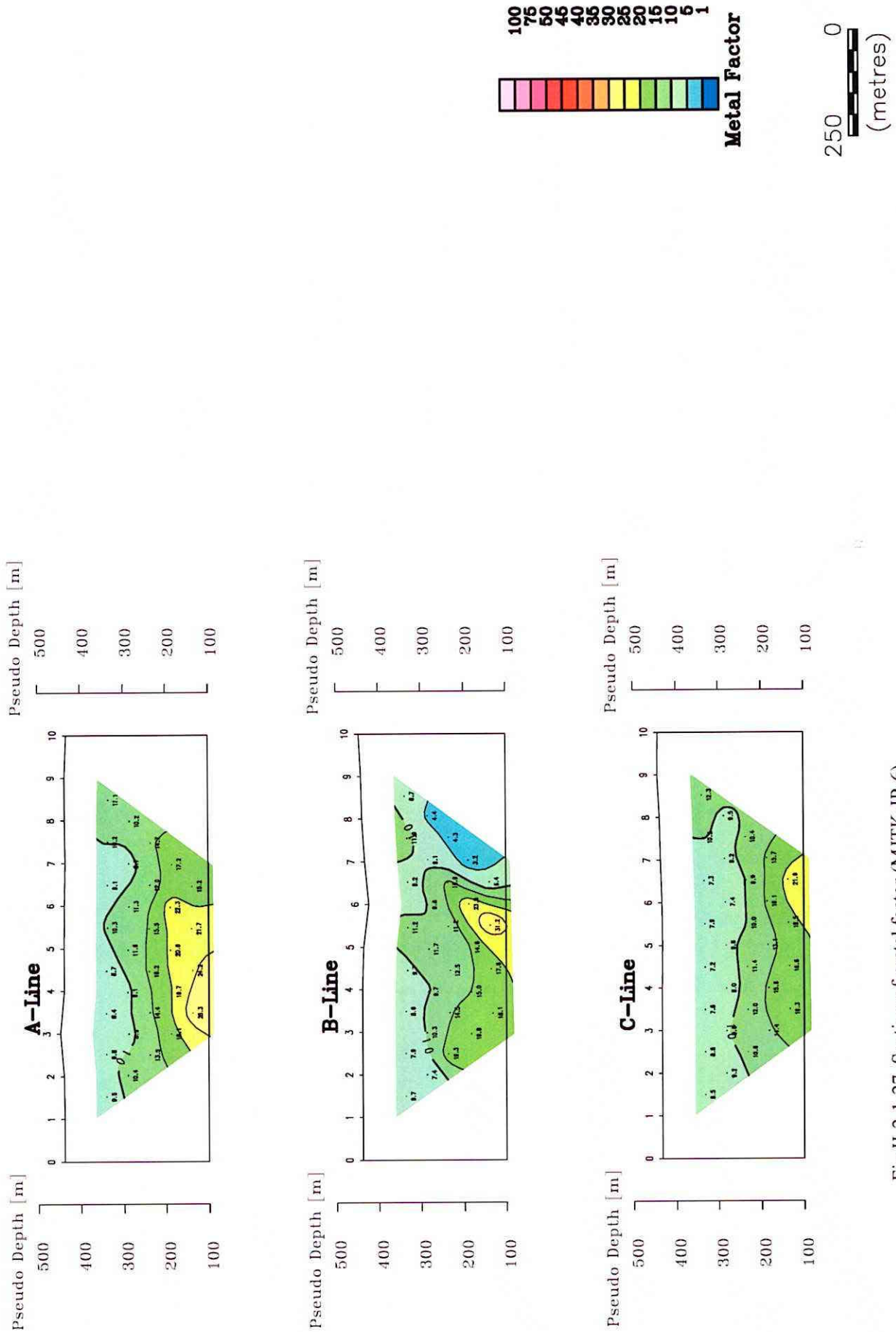


Fig.II-2-1-27 Section of metal factor (MJTK-IP-6)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

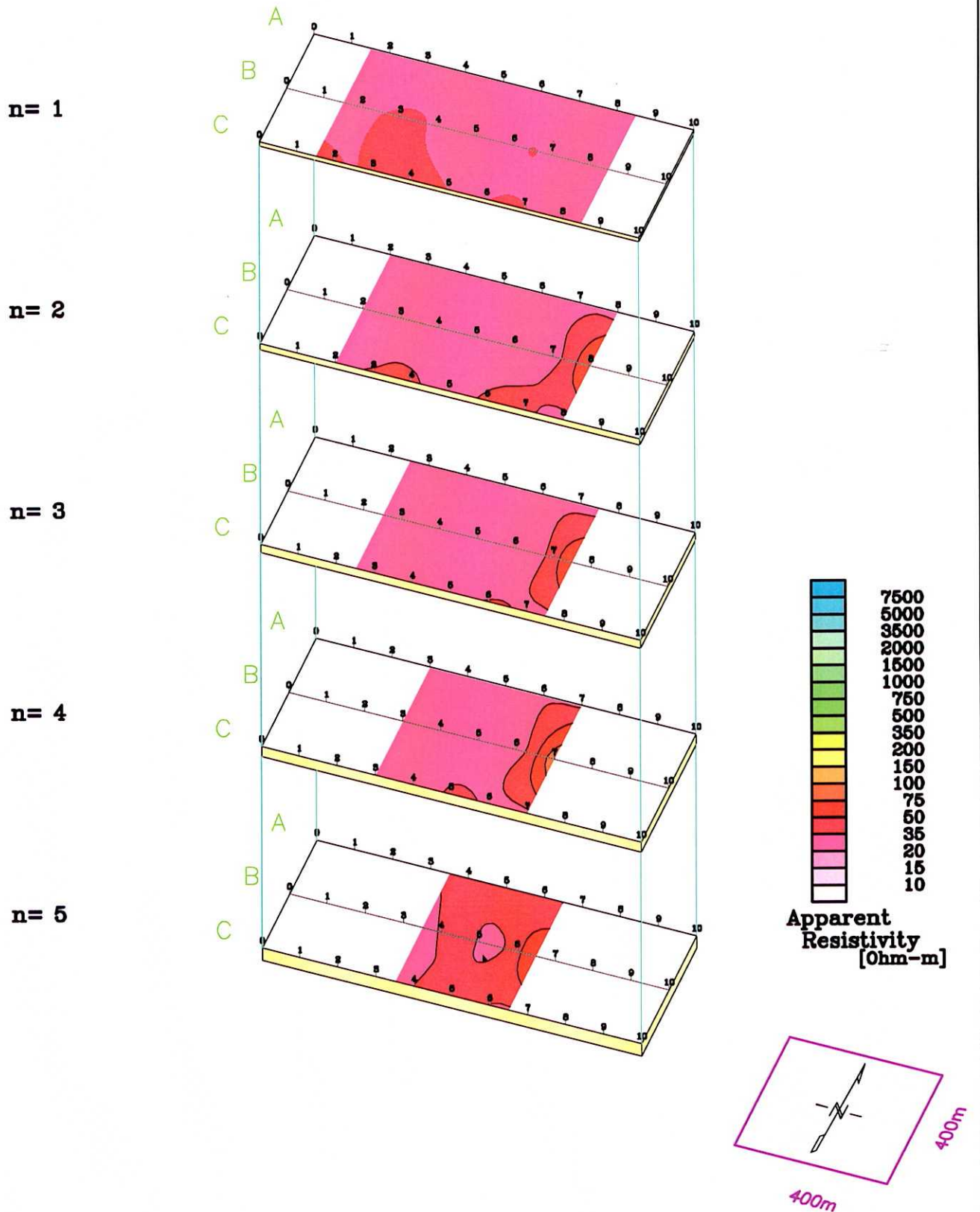


Fig.II-2-1-28 Plane map of apparent resistivity (MJTK-IP-6)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

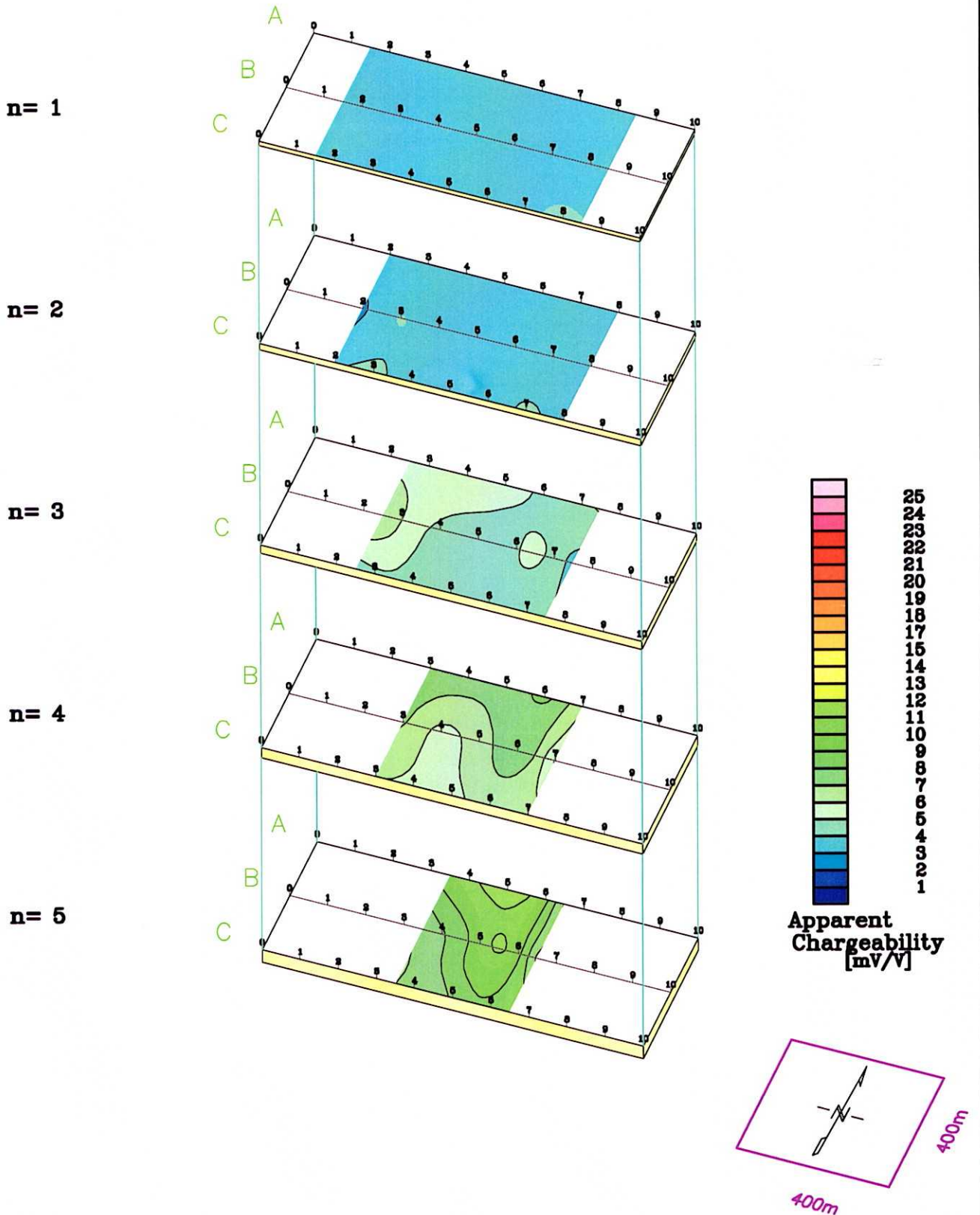


Fig.II-2-1-29 Plane map of apparent chargeability (MJTK-IP-6)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

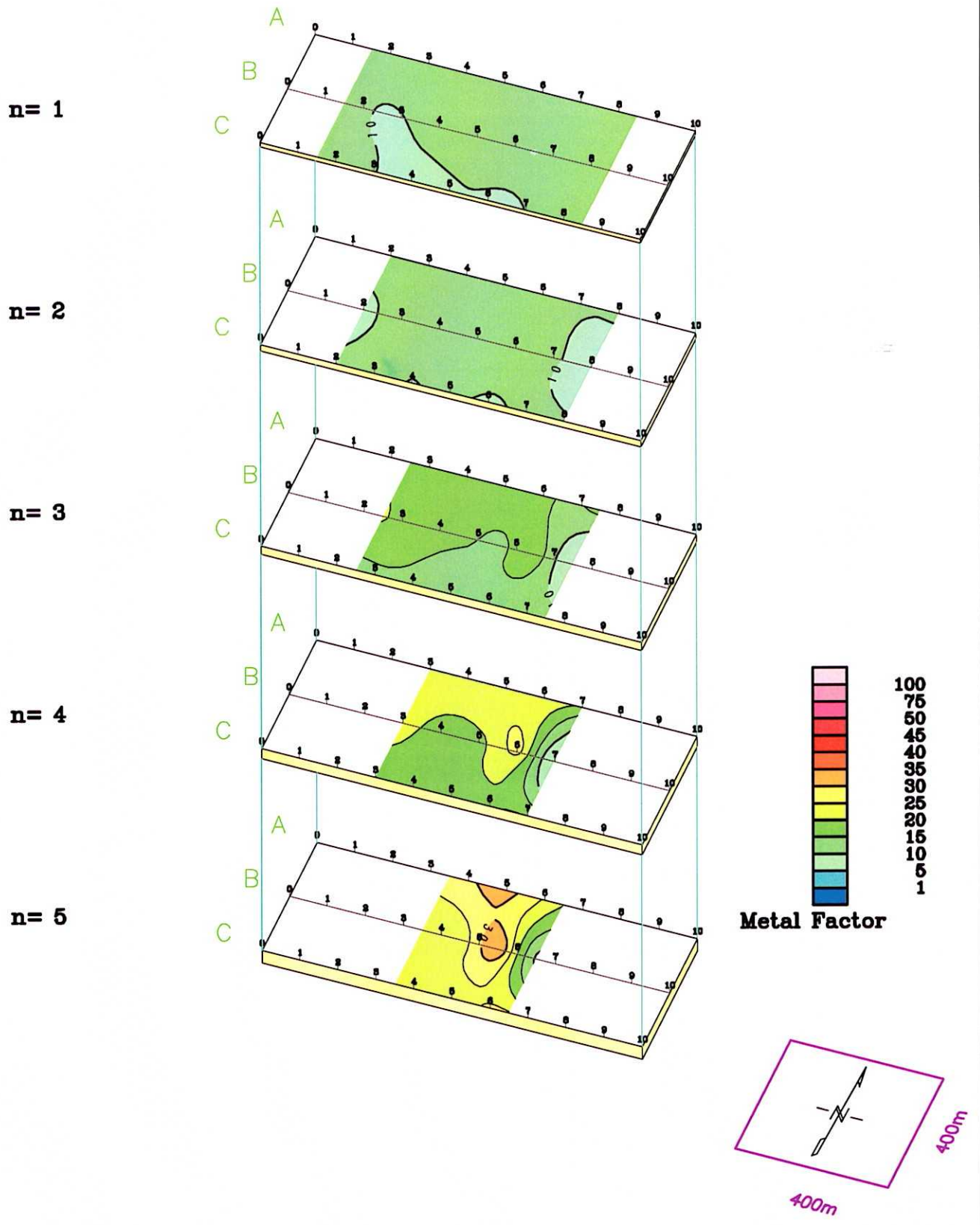
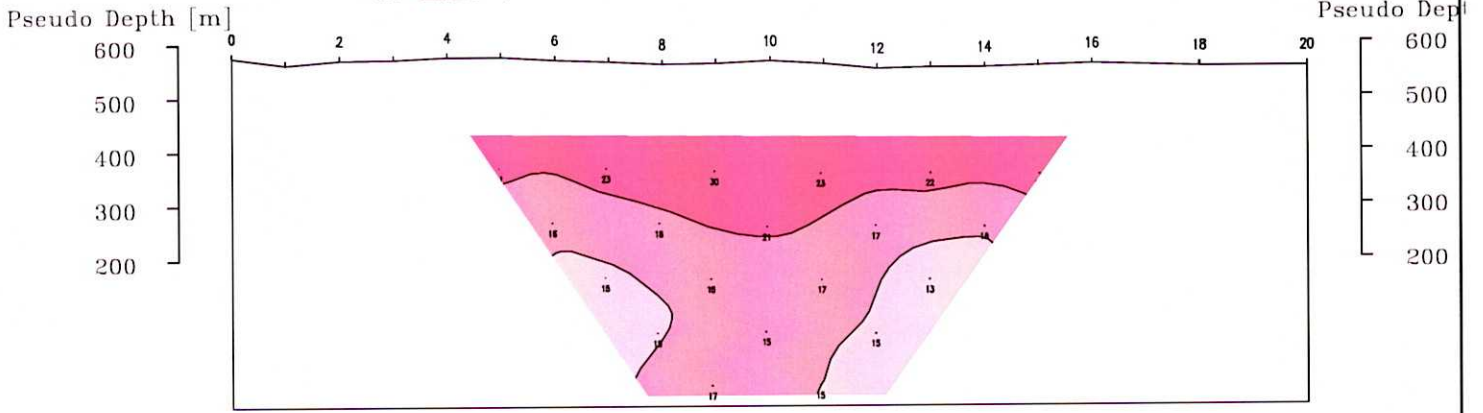


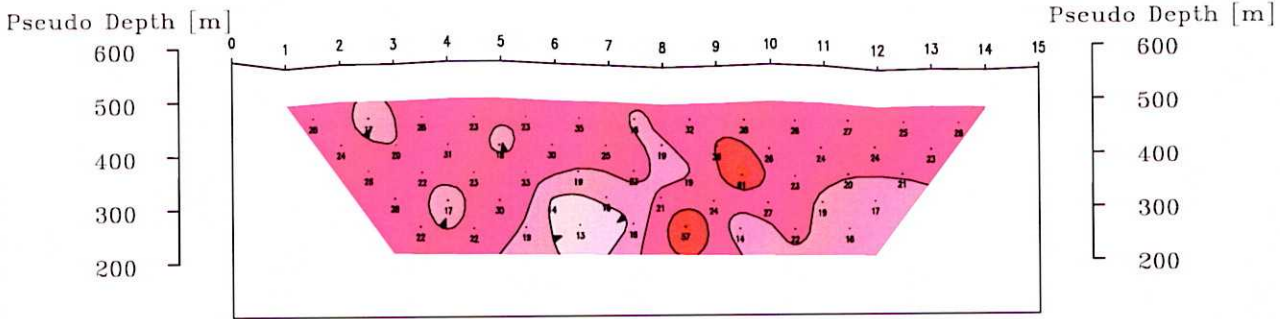
Fig.II-2-1-30 Plane map of metal factor (MJTK-IP-6)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

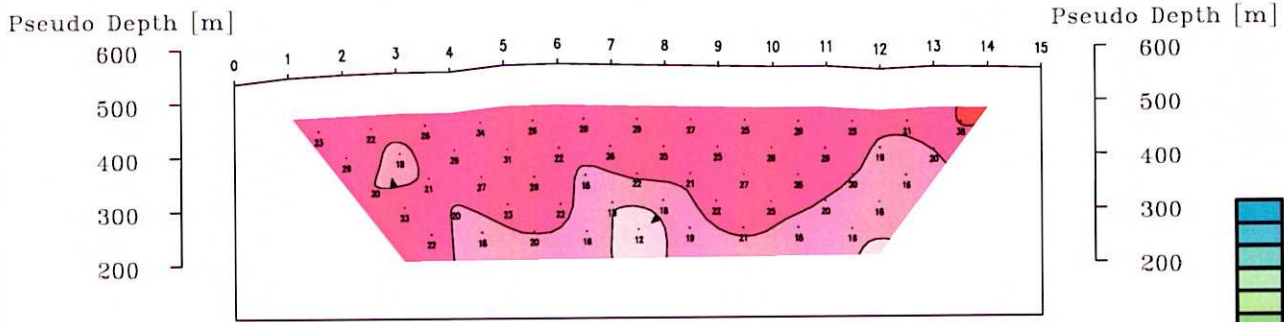
A-Line (a=200m)



A-Line



B-Line



C-Line

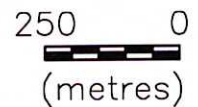
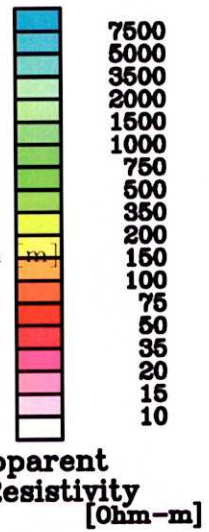
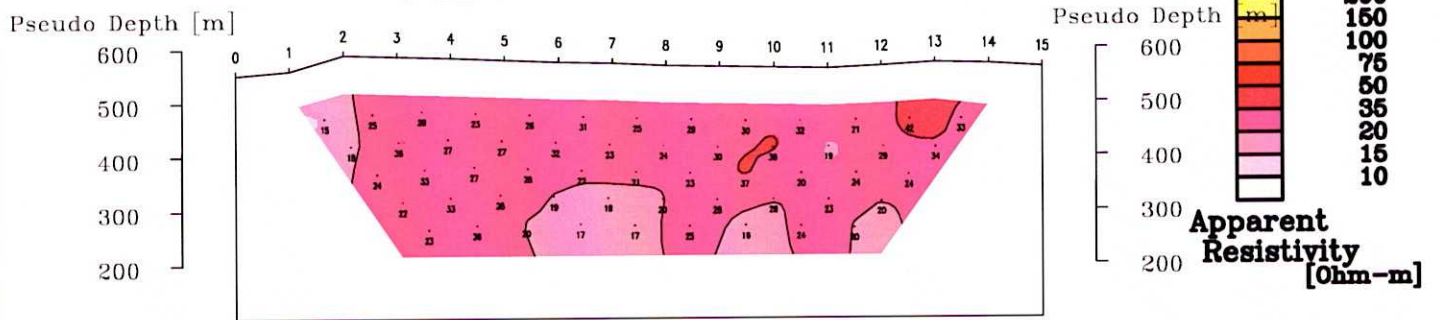


Fig.II-2-1-31 Section of apparent resistivity (MJTK-IP-7)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

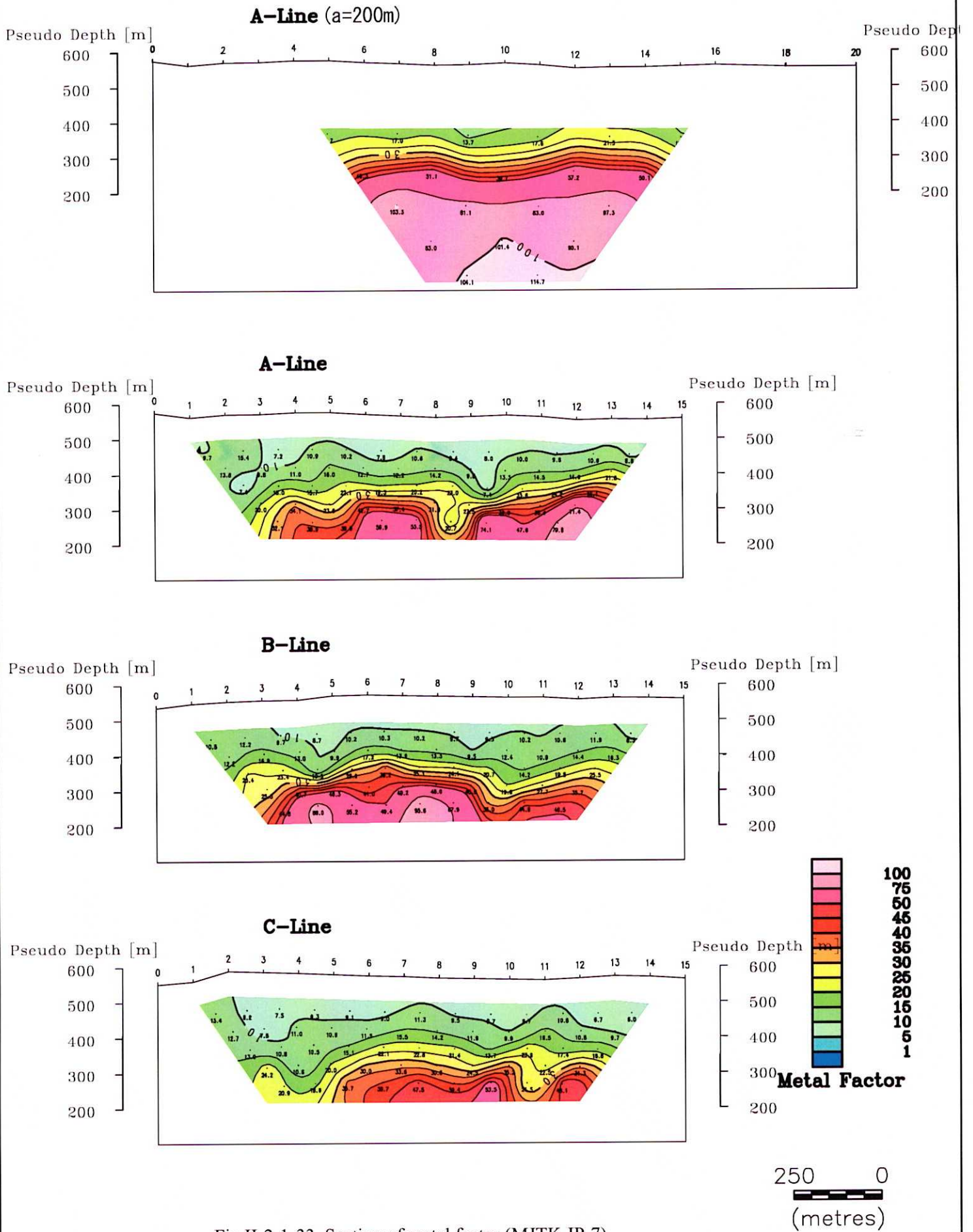


Fig.II-2-1-33 Section of metal factor (MJTK-IP-7)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

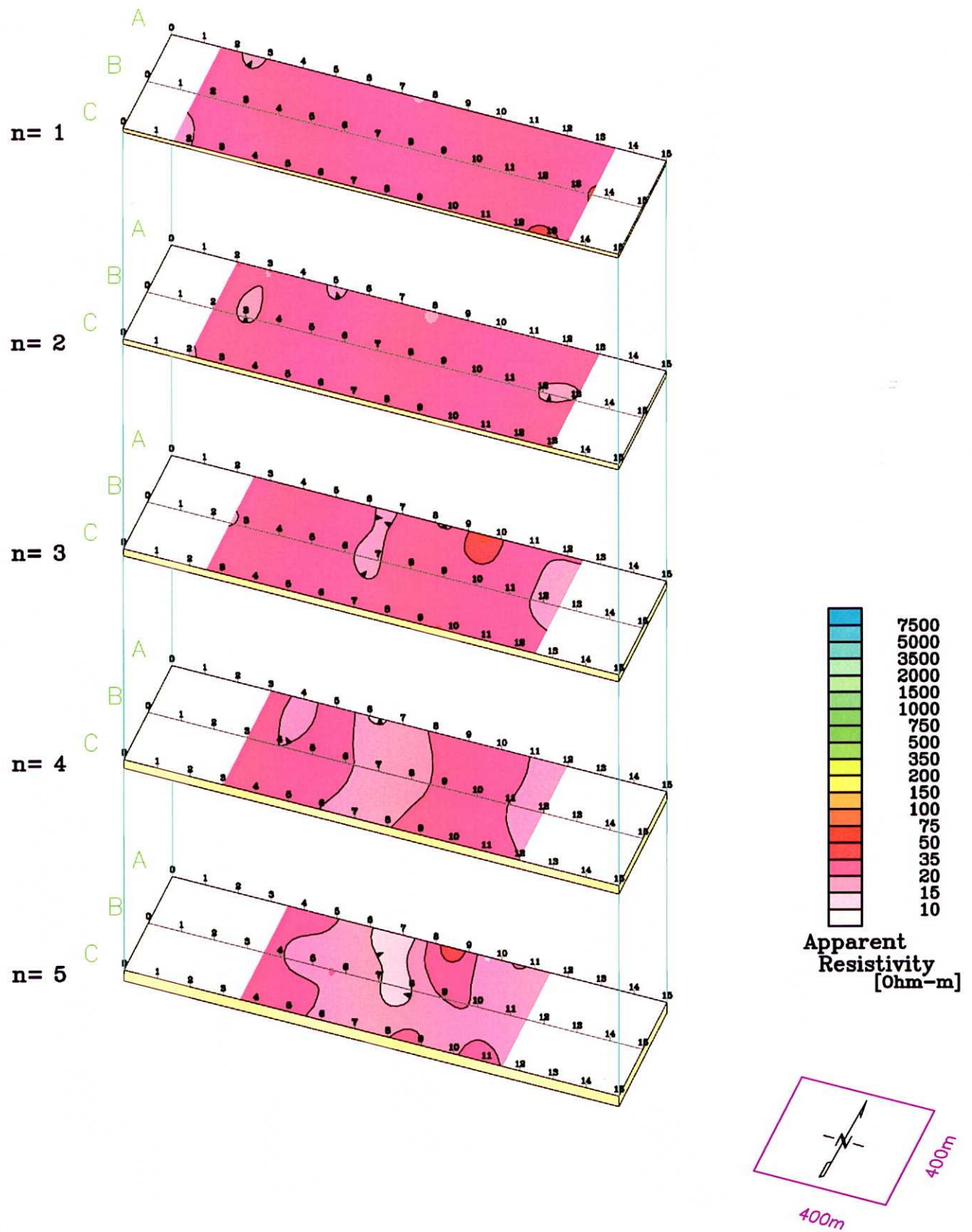


Fig.II-2-1-34 Plane map of apparent resistivity (MJTK-IP-7)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

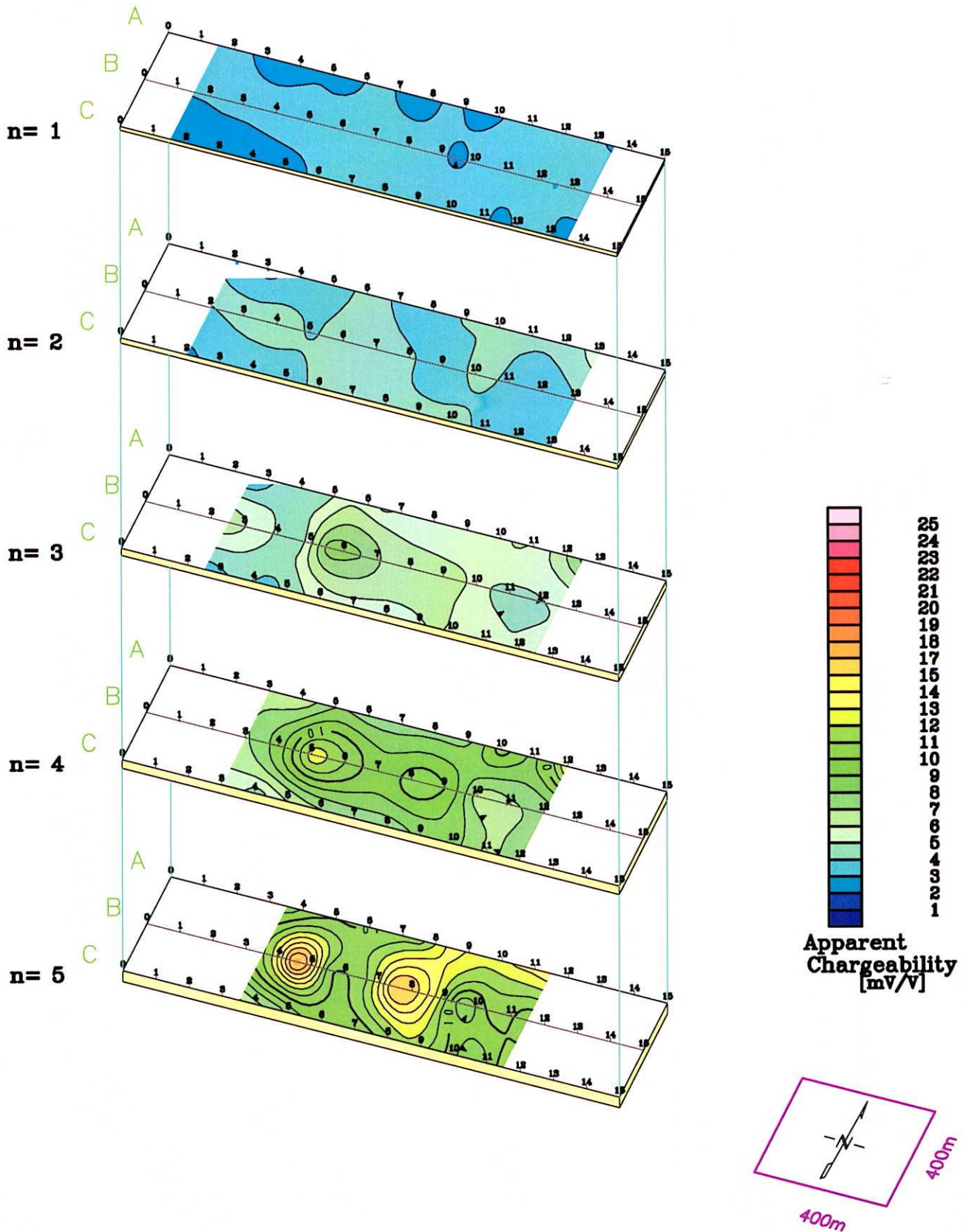


Fig.II-2-1-35 Plane map of apparent chargeability (MJTK-IP-7)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

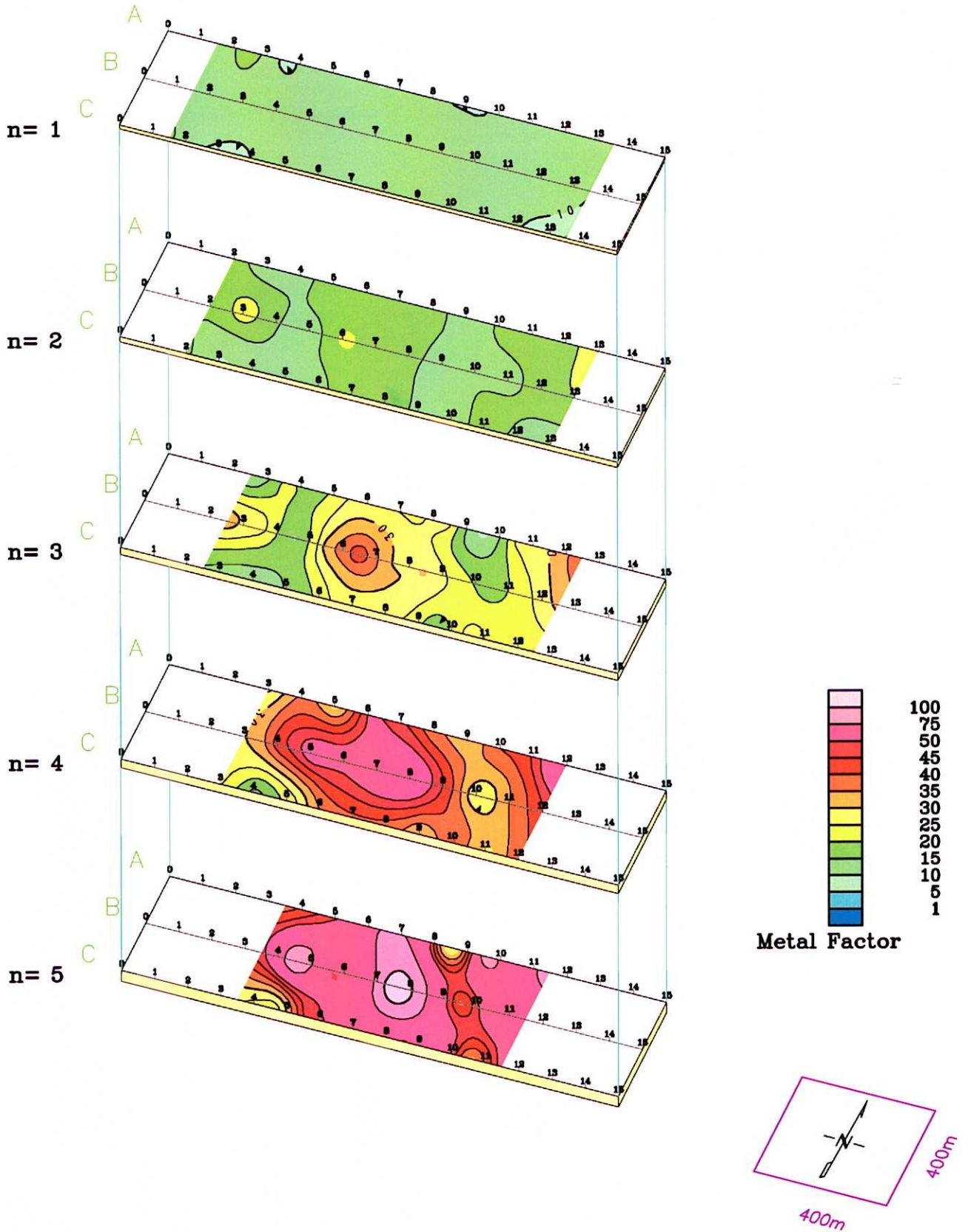


Fig.II-2-1-36 Plane map of metal factor (MJTK-IP-7)

[Dipole Spacing=100m Dipole-Dipole Electrode Configuration]

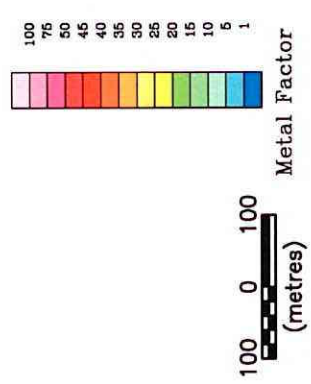
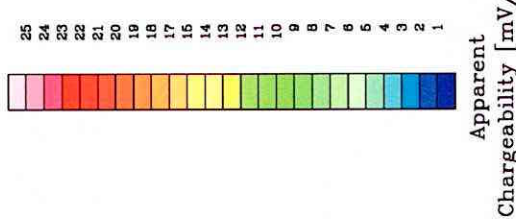
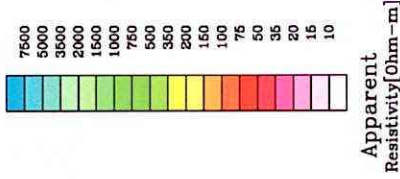
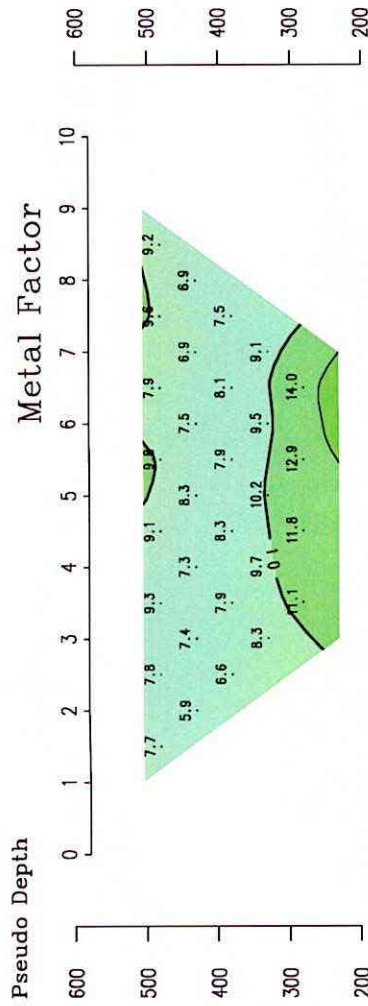
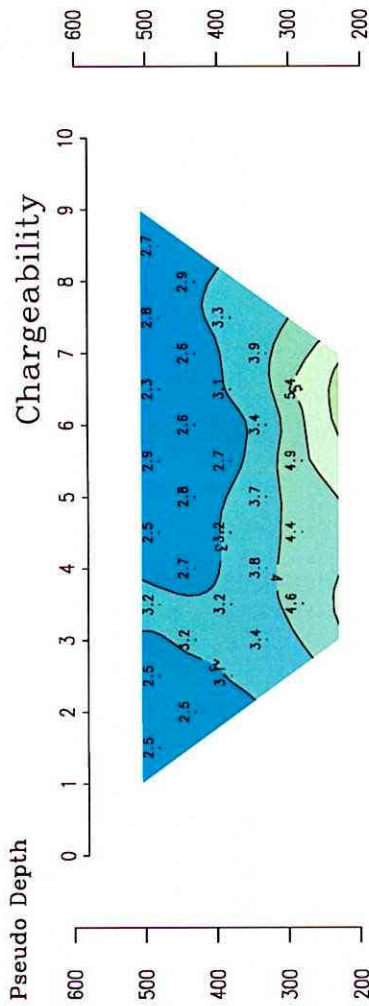
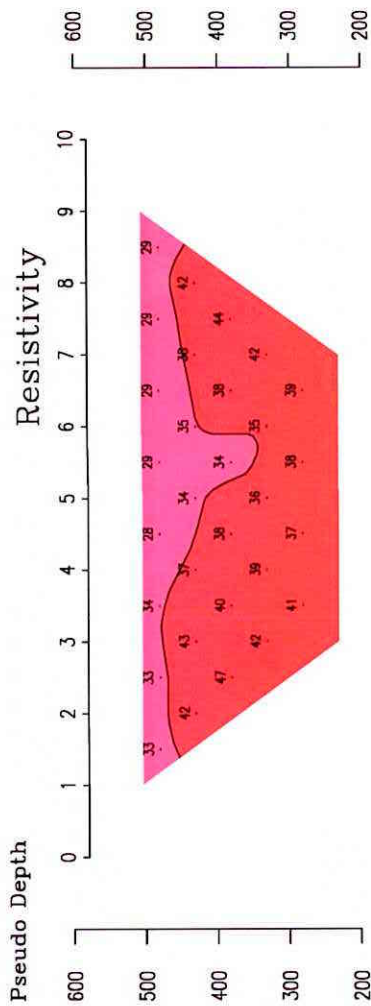


Fig.II-2-1-37 Section of apparent resistivity and chargeability and metal factor (MJTK-IP-8)

2-1-5-2 解析結果

解析では、拡張モデルの使用により浅部及び深部とも同じ解析幅で表示しているため、深部の測線両端に低・高比抵抗及び充電率に解析されている場合がある。これは、データが無い部分にまでブロック構造を設けているためであり、この部分で極端な値に解析されることがある。この場合は、最大解析深度で測線端から300m程内側までは無視したほうが良い。

1) MJTK-IP-1

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-38～40 に、また平面図を Fig. II-2-1-41～43 に示す。

本地区の解析比抵抗は約 10～900 $\Omega\cdot\text{m}$ に解析された。

比抵抗変化は、浅部で低く、深部で F、A、B、C、D 測線の No. 8 付近を中心にした 100 $\Omega\cdot\text{m}$ 以上の広く盛り上がった比抵抗域が解析された。また空中磁気には、C 測線 No. 1、No. 8 及び D 測線 No. 14 の 3ヶ所に異常がみられ、No. 8 中央の磁気異常がこの高比抵抗域に対応する。

浅部は、深度約 120m まで約 50 $\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低比抵抗域である。

深度約 70m 付近では、15 $\Omega\cdot\text{m}$ 程の低比抵抗域がほぼ成層構造状に広がると考えられ、礫が少ないシルト～粘土質な層が推定される。これらの低比抵抗層は、新期堆積物層と考えられ、東側及び北側へ厚く分布すると解析された。

充電率は、最大 37mV 程に解析された。

充電率は、全体に低い値であるが、深部で僅かに高く連続する充電率域が解析された。この充電率域は、高比抵抗域を取り囲むようまたは、深部で概ね NS 方向に延びると解析された。E、A、B、C 測線の No. 5 及び No. 14 付近を通る 2 箇所が解析された。

東側の No. 14 付近にのびる充電率域は、約 75 $\Omega\cdot\text{m}$ 以下の比抵抗域に対応するが、西側の A、B、C 測線の No. 5 付近の僅かに高い充電率域は、約 100 $\Omega\cdot\text{m}$ 以上の比抵抗域に対応する。

メタルファクターでは、比較的高い値が深度約 70～100m 付近で水平状に広く分布すると解析された。垂直的な分布は、E、A、B、C 測線の No. 11～14 付近に連続する。低比抵抗で僅かに高い充電率体に対応するが、鉱化による反映かは不明である。

新期堆積物は、空中電磁により比較的厚く広く分布すると予想され、電気探査の比抵抗構造解析結果と良く対応している。

2) MJTK-IP-2

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-44～46 に、また平面図を Fig. II-2-1-47～49 に示す。

比抵抗は、約 10~1,000 $\Omega \cdot m$ に解析された。

浅部の比抵抗分布の特徴は、B 測線 No. 10 付近を頂上とする山状の高比抵抗分布域 (100 $\Omega \cdot m$ 以上) を、100 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域が取り巻く様解析された。低比抵抗域は、山頂から離れるほど厚く解析された。また、山頂直下の深部は 100 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域に解析された。

地質は、頂上付近が安山岩の分布域で、その周辺を石灰質シルト岩が取り巻くような分布で、裾野は新期堆積物の分布域である。

比抵抗分布の特徴から新期堆積物の比抵抗は、約 50 $\Omega \cdot m$ 以下と考えられる。

山頂直下深部の低比抵抗域は、割れ目の発達したシルト岩類を反映したものと考えられる。

山頂~周辺深部及び北側深部は、500 $\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域で安山岩が深部に伸びていると推定される。

充電率は、山頂付近の高比抵抗な安山岩に対応したものと考えられ、北側の深部へ伸びていると推定される。

メタルファクターは、全体に低く異常は無い。B 測線の No. 10~11 の深部が比較的高いが低充電率・低比抵抗域であるため鉱化の影響ではない。

空中電磁では、測線端で厚くなると解析される。これらは、比抵抗構造断面でも同様に解釈される。

空中磁気は、B 測線 No. 10 付近の山頂を中心にして弱い異常がられる。これは、浅部で僅かに高く深部や北側の深部で高くなる充電率異常域と対応した磁性鉱物を含む火成岩によるものと考えられる。

3) MJTK-IP-3

本地区は、上記 MJTK-IP-3 地区山頂から南東約 1km に位置する。

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-50~52 に、また平面図を Fig. II-2-1-53~55 に示す。

空中磁気は、B、C 測線の交点付近を中心にした異常が認められる。

比抵抗分布の特徴は、50 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗域の中にドーム状で約 100~350 $\Omega \cdot m$ の比抵抗域が解析された。位置は、地区中央、深度約 70m 以深である。

充電率はドーム状の比抵抗域に対応し、周辺部より低い値である。

メタルファクターは、低比抵抗な新期堆積物と推定される低比抵抗域に対応し僅かに高くなるが異常ではない。

空中磁気異常は、解析されたドーム状の比抵抗域及び低充電率域に良く対応すると考えられることから、高磁気・低 IP 効果を示す岩相を反映したと考えられる。

4) MJTK-IP-4

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図を Fig. II-2-1-56 に示す。

空中磁気には、広い範囲で異常がみられるところである。また、空中電磁では高導電率異常帯が認められる。

比抵抗は、全体に約 $50 \Omega \cdot m$ 以下で新期堆積物層の反映と推定される。

充電率は約 $10mV/V$ 以下と低く異常は無い。

空中磁気異常は、比抵抗及び充電率に異常がみられないことから深部に広がる火成岩類を反映したものと考えられる。

解析比抵抗及び充電率とも測線西側深部で高くなるが、この部分は上述した解析上の端効果によるもので異常ではない。

5) MJTK-IP-5

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図を Fig. II-2-1-57 に示す。

空中磁気は、南北 3km 程の異常がみられる。

比抵抗は、深度約 40m まで約 $200 \Omega \cdot m$ で、それより深部では約 $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ の低比抵抗域に解析された。全体に新期堆積物層の反映と考えられ、浅部の高比抵抗域は玉砂利層に関連した高比抵抗域である。

充電率は、表層付近の高比抵抗域で僅かに高くなる傾向を示すが、全体に低い値で異常は無い。

6) MJTK-IP-6

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-58~60 にまた、平面図を Fig. II-2-1-61~63 に示す。

空中磁気は、C 測線中央付近を通る弱い異常がある。

比抵抗は、B 測線中央深部で僅かに高くなるが、他は全体に $50 \Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域に解析された。

充電率は深度約 150m 以深で僅かに高くなる傾向に解析されたが異常は無い。

メタルファクターは、B 測線 No. 8-9 の浅部で局部的に高いが約 $10 \Omega \cdot m$ の低比抵抗域によるものである。また、測線西側深部で高くなるが、この部分は上述した解析上の端効果によるもので異常ではない。

弱い空中磁気異常は、B 測線中央付近の $100 \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域と深部で僅かに高くなる充電率域に対応した古生界の岩相反映と考えられる。

7) MJTK-IP-7

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図をそれぞれ Fig. II-2-1-64~66 に、また、平面図を Fig. II-2-1-67~69 に示す。

空中電磁では、全体に高導電率域である。

比抵抗は、概ね深部程低比抵抗に解析された。深部で約 $10 \Omega \cdot m$ である。

充電率は、深部で僅かに高くなる傾向にあり低比抵抗とも対応しているため古生界の岩相を反映している可能性があるが異常はない。

この地区は、比抵抗構造に明瞭な変化がないため古生界までの深度が不明である。

メタルファクターは、約 $10 \Omega \cdot m$ の低比抵抗により深部で高くなるが異常ではない。

8) MJTK-IP-8

解析比抵抗、充電率及びメタルファクターの断面図を Fig. II-2-1-70 に示す。

空中電磁では、高導電率異常が認められる地区である。

比抵抗及び充電率とも成層構造的なものを反映した解析結果である。

比抵抗は、最大約 $70 \Omega \cdot m$ 、充電率は最大 $6mV/V$ に解析された。比抵抗及び充電率とも異常は無い。

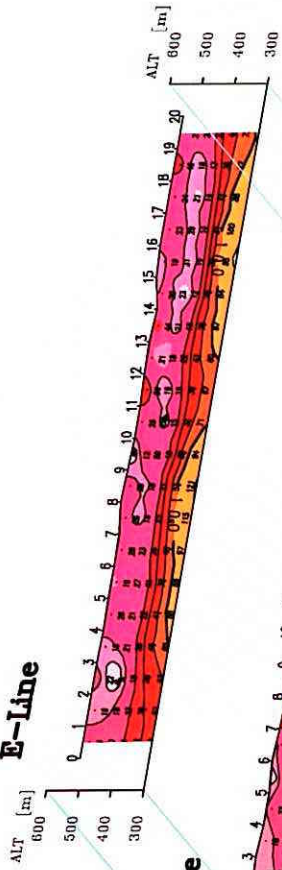
高導電率異常は地下埋設物の影響が考えられる。

解析結果を Table II-2-1-5 にまとめた。

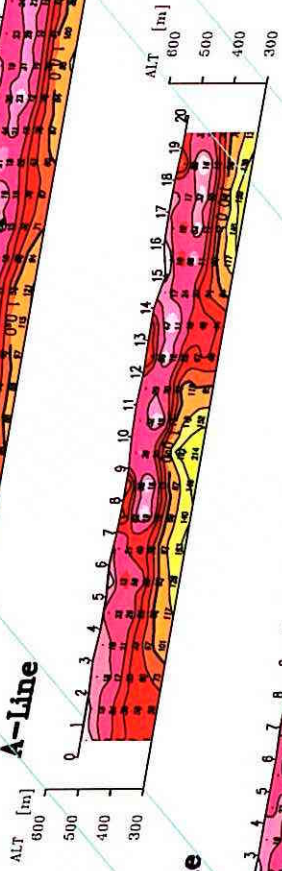
Table II-2-1-5 Result of IP survey

調査地区	解析結果の特徴
MJTK-IP-1	<p>比抵抗は、10～900 $\Omega \cdot m$。充電率は最大 36mV/V。 深度約 120m まで約 50 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域。 深度約 70m 付近は、15 $\Omega \cdot m$ 程の低比抵抗が広く分布する。砂利等の礫が少ないシルト～粘土質な層が推定される。 深部は F, A, B, C, D 測線の No. 8 付近を中心に 100 $\Omega \cdot m$ 以上の広く盛り上がった比抵抗構造。 充電率は最大 37mV/V。 充電率は、深部で 2 列の概ね NS 方向に延びる僅かに高い充電率域。E, A, B, C 測線の No. 5 及び No. 13 付近を通る。No. 14 付近は低比抵抗域に対応。 3ヶ所の空中磁気異常の中央は、解析深度 147m, 190m の高比抵抗・低充電率域に対応。</p>
MJTK-IP-2	<p>比抵抗は 10～1,000 $\Omega \cdot m$。充電率は最大 37mV/V。 B 測線 No. 10 付近を頂上とする山状の高比抵抗分布域 (100 $\Omega \cdot m$ 以上) を、100 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域が取り巻く。 新期堆積物の低比抵抗域は、山頂から離れるほど厚い。空中電磁解析と同様。 頂部直下の深部は、100 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域。 頂部付近が安山岩、周辺部は石灰質シルト岩？ 頂部～周辺及び北側深部は、500 $\Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域で安山岩？</p>
MJTK-IP-3	<p>比抵抗は、10～360 $\Omega \cdot m$。充電率は最大約 11mV/V。 空中磁気は、B, C 測線の交点付近を中心にした異常。 比抵抗分布は、50 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗域の中にドーム状で約 100～350 $\Omega \cdot m$。 位置は、地区中央、深度約 70m 以深。 空中磁気異常は、高比抵抗・低 IP 効果を示す岩相反映？</p>
MJTK-IP-4	<p>比抵抗は、13～65 $\Omega \cdot m$。充電率は最大 16mV/V。 充電率に異常は認められない。 全体に新期堆積物を反映。</p>
MJTK-IP-5	<p>比抵抗は、24～310 $\Omega \cdot m$。充電率は最大 11mV/V。 比抵抗は、深度 40m 程まで約 200 $\Omega \cdot m$。玉砂利層に関連した高比抵抗域。 深部では約 20～50 $\Omega \cdot m$ の低比抵抗域。 全体に新期堆積物層を反映。 充電率は、表層付近の高比抵抗域で僅かに高くなる傾向。 充電率に異常は認められない。</p>
MJTK-IP-6	<p>比抵抗は、20～300 $\Omega \cdot m$。充電率は最大約 20mV/V。 比抵抗は、概ね 50 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗域。 充電率は深度約 150m 以深で僅かに高くなるが異常は無い。 弱い空中磁気異常は、深部の古生界の岩相反映？</p>
MJTK-IP-7	<p>比抵抗は、4～80 $\Omega \cdot m$。充電率は最大約 20mV/V。 比抵抗は、深部で約 10 $\Omega \cdot m$ である。 充電率は深部で僅かに高くなる傾向である。古生界の岩相を反映？ 新期堆積物層厚は不明。 充電率に異常は認められない。</p>
MJTK-IP-8	<p>比抵抗は、16～70 $\Omega \cdot m$。充電率は最大 6mV/V。 比抵抗及び充電率とも新期堆積物の成層構造を反映。 比抵抗及び充電率とも異常は認められない。</p>

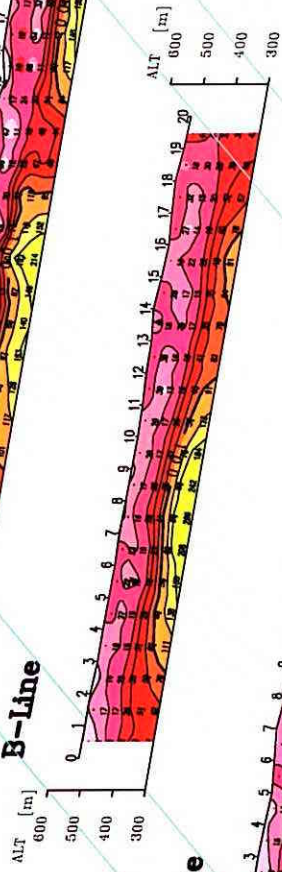
E-Line



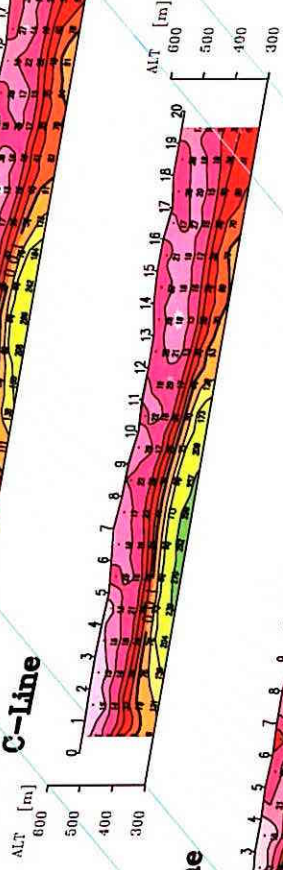
A-Line



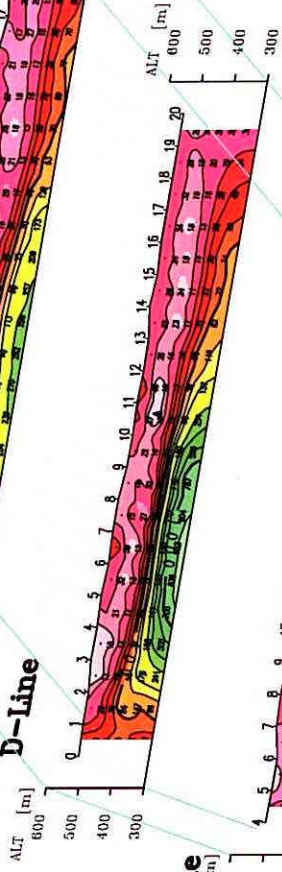
B-Line



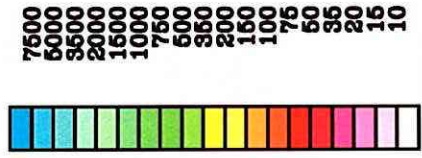
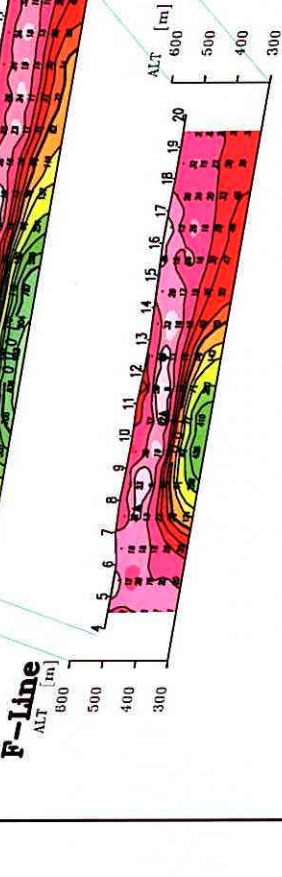
C-Line



D-Line



F-Line



Resistivity [Ohm-m]

Fig.II-2-1-38 2D Analysis section of resistivity (MJTK-IP-1)

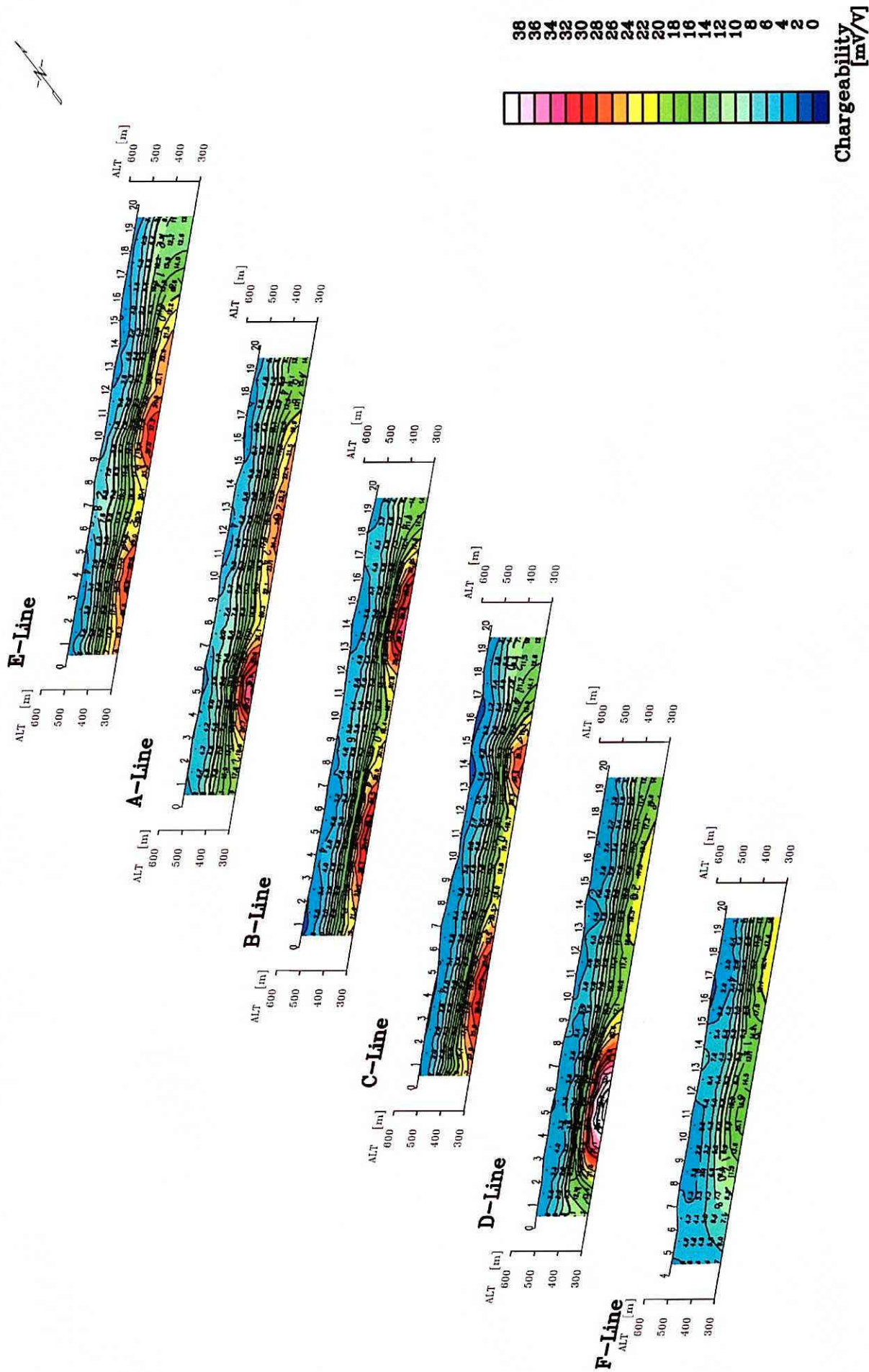


Fig.II-2-1-39 2D Analysis section of chargeability (MJTK-IP-1)

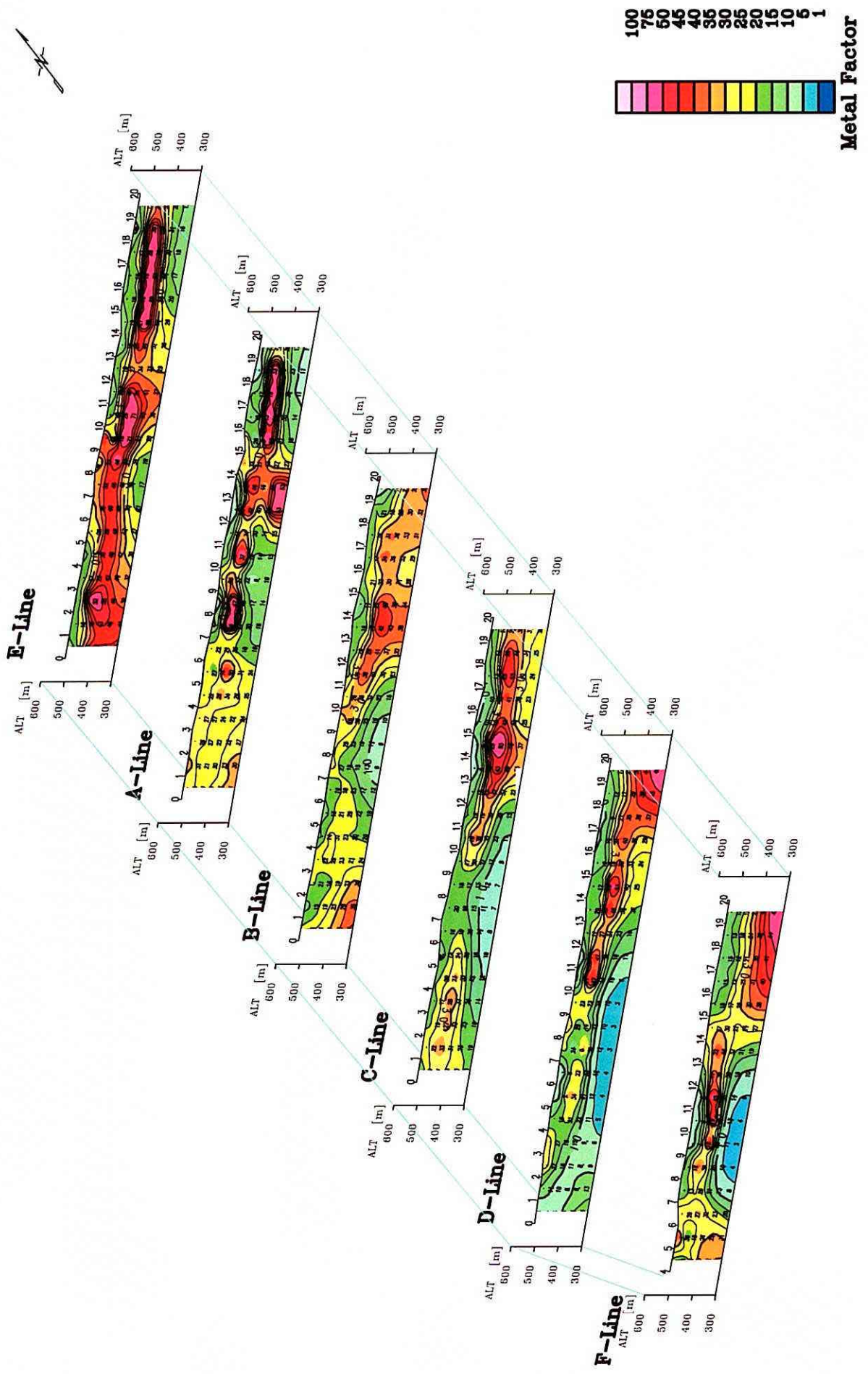
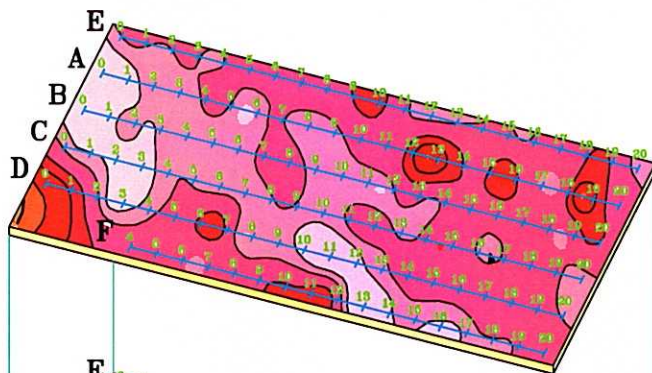
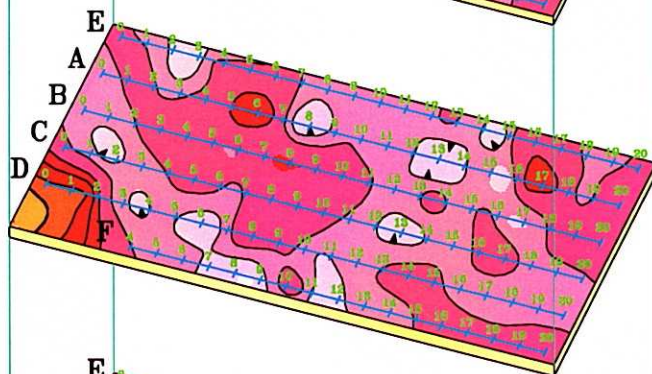


Fig.II-2-1-40 2D Analysis section of metal factor (MJTK-IP-1)

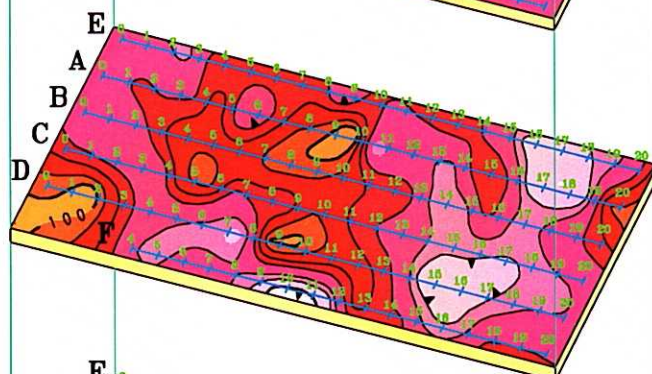
Depth 34m
(Level \approx 500m)



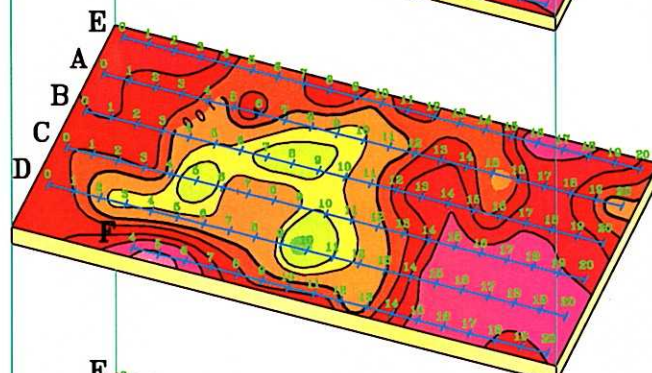
Depth 68m
(Level \approx 450m)



Depth 106m
(Level \approx 410m)



Depth 147m
(Level \approx 370m)



Depth 190m
(Level \approx 330m)

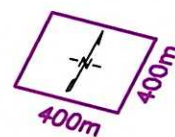
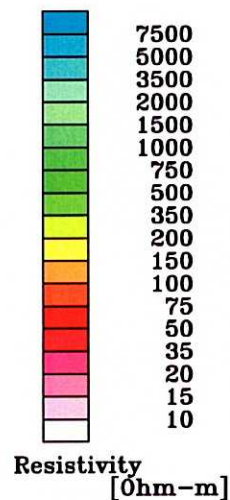
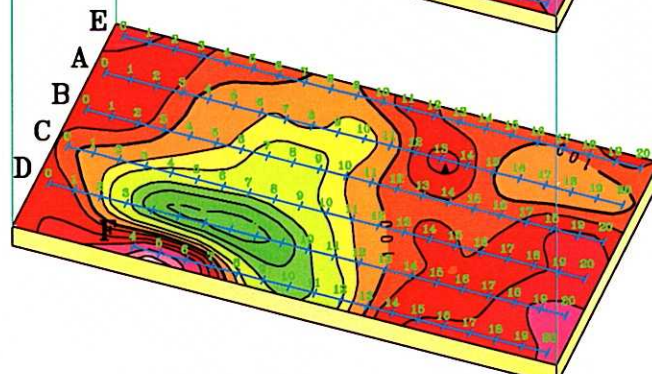
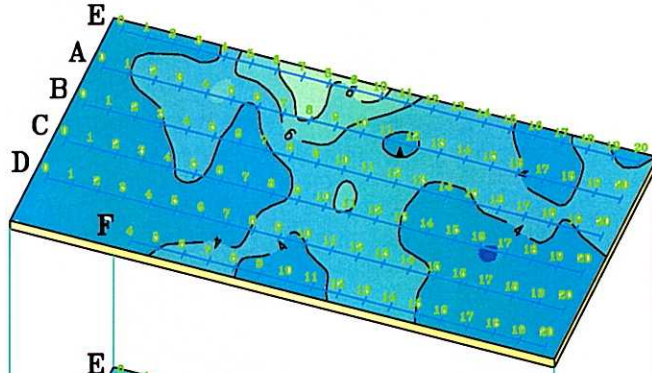
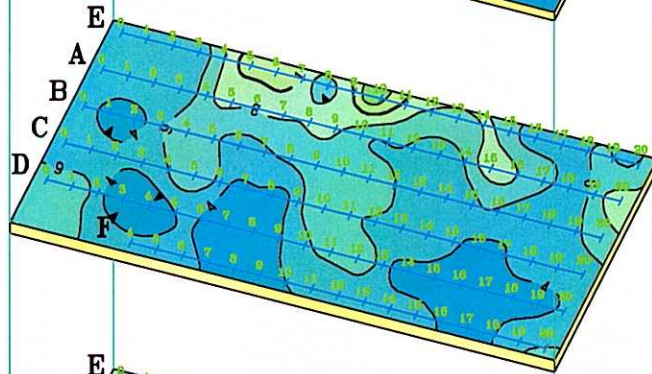


Fig.II-2-1-41 2D Analysis plane map of resistivity (MJTK-IP-1)

Depth 34m
(Level \approx 500m)



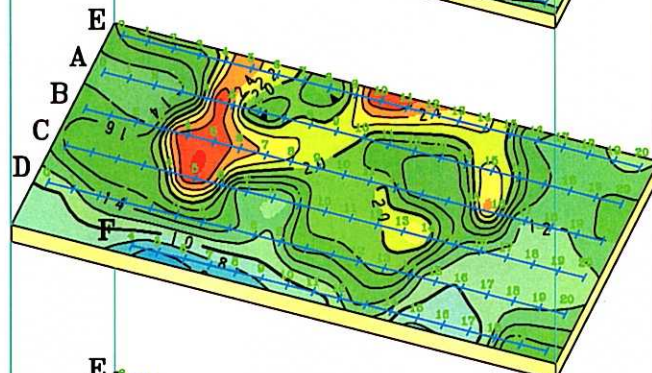
Depth 68m
(Level \approx 450m)



Depth 106m
(Level \approx 410m)



Depth 147m
(Level \approx 370m)



Depth 190m
(Level \approx 330m)

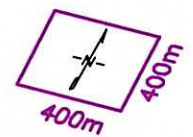
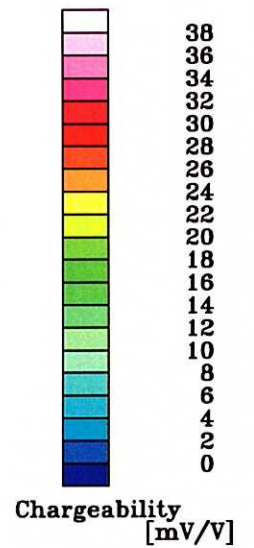
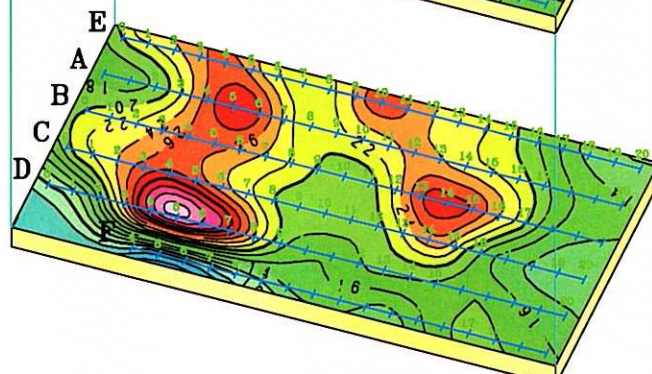
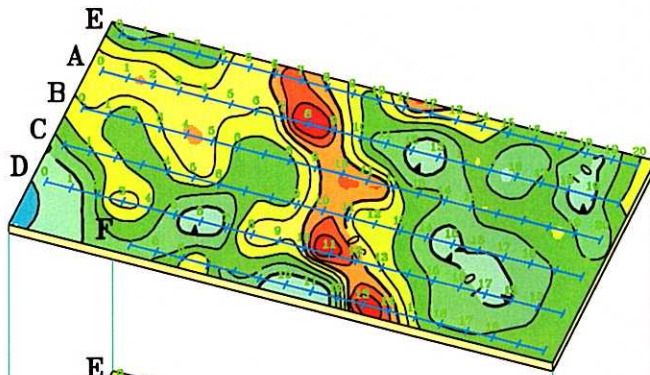
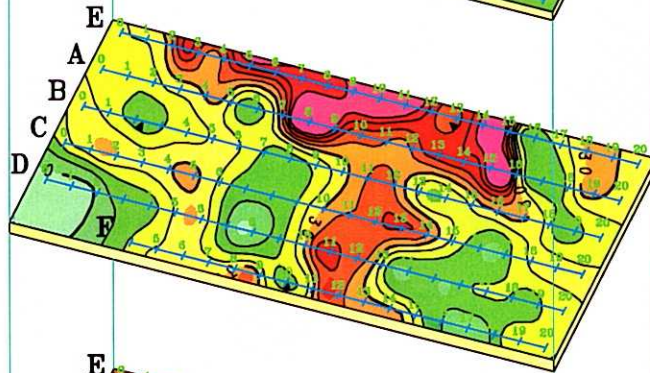


Fig.II-2-1-42 2D Analysis plane map of chargeability (MJTK-IP-1)

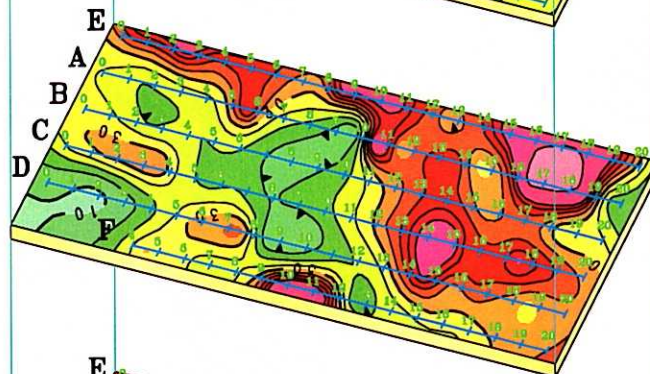
Depth 34m
(Level \approx 500m)



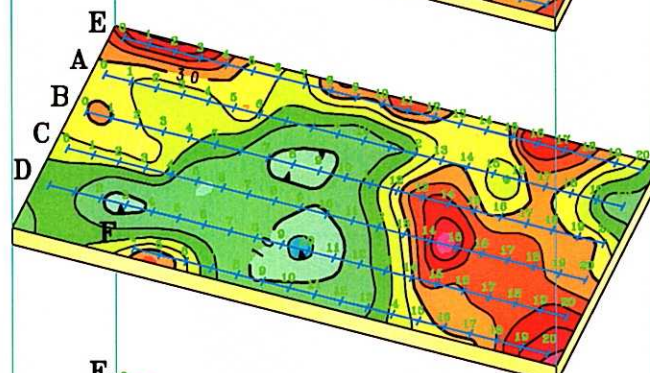
Depth 68m
(Level \approx 450m)



Depth 108m
(Level \approx 410m)



Depth 147m
(Level \approx 370m)



Depth 190m
(Level \approx 330m)

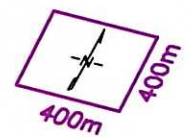
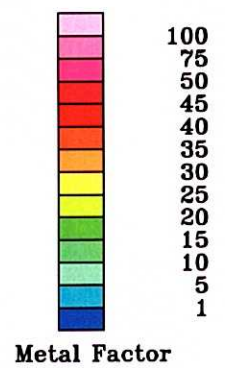
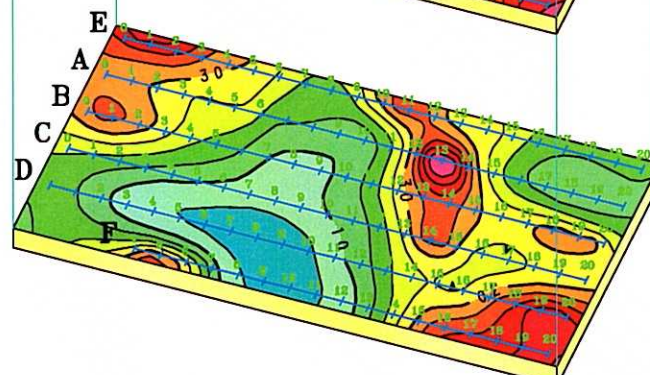


Fig.II-2-1-43 2D Analysis plane map of metal factor (MJTK-IP-1)

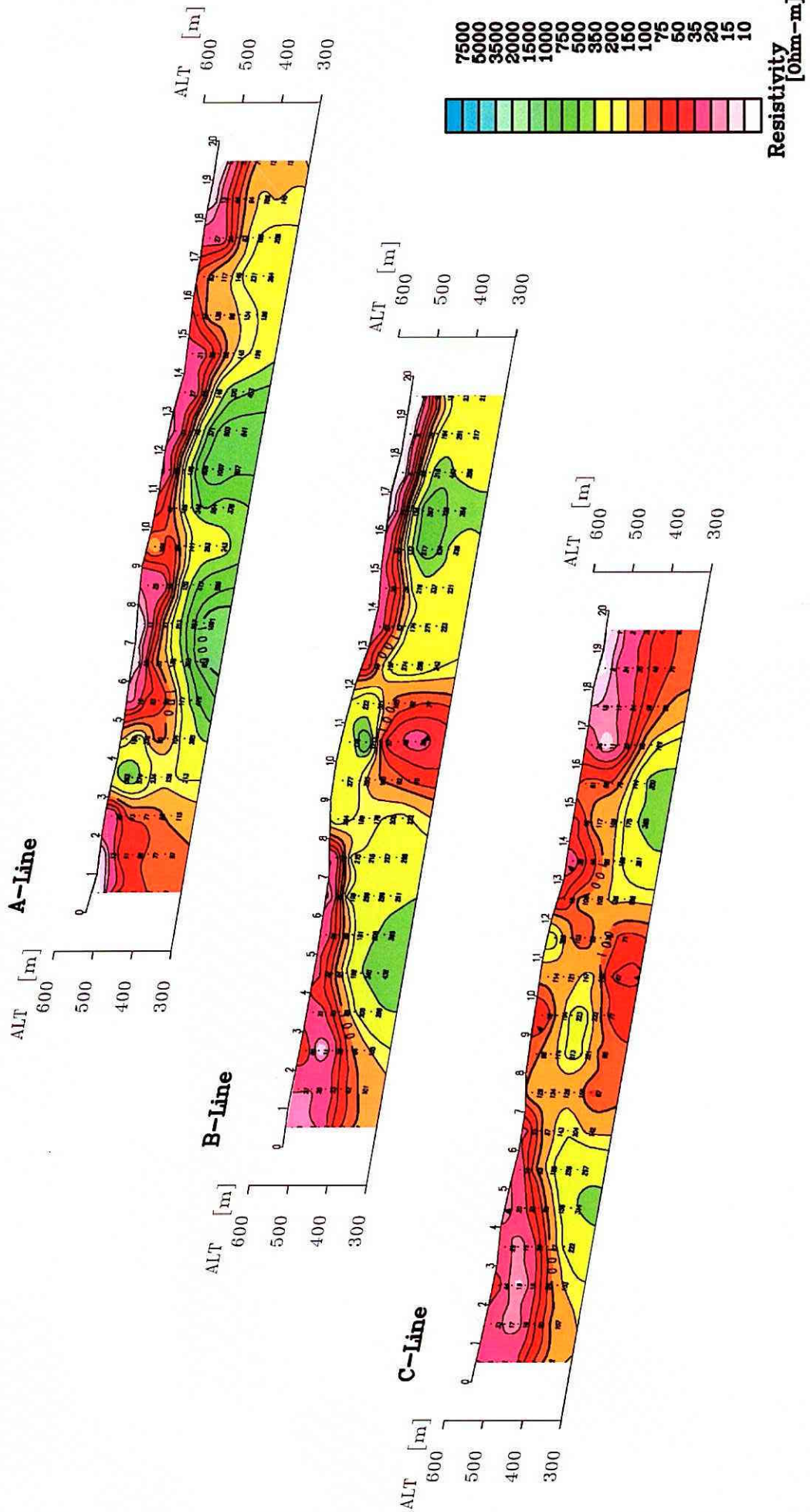
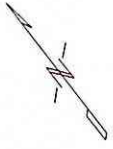


Fig.II-2-1-44 2D Analysis section of resistivity (MJTK-IP-2)

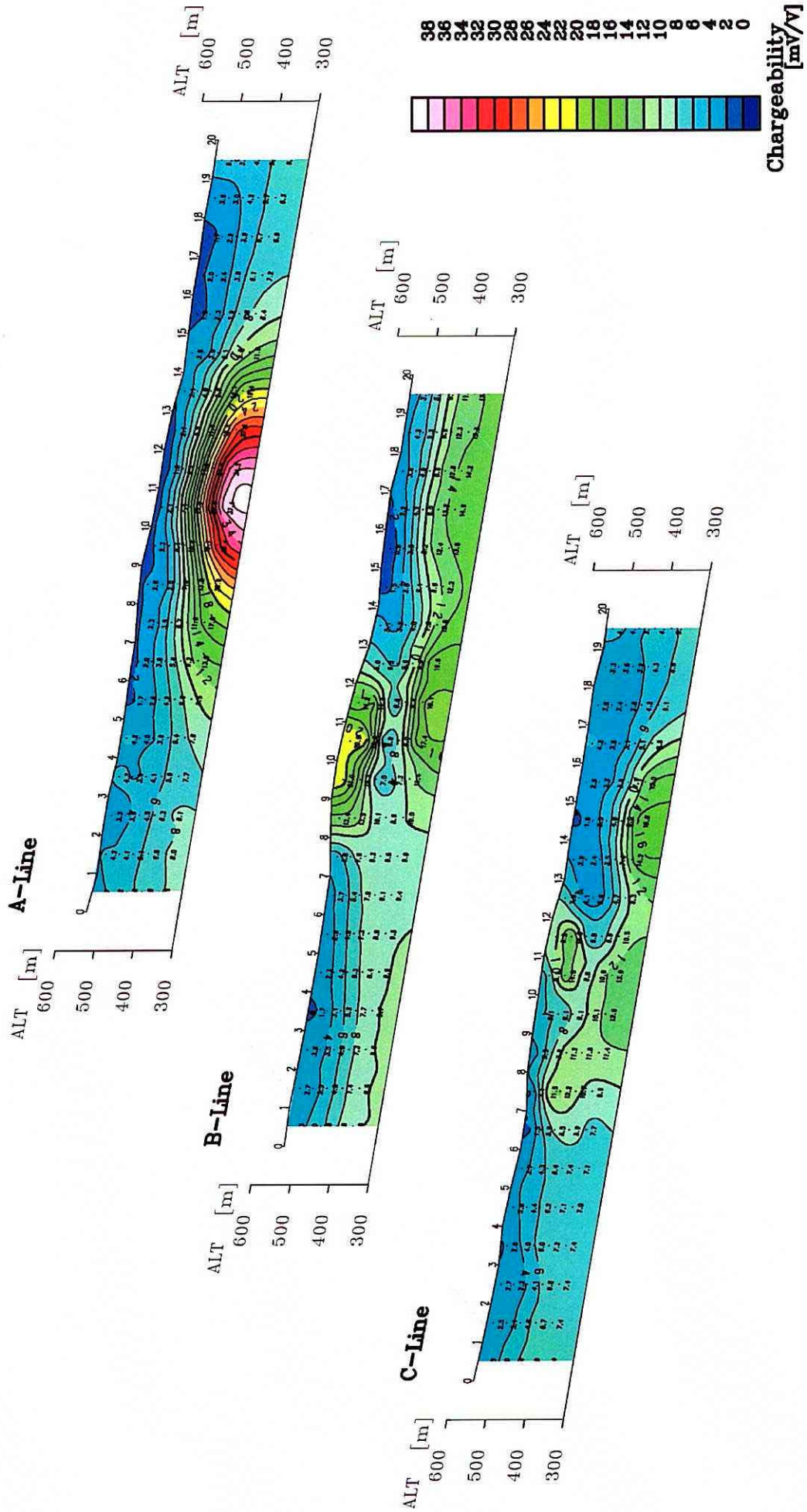
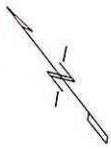


Fig.II-2-1-45 2D Analysis section of chargeability (MJTK-IP-2)

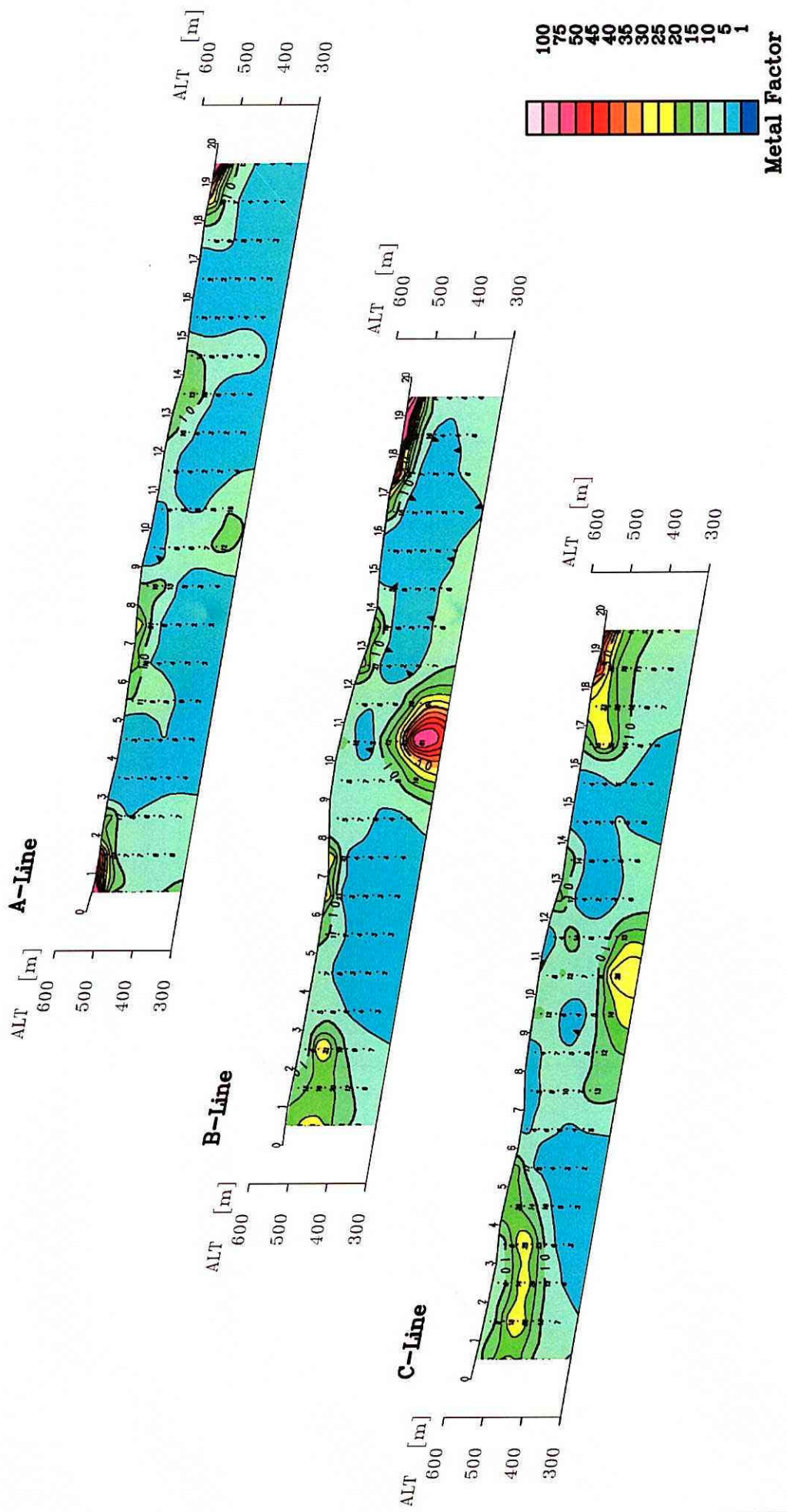
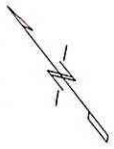


Fig.II-2-1-46 2D Analysis section of metal factor (MJTK-IP-2)

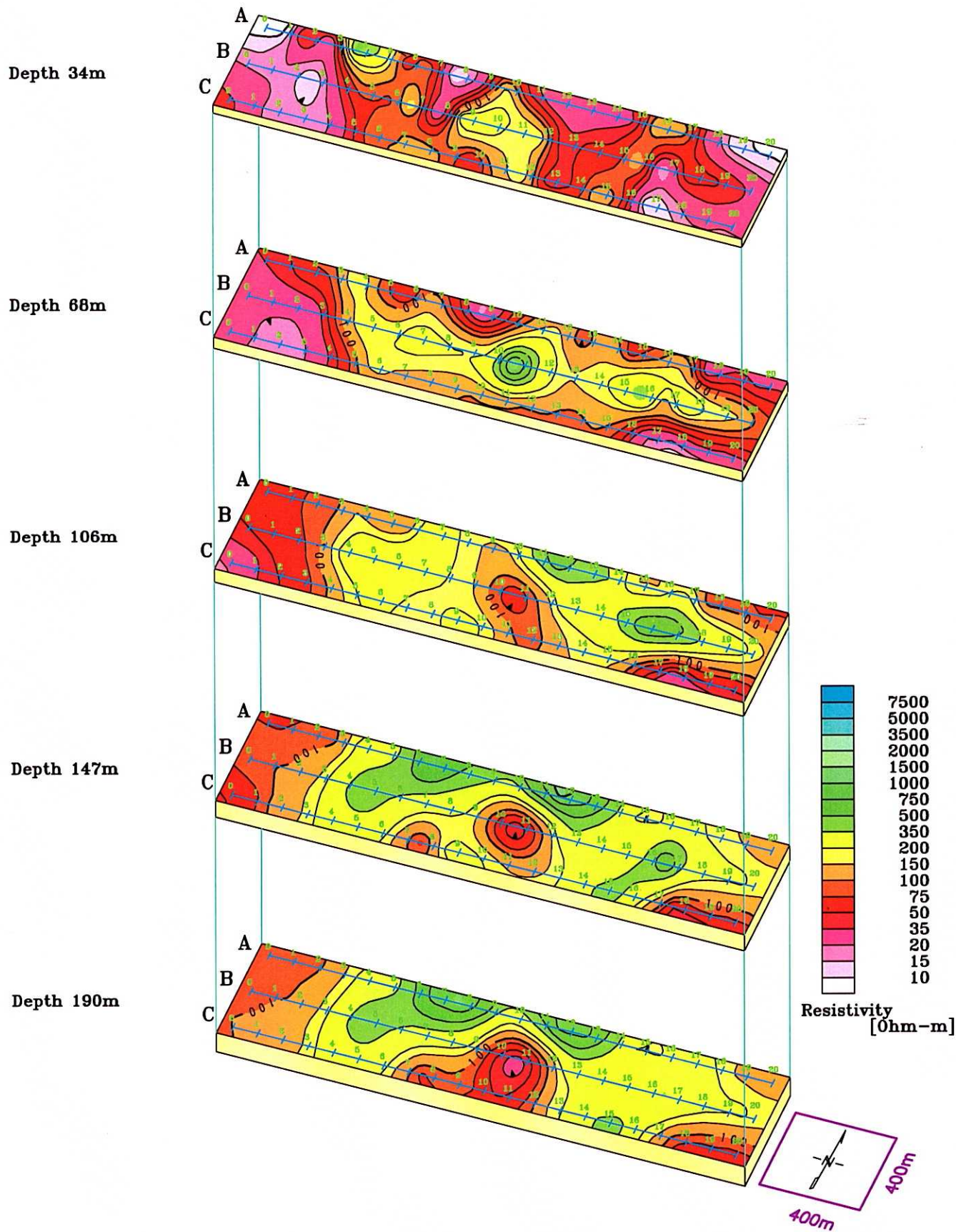


Fig.II-2-1-47 2D Analysis plane map of resistivity (MJTK-IP-2)

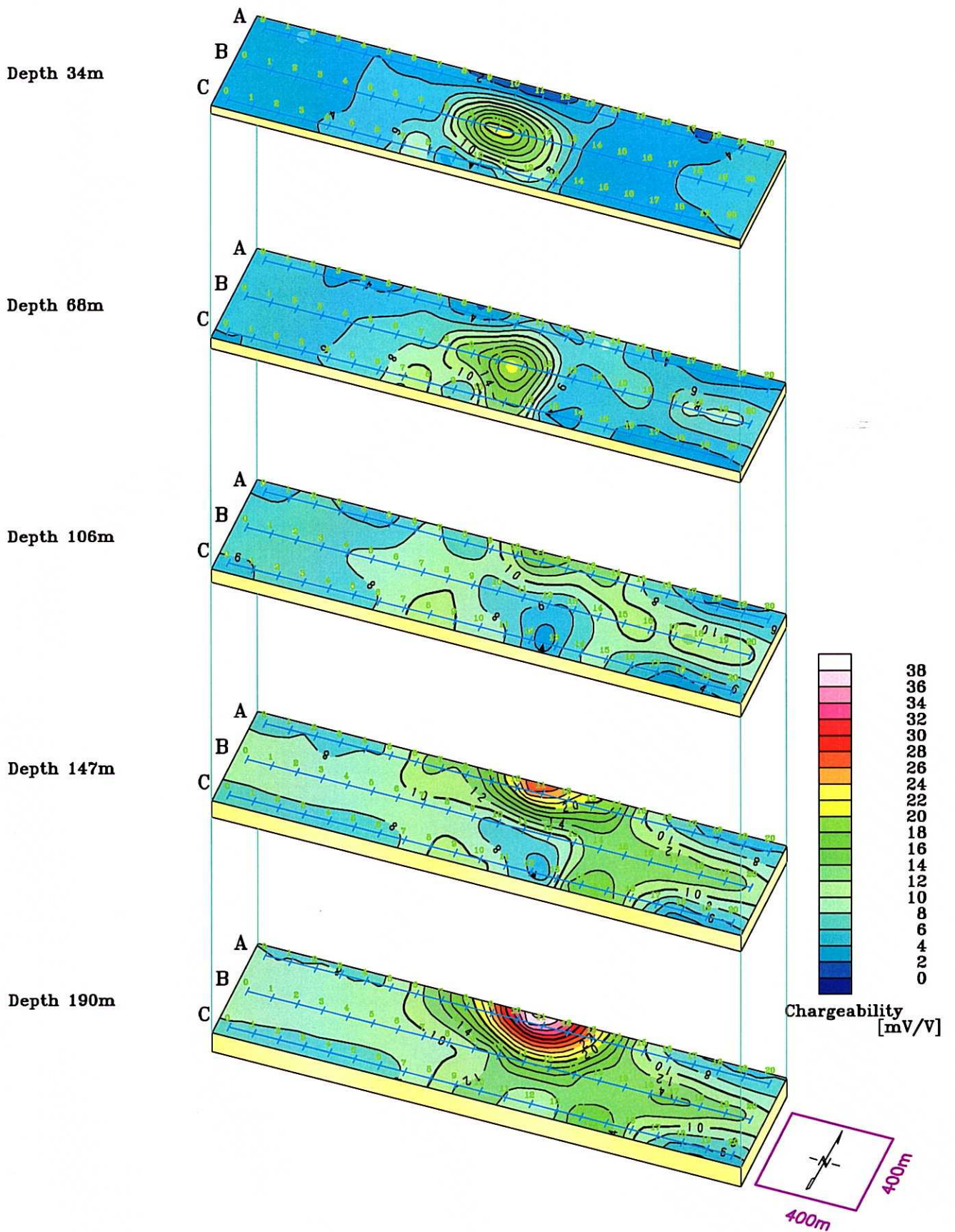


Fig.II-2-1-48 2D Analysis plane map of chargeability (MJTK-IP-2)

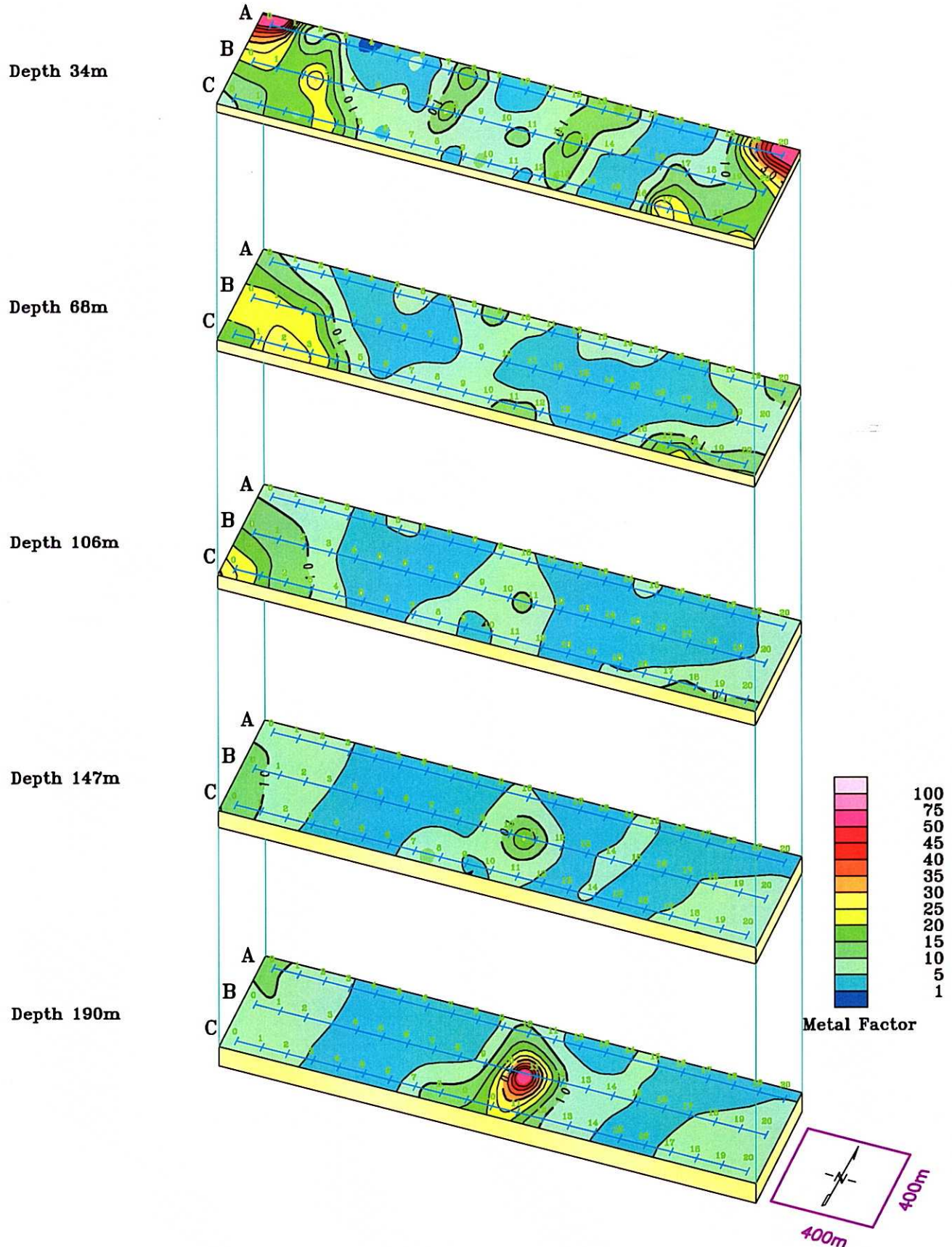


Fig.II-2-1-49 2D Analysis plane map of metal factor (MJTK-IP-2)

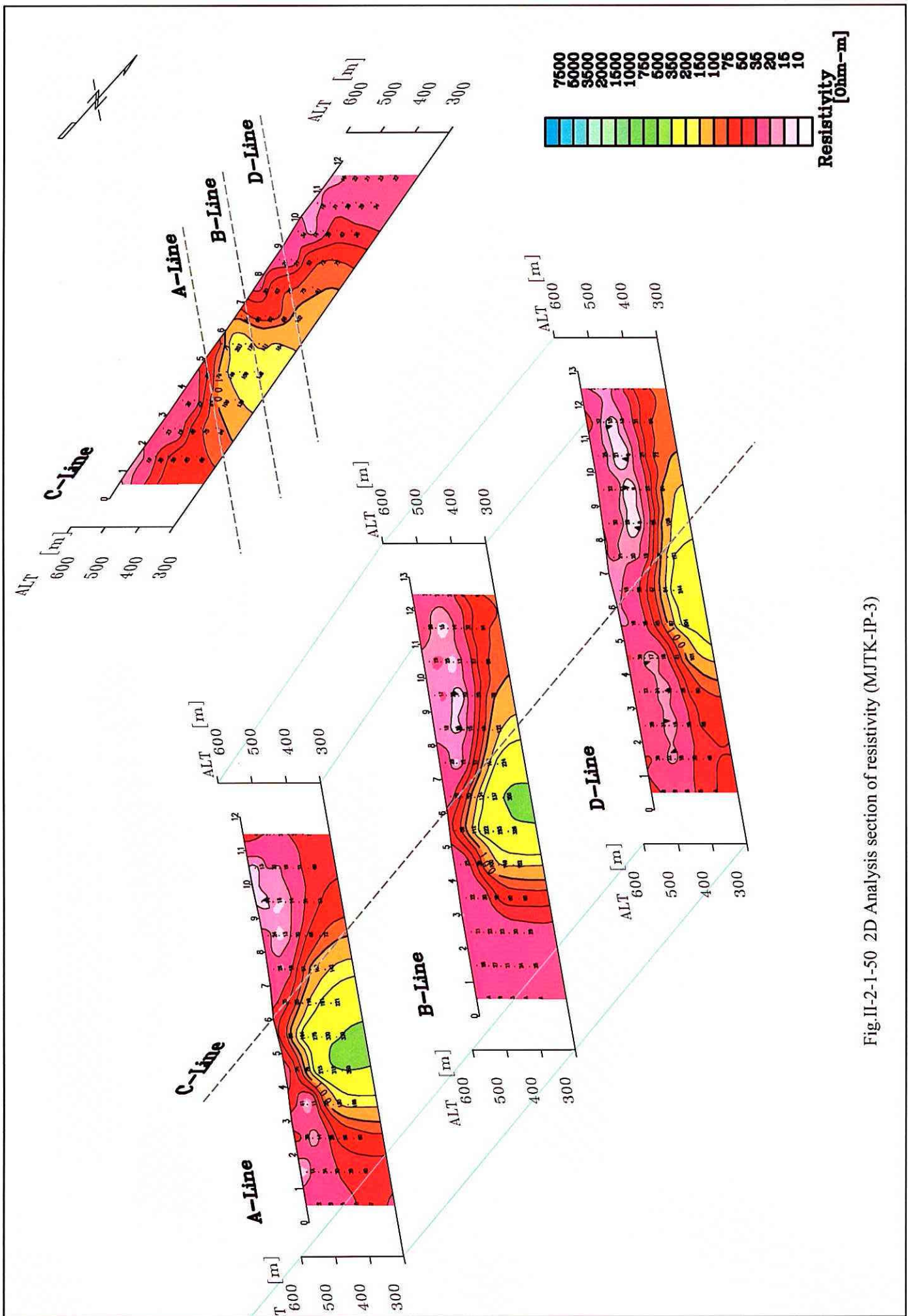


Fig.II-2-1-50 2D Analysis section of resistivity (MJTK-IP-3)

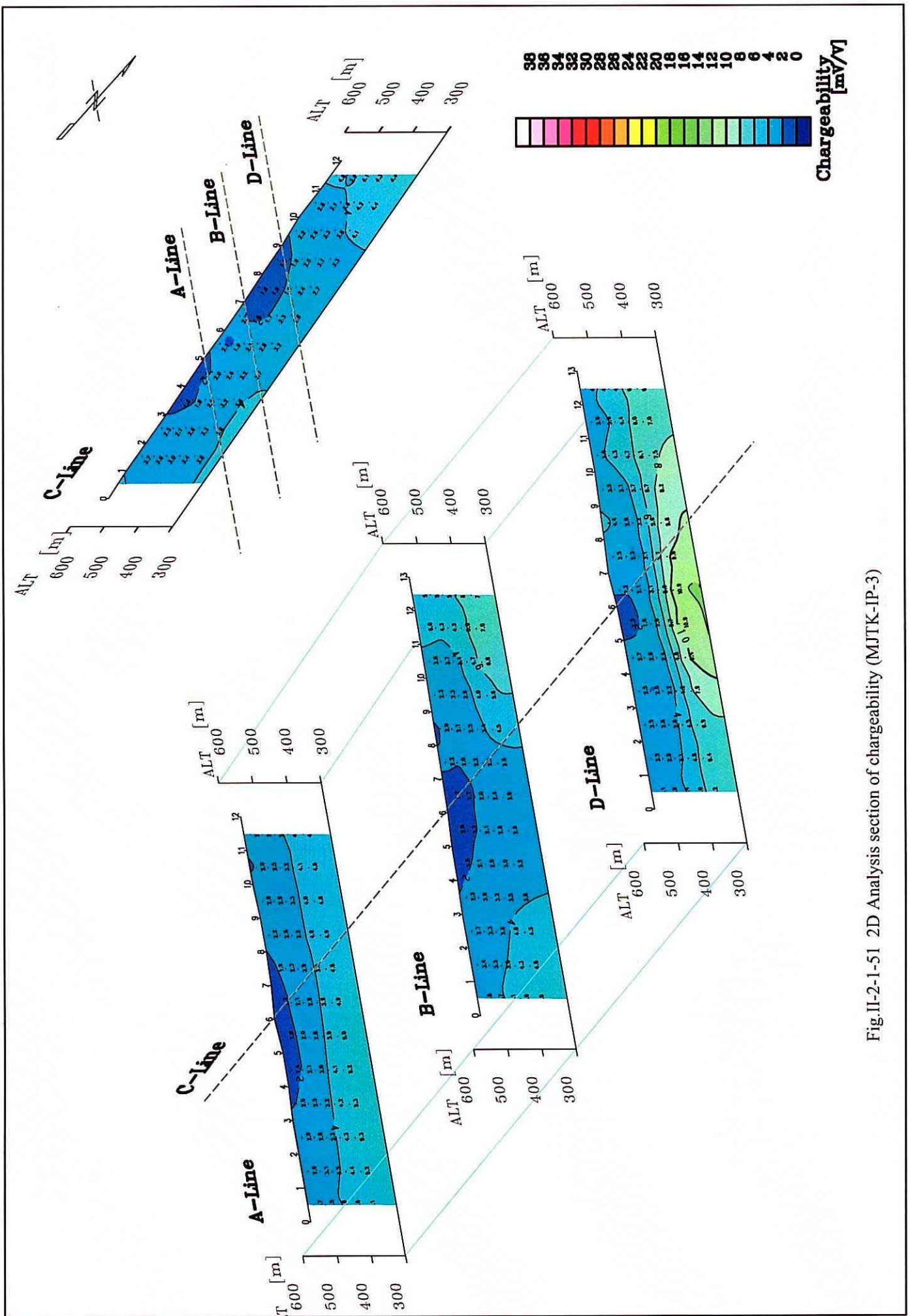


Fig.II-2-1-51 2D Analysis section of chargeability (MJTK-IP-3)

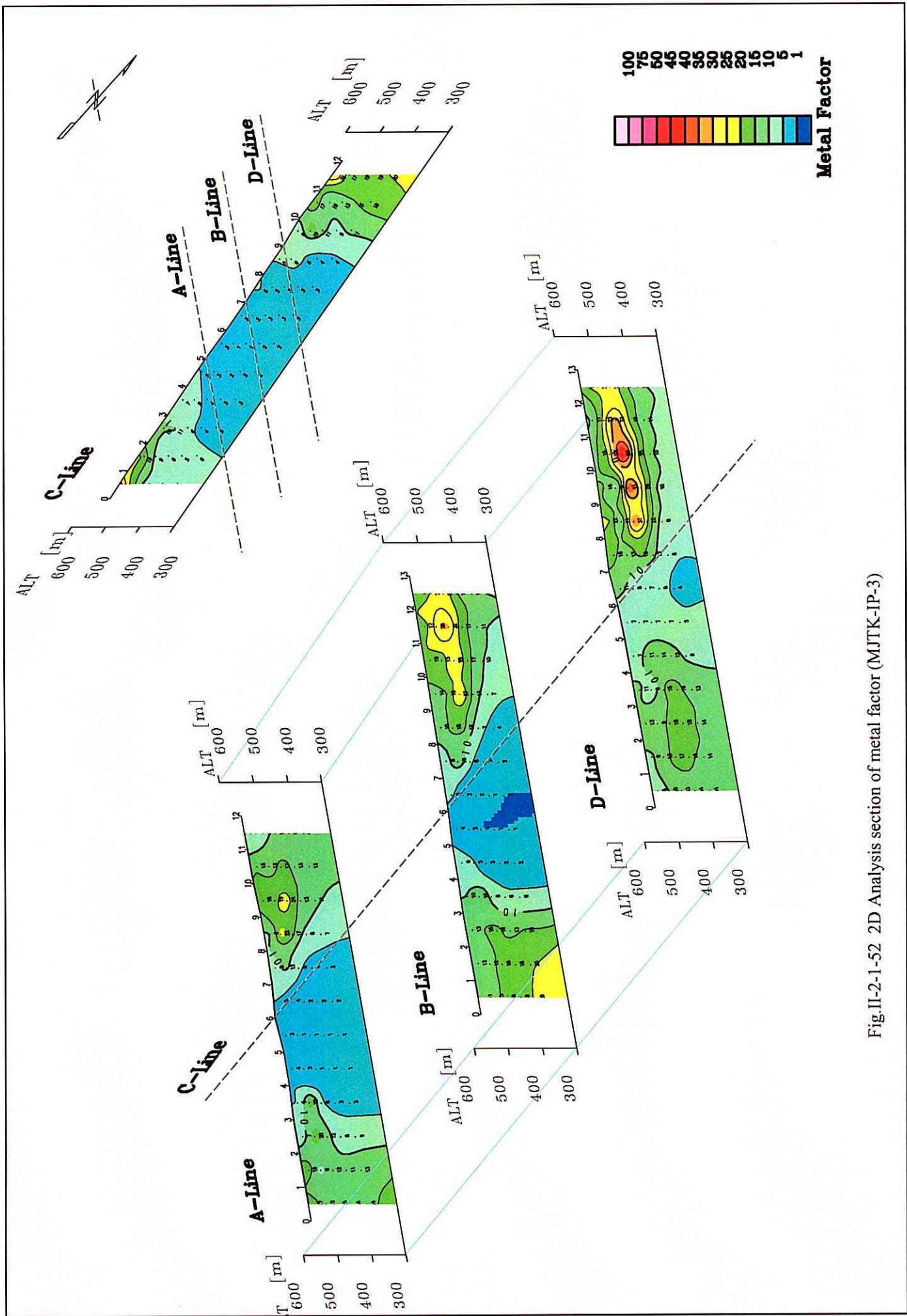
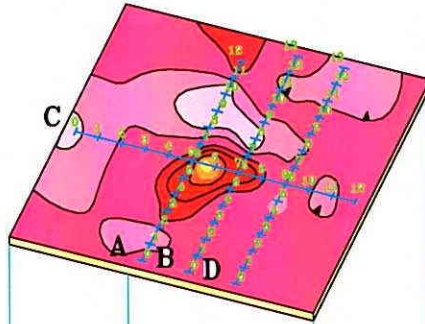
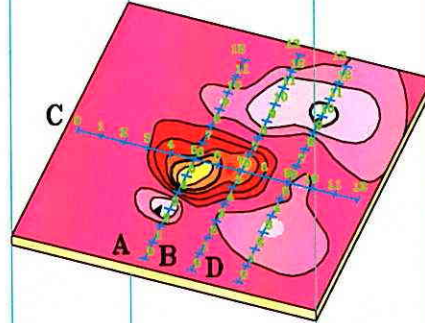


Fig.II-2-1-52 2D Analysis section of metal factor (MJTK-IP-3)

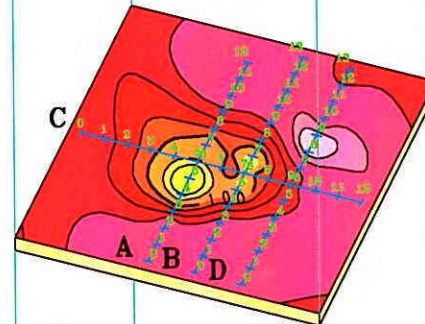
Depth 34m



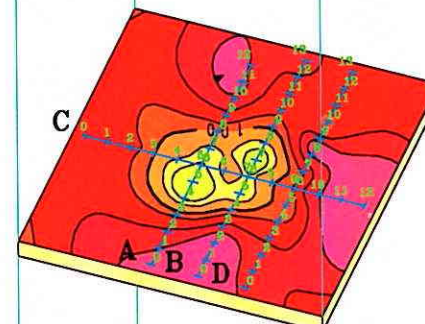
Depth 68m



Depth 106m



Depth 147m



Depth 190m

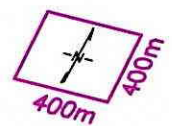
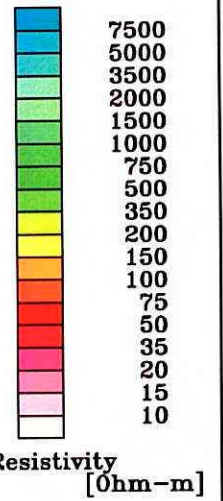
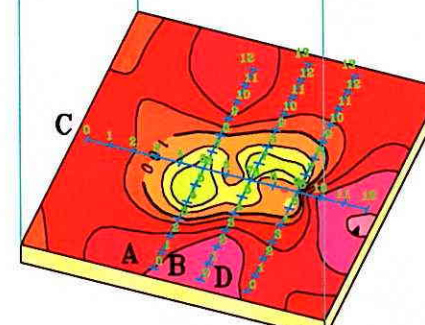
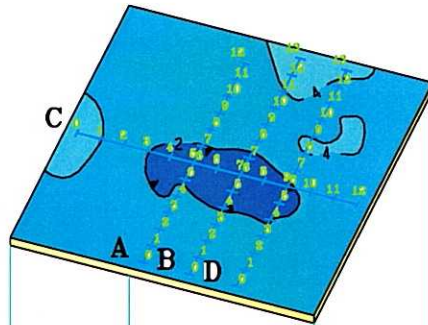
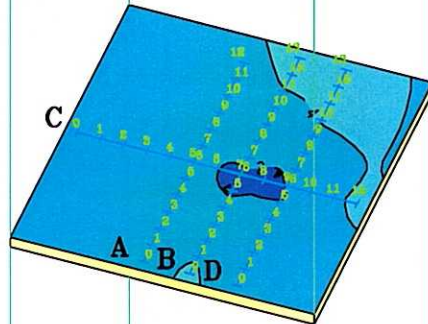


Fig.II-2-1-53 2D Analysis plane map of resistivity (MJTK-IP-3)

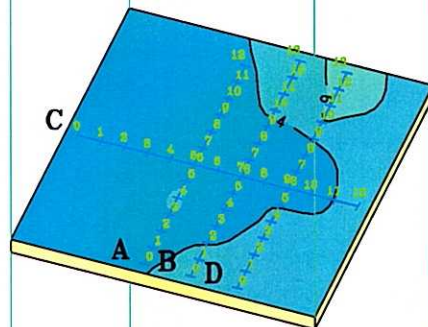
Depth 34m



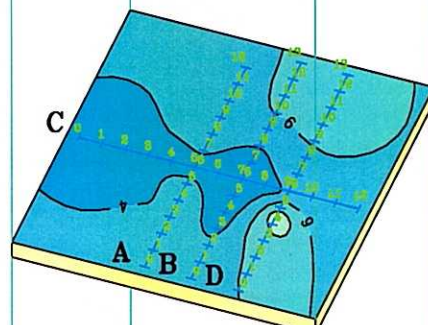
Depth 68m



Depth 106m



Depth 147m



Depth 190m

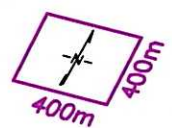
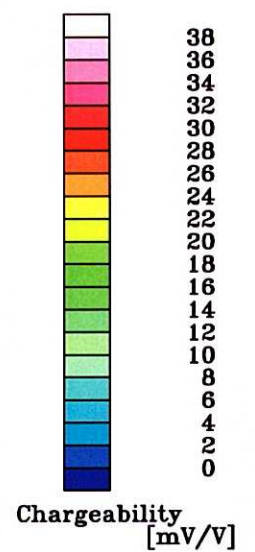
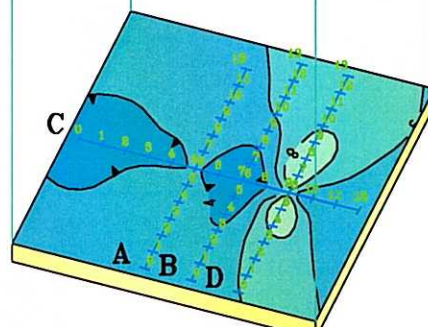
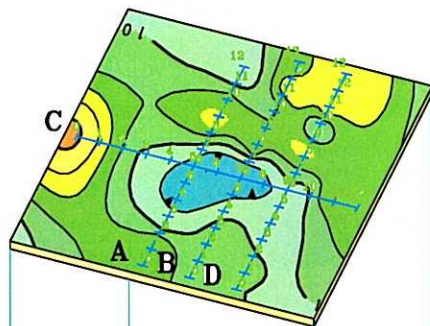
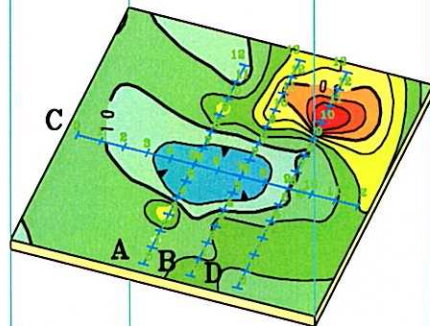


Fig.II-2-1-54 2D Analysis plane map of chargeability (MJTK-IP-3)

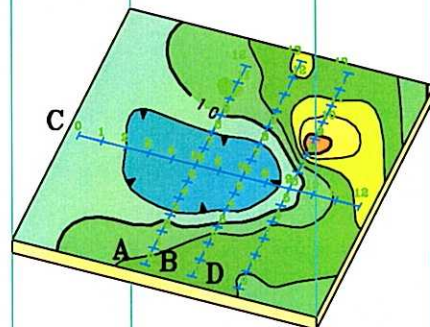
Depth 34m



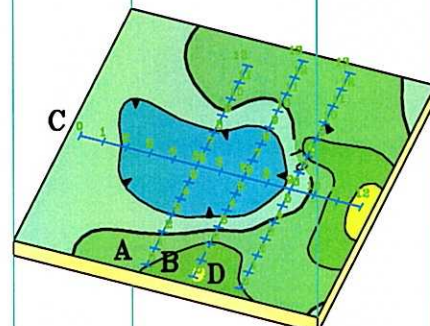
Depth 68m



Depth 106m



Depth 147m



Depth 190m

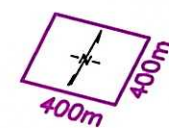
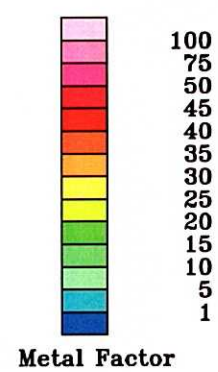
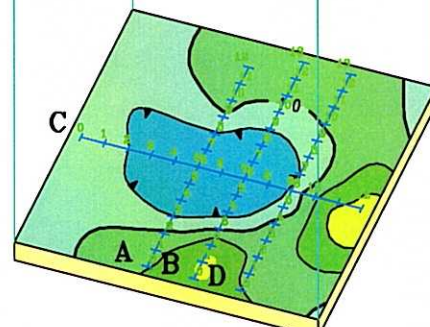


Fig.II-2-1-55 2D Analysis plane map of metal factor (MJTK-IP-3)

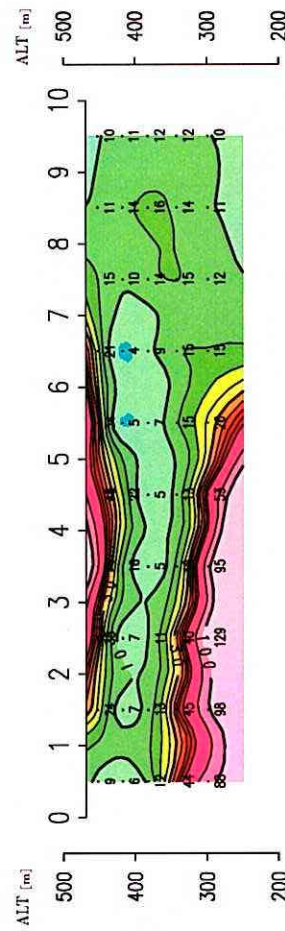
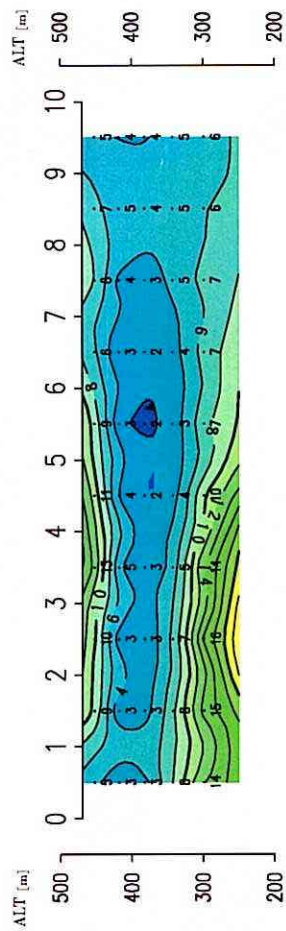
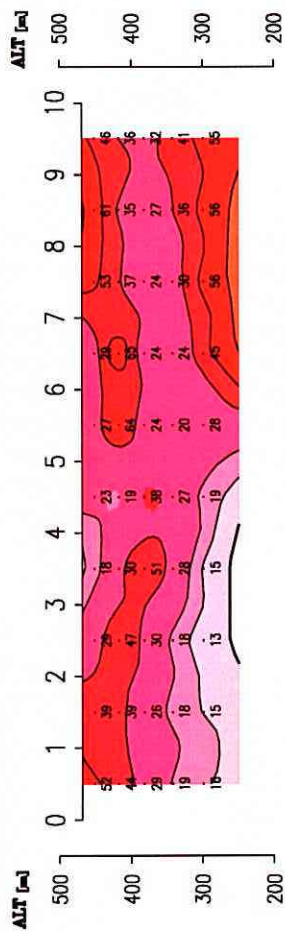
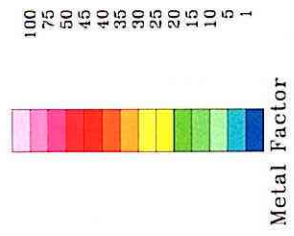
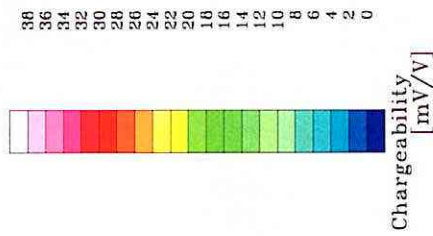
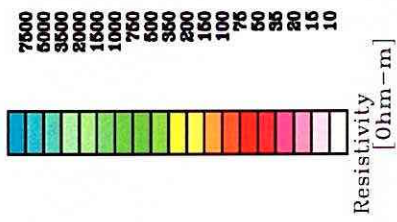


Fig.II-2-1-56 2D Analysis section of resistivity and chargeability and metal factor (MJTK-IP-4)

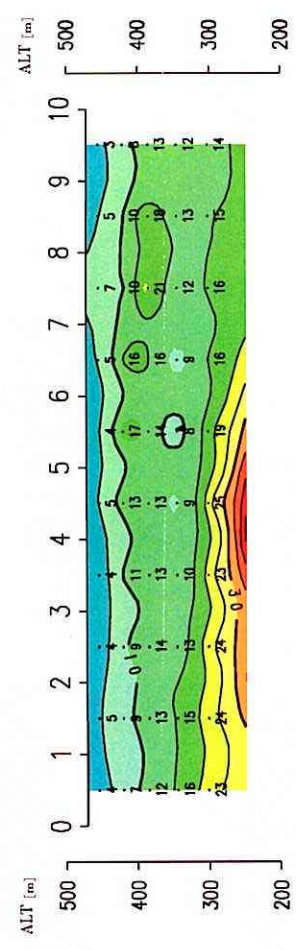
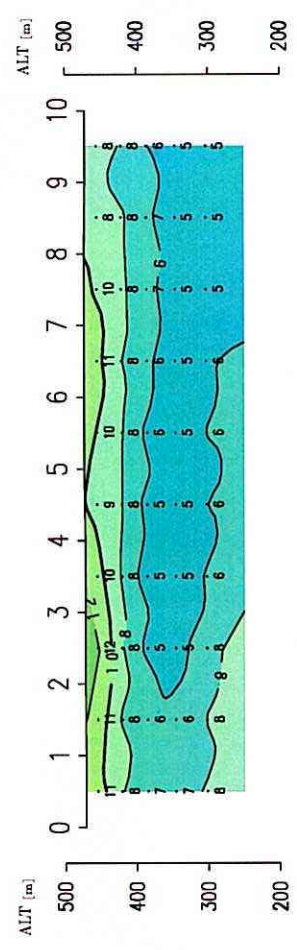
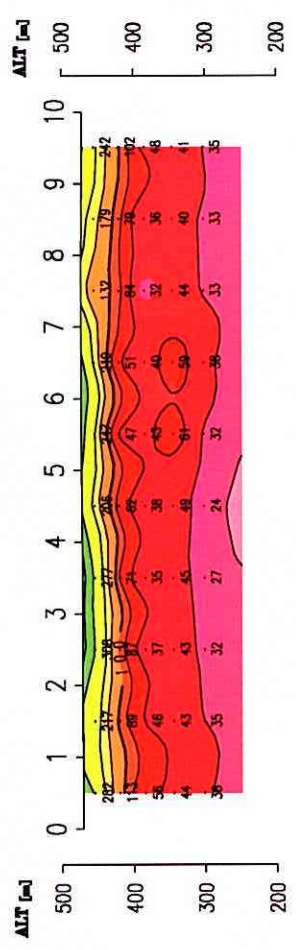
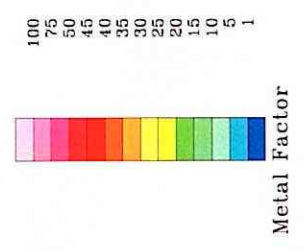
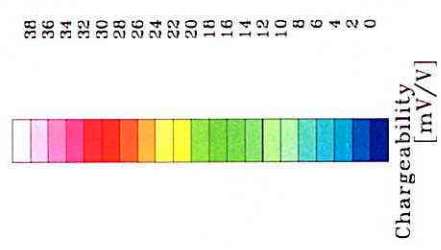
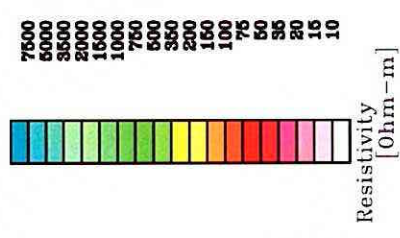
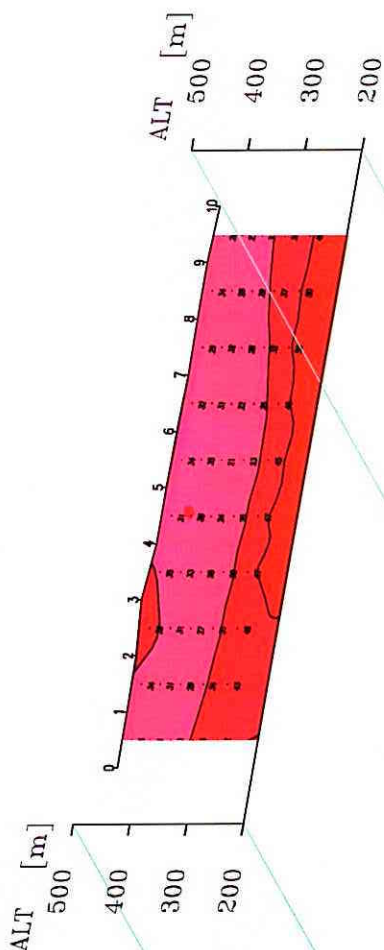


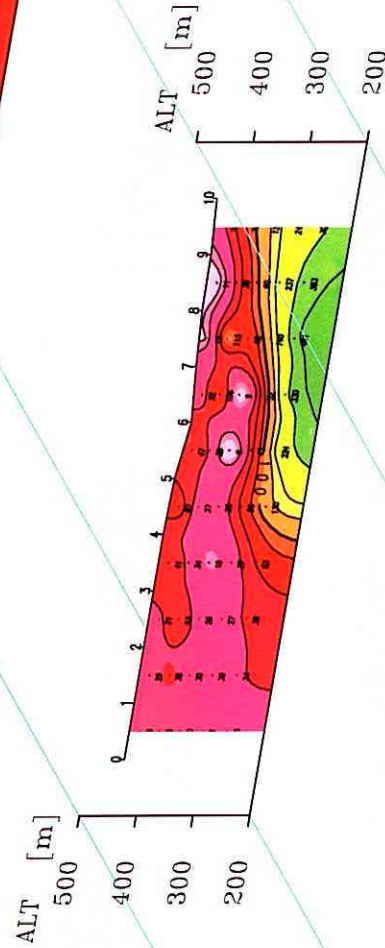
Fig.II-2-1-57 2D Analysis section of resistivity and chargeability and metal factor (MJTK-IP-5)



A-Line



B-Line



C-Line

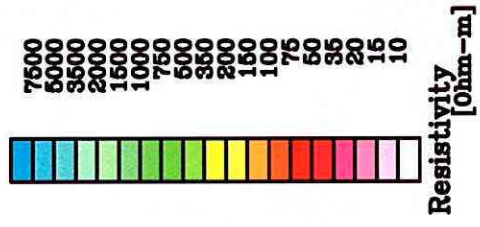
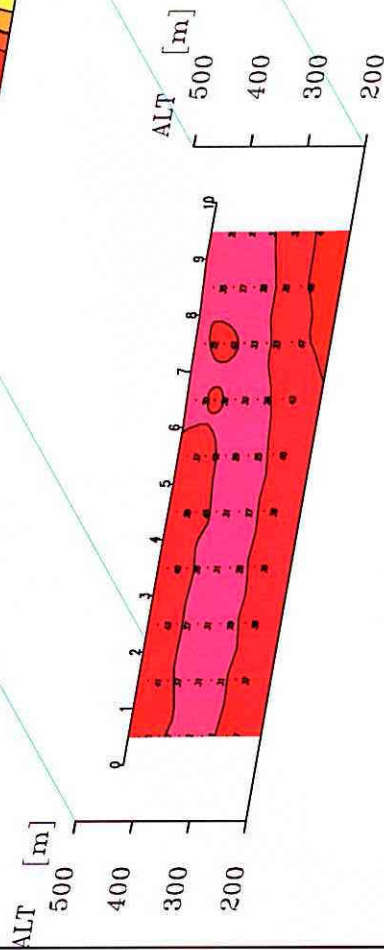


Fig.II-2-1-58 2D Analysis section of resistivity (MJTK-IP-6)

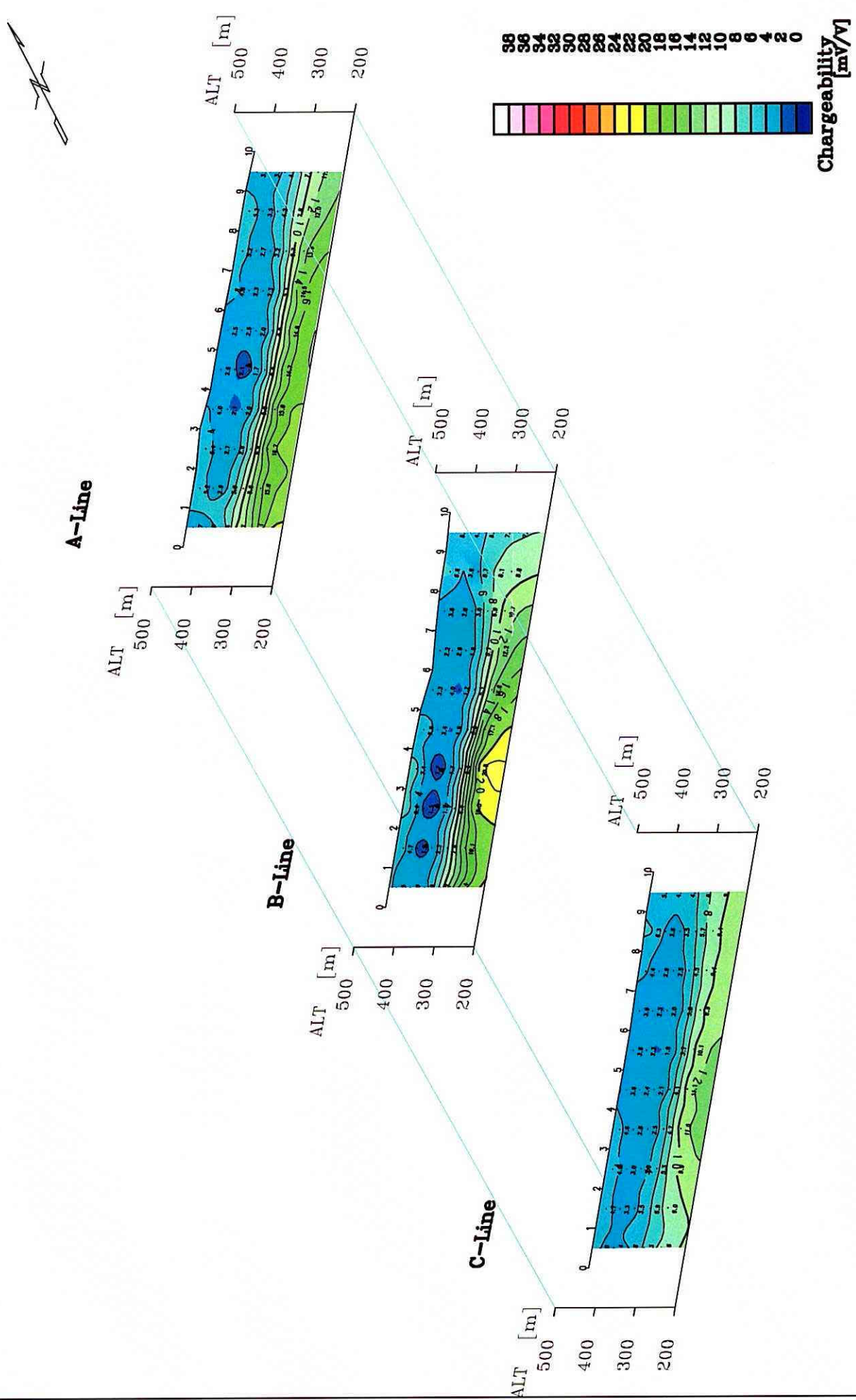


Fig.II-2-1-59 2D Analysis section of chargeability (MJTK-IP-6)

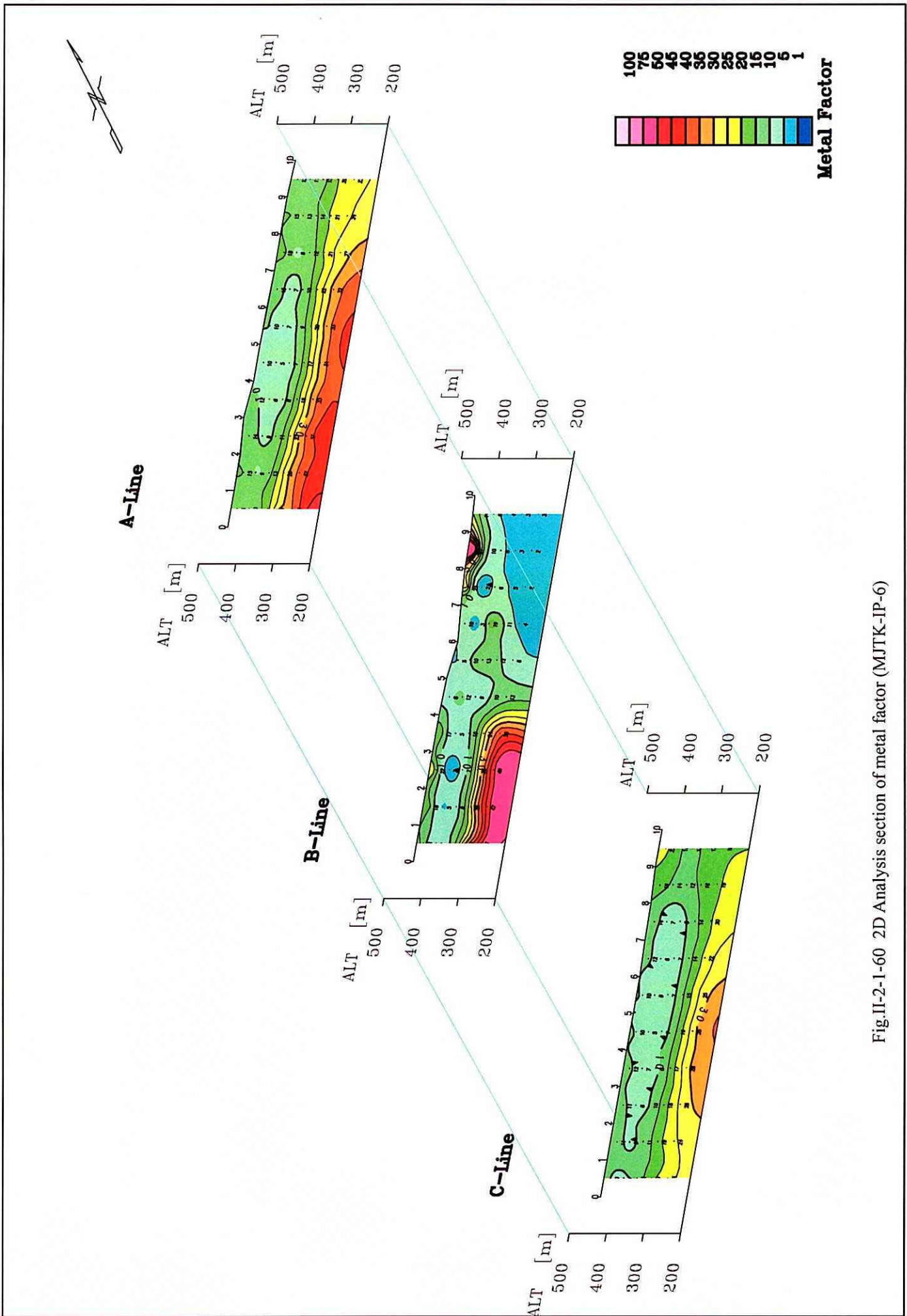


Fig.II-2-1-60 2D Analysis section of metal factor (MJTK-IP-6)

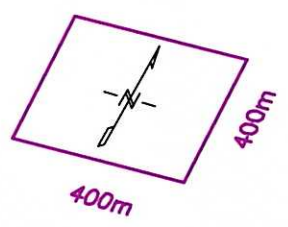
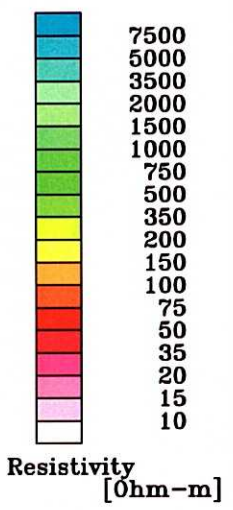
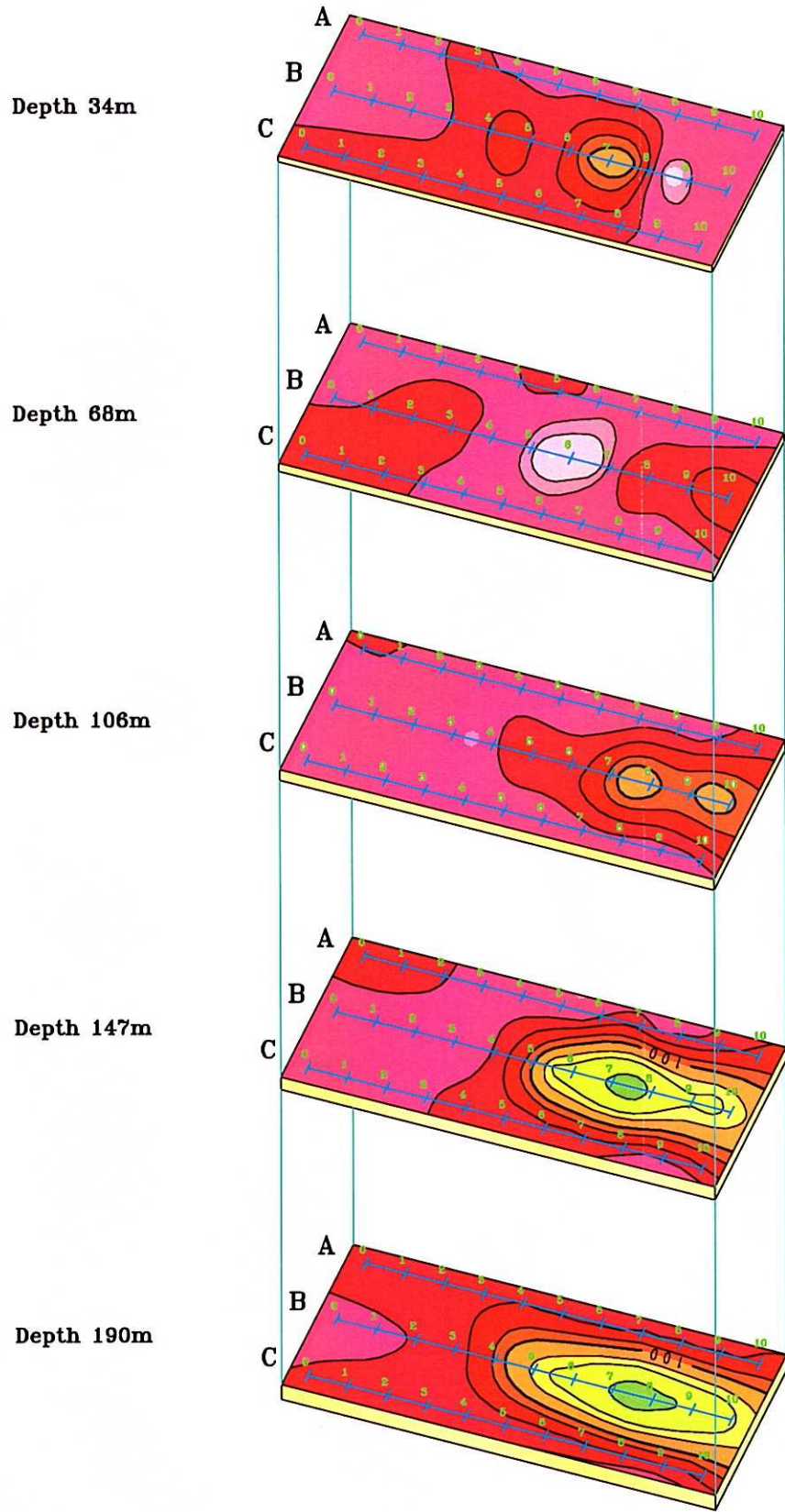
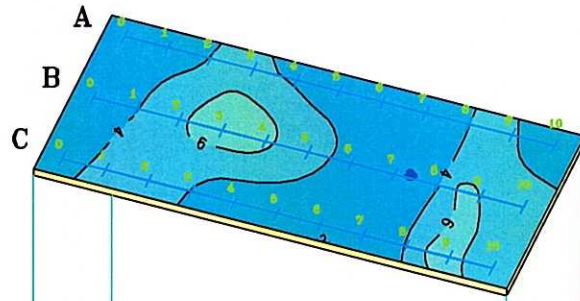
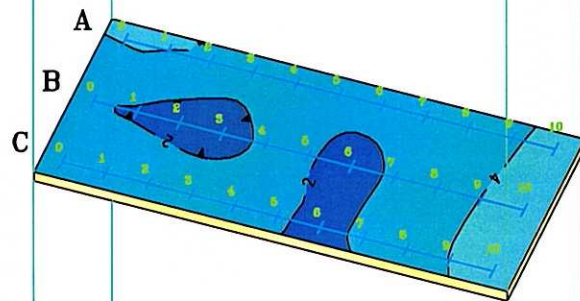


Fig.II-2-1-61 2D Analysis plane map of resistivity (MJTK-IP-6)

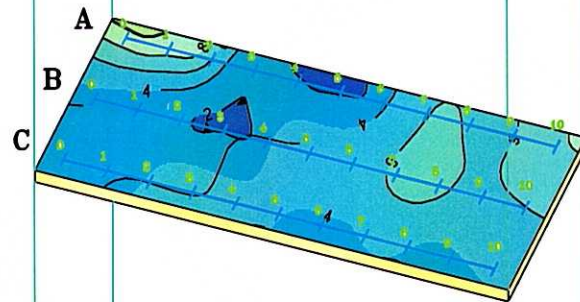
Depth 34m



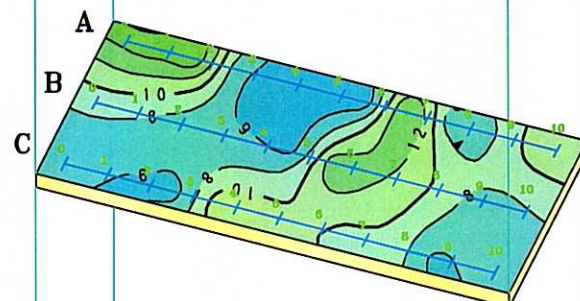
Depth 68m



Depth 106m



Depth 147m



Depth 190m

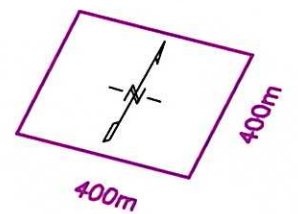
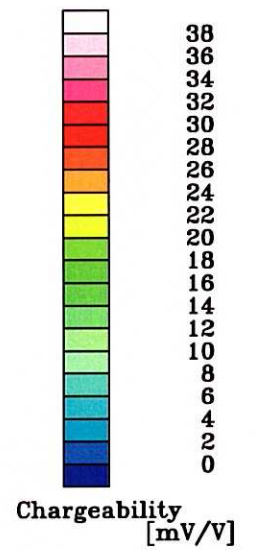
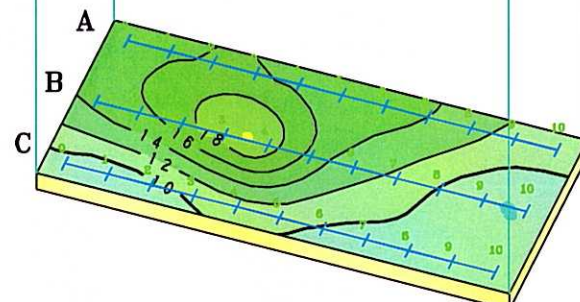
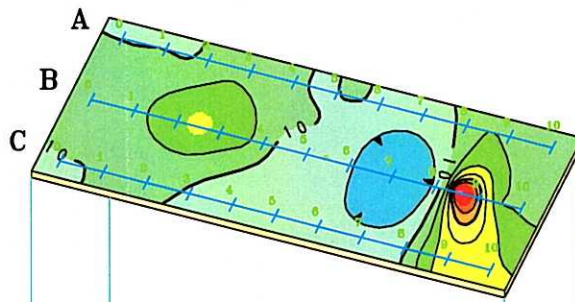
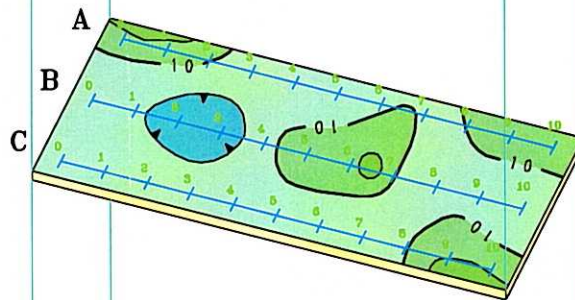


Fig.II-2-1-62 2D Analysis plane map of chargeability (MJTK-IP-6)

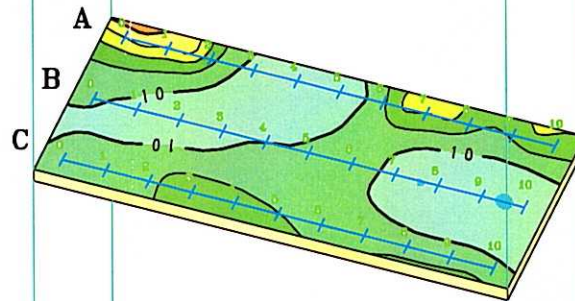
Depth 34m



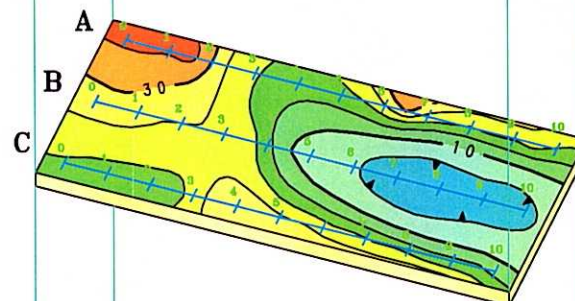
Depth 68m



Depth 106m



Depth 147m



Depth 190m

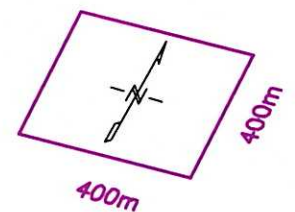
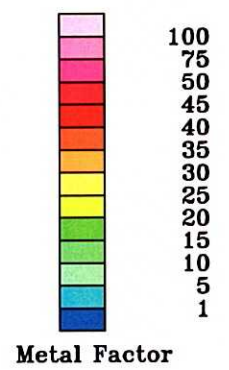
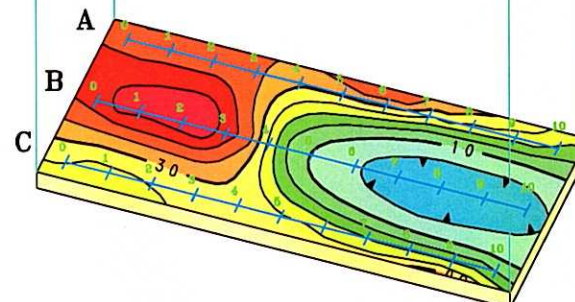


Fig.II-2-1-63 2D Analysis plane map of metal factor (MJTK-IP-6)

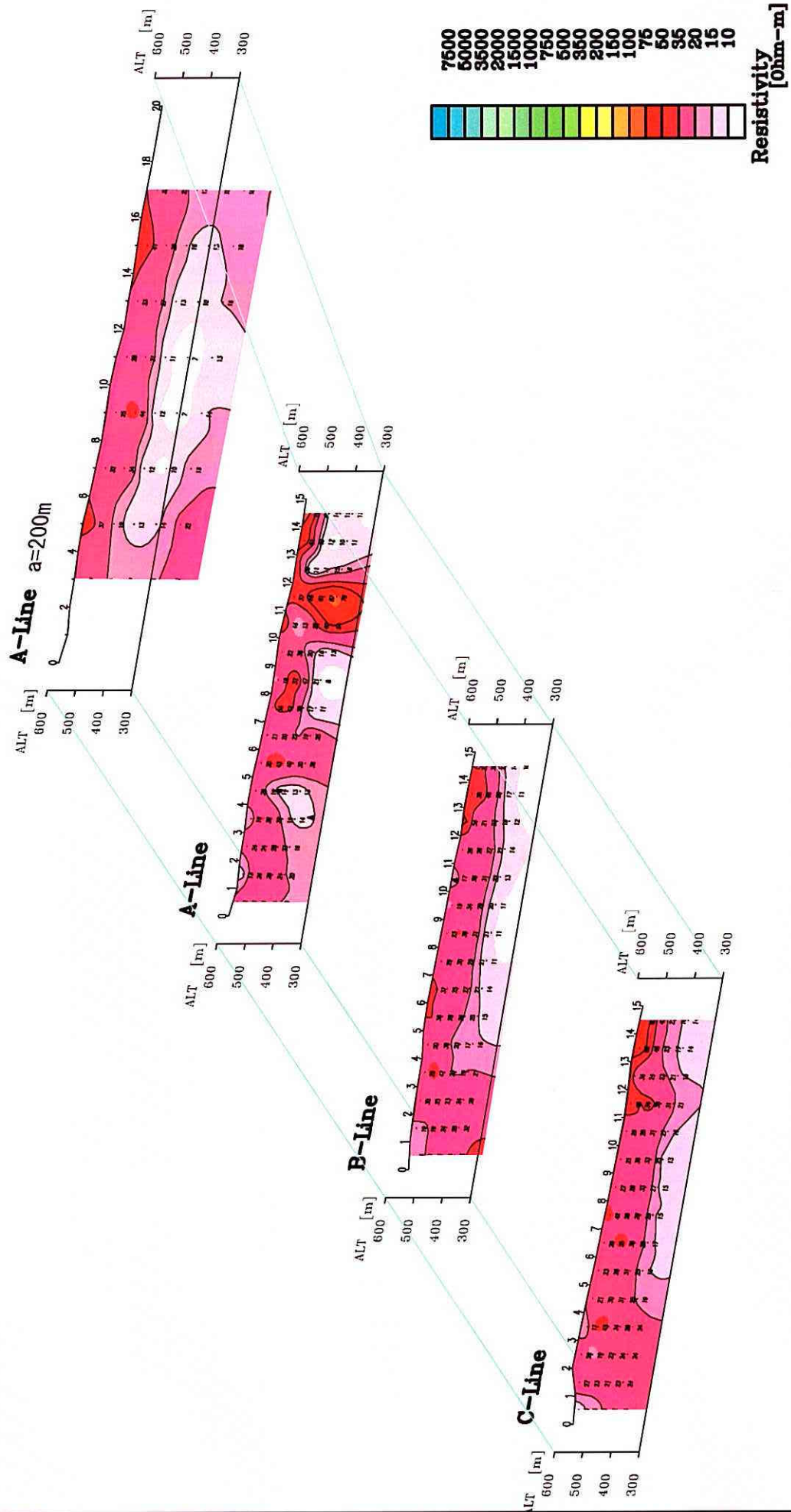


Fig.II-2-1-64 2D Analysis section of resistivity (MJTK-IP-7)

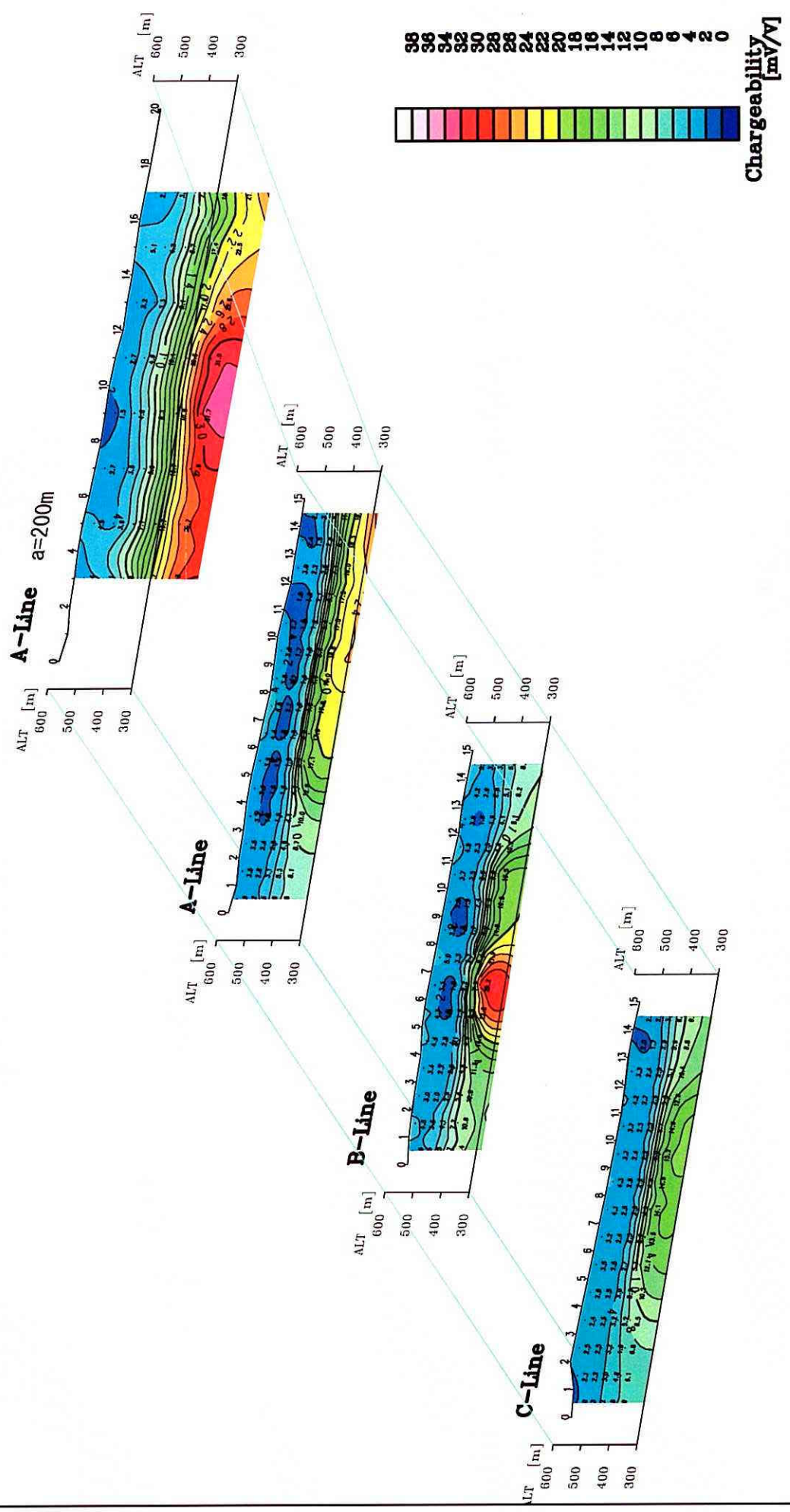


Fig. II -2-1-65 2D Analysis section of chargeability (MJTK-IP-7)

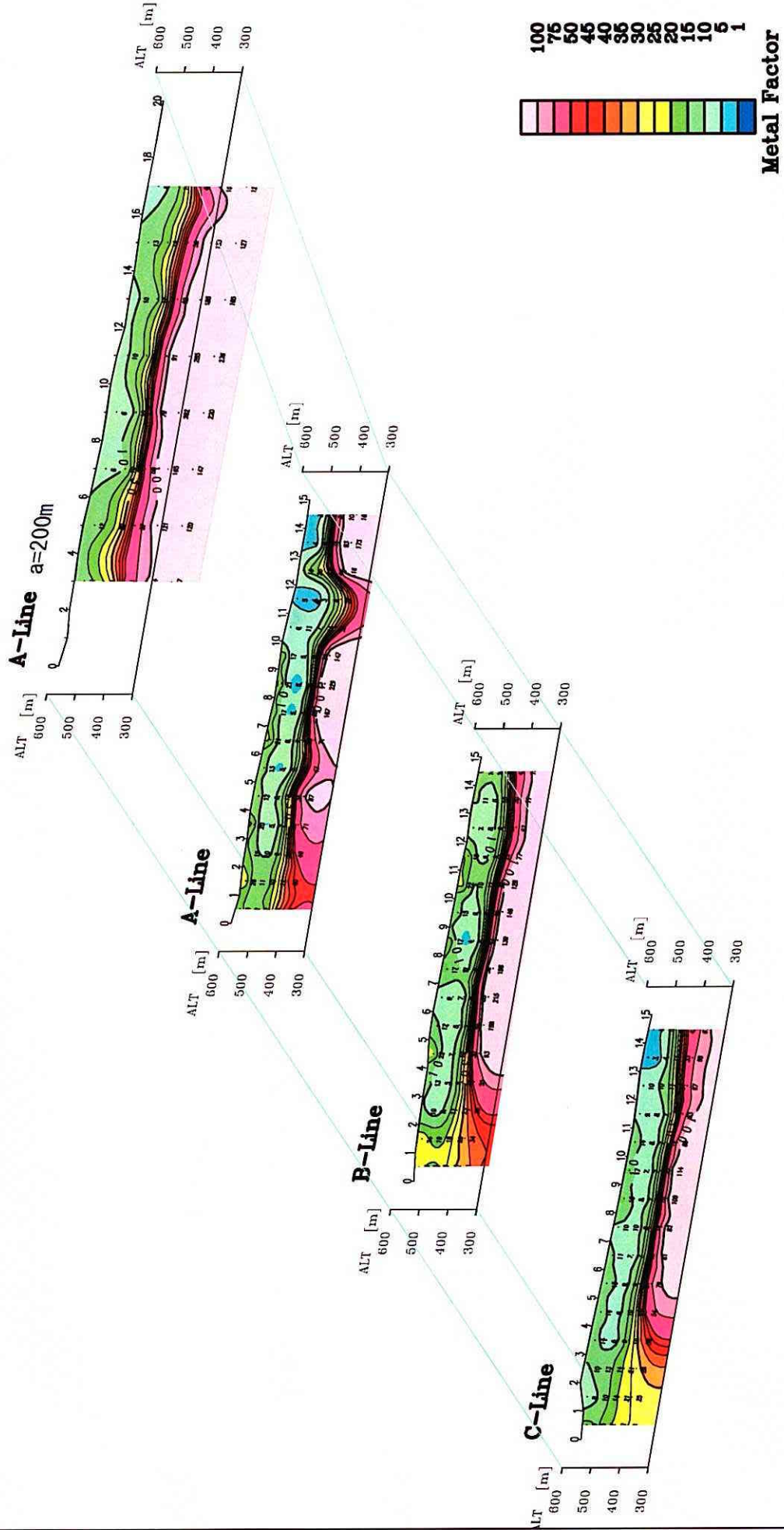
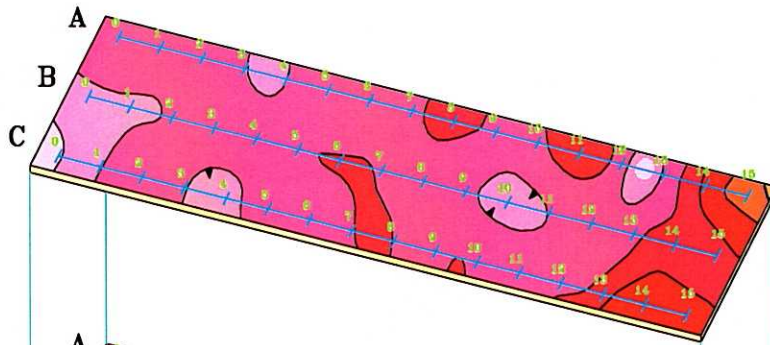
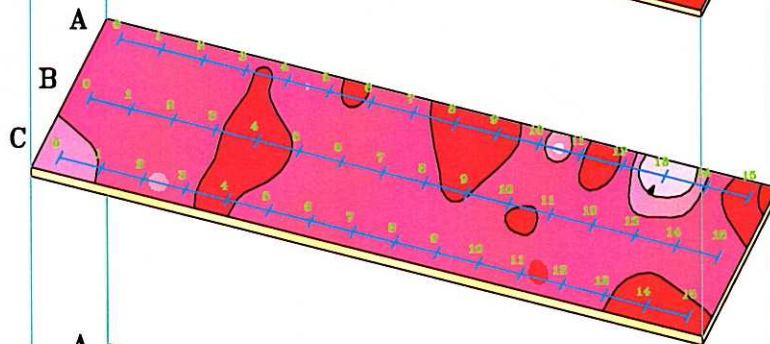


Fig.II-2-1-66 2D Analysis section of metal factor (MJTK-IP-7)

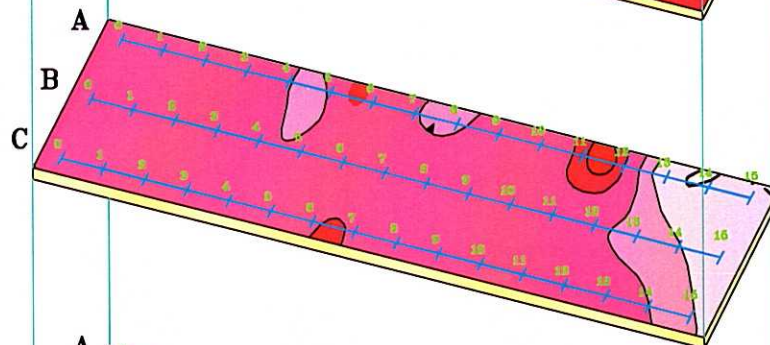
Depth 34m



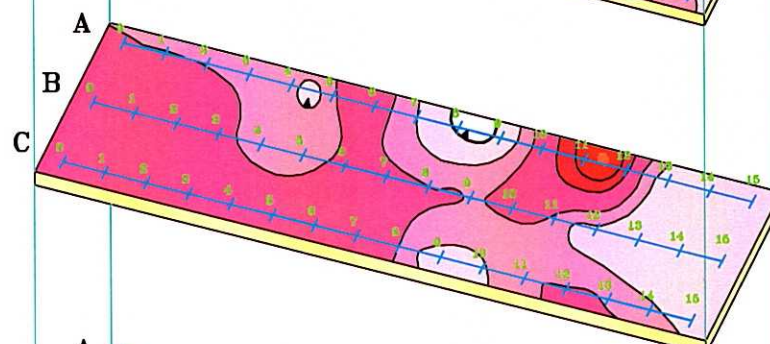
Depth 68m



Depth 108m



Depth 147m



Depth 190m

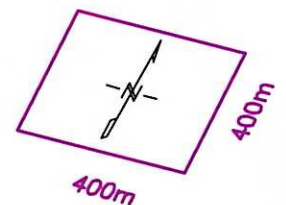
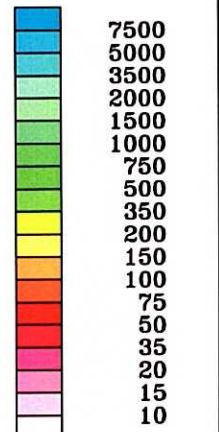
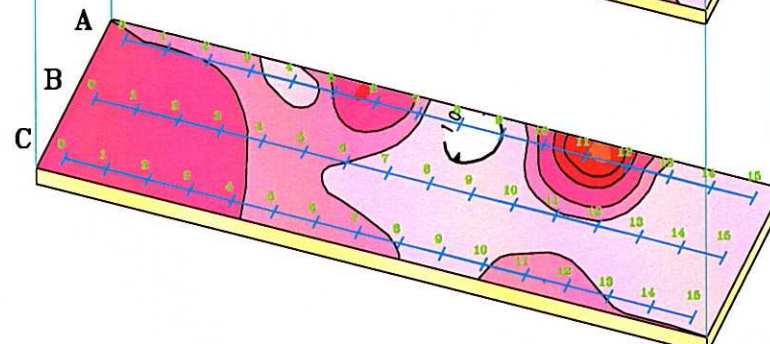


Fig.II-2-1-67 2D Analysis plane map of resistivity (MJTK-IP-7)

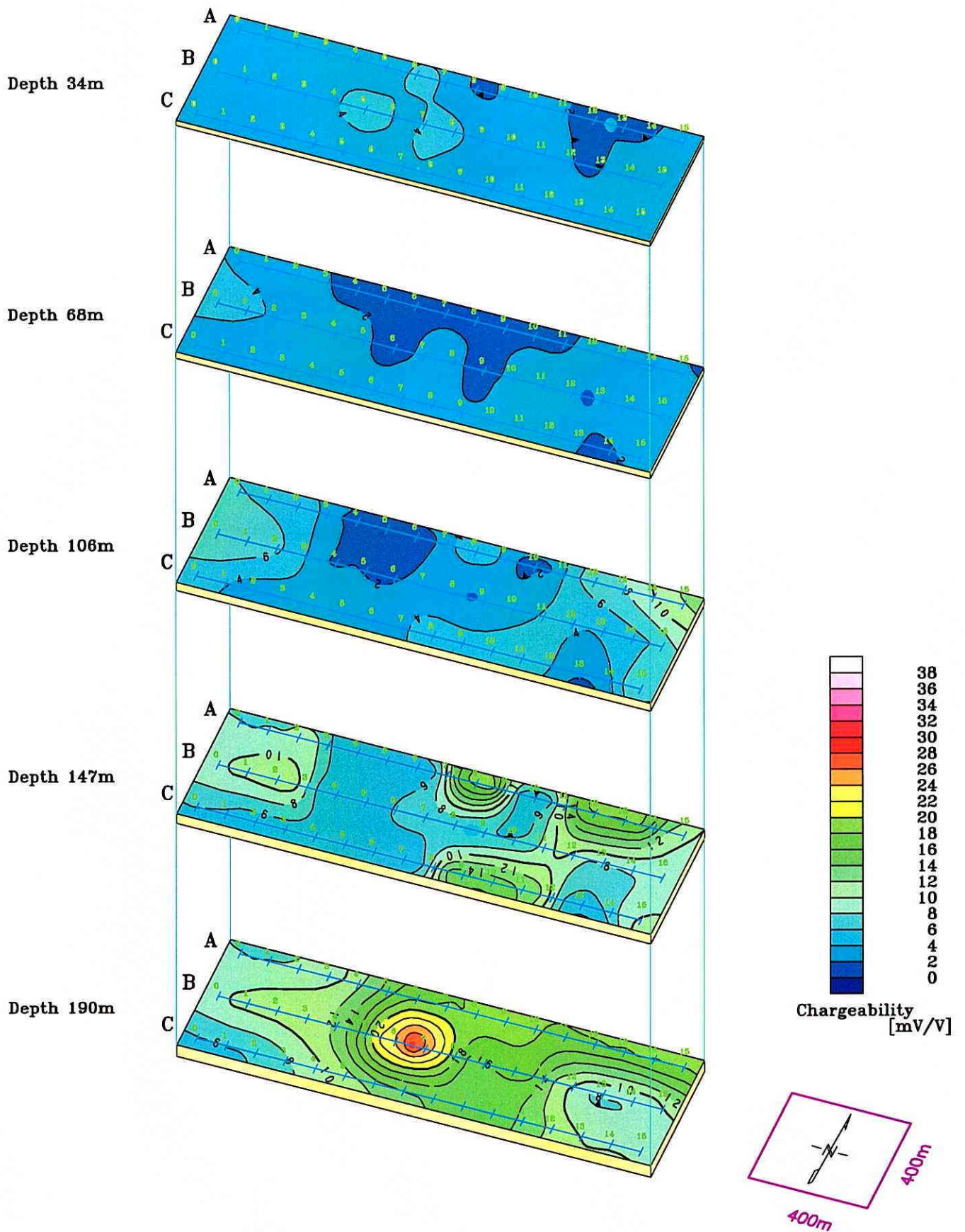


Fig.II-2-1-68 2D Analysis plane map of chargeability (MJTK-IP-7)

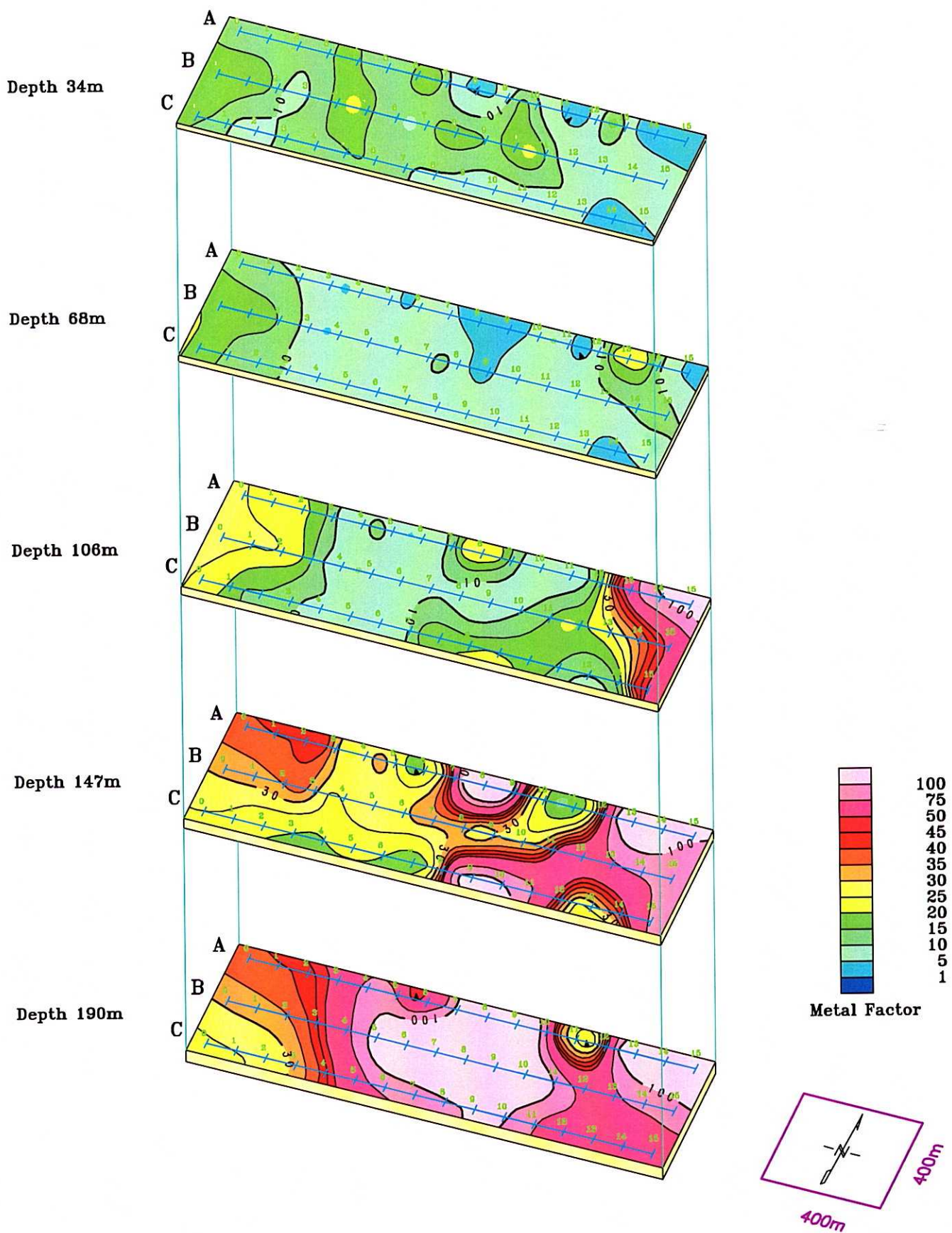


Fig.II-2-1-69 2D Analysis plane map of metal factor (MJTK-IP-7)

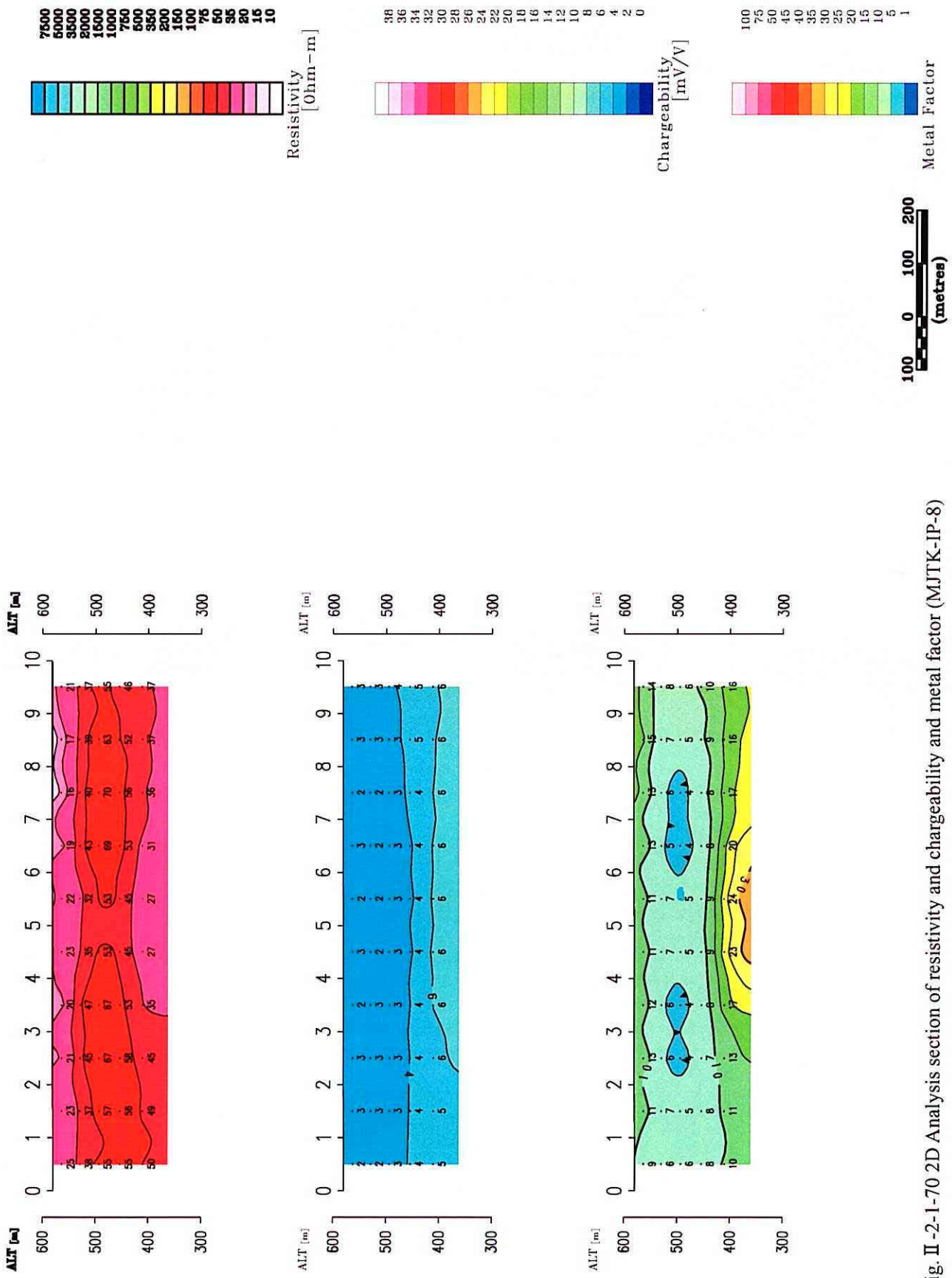


Fig. II -2-1-70 2D Analysis section of resistivity and chargeability and metal factor (MJTK-IP-8)

2-1-6 物性測定

1) 測定方法

本地域の岩石の電気的特性データを収集する目的で、既存ボーリングコア及び露頭から岩石を採取して室内測定を行った。試料は、比抵抗が $90 \Omega \cdot m$ の水に 48 時間浸し、含水飽和状態にした。試料数は 20 個である。

測定は、TDIP 法により、比抵抗及び分極率の測定を行った。

使用機器を Table II-2-1-4 に示す。

2) 測定結果

物性測定結果の一覧を Table II-2-1-6 に、試料の比抵抗と充電率の関係を Fig. II-2-71 に示す。

比抵抗は約 $1 \sim 14,000 \Omega \cdot m$ で、充電率は $0.2 \sim 761 mV/V$ を示した。

磁硫鉄鉱及び硫化鉄は、比抵抗が $1 \Omega \cdot m$ 以下で、充電率が $400 mV/V$ 以上の値を示した。

岩石の充電率は、僅かに鉱染した Phyllite を除き約 $30 mV/V$ 以下である。

新期堆積物の比抵抗は、約 $40 \Omega \cdot m$ 以下を示す。

古生界の岩石は、比抵抗変化が大きい。岩種別では、Phyllite の比抵抗が高い傾向を示すが、変成程度や割れ目により比抵抗が大きく変化する。固結度が弱い岩石が約 $300 \Omega \cdot m$ 以下を示し、緻密な岩石が最大約 $10,000 \Omega \cdot m$ を示した。火成岩にもこの傾向がある。

$10 \Omega \cdot m$ 以下を示す岩石は、縞状構造や割れ目が多く粘土質～シルト質で軟質である。

3) まとめ

礫層を除く新期堆積物は、比抵抗構造解析から約 $50 \Omega \cdot m$ 以下と推定されていて、物性試験結果の数～数 $10 \Omega \cdot m$ に対応するものである。

一方、火成岩及び堆積岩は比抵抗変化が大きい。

測定結果では、Phyllite 質なものが高比抵抗を示す傾向にあるが、火成岩及び堆積岩とも主に割れ目や固結度に比抵抗が大きく変化している。

コアサンプルは、できる限り割れ目の少ない部分を採用する傾向にあるため部分的なサンプル比抵抗は高くなる。実際の岩石比抵抗は、マクロ的に見たほうが現実的である。本地区の古生界の火成岩及び堆積岩の比抵抗は、約 $10 \sim 3,000 \Omega \cdot m$ 程度であろう。

岩石には、一般的な低比抵抗・低充電率、高比抵抗・高充電率の弱い相関が認められる。

Table II-2-1-6 Results of physical property tests

No.	S. No.	Sample No.	Rock Name	Position			Remarks	Resistivity[$\Omega \cdot m$]	Mx(450-950)
				IP-2	0586007	3487986			
1	1	090901	Andesite	IP-2	0586007	3487986	Paleozoic	482.8	10.46
2	2	090902	Calcareous Sandstone	IP-2	0586108	3487958	Paleozoic	4889.2	29.60
3	3	091001	Limestone	IP-7	0581008	3483574	Cenozoic	3.0	0.28
4	4	091002	Conglomerate	IP-7	0582359	3484145	Cenozoic	1.3	5.35
5	5	091301	Limestone	IP-3	0587018	3487197	Cenozoic	35.3	2.74
6	6	091401	pyrrhotite ore				Kettara, pyrrhotite ore	0.9	761.06
7	7	100301	Rhyolite				in Hajar Mine. Lower Zone.	71.0	2.63
8	8	100302	Sulfide ore				in Hajar Mine.	1.0	563.77
9	9	100303	Silt stone				in Hajar Mine. Upper Zone.	13584.2	18.30
10	10	100304	Silt stone		0581048	3471587	Amzough	5.1	3.31
11	11	100305	Rhyolite		0581118	3471352	Amzough	2253.3	3.28
12	14-1		Rhyolite		0581755	0358648	Draa Sfar	18.9	2.36
13	15	100402	Gabbro		0581701	3508489	Draa Sfar	281.4	7.87
14	17	100404	Calcareous Phyllite		0357690	3482557	Ghoula	8.7	3.46
15	20	100407	Sandy tuff		0576333	3482544		7.2	0.61
16	22	100409	Tuff-Phyllite alt		0576370	3482559		110.0	2.66
17	24	b	Micro-diorite				Kouadra.S3 302.30m	4847.7	5.14
18	25	c	Sandy Phyllite				Kouadra.S10 262.30m	1215.3	79.83
19	26	d	Sandy Phyllite				Kouadra.S10 361.50m	14212.1	7.34
20	29	090901	Andesite	IP-2	0586007	3487986	Paleozoic	3544.0	14.64

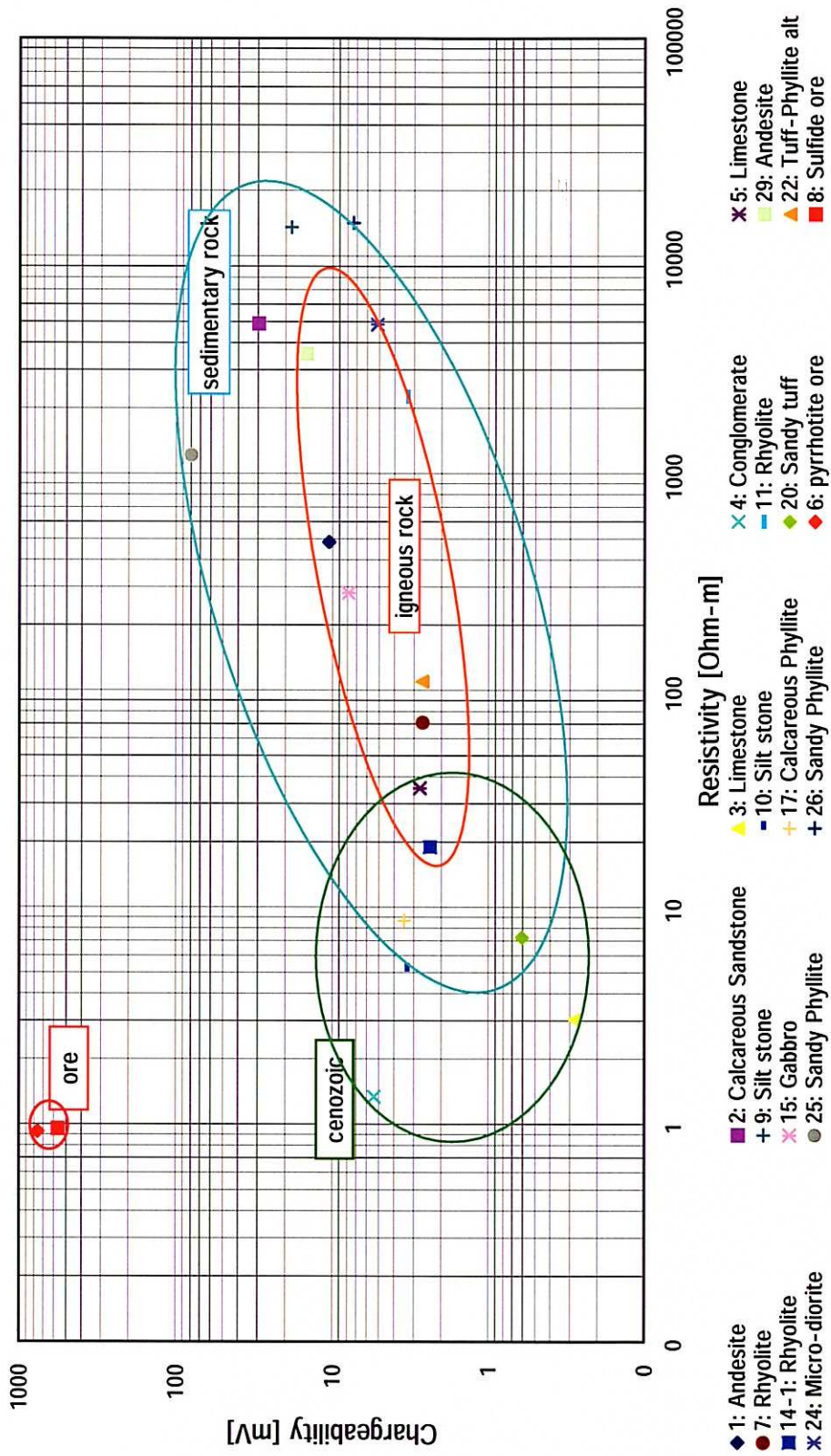


Fig.II-2-1-71 Relation between resistivity and chargeability for different types of rock

2-1-7 考察

本調査の解析結果の概略は、各地区とも第 1 年次の空中探査により解析された磁気及び導電率分布によく対応する結果であった。導電率分布は、新期堆積物の分布状況に良く対応している。新期堆積物は、比抵抗構造解析及び物性試験結果から約 $50 \Omega \cdot m$ 以下と考えられ、その分布状況は水平成層構造的な比抵抗構造として解析された。

空中電磁による導電率には、MJTK-IP-4 及び MJTK-IP-8 地区に局部的異常が見られた。しかし、調査地区内の比抵抗分布は、他の地区と同様であることと、充電率にも異常が見られなかった。

空中磁気異常を対象に選定された地区は、MJTK-IP-1、2、3、5、6 地区である。各地区とも空中磁気に対応した特徴的な解析結果である。

MJTK-IP-1 地区では、深部に弱い充電率帯が解析された。この充電率帯は、深度約 150m 以深で C 測線 No. 8 付近を中心とする高比抵抗域を取り巻く様分布するが、E、A、B、C、D 測線の No. 5 付近を通る NS 系のものと、B 測線の No. 14 を中心とした NW 系の 2 列が解析された。

一方、比抵抗構造の特徴は、 $200 \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗域が C 測線 No. 7 付近の深度約 150m 以深に広く盛り上がり深部へ延びると解析された。また 3 ヶ所の空中磁気異常の中で中央は高比抵抗域に対応する。

当地域既存鉱床の胚胎の特徴である層状分布を考慮するた、連続する充電率帯が目されるものである。

MJTK-IP-2 地区では、比較的弱い空中磁気異常と山頂から裾野に広く広がる高比抵抗域が良く対応している。頂部付近の高比抵抗域は、安山岩および石灰質シルト岩の分布域である。安山岩は、周辺より高充電率域で深部の北側へ延びていると考えられる。空中磁気異常は、安山岩を反映したものと推定される。

頂部直下深部は、数 $10 \Omega \cdot m$ の低比抵抗構造分布で、割れ目の発達も推定される。

安山岩及びシルト岩は、物性試験でも緻密なものは高比抵抗であり、割れ目等により大きく変化する。

MJTK-IP-3 地区では、空中磁気異常と深度約 50m 以深に解析されたドーム状の高比抵抗域及び低充電率域に良い対応が認められたが、IP 効果が非常に弱く硫化鉱床に関するものでないと判断された。

MJTK-IP-5 地区は、空中磁気で局所的異常を示している。この地区の解析結果は、単調な水平成層構造と考えられる比抵抗構造である。局所的磁気異常は、砕石設備が影響したものと判断される。比抵抗構造は、浅部が $200 \Omega \cdot m$ 程の高比抵抗構造である。深部で低比抵

抗・低充電率で異常はない。

MJTK-IP-6 地区での空中磁気異常は、他地区より弱い広がりをもっている。この地区の比抵抗構造及び充電率構造とも深部の中央付近から高くなる傾向を示している。これは、深部の古生界の岩相を反映したものと考えられる。充電率が低く異常はない。

MJTK-IP-7 地区は、全体に高導電率域で比抵抗構造解析でも深度約 150m までは約 25 $\Omega \cdot m$ で比抵抗構造に大きな変化はない。電極間隔 200m の測定による比抵抗構造解析では、深部でさらに低く 10 $\Omega \cdot m$ 以下である。この地区は、深部で充電率の変化がみられるが、比抵抗には大きな変化がないため、新期堆積物層厚は不明である。充電率は、深部で僅かに高くなる傾向であるが異常はない。

これまでの結果を整理すると。

- ・物性試験での古生界の岩石比抵抗は、マクロにみても割れ目等により数 10～数千 $\Omega \cdot m$ と変化が大きく鉱床胚胎層、上部層及び下部層に対比される特徴が無い。
- ・岩石の充電率は、高比抵抗になるほど充電率が僅かに高くなる傾向がある。
- ・解析された二つの充電率帯は弱い値である。
- ・二つの充電率帯のうち西側は、100 $\Omega \cdot m$ 以上の比抵抗域に概ね対応する。
- ・三列の空中磁気異常のなかで中央は、高比抵抗域に対応し火成岩の影響が強いと考えられる。西側の空中磁気異常部は、測線端の深部に対比されるもので解析結果と対比できない。

一般の岩石は、高比抵抗になるほど高充電率を示す傾向にあるため、高比抵抗域での充電率の扱いには注意を要する。

低比抵抗域に存在する B 測線の No. 14 に延びる NW 系の弱い充電率帯が注目されるものと考えられる。

本地区周辺の既存鉱山の鉱体は、磁硫鉄鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱等を伴うため、探査指針として磁気、IP 効果の両面を考慮する必要がある。

2-2 電磁探査 TEM 法

2-2-1 調査の目的

電磁探査 TEM 法(以下 TEM 法)は IP 法探査で抽出された IP 異常域周辺において比抵抗構造の詳細を明らかにすること、鉱体存在可能性地点の抽出を行なうことを目的としている。今回の調査は特に堆積層の層厚を求めること、IP 異常の広がりを捉えることを目的として実施された。

2-2-2 調査位置及び調査量

TEM 法の調査位置は空中物探の調査結果から抽出された MJTK-IP-1 ~ MJTK-IP-8 の異常域で実施した IP 法探査結果の中で IP 異常が解析された地域が選ばれた。TEM 法を実施したのは MJTK-IP-1、MJTK-IP-6、MJTK-IP-7 の 3 地域である。

MJTK-IP-1 と MJTK-IP-6 及び MJTK-IP-7 地域の TEM 法測定点位置図をそれぞれ Fig. II-2-2-1 ~ Fig. II-2-2-3 に示す。また、各地域の調査量を Table II-2-2-1 へ示す。TEM 法の全調査量は 139 点である。

MJTK-IP-1 地域では東西方向 1 測線、南北方向 9 測線、計 10 測線の測定を行なった。測定点間隔は東西方向が 50m、南北方向が 100m であり、測定点数は合計 104 点である。

MJTK-IP-6 地域では東西方向 1 測線の測定を行なった。測定点間隔は 100m であり、測定点数は合計 9 点である。

MJTK-IP-7 地域では東西方向 1 測線、南北方向 1 測線、計 2 測線の測定を行なった。測定点間隔は東西方向が 50m、南北方向が 100m であり、測定点数は合計 26 点である。

Table II-2-2-1 Detail specification of TEM survey

Area name	Number of stations	Length of survey lines	Spacing (m)
MJTK-IP-1	104	N-S 9 lines 4050m	50
		E-W 1 line 2000m	100
MJTK-IP-6	9	E-W 1 line 800m	100
MJTK-IP-7	26	N-S 1 line 400m	50
		E-W 1 line 1800m	100
Total	139	9050m	

2-2-3 調査方法

測定装置は、カナダ Geonics 社製の測定装置を使用した。データの収録装置 PROTEM(D)には、送信電流遮断後の磁場変化率を収録するためにいくつかの測定レンジが設定されている。本調査では地表付近から深度 200~300m までが対象深度であるため、浅部探査用送信機 (TEM47) 及び深部探査用送信機 (TEM57) を用いた。測定レンジは 0.00613~0.06959ms (Uモード)、0.08813~6.978ms (Hモード) 及び 0.8813~69.78ms (Lモード) である。

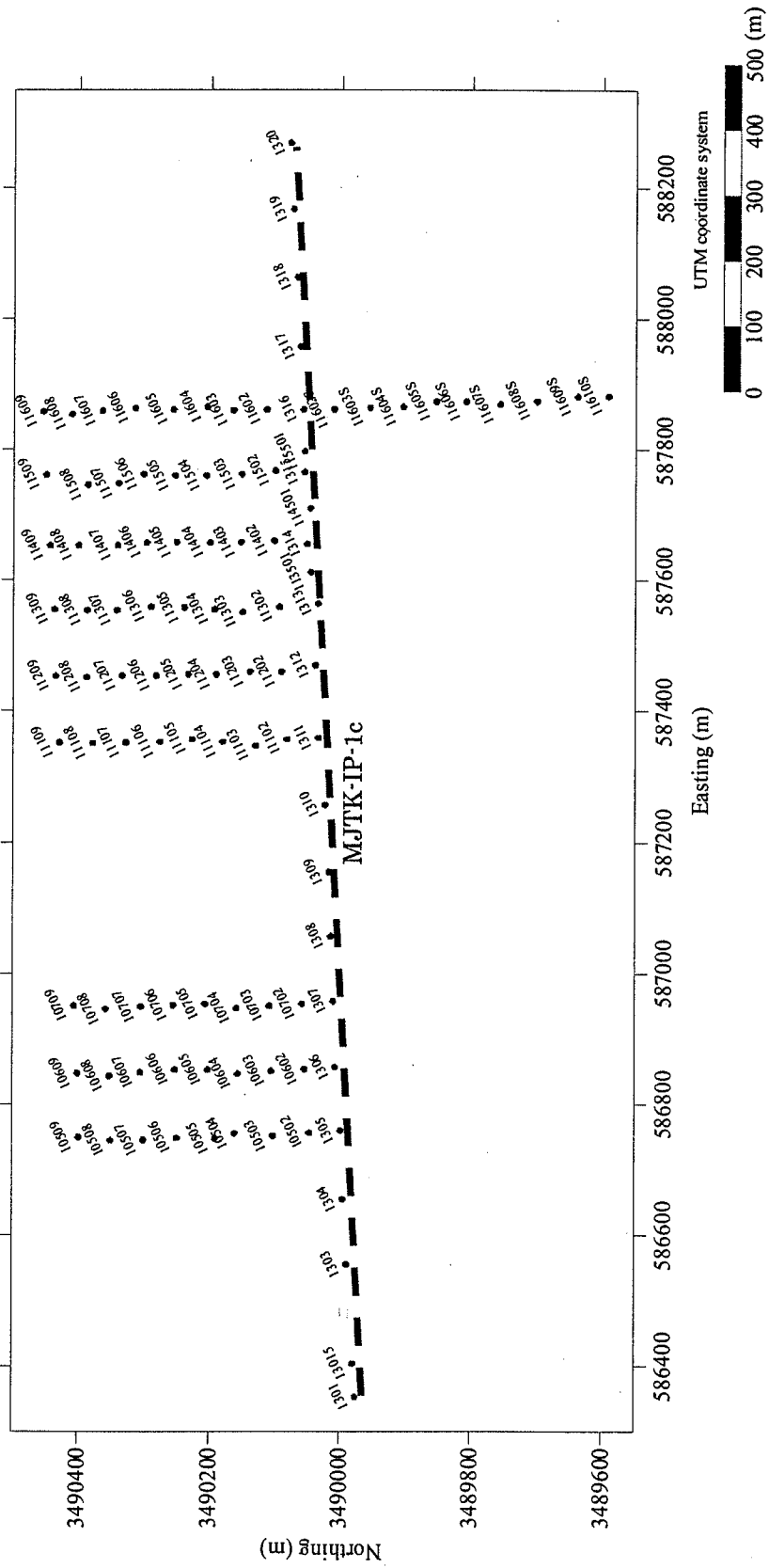


Fig. II -2-2-1 Observed points of TEM method at MJTK-IP-1 area

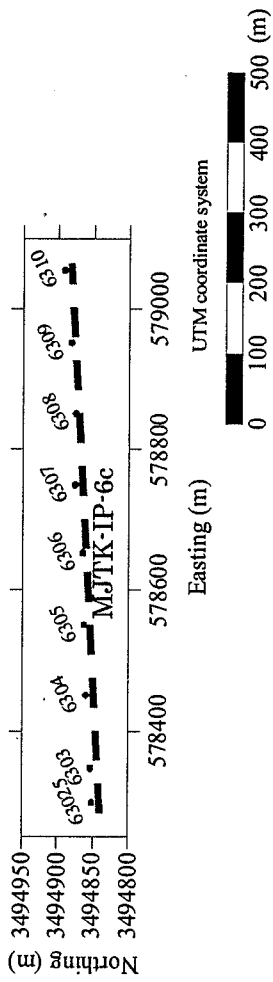


Fig. II -2-2-2 Observed points of TEM method at MJTK-IP-6

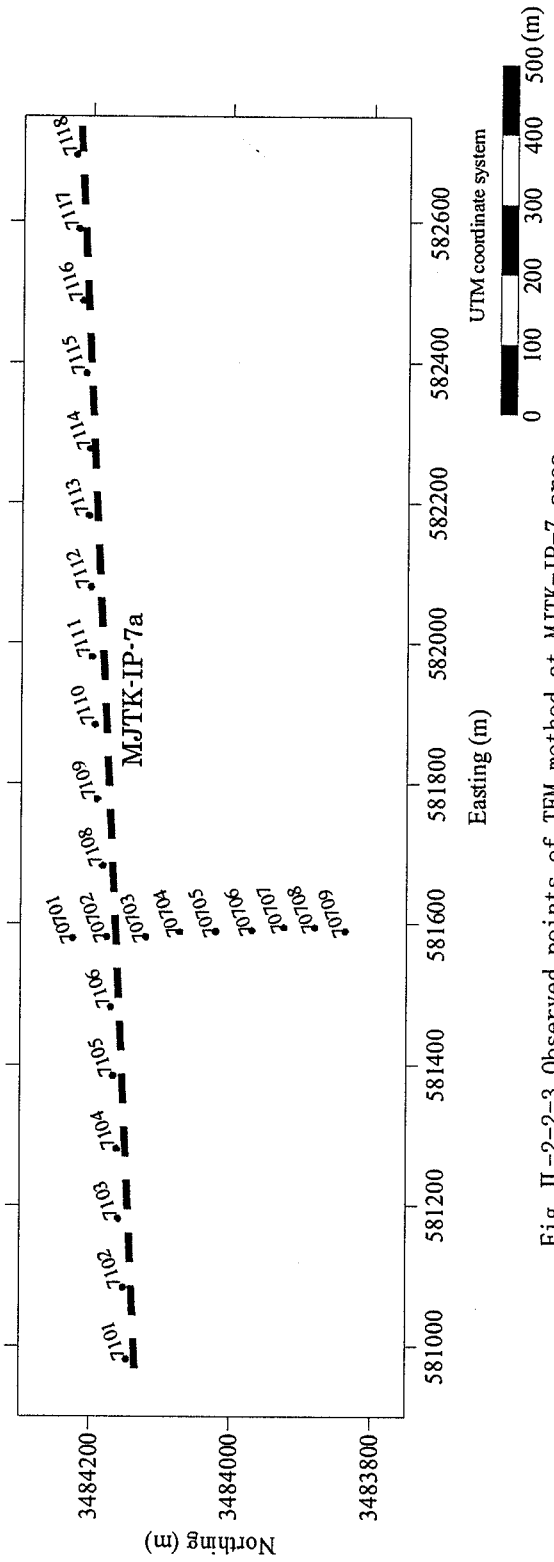
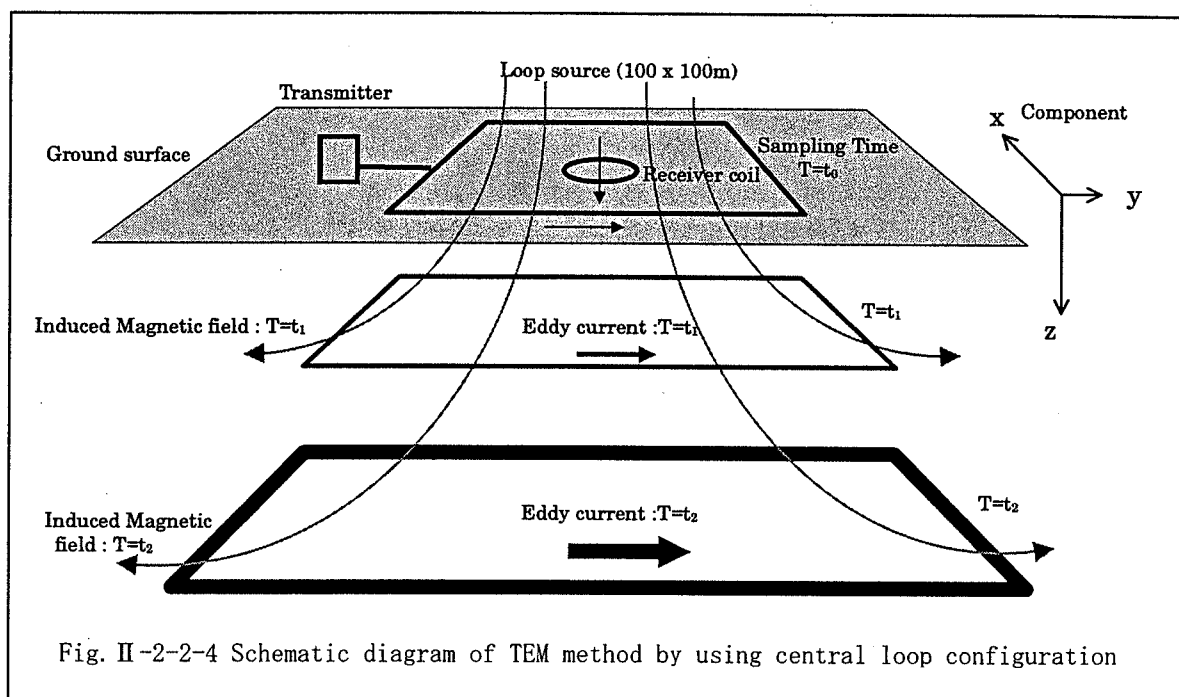


Fig. II -2-2-3 Observed points of TEM method at MJTK-IP-7 area

送信は100×100mのループを敷設し、TEM47では2A程度、TEM57では10A程度の送信電流を使用した。受信コイルはループの中心に設置した。各測定点では複数回測定を繰り返しデータの再現性を確認している。また、S/Nについても良好なデータ取得に努めた。セントラルループ配置でのTEM法測定概念図をFig. II-2-2-4に示した。



2-2-4 解析方法

PROTEM(D)の測定電圧 V_0 (mV)は、次式により磁場変化率 dB/dt (nV/m²)に変換することができる。

$$\frac{dB}{dt} = \frac{V_0 \cdot 19200}{E \cdot 2^n} \quad (2-2-1)$$

ここで、 E (m²)は受信コイルの有効面積、 2^n は増幅器の利得である。さらに、磁場変化率は、次式により時間関数の見掛比抵抗 $\rho_a(t)$ ($\Omega \cdot m$)で表すことができる。

$$\rho_a(t) \cong \frac{\mu}{4 p t_c} \left(\frac{2 \mu M}{5 t_c dB/dt} \right)^{2/3} \quad (2-2-2)$$

ここで、 μ は真空の透磁率($4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$)、 $t_c(\text{msec})$ は送信電流遮断後の経過時間、 M は送信器のモーメントであり、送信ループ面積(m^2)と送信電流値(A)の積である。

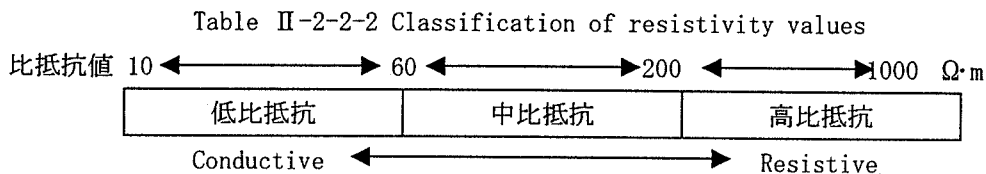
解析は式 2-2-2 で得られた見掛比抵抗値を用いて 1 次元多層構造解析を行なった。解析には INTERPEX 社の TEMIXXL を用いた。

2-2-5 測定結果及び解析結果

測定結果の断面図を巻末に示す。

1 次元解析結果を一覧表としてまとめ調査地域ごとにそれぞれ Table II-2-2-3~Table II-2-2-5 へ示した。また、解析結果を比抵抗構造断面図として作成し、MJTK-IP-1 地域は Fig. II-2-2-7、Fig. II-2-2-8 に、MJTK-IP-6 地域は Fig. II-2-2-9、MJTK-IP-7 地域は Fig. II-2-2-10 へそれぞれ示した。以下に各地域ごとに調査結果を述べる。

解析比抵抗値はその分布範囲から呼び名を Table II-2-2-2 の様に定義する。



2-2-5-1 MJTK-IP-1 地域

本地域は IP 法調査により測線 a、b 及び c において IP 異常が測定されている。TEM 法調査は IP 異常が明らかな東西方向の IP 測線 c 上で行なった。またこの測線に直行する南北方向の測線 9 本についても測定を実施した。

TEM 法調査結果においてもこれらの測線上において IP 効果と見られる測定波形が得られている (Fig. II-2-2-5)。通常、受信点を送信ループの中心に設置する TEM 法測定配置 (以下セントラルループと呼ぶ) では、通常測定電圧波形は時間とともに減衰し、ノイズレベルに達する。しかしながら、本地域では測定時間後期 (Late time) で電圧の極性の反転が測定されており、Fig. II-2-2-5 に示すように見掛比抵抗値が L mode で測定途中から負になっている。このようなセントラルループ配置における測定波形の極性の反転は IP 効果の影響によることが知られている (Flis et al., 1989)。

Flis ら、1989 にしたがって送信ループの下に渦電流 (vortex current) の影響を受けた分極性の岩石を考えた場合を例として IP 効果を説明する。Fig. II-2-2-6 に示すように送信前の (a) の状態ではイオンは電氣的に平衡状態を保っている。(b) ではイオンは渦電流によって動かされ、渦電流と同じ方向の新たな電流が生成される。これを分極電流 (polarization current) と呼ぶ。(c) ではイオンの動きは停止し、分極性の導電体は充電状態になっている。(d) では渦電流が減衰した後、充電されていたイオンが平衡状態に戻る過

程で渦電流とは逆の方向に分極電流を生成する。したがって、もし地下の分極度が十分大きければ、分極電流は渦電流を卓越するほど大きくなるため、渦電流による磁場よりも分極電流による磁場が大きくなり、測定している磁場の極性が反転することになる。

本地域ではこのような IP 効果の影響を受けた測定電圧波形が測定されている地点を IP 異常域として把握することとした。

IP 効果は 2 次元及び 3 次元構造によって生じるものなので、IP 効果の影響を示す測定電圧の極性反転が測定された時間帯以降では 1 次元構造解析はできない。したがって極性反転が測定されているデータに関しては、測定開始から反転が起こる前の時間帯データについて 1 次元構造解析を行なった。

1 次元構造解析結果より本地域の比抵抗構造はほぼ水平成層と見なすことができる。そこで解析深度と解析比抵抗値から Table II-2-2-3 に示すように最上位層から順番に Layer 1、Layer 2、Layer 3 と 3 層に分けた。各層の比抵抗値及び層厚はそれぞれの層に相当する解析値の平均値を示している。Layer 1 の比抵抗値は $17 \Omega \cdot m$ と低比抵抗層であり、層厚は 70m 程度である。Layer 2 の比抵抗値は $169 \Omega \cdot m$ と中比抵抗であり、層厚は 70m 程度である。Layer 3 の比抵抗値は $414 \Omega \cdot m$ と高比抵抗である。

本解析では Layer 2、Layer 3 に相当する深度において高比抵抗に解析された箇所は、IP 効果の計測される直前の時間帯に対応している。したがって Layer 2 で高比抵抗になっている測定点、Layer 3 で高比抵抗になっている測定点が混在していることは、IP 効果の現れる深度が測定点によって違っていることを示している。

上記の層構造を表示する方法として測線ごとに比抵抗構造断面図を作成した (Fig. II-2-2-7 及び Fig. II-2-2-8)。図中の比抵抗値はログスケールでクラス分けしている。比抵抗値の表示色は暖色系が低比抵抗、寒色系が高比抵抗を示している。

本地域の比抵抗構造の特徴を以下に述べる。

- ① 地表から標高 450m 程度までの Layer 1 では低比抵抗層が全域に分布している。
- ② Layer 1 の層厚は西側で薄く、東側に向かって徐々に厚くなっている。南北方向の変化は測線長が短いこともあり、顕著な変化は見られない。
- ③ 低比抵抗層 Layer 1 下部には IP 効果の影響による高比抵抗層が解析されている。
- ④ Fig. II-2-2-7 の南北測線においては IP 測線 IP1-b との交点より北側では IP 効果を示す高比抵抗が解析されず、深部まで低比抵抗層になっている。

Table II-2-2-3 The results of TEM survey at area MJTK-IP-1

	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Thickness (m)
Layer 1	17	74
Layer 2	169	71
Layer 3	414	

1316

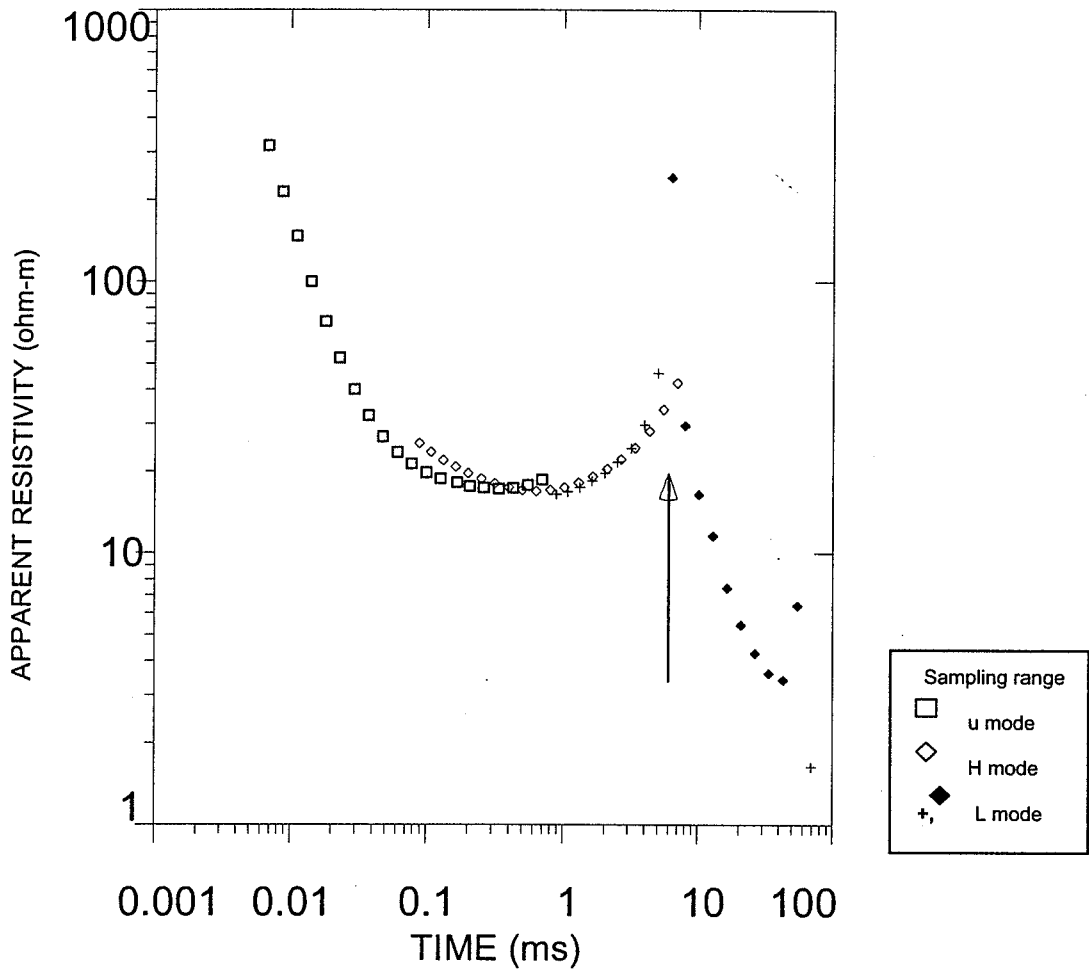


Fig. II-2-2-5 Typical transient curves in the MJTK-IP-1 area

The polarity of apparent resistivity is changing at arrow mark position.

The "+" marked data between the L mode curve shows the positive values and the "◆" marked data shows the negative value.

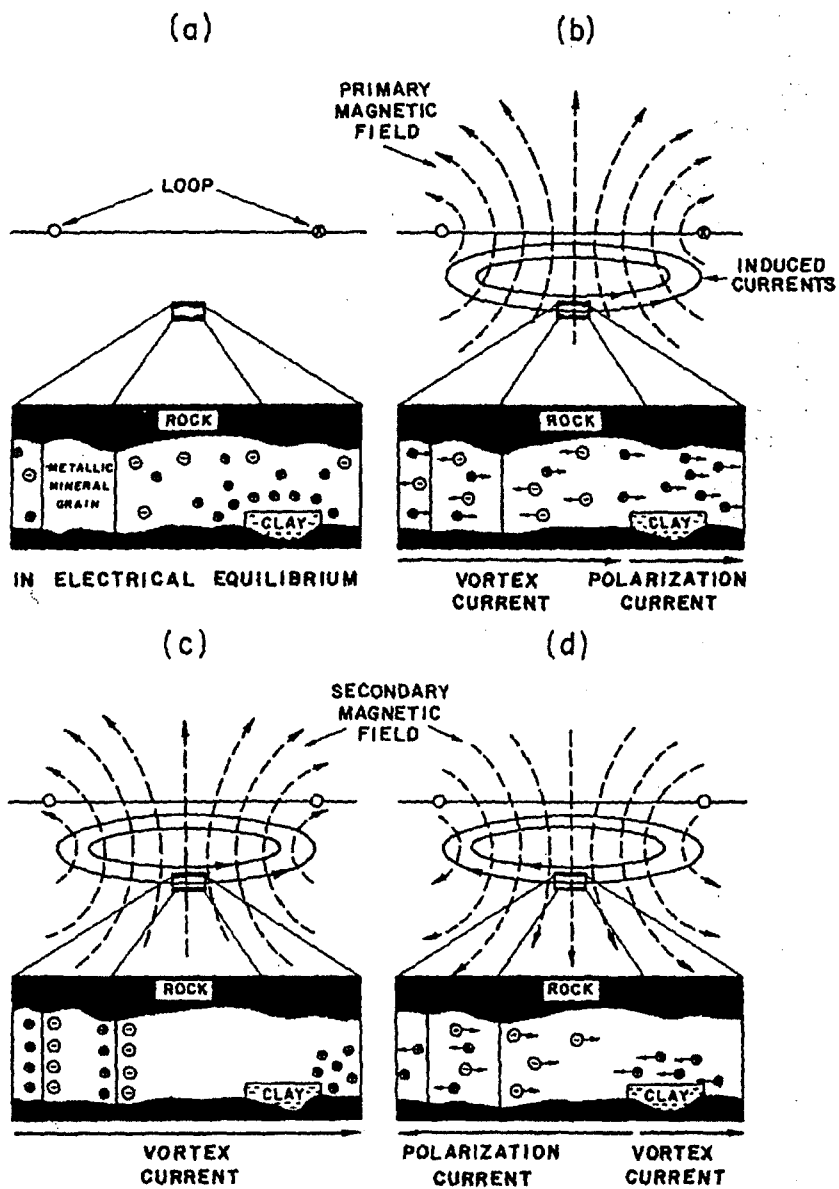


Fig. II-2-2-6 Schematic diagram of ionic movement in a volume of polarizable rock beneath a TEM transmitter loop

(a) Before transmitter turnoff, ions are in electrical equilibrium with any metallic mineral grains and negatively charged crays present. (b) During turnoff and for a short time thereafter, cations, driven in the same direction as the vortex current, constitute a positive polarization current. (c) At some intermediate time the ions attain a fully charged state and the polarization current is zero. (d) At later times, the decaying vortex current can no longer support this charge state ; the ions drift back to their original positions producing a negative polarization current. (After Flis et al., 1989)

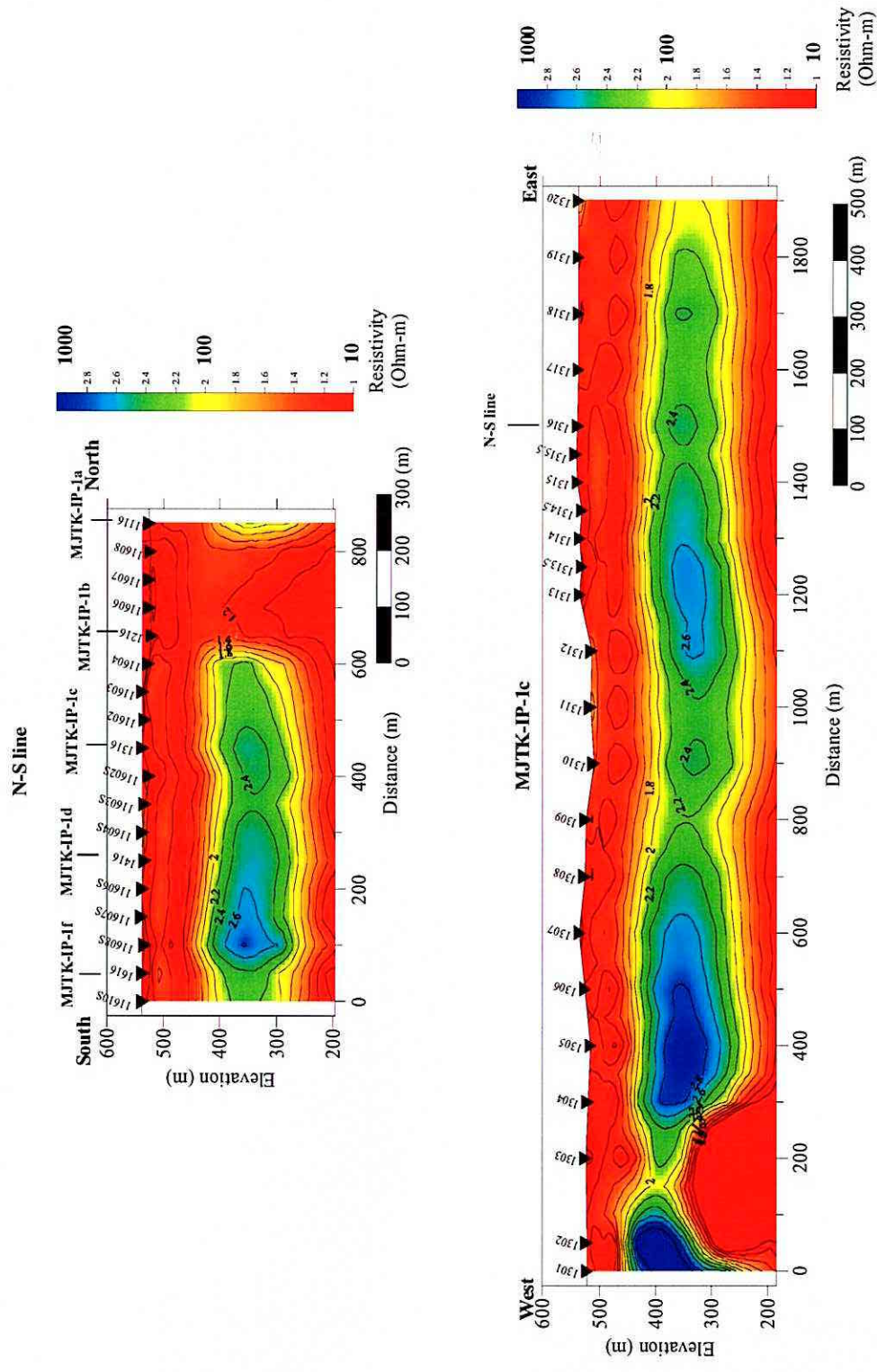


Fig. II -2-2-7 Resistivity structure cross sections at MJTK-IP-1 area
 Upper part is along the N-S direction line and lower part is along the E-W direction line MJTK-IP-1c. Each section is crossing at station 1316.

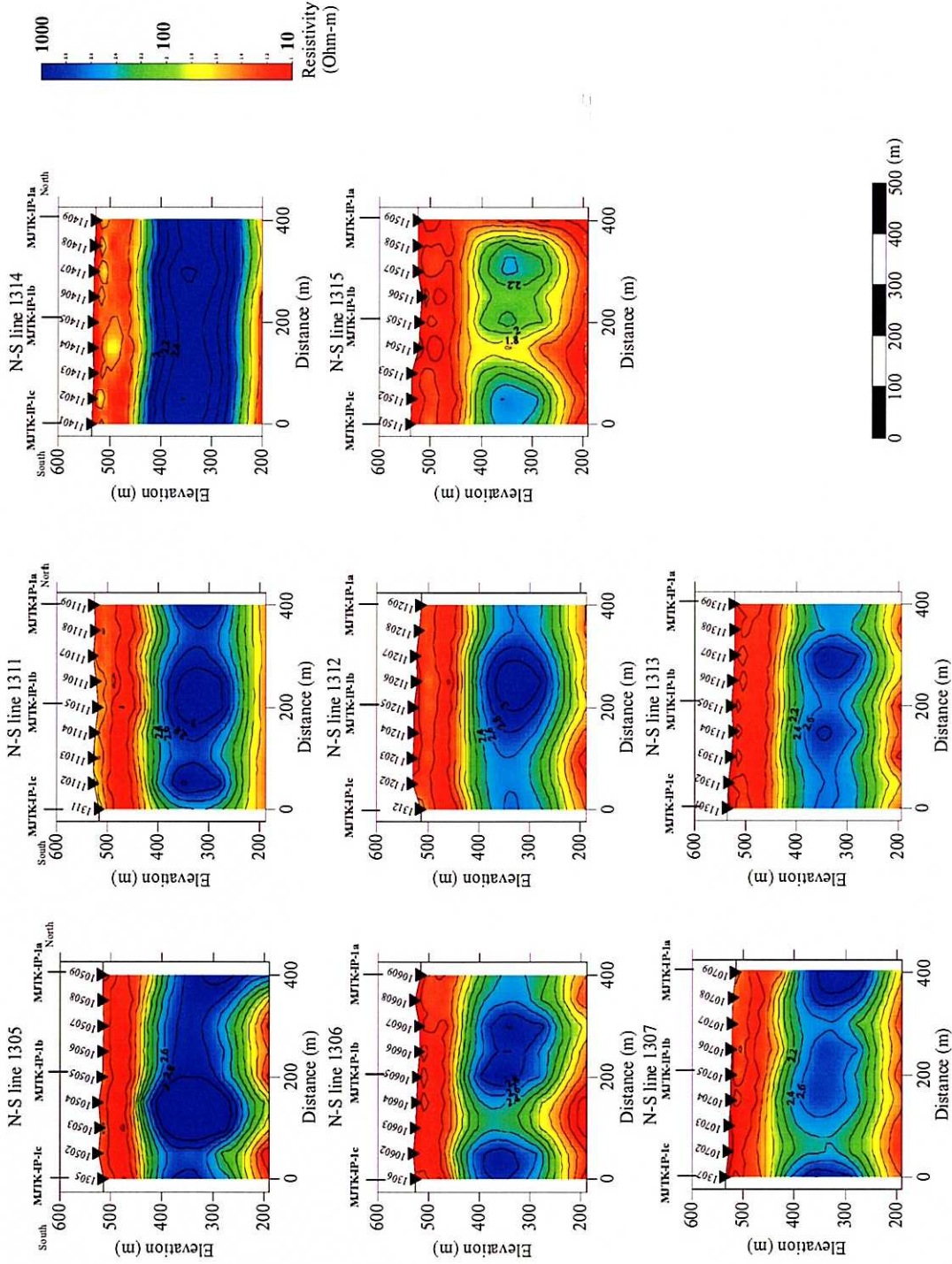


Fig. II -2-2-8 Resistivity structure cross sections along the N-S direction line at MJTK-IP-1 area
 Each sections are crossing at line MJTK-IP-1a, MJTK-IP-1b and MJTK-IP-1c.

2-2-5-2 MJTK-IP-6 地域

本地域は IP 法調査の結果から IP 異常が測定されていないことが分かっていた。また、地質的にも本地域は堆積層が厚く覆っている地域に当たり、堆積層に相当する低比抵抗層が予想されていた。TEM 法調査は IP 法調査測線 c 上で実施した。

1 次元構造解析結果より本地域の比抵抗構造を解析深度ごとに比較してみると、各測点間の比抵抗構造はほぼ一致しており、水平方向へ連続していることが分かった。そこで解析深度と解析比抵抗値から本地域の比抵抗構造を Table II-2-2-4 に示すように最上位層から順番に Layer 1、Layer 2、Layer 3 及び Layer 4 と 4 層に分けた。各層の比抵抗値及び層厚はそれぞれの層に相当する解析値の平均値を示している。

Layer 1~Layer 3 までの比抵抗値は $40 \Omega \cdot m$ 以下と低く、層厚が 200m 程度の低比抵抗層となっている。Layer 4 の比抵抗値は $82 \Omega \cdot m$ と中比抵抗である。

上記の層構造を表示する方法として比抵抗構造断面図を作成し、Fig. II-2-2-9 に示した。図中の比抵抗値はログスケールでクラス分けしている。比抵抗値の表示色は暖色系が低比抵抗、寒色系が高比抵抗を示している。

本地域の比抵抗構造の特徴を以下に述べる。

- ① 比抵抗構造は成層構造である。
- ② Layer 1~Layer 3 を一つの低比抵抗層とすると、その厚さは 200m 程度であり、測線方向について比抵抗値や層厚の大きな変化は無い。
- ③ 低比抵抗層下部には中比抵抗層の Layer 4 が解析されており、本地域の比抵抗基盤といえる。
- ④ Layer 1~Layer 3 の低比抵抗層中においても、やや比抵抗が高くなる部分として Layer 2 が挟在している。

Table II-2-2-4 The results of TEM survey at area MJTK-IP-6

	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Thickness (m)
Layer 1	28	53
Layer 2	40	51
Layer 3	30	100
Layer 4	82	

2-2-5-3 MJTK-IP-7 地域

本地域は IP 法調査の結果から IP 異常が測定されていないことが分かった。ただし、空中物理探査の結果から異常域として抽出されていること、異常を引き起こすような人工構

造物が少ないことから、比抵抗構造を明らかにするために TEM 法調査を行なった。TEM 法調査は IP 法調査測線 a 上で実施した。また、補足調査として測線 a に直行する南北方向の測線においても測定した。

1 次元構造解析結果より本地域の比抵抗構造は低比抵抗～中比抵抗であることが分かった。ほとんどの部分が低比抵抗ではあるものの、標高 500～400m の構造に変化が見られることから解析深度と解析比抵抗値から Table II-2-2-5 に示すように最上位層から順番に Layer 1、Layer 2、Layer 3、Layer 4 及び Layer 5 と 5 層に分けた。1～5 層目までの平均的な比抵抗値は全ての層で 40 $\Omega\cdot m$ 以下と低くなっている。

上記の層構造を表示する方法として測線ごとに比抵抗構造断面図を作成し、Fig. II-2-2-10 に示した。図中の比抵抗値はログスケールでクラス分けしている。比抵抗値の表示色は暖色系が低比抵抗、寒色系が高比抵抗を示している。

本地域の比抵抗構造の特徴を以下に述べる。

- ① TEM 法の解析深度内では全て低比抵抗となっている。
- ② IP 効果を示すような測定データは得られなかった。
- ③ 空中物理探査の異常を説明するような比抵抗構造は得られなかった。

Table II-2-2-5 The results of TEM survey at area MJTK-IP-7

	Resistivity ($\Omega\cdot m$)	Thickness (m)
Layer 1	42	14
Layer 2	26	24
Layer 3	33	66
Layer 4	23	182
Layer 5	27	

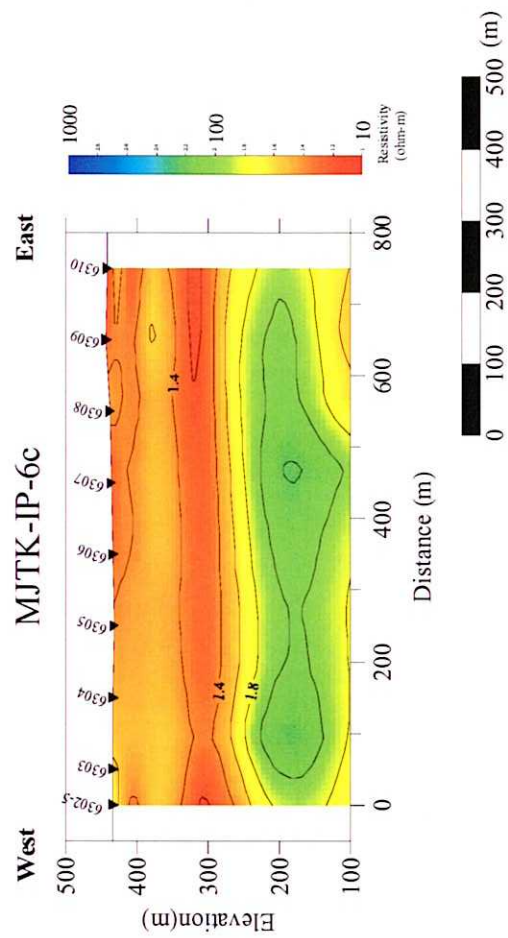


Fig. II -2-2-9 Resistivity structure cross section along the E-W direction line MJTK-IP-6c at MJTK-IP-6 area

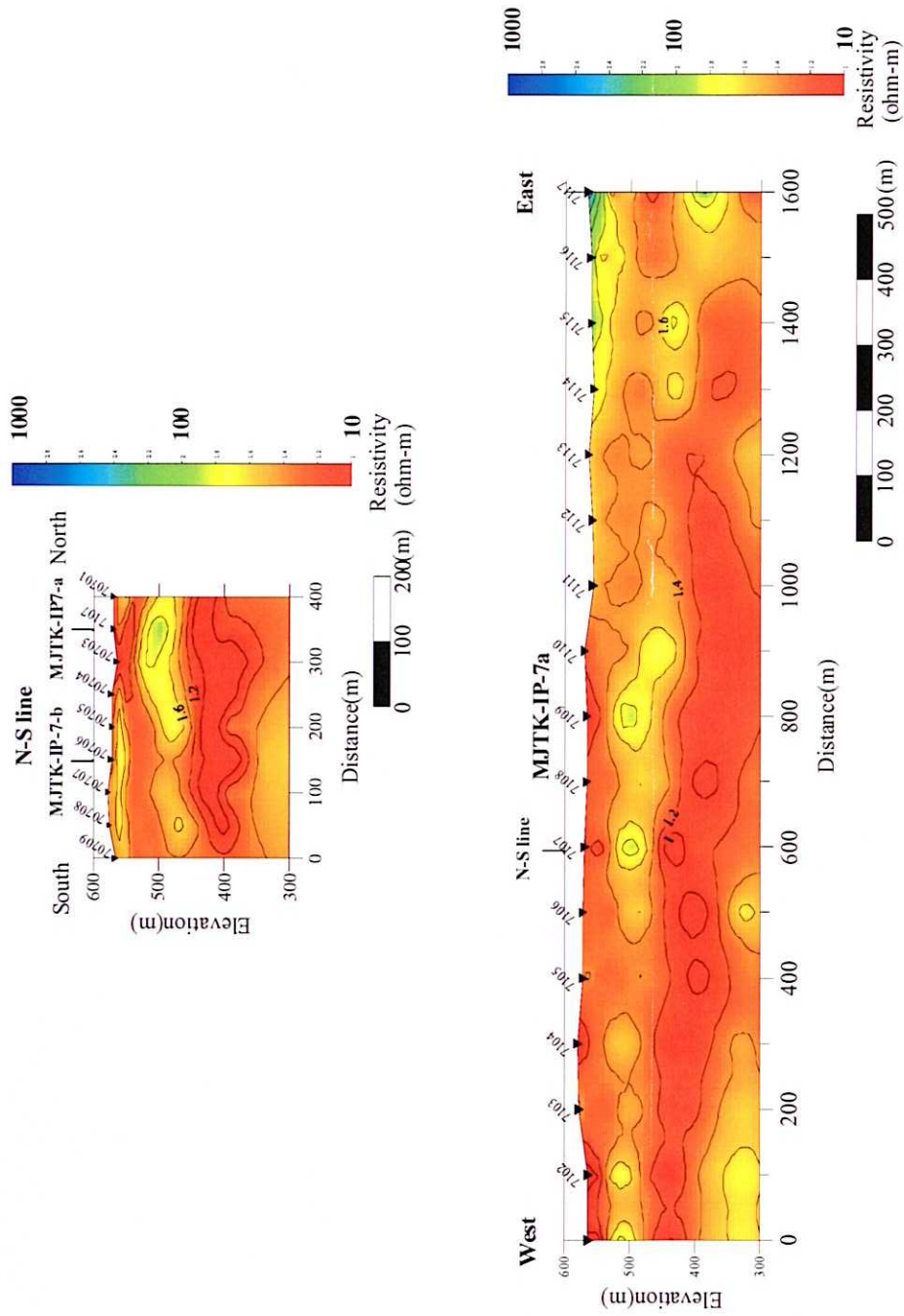


Fig. II -2-2-10 Resistivity structure cross sections at MJTK-IP-7 area
 Upper part is along the N-S direction line and lower part is along the E-W direction line MJTK-IP-7a. Each section is crossing at station 7107.

2-2-6 考察

調査結果をまとめると以下の通りである。

- ① MJTK-IP-1 地域では IP 効果のデータが取得されており、その傾向は IP 法調査結果で IP 異常が抽出された場所付近で顕著に表われている。
- ② MJTK-IP-6 地域は低比抵抗層下部に高比抵抗基盤が捉えられており、水平成層構造が解析された。
- ③ MJTK-IP-7 地域は全測線で低比抵抗構造となり、比抵抗構造からは空中物理探査の異常を説明できない。

したがって本調査地域内で IP 異常に関連する比抵抗構造が得られたのは MJTK-IP-1 地域のみである。MJTK-IP-1 地域に絞って解析結果を検討した。

MJTK-IP-1 地域の IP 異常は測線 c の測定点 1305～1308 の間と測定点 1311～1315 の間で測定されており、この異常域は南北方向に延びている傾向が見られる。TEM 法の解析結果について 500m 準、450m 準、400m 準及び 350m 準の各基準面で平面図を作成し、比抵抗分布から IP 効果の影響を受けている領域の推察を試みた。

上記 4 基準面についての比抵抗分布図を Fig. II-2-2-11～Fig. II-2-2-14 にそれぞれ示した。図中の比抵抗値はログスケールでクラス分けしており、比抵抗値の表示色は暖色系が低比抵抗、寒色系が高比抵抗を示している。

500m 準では低比抵抗域が全域に広がっている。特に測線 c の東側から北に向かう測定点 11605～11608 での比抵抗域が $10\sim 15\Omega\cdot m$ と最も低い比抵抗値となっている。この基準面では解析結果には IP 効果の影響は見られない。

450m 準では測線 c 西側の測定点 1305～1308 の間より北側 200m の間に IP 効果の影響を受けた高比抵抗域が分布している。東側は 500m 準同様に低比抵抗域が分布している。ただし、測定点 1304 は送電線の影響も考えられるので除外している。

400m 準では測線 c の測定点 1311 と 1312 の北側 200～300m 付近に高比抵抗域が新たに解析されており、測線中央付近では IP 効果を起こす構造が西側よりも深い場所に位置していることを示している。

350m 準では調査地域中央付近から南東方向にかけて高比抵抗域が解析され、測線東側での IP 効果の原因となる構造がさらに深いことを示している。

これらの結果からと測線 c の比抵抗構造断面を比較すると、IP 効果の影響を受け始める深度が西から東に向かって深くなる傾向は、低比抵抗層下面深度が東側に向かって深くなる傾向と一致している。したがって低比抵抗層下部に IP 効果を生じさせる構造が分布していると考えられる。

この構造は北西-南東方向に延びている傾向が見られるが、TEM 調査範囲が IP 異常の測定された地域に絞られていたため確認できていない。

IP1 地域における TEM 法調査結果からは、比抵抗構造について以下のようにまとめること

ができる。

- ① IP 法調査で計測された IP 異常域において IP 効果を追認することができた。
- ② IP 効果を起こす構造は低比抵抗層下部に位置し、その深度は西から東に向かって深くなる傾向がある。
- ③ 低比抵抗層の層厚は平均すると 140m 程度となっている。したがって IP 異常を示す構造は 140m 前後から以深に位置していると考えられる。

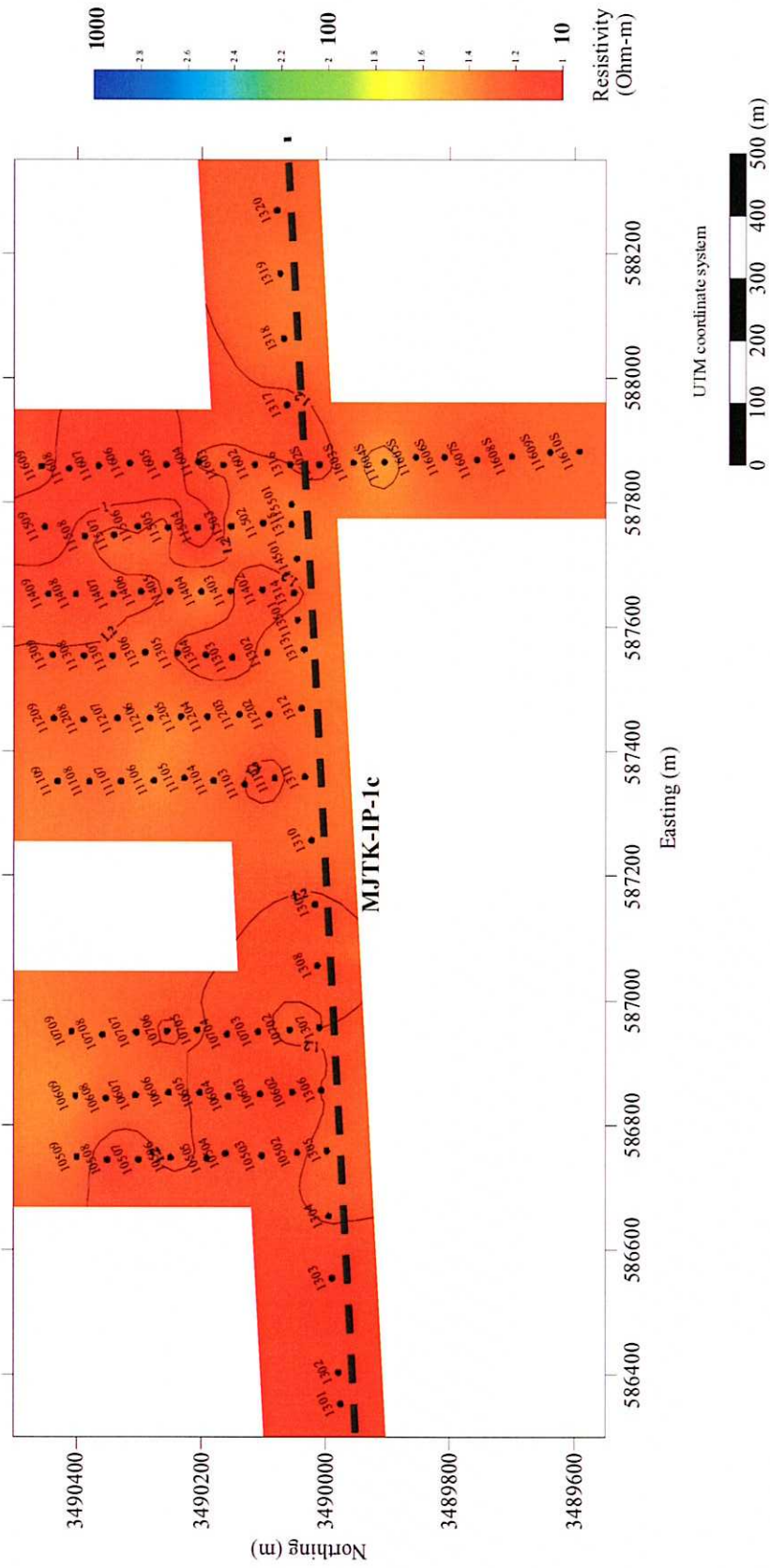


Fig. II -2-2-11 Resistivity distribution at level 500m

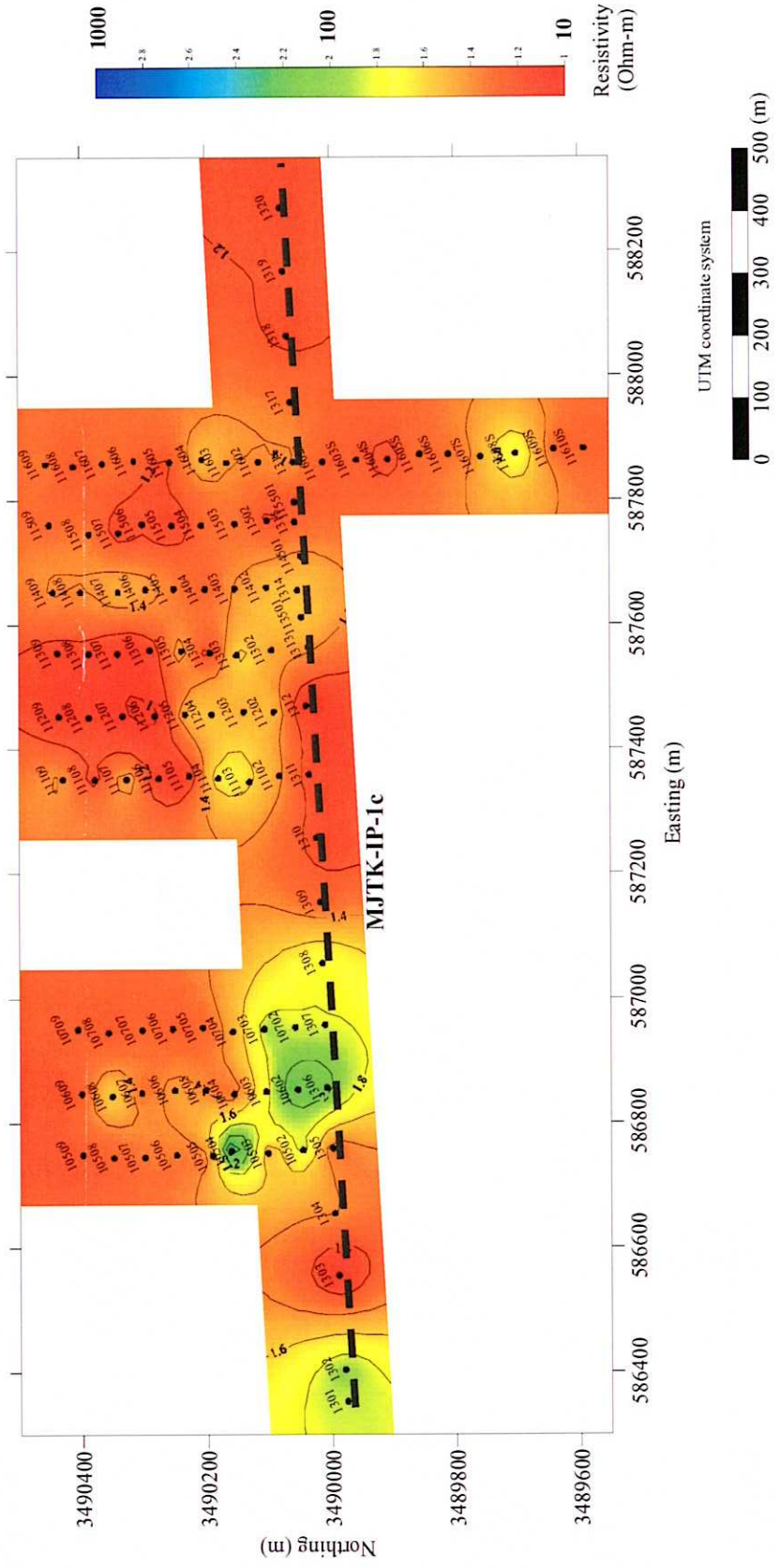


Fig. II -2-2-12 Resistivity distribution at level 450m

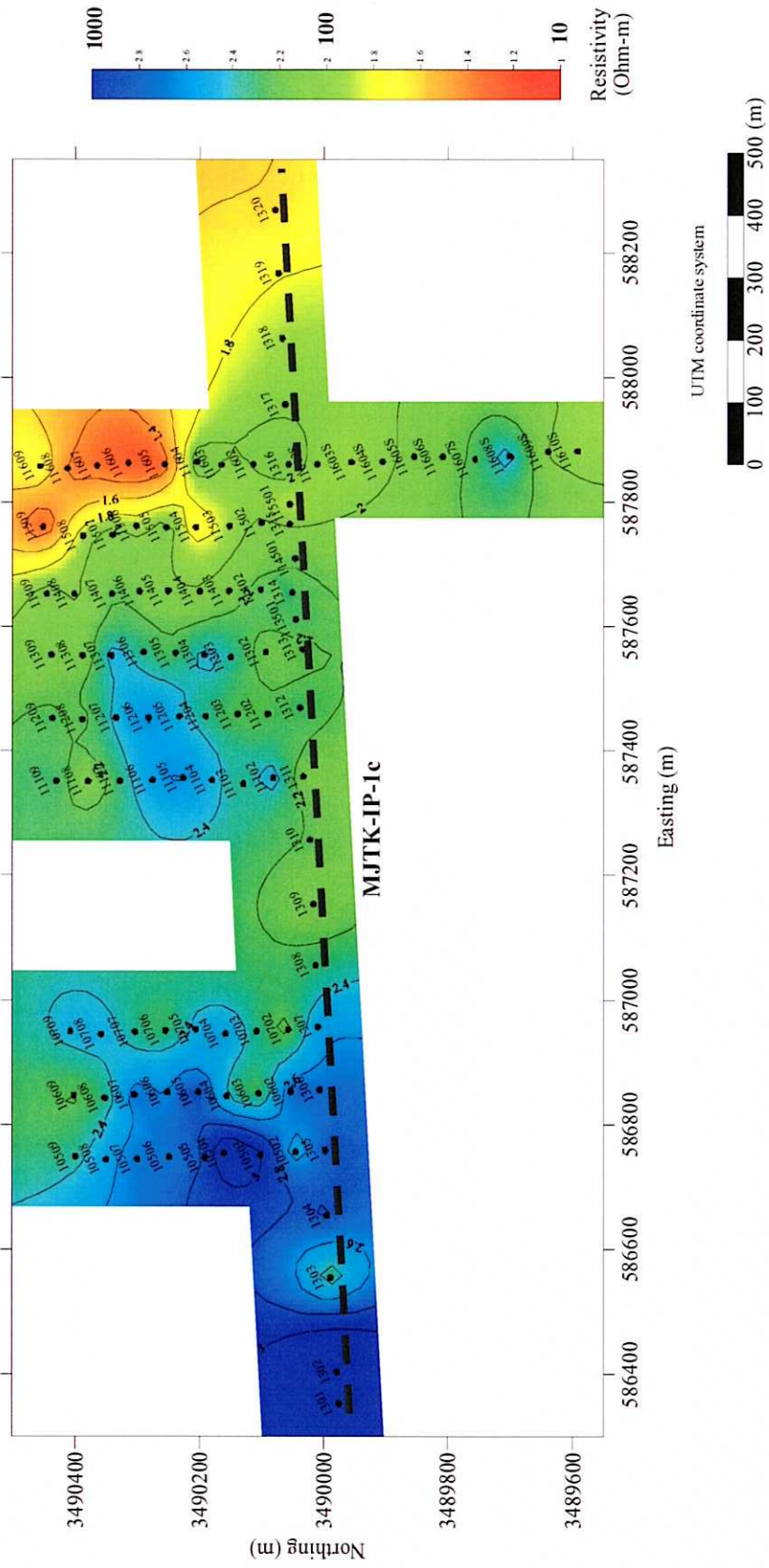


Fig. II -2-2-13 Resistivity distribution at level 400m

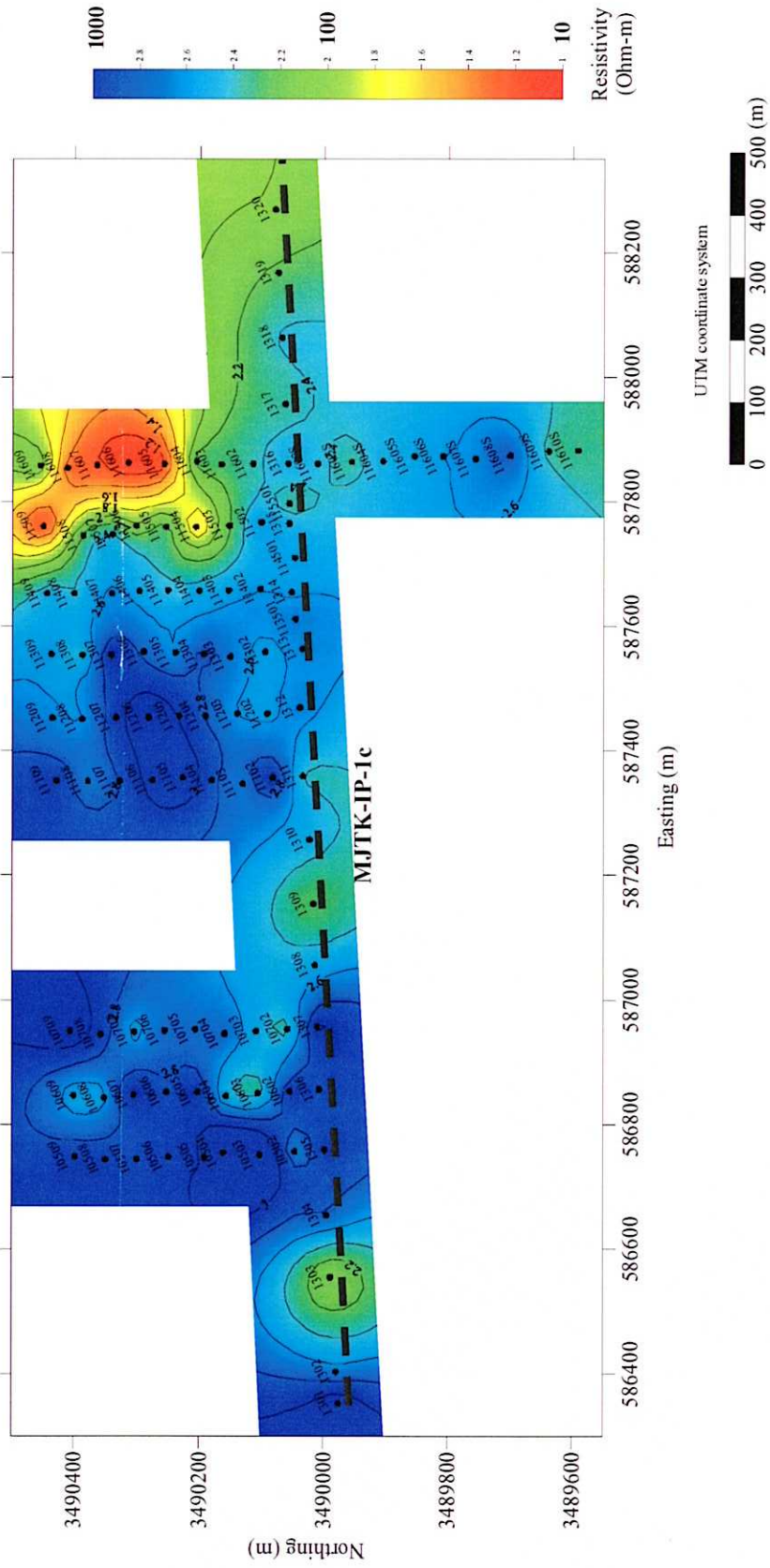


Fig. II -2-2-14 Resistivity distribution at level 350m

2-3 物理探査の総合検討

2-3-1 調査結果及び第1年次の検討

各地区における調査結果と第1年次の空中探査結果を検討すると以下ようになる。

- MJTK-IP-1 地区

1年次調査の空中磁気探査では、磁気異常が認められている。本調査では、電気探査と電磁探査のいずれでも IP 異常帯が認められた。特に地区の北部や東部に IP 異常帯が分布し、金属鉱物の鉱化帯の賦存が期待される。

- MJTK-IP-2 地区

空中磁気探査では、磁気異常が認められている。本調査の電気探査では、露出した古生界に対応し高比抵抗・高 IP 異常を示した。比抵抗及び充電率とも高いので、空中磁気異常は地質（火成岩）によるものと推定される。

- MJTK-IP-3 地区

空中磁気探査では、磁気異常が認められている。本調査の電気探査では、磁気異常に対応したドーム状の高比抵抗・低 IP 異常体が解析された。MJTK-IP-2 地区に近いので、新期堆積物は比較的薄いと推定される。空中磁気異常は、MJTK-IP-2 地区と同様に火成岩によるものと推定される。

- MJTK-IP-4 地区

空中電磁探査では、導電率の異常が認められている。本調査の電気探査では、特に IP 異常はみられない。

- MJTK-IP-5 地区

空中磁気探査では、磁気の異常が認められている。本調査の電気探査では、特に IP 異常はみられない。

- MJTK-IP-6 地区

空中磁気探査では、磁気の弱い異常が認められている。本調査の電気探査では、特に IP 異常はみられない。

空中磁気探査の磁気異常は、深部を反映した可能性がある。

- MJTK-IP-7 地区

空中探査では、導電率と磁気に弱い異常が認められている。本調査では顕著な IP 異常は認められない。新期堆積物が非常に厚いと推定される。

- MJTK-IP-8 地区

空中電磁探査では、導電率の異常が認められている。本調査の電気探査は、特に IP 異常はみられない。

2-3-2 BRPMによる補完調査

今回の調査によって絞り込まれた MJTK-IP-1 地区において、引き続き BRPM が地上磁気及び重力調査を実施した。その結果を Fig. II-2-3-1~3 に示す。

重力図は 1 次残差の結果である。

C 測線の No. 9~10 付近で最大 1mgal 程度の正の異常を示す。

地上磁気は、C、D、E 測線上に比較的高い異常がみられ、A、B 測線上に相対的に負の異常を伴っている。高磁気異常は、概ね 3 ヶ所に分かれ空中磁気異常と対応する。これらの異常は、西側で弱く、中央が高く、東側がやや高い。東側には局所的な異常がみられるが、異常帯の幅から深度約 50m 以内の小規模磁性体の影響と考えられる。

中央の相対的に正負の磁気異常帯は、高重力異常に対応することから概ね重力異常帯の輪郭に沿った磁性岩体を反映したと推定される。推定される磁性岩体は、500m 四方の広がりがあると考えられる。東側及び西側の磁気異常帯は、やや低めの重力域に対応する。

2-3-3 調査結果のまとめ

TEM による IP 効果分布を Fig. II-2-3-4~5 に示す。この図は、ゲート 41 (0.881msec)~60 (69.8msec) までの IP 効果の強弱を平面図にしたものである。IP 効果は、マイナスであり青色で示している。

本調査地区は、新期堆積物と古生界の地層境界付近全体に IP 効果が現れているようである。IP 効果により比抵抗構造の解析深度は、概略的な値となっている。

TEM は、IP 測線上の全域において測定が行われていないため、電気探査 IP 法との対比は概略的なものになる。

比較的広く IP 効果が現れない箇所は、B、C 測線の No. 7 付近で、概ね重力、磁気及び高比抵抗域との対応がみられる。

比較的広く強い IP 効果がみられるのは、C 測線の No. 4、B、C 測線の No. 11、14、17 付近にみられ充電率異常帯と概ね対応する。

本調査の解析結果、有望地区として選定された MJTK-IP-1 地区と BRPM の補完調査結果をまとめて総合解析図として Fig. II-2-3-6~7 に示す。深度約 150m、190m の平面図の比抵抗、充電率及びメタルファクター図に重力残差及び磁気分布を重ねたものである。

・ IP と TEM の関係

今回、電磁探査 TEM 法では、電気探査 IP 法の調査範囲全域をカバーできなかったものの、MJTK-1 地区では、電気探査 IP 法の充電率異常帯と電磁探査 TEM 法での強い IP 効果帯とは概ね対応している。

・ 比抵抗と充電率

充電率異常帯は、概ね高比抵抗帯の縁に沿って延びる様相を呈している。深部では、NW 系及び NW-SE 系の充電率異常帯が明瞭になる。

比抵抗構造解析による高比抵抗域では、周辺部より低充電率で緩やかに盛り上がる比抵抗構造である。

・比抵抗と重力

MJTK-1 地区の深度 147m 及び 190m における高比抵抗域の分布は、C 測線 No. 7 測点付近を中心に、東西及び南北とも約 600m 幅で $200 \Omega \cdot m$ 以上のものが解析されていて、更に深部に延びていると推定される。この高比抵抗分布は、高重力異常分布とよく対応している。

・磁気、重力および充電率

地上磁気図によると IP 法の C、D 測線 No. 1、No. 8 及び D、F 測線 No. 15 に正の磁気異常が認められる。これらの地磁気異常のなかで、C、D 測線の No. 8 付近の異常は、北側に明瞭な相対的に負の異常を伴っていて、この中間に高重力部が存在する。

高重力異常域は、磁気異常域、高比抵抗域、低充電率域に対応し、高比重の岩体の反映とも考えられるが、比抵抗構造解析によると高比抵抗域が緩やかな盛り上がりを呈している。また高重力部では、火成岩類や堆積岩類等の複合体としても考えられる。

高比抵抗、低充電率、重力異常域には明瞭な対応がみられ、充電率異常域及び磁気異常域の一部に対応がみられる。磁気の変化は小さく、弱い磁性鉱物に対応していると考えられる。

重力異常帯を挟むように分布する二つの N-S 系の充電率異常帯及び TEM の IP 効果域の要因として次のことが考えられる。

・西側の充電率異常帯は、高比抵抗域に分布し、磁気は比較的高い～低磁気帯に分布することから火成岩類または、弱い鉱化帯を反映したものと考えられる。

・東側の充電率異常帯は、 $100 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗域及び比較的高い磁気異常帯の一部にも対応することから磁性塊状硫化物鉱床が期待される。

Table II-2-3-1 に物理探査結果のまとめを示す。

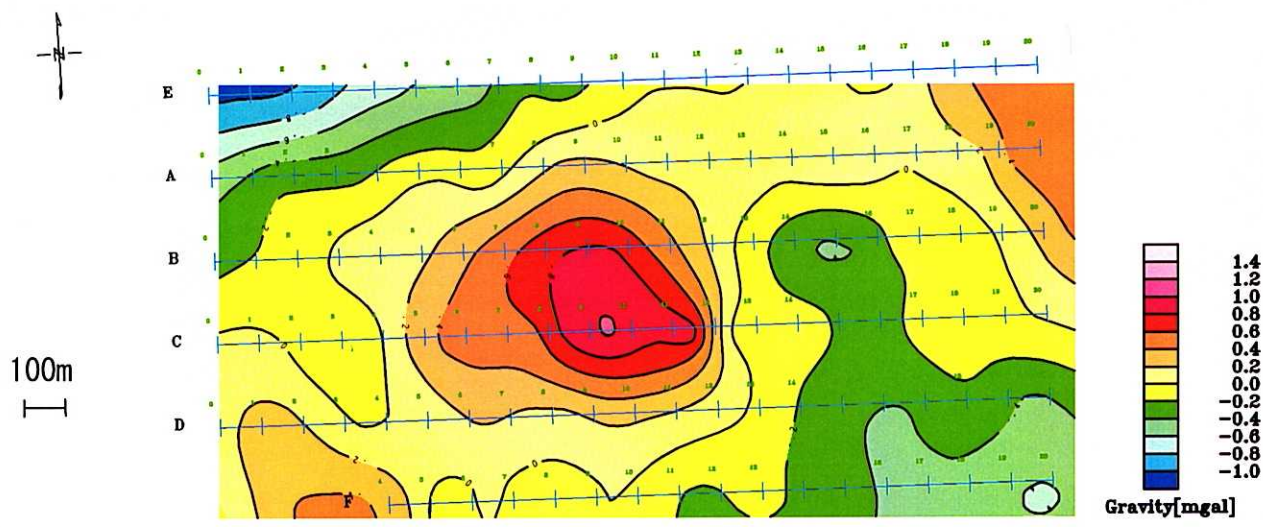


Fig.II-2-3-1 Plane map of Gravity by BRPM

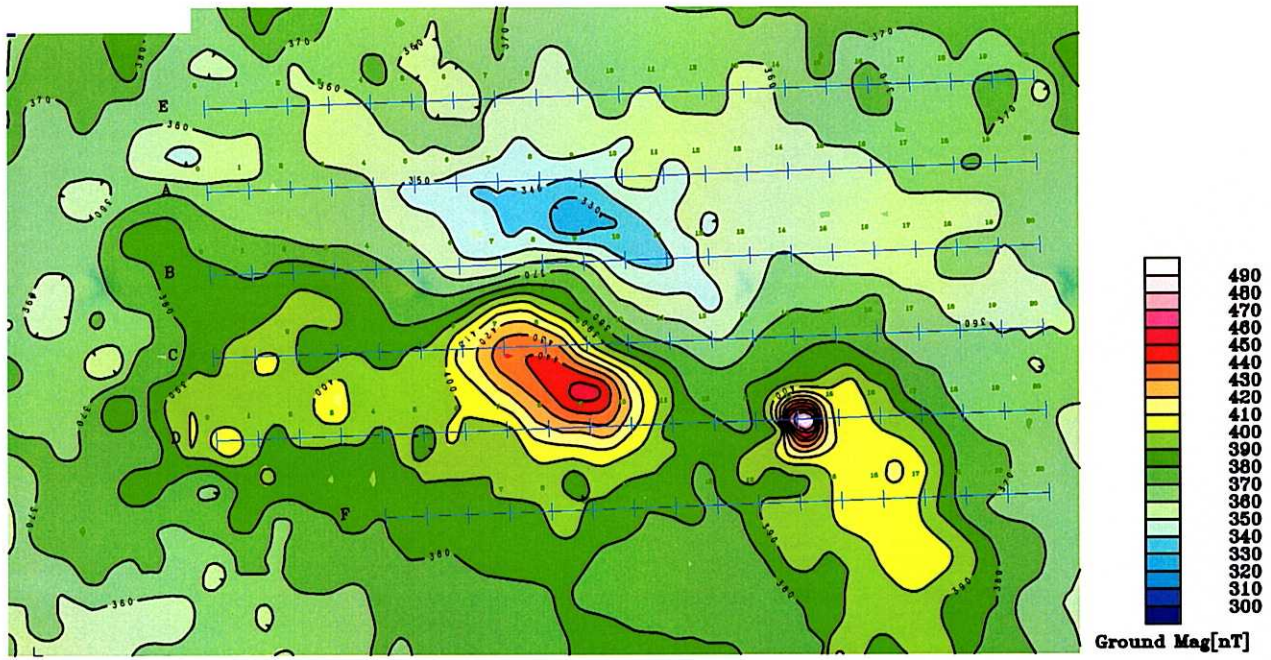


Fig.II-2-3-2 Plane map of Ground MAG by BRPM

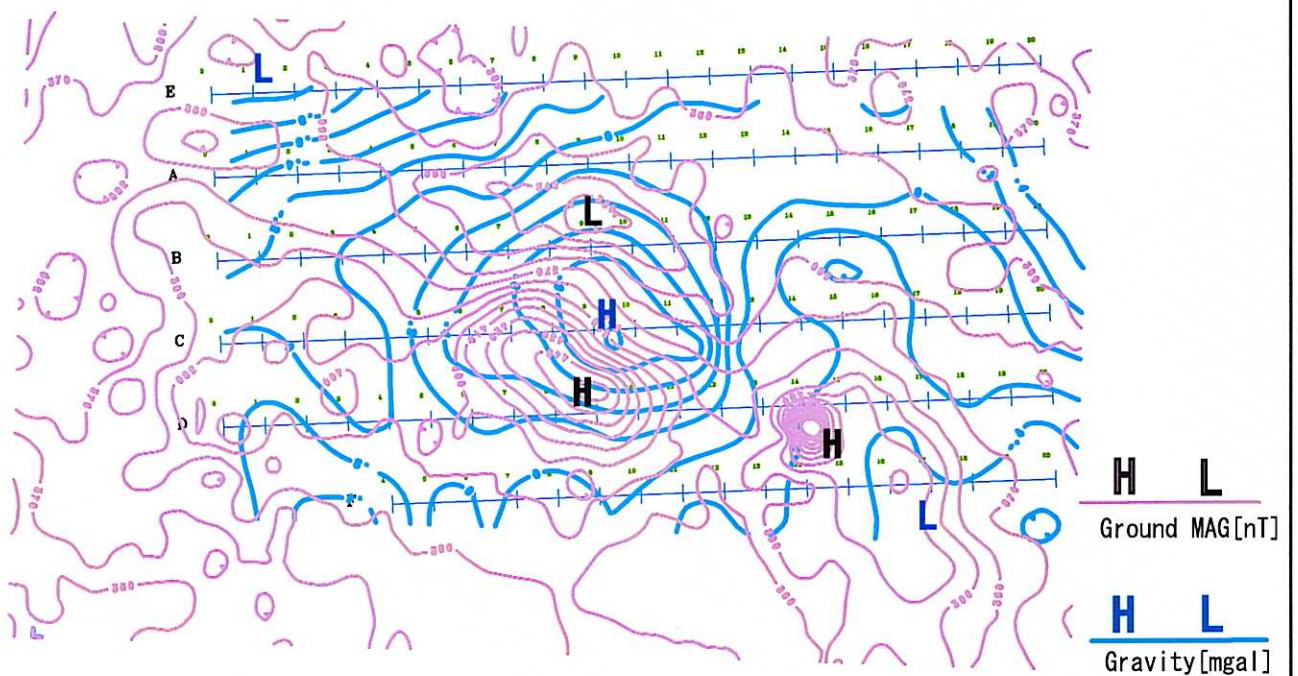


Fig.II-2-3-3 Plane map of Ground MAG and Gravity by BRPM

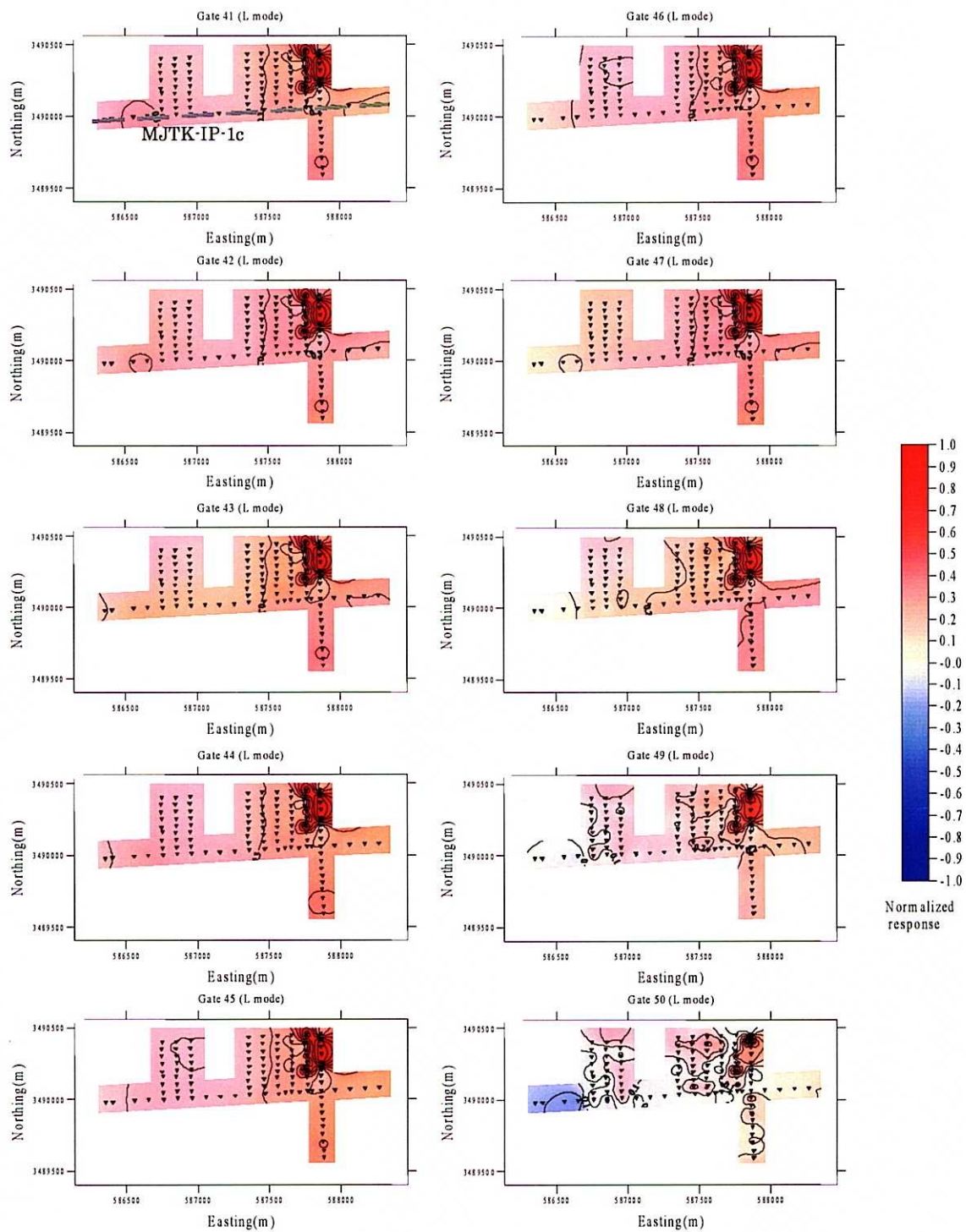


Fig. II-2-3-4 Normalized response maps of L mode (from Gate41 to Gate50)

Observed data was normalized by maximum value of each gate. Red shows the positive value and blue shows the negative value.

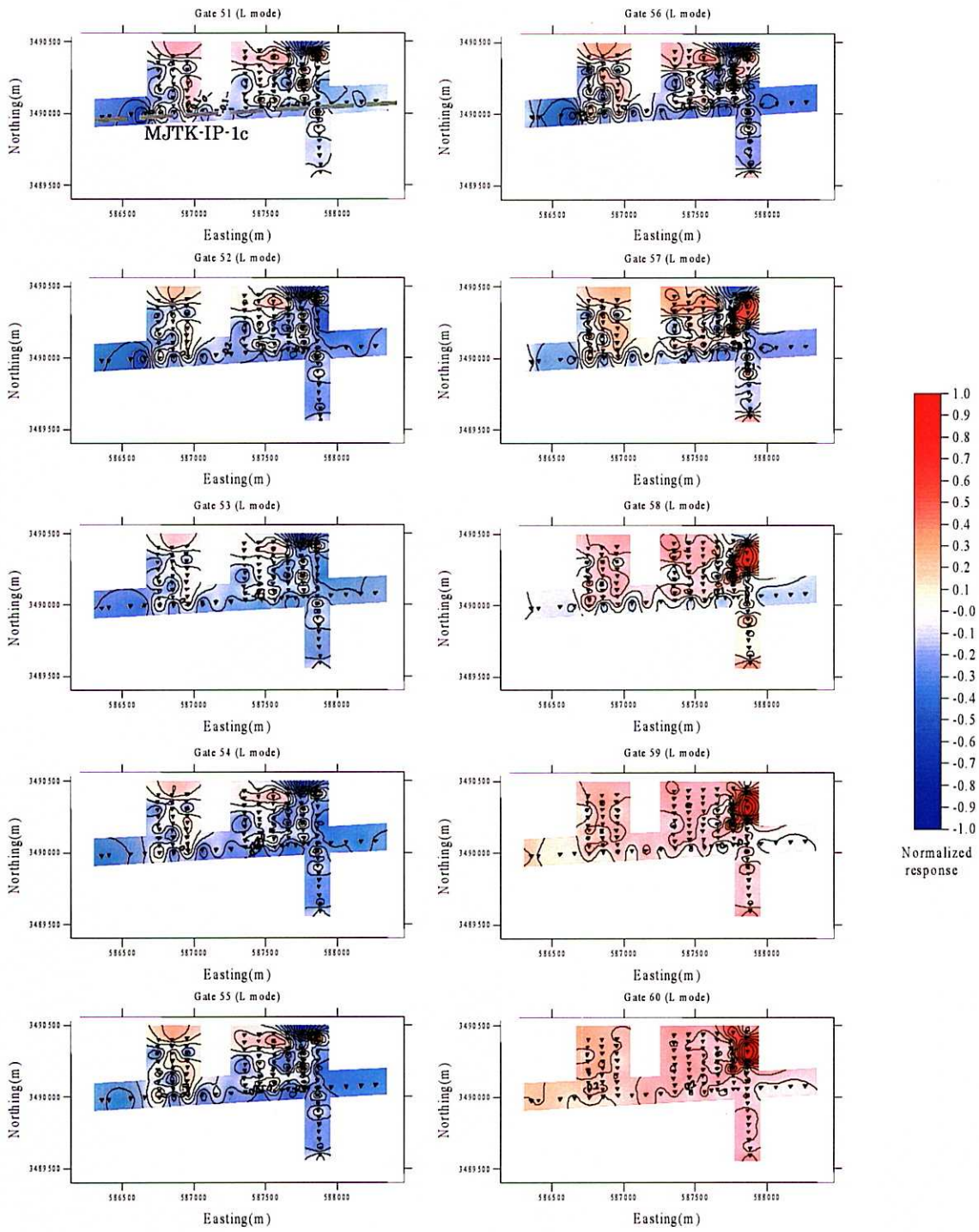


Fig. II-2-3-5 Normalized response maps of L mode (from Gate51 to Gate60)

Observed data was normalized by maximum value of each gate. Red shows the positive value and blue shows the negative value.

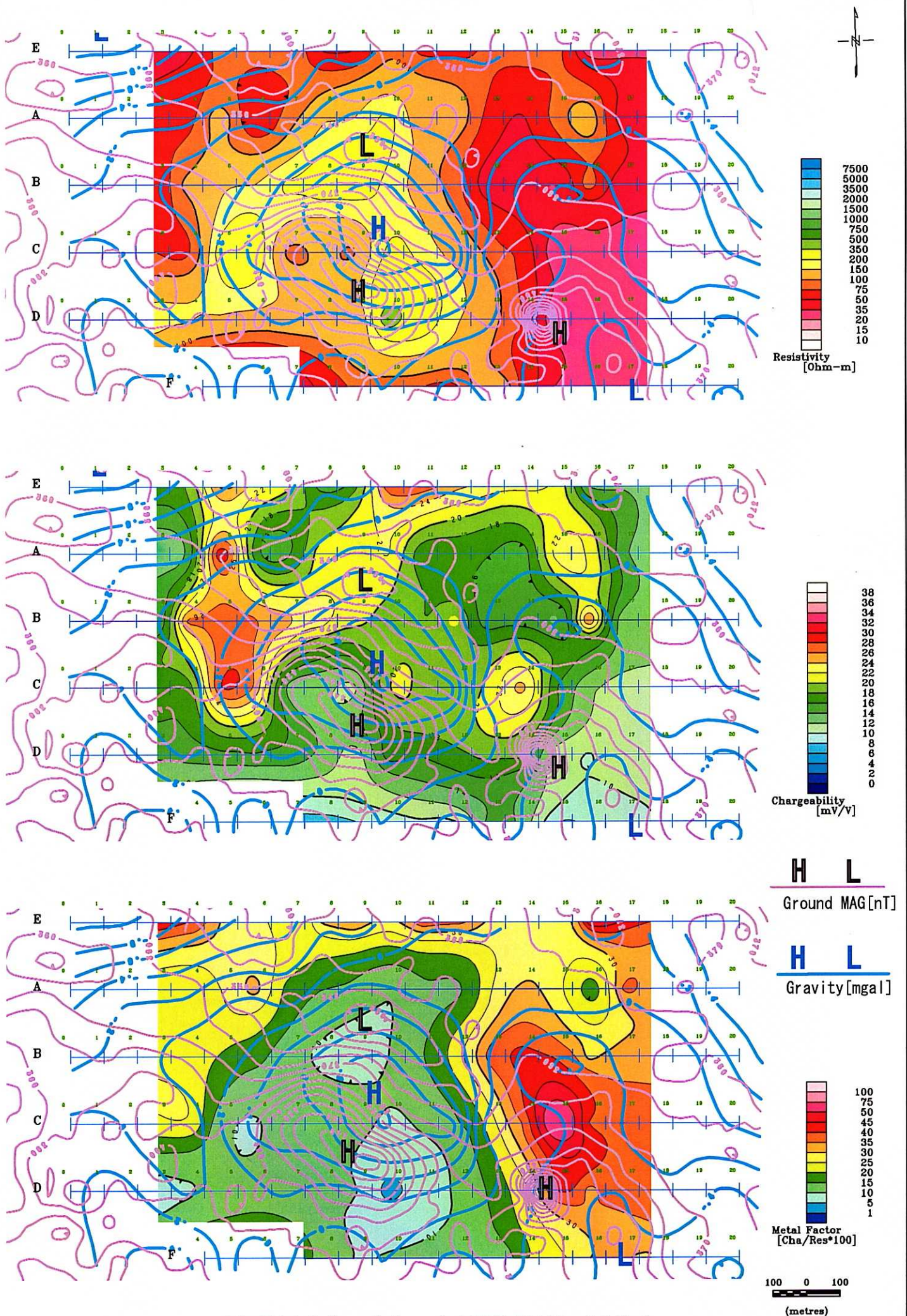


Fig.II-2-3-6 Compiled map in MJTK-IP-1(Depth 147m)

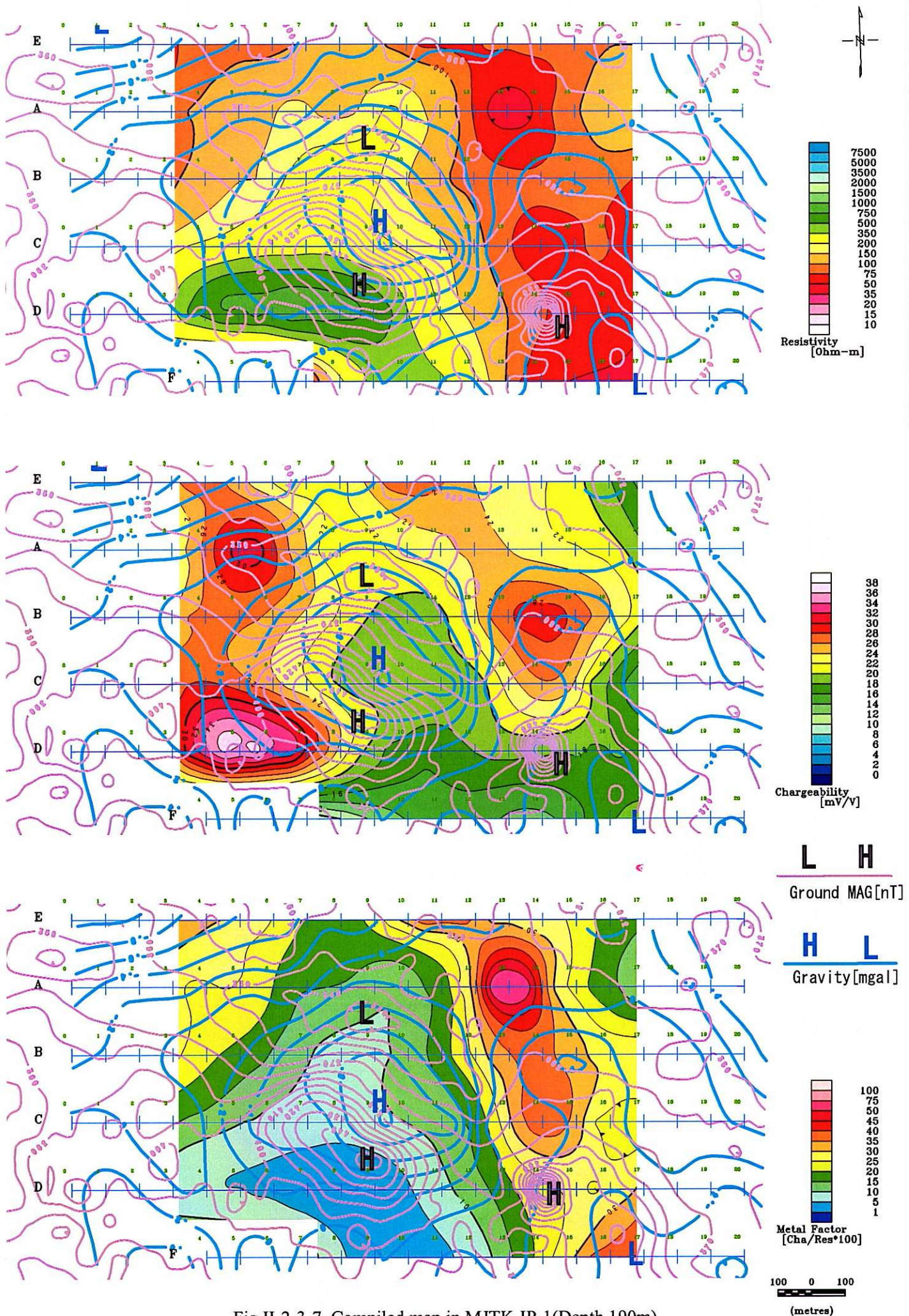


Fig.II-2-3-7 Compiled map in MJTK-IP-1(Depth 190m)

Table II-2-3-1 Result of geophysical survey

位置	B、C測線 No.9付近	解 釈
IP	高比抵抗、低充電率、比抵抗構造は、緩やかな盛り上がり	火成岩類
TEM	比較的広く IP 効果がない	
重力	1mgal 程度の高重力異常	
磁気	比較的弱い正負（相対的）の異常	

位置	E、A、B、C、D測線 No.5付近	解 釈
IP	70~300 Ω・m、充電率異常帯、	高比抵抗・ 高充電率な 岩相？
TEM	比較的広く IP 効果がみられる	
重力	重力異常域の縁	
磁気	比較的高い～低い磁気域	

位置	E、A、B、C測線 No.10~14	解 釈
IP	低比抵抗、充電率異常帯	鉍化帯？
TEM	比較的広く IP 効果がみられる	
重力	重力異常域の縁	
磁気	比較的弱い磁気異常域	

2-4 次期調査への提言

前項で述べた「可能性1」と「可能性2」はいずれも鉍化帯の存在を前提としているが、現段階ではどちらの可能性も否定できない。

従って、以下のボーリング調査を実施して地下状況を解明して結論を得るとともに、鉍化帯の性状を把握することが望ましい。

Table. II-2-4-1 Proposed drilling

ボーリング名	MJTK-1	MJTK-2
位置	IP法B測線のNo.14測点付近	IP法C測線のNo.8測点付近
摘要	垂直掘削	南方に向けた70°の傾斜掘削
主要な対象	「可能性1」で想定される流紋岩の東翼部に認められるIP異常（高充電率）部および低比抵抗部。 硫化物鉍床または鉍化帯が賦存する可能性。	「可能性2」で想定される流紋岩北翼部の、強い磁気異常と重力異常。 硫化物鉍床が賦存する可能性がある。

これらのMJTK-1とMJTK-2について、モデル図上に加えて以下に示す。

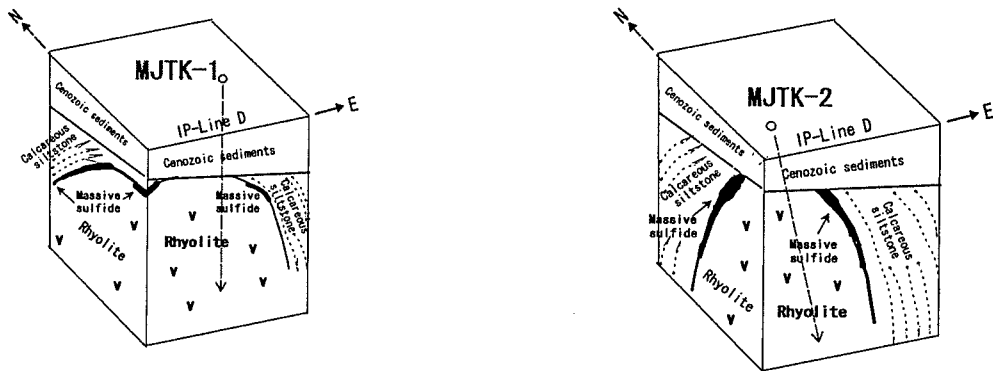


Fig. II-2-4-1 Concepts of MJTK-1 and MJTK-2

MJTK-1は、新期堆積物を通過した後、暫時古生層泥質岩（石灰質シルト岩）を掘削し、高IPに対応する鉍化帯と下盤流紋岩に到達すると期待できる。

MJTK-2は、新期堆積物を通過した後、若干、古生層泥質岩（石灰質シルト岩）を掘削した後、磁気と重力の異常に対応する鉍体に到達すると期待できる。また、MJTK-IP-1地区の南西方や東方にもIP異常が延びる状況が窺われるので、追跡的な調査が望まれる。

それ以外の地区では、昨年度実施した空中磁気・電磁探査結果について、以下の点を考

慮して絞り込んで実施するのが望ましい。

- ・ 規模の大きく単純な磁気異常帯は、火成岩体による可能性が高いが、金属鉱床探査に際しては小規模な磁気変化に注目する必要がある。
- ・ 磁気異常体の抽出には、出きる限り相対的に正負の反応や乱れが見られる場所を抽出する。これは、層状鉱床が急角度で存在する場合の磁気反応として普遍的である。

磁気や導電率の異常が人工物による可能性があるので、異常箇所を踏査し、地区によっては地表磁気探査・重力探査を先行させた後に電気探査（IP 法）あるいは電磁探査など、その箇所の実情を考慮して実施するのが望ましい。