

第4章 物理探査

4-1 物理探査実施地区の選定

調査地区は既存資料調査により判明した鈹床胚胎層準のP1輝岩層が連続して分布し、既存資料及び野外調査により鈹徴の捕捉されている西部地区を対象とした。

物理探査地区位置図を図II-4-1に示す。

4-2 調査方法

4-2-1 調査内容

電気探査は鈹床胚胎層準の輝岩層（P1）に測線を設定したIP調査を行った。方法及び調査内容は表II-4-1のとおりである。

表II-4-1 物理探査方法及び内容

方 法	強制分極法（IP法）
測定方式 電極配置 電極間隔 電極隔離係数 測線長 測線延長	タイムドメイン法 ダイポール-ダイポール配置 $a = 100\text{ m}$ $n = 1 \sim 5$ 16測線 32.0 km
物性測定（室内試験）	分極率及び比抵抗測定 : 35個

4-2-2 測定方法

1. 測線設定、測量

測線方向は地質状況を考慮し、走向にほぼ直交するようにした。測量の基点はC測線と地形図上の道路との交点（測点C-23）とし、GPS測位を用いて決定した。測量はポケットコンパス及びエスロンテープで行い、適宜GPS測位で測線位置の確認及び修正をした。測線位置図を図II-4-2に示す。

2. 電気探査（IP法）

今回の調査では、測定概念図（図II-4-3）、計測方法概念図（図II-4-4）及びサンプリングタイム一覧表（表II-4-2）に示すように、電流切断後の時間（ $t_1 \sim t_{10}$ ）における V_s を測定した。

IP法におけるIP効果の測定値は一般に分極率と呼ばれ、 $V_s(t_n)/V_p[\text{mV/V}]$ で表される。

調査結果の2次電位データは電磁カップリングの影響をほとんど受けていない。

本調査において、分極率はMid-point 935(msec)のデータを採用した。また、周波数法及びタイム・ドメイン法における分極率はそれぞれ1 [%]と5 [mV/V]が対応する。

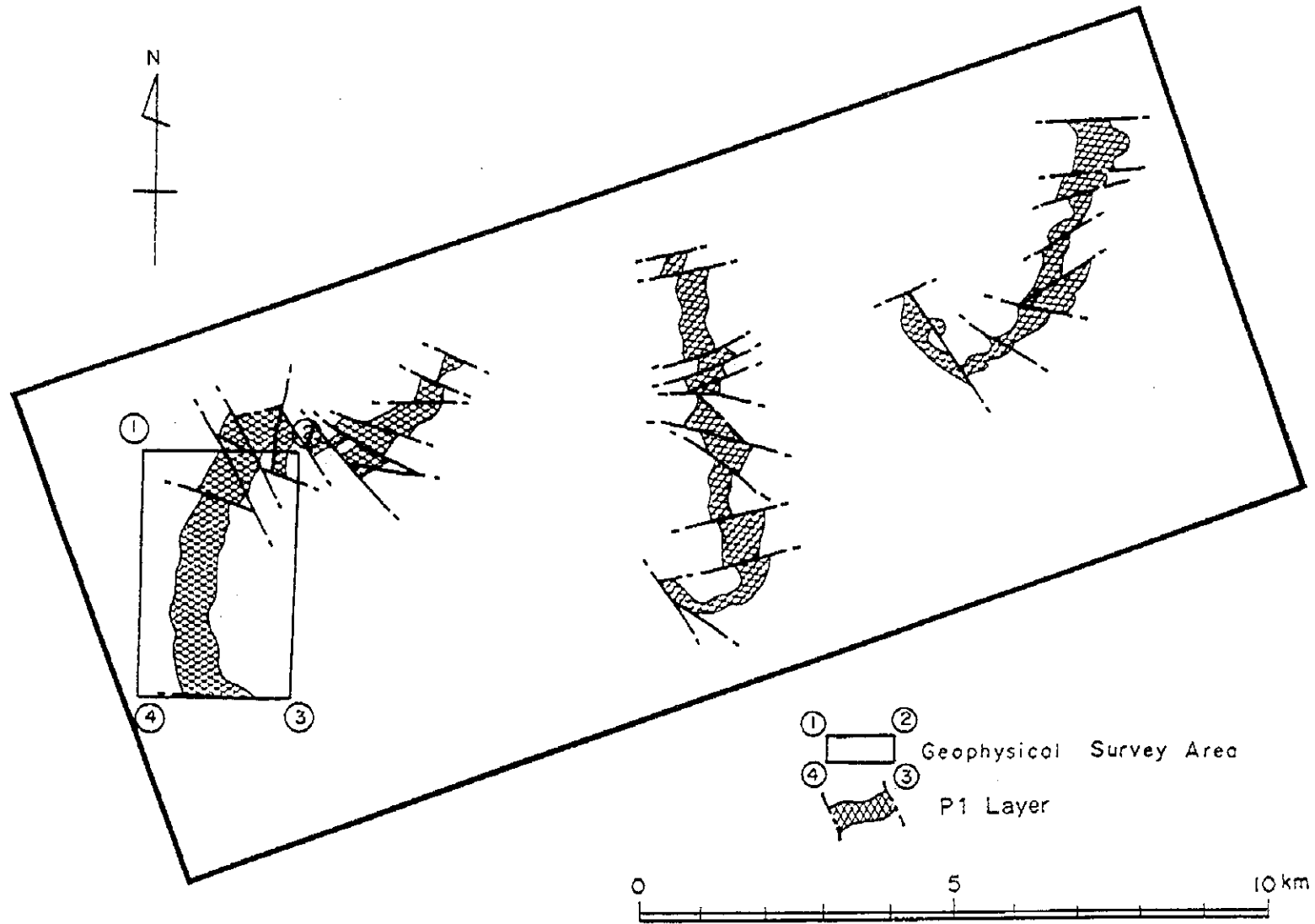


图 II - 4 - 1 物理探查位置图

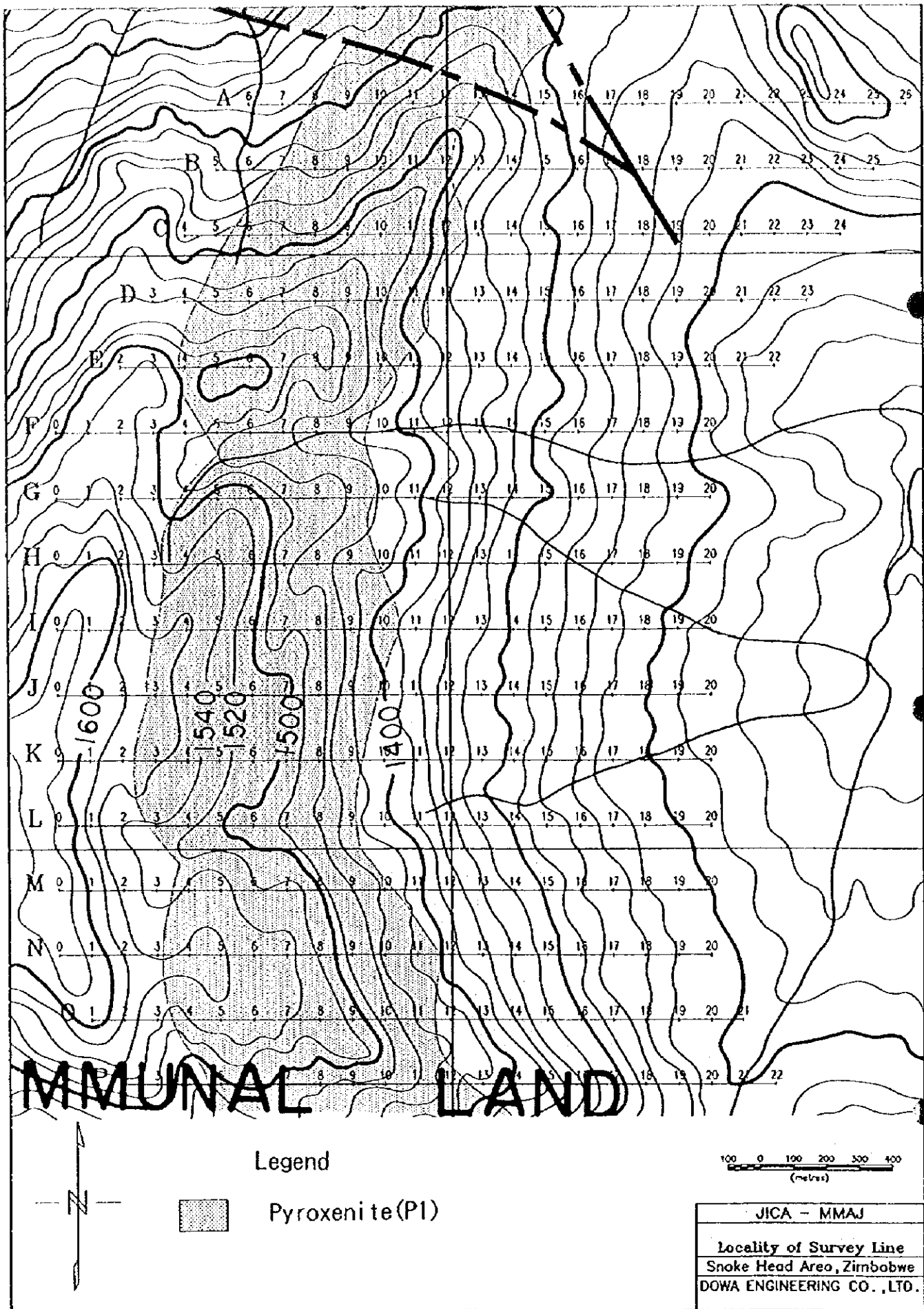


图 II - 4 - 2 物理探查测线位置图

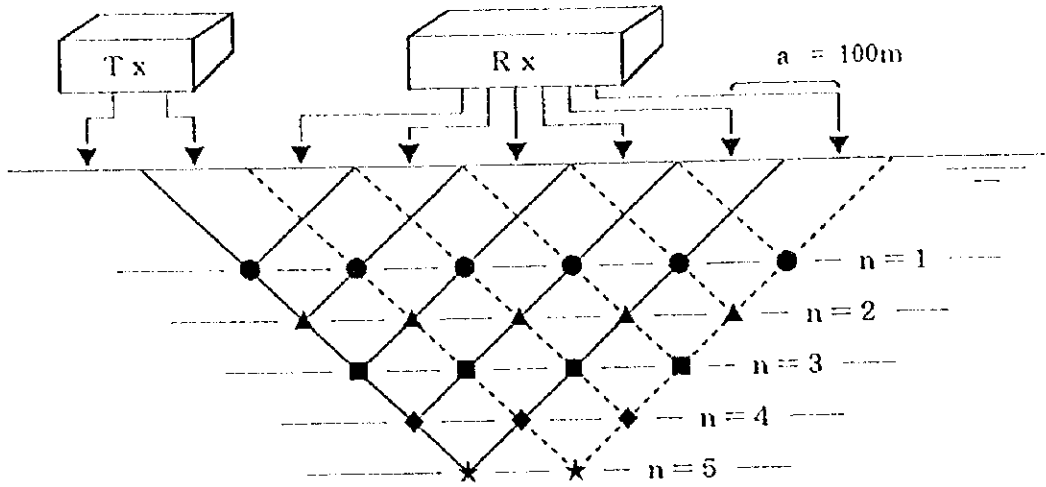


図 II-4-3 測定概念図

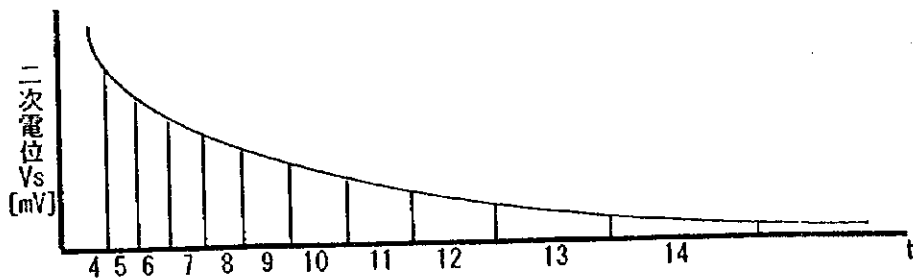


図 II-4-4 計測方法概念図

表 II-4-2 サンプリグタイム一覧表

Slice #	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Width(msec)	20	40	40	80	80	140	140	230	230	360	360
Mid-Point(°)	60	90	130	190	270	380	520	705	935	1230	1590

3. 岩石物性測定

岩石の電気的特性の基礎データを収集する目的で、地表の代表的な岩石、及び鉱石35個についてIP測定をおこなった。

試料は4面整形後、1日水道水に浸してからタイム・ドメイン法でIPと比抵抗の測定を行った。なお、本測定には野外調査に用いた受信機を使用した。

岩種別物性試験結果を表II-4-3に、岩石、鉱石試料の分極率と見掛比抵抗の関係を図II-4-5に示す。

岩石の比抵抗値は、蛇紋岩の $657 \Omega \cdot m$ ~粗粒玄武岩の $48,974 \Omega \cdot m$ と変化に富む。岩石の分極率は、蛇紋岩の最大 $49.5 mV/V$ ~粗粒玄武岩の $0.6 mV/V$ 以下を示す。



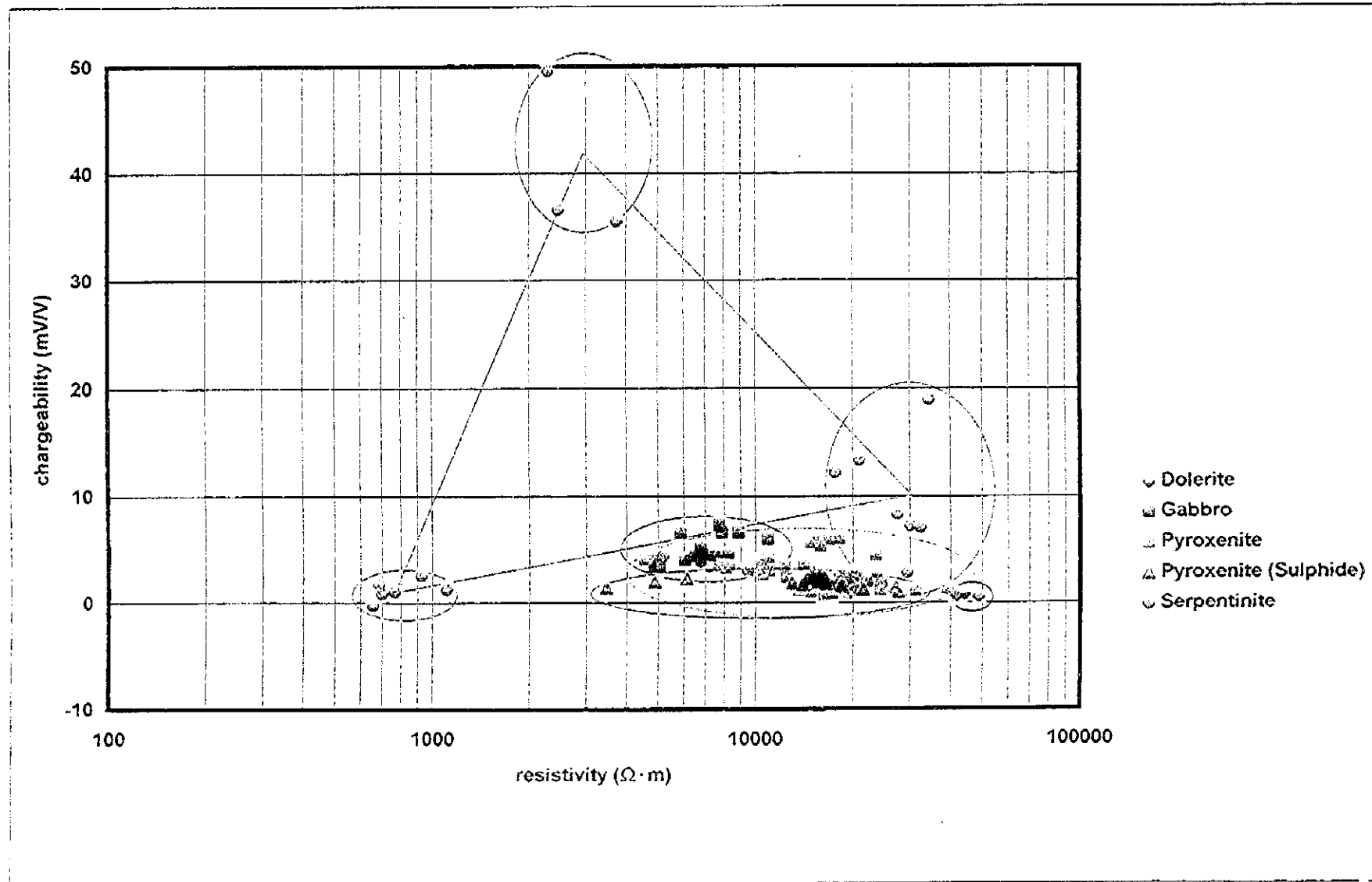


図 II - 4 - 5 岩石試料の分極率と比抵抗の関係



比抵抗, 分極率ともに, 異方性は認められなかった。

斑斕岩は, 分極率が他の岩種に比べてやや高く, 3.4~7.3mV/Vを示す。比抵抗は約 5,000 ~10,000 $\Omega \cdot m$ を示す。

輝岩は, 硫化鉄物が認められる試料でも分極率が 2 mV/V, 比抵抗が 15,000 $\Omega \cdot m$ と低分極率・高比抵抗を示す。これは, 硫化鉄物の含有量が少ないためであると解釈される。

蛇紋岩は, クロム鉄鉱 ($FeCr_2O_4$) を伴う試料では高分極率を示すが, クロム鉄鉱を伴わない試料は高分極率を示さない。蛇紋岩の比抵抗は, 600~35,000 $\Omega \cdot m$ と変化に富むが, 高分極率を示した試料でも 2,000~3,000 $\Omega \cdot m$ と高比抵抗を示す。蛇紋岩で低比抵抗を示す試料は, 風化作用により含水率が増加したために比抵抗が低下したものと考えられる。

表 II - 4 - 3 岩種別物性試験結果一覧表

ROCK TYPE	REM.	Resistivity(ohm-m)			chargeability(mV/V)		
		average	max	min	average	max	min
ALL SAMPLE		14,897	48,974	657	4.4	49.5	-0.3
Dolomite		45,020	48,974	41,799	0.7	0.8	0.6
Gabbro		7,275	10,941	4,885	4.9	7.3	3.4
Pyroxenite	Sulphide	15,398	27,634	3,462	1.8	2.5	1.0
Pyroxenite		16,456	39,328	4,570	2.8	6.0	0.7
Serpentinite		11,745	34,485	657	11.1	49.5	-0.3

4 - 3 測定結果

4 - 3 - 1 見掛比抵抗及び分極率断面図

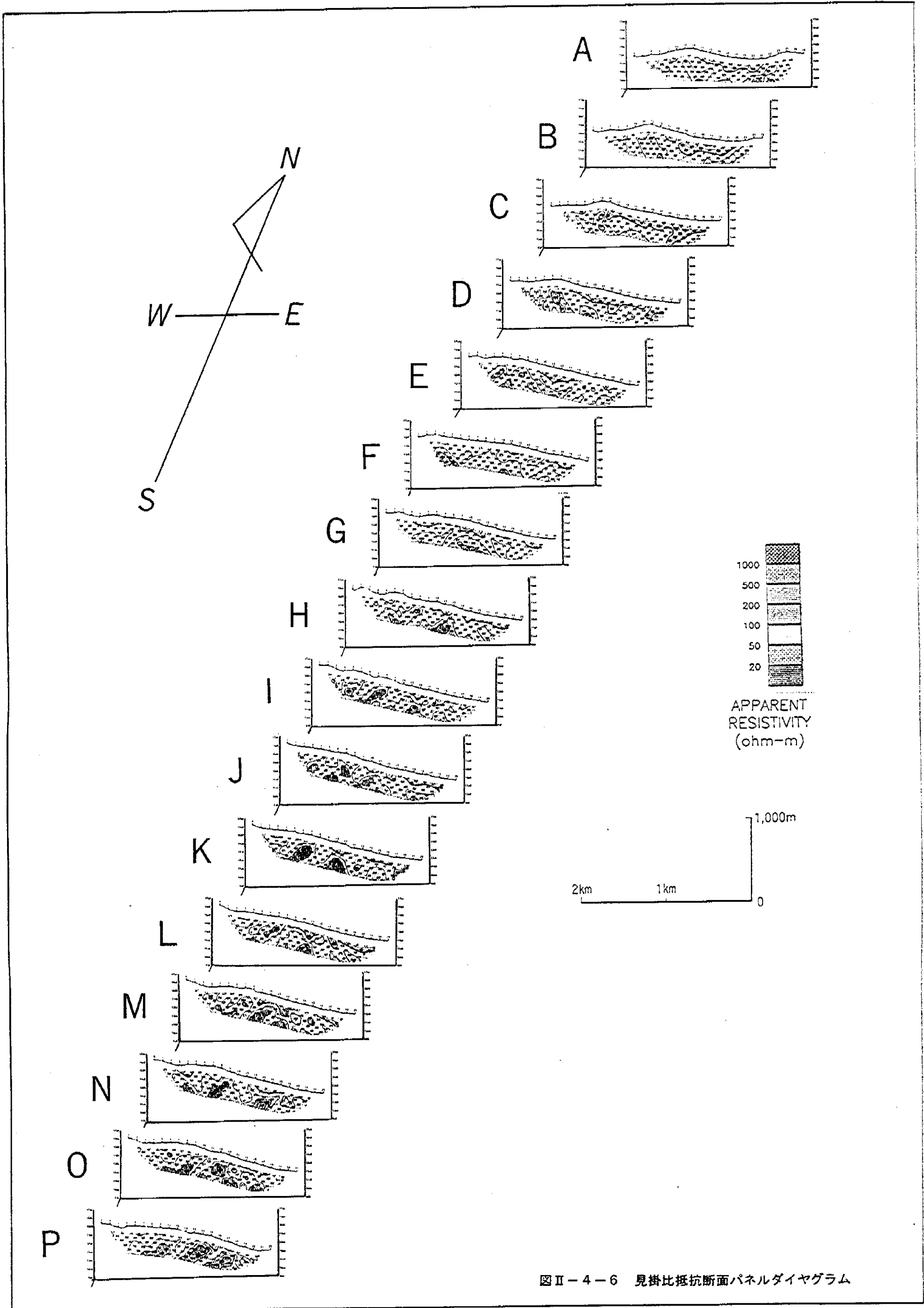
見掛比抵抗・分極率断面の各パネルダイヤグラムを図 II - 4 - 6 及び図 II - 4 - 7 に示す。

各断面の見掛比抵抗・分極率の分布を検討した結果の概要は以下の通りである。

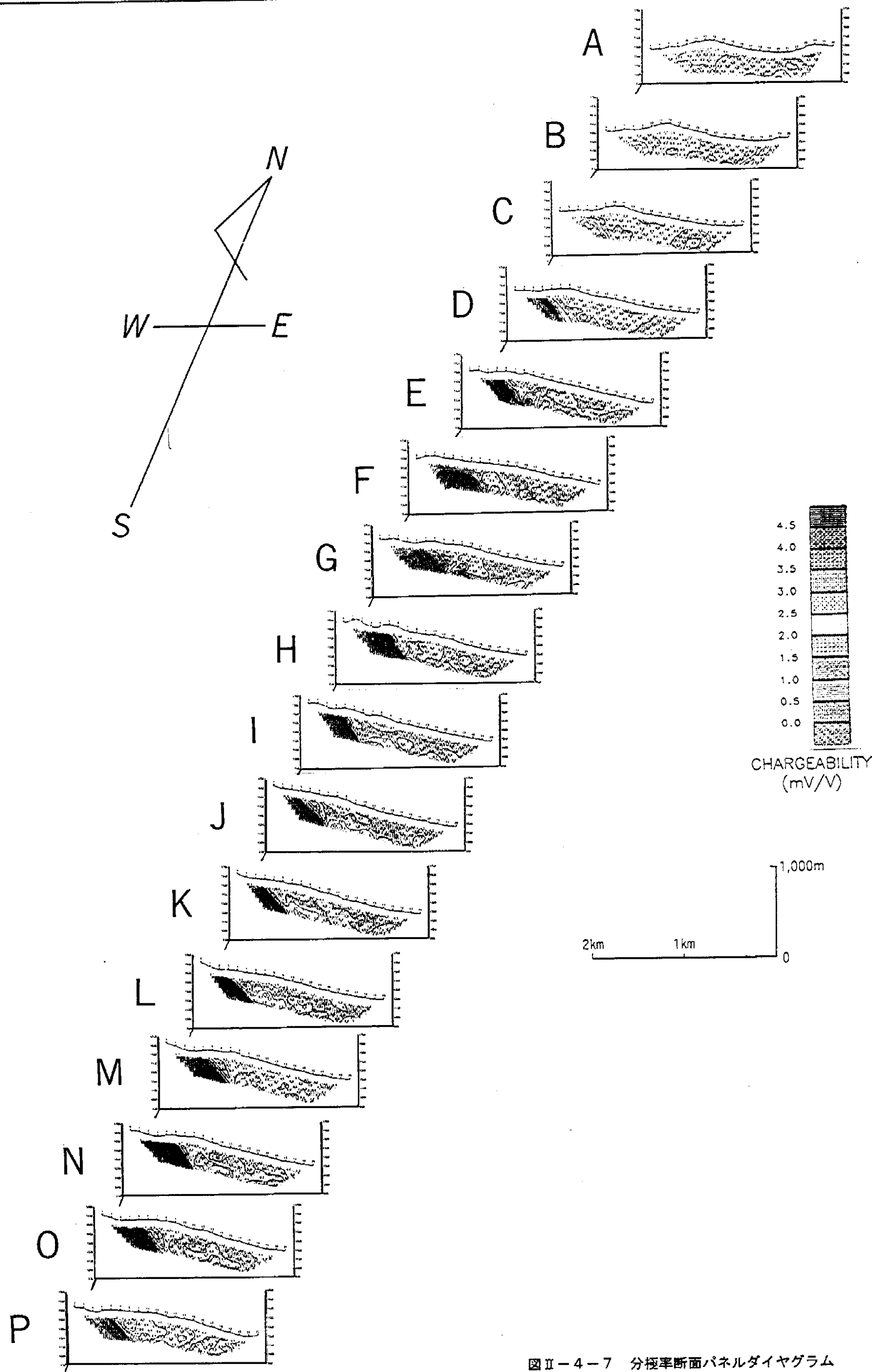
- ①分極率のバックグラウンド値は, およそ 2 mV/V 以下であると推定された。
- ②蛇紋岩の分布域に対応した分極率異常が, B ~ P 測線の西端に認められる。
- ③E, H, I, J, K, L, M, N の各測線の No. 6 ~ No. 10 付近の深部に位置する異常は, 深部異常源の存在を示唆している。
- ④見掛比抵抗の分布は, 浅部で低比抵抗を示し, 深部へいくに従って高比抵抗を示す傾向が認められた。
- ⑤斑斕岩が分布する領域で見掛比抵抗がやや低い値を示す。輝岩と蛇紋岩の比抵抗による識別は不明瞭である。
- ⑥地表で硫化鉄物が認められた箇所では, 分極率異常は認められない。

各断面の比抵抗分布及び分極率分布の概要及び地質との関連について, 以下に記す。





図II-4-6 見掛比抵抗断面パネルダイヤグラム



図II-4-7 分極率断面パネルダイヤグラム

< A測線 >

比抵抗は、No. 8, No. 15~16, No. 19の浅部で $100\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗を示し、深部で高比抵抗を示す傾向が認められる。浅部の低比抵抗は、風化、粘土化、変質、微細な割れ目や含水状態を反映したものと考えられる。

分極率は、 $2.5mV/V$ 以下の単調な分布を示し、注目すべき異常パターンは認められない。

< B測線 >

比抵抗は、No. 9以西、No. 17~20付近の各浅部で $100\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗値を示し、深部で高比抵抗を示す傾向が認められる。

分極率は、測線西端のNo. 8~9の深部で $3.7mV/V$ の弱い異常を示す。この区域の地表には輝岩が分布しているが、異常の中心付近の深度には下位の蛇紋岩層が分布すると推定される。この蛇紋岩層は、クロム鉄鉱 ($FeCr_2O_4$) を伴う。そのため、異常源の推定に資する目的で蛇紋岩及びクロム鉄鉱 ($FeCr_2O_4$) の試料を採取し、分極率及び比抵抗のサンプル測定を実施することとした。その結果及び解釈については、「3-4 岩石及び鉱石の物性」及び「3-5 解析」で述べることとする。このほか、No. 22~24の浅部に異常源を持つと推定される最大 $3.5mV/V$ の分極率異常が認められるが、対応する位置に低比抵抗異常は認められない。なお、この箇所は、斑閃岩の分布域に対応する。

< C測線 >

比抵抗は、No. 11, No. 14~16及びNo. 20以東の浅部で $100\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗を示す。

分極率は、測線西端のNo. 6~9付近で、最大 $4.3mV/V$ の異常を示す。この位置は、蛇紋岩の分布に対応する。また、No. 20~23の浅部で $2.6mV/V$ の弱い異常が認められる。

< D測線 >

比抵抗は、No. 12~14の浅部で $100\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗を示す。

分極率は、No. 4~8付近で異常パターンが認められ、最大 $19.5mV/V$ を示す。異常の分布形態から、異常源は浅部にあると推定される。この異常の位置は、蛇紋岩の分布域に対応する。

< E測線 >

比抵抗は、No. 11~15の浅部で $200\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗を示すほかは、 $200\sim 1500\Omega \cdot m$ の比抵抗を示す。比抵抗分布を概観すると、斑閃岩の分布域では概ね $200\sim 500\Omega \cdot m$ 、下位の輝岩では、 $500\sim 1000\Omega \cdot m$ の範囲を示す。

分極率は、No. 3~5 付近に明瞭な異常パターンが認められる。この箇所は、蛇紋岩の分布域に対応する。また、この異常パターンの東側の深部 (No. 9の深部) に最大 $5.1mV/V$ の異常が認められる。

< F測線 >

比抵抗は、概ね $200\sim 2000\Omega \cdot m$ の範囲を示す。深部で高比抵抗を示す傾向が認められ

る。

分極率は、No. 2～7の深部で最大9.3mV/Vの明瞭な「ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源はある程度の深度に分布する潜頭性のものと推定される。この異常源の位置は、蛇紋岩の分布域に対応する。

< G測線 >

比抵抗は、概ね200～1300Ω・mの範囲を示す。深部でより高比抵抗を示す傾向が認められる。

分極率は、No. 4, 5付近に明瞭な「ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に分布するものと推定される。No. 6～9に分布するマイナスの分極率は、前述のNo. 4, 5のIP異常の影響によるものと推定される。No. 11以東では、2mV/V以下のバックグラウンド値を示す。

< H測線 >

比抵抗は、G測線とほぼ同様の分布を示す。

分極率は、No. 3～4付近に明瞭な「ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に分布するものと推定される。この異常源は、蛇紋岩の分布域に対応する。また、No. 7, 8の深部に3mV/V程度の弱い異常が認められる。分極率異常に対応した低比抵抗異常は認められない。

< I測線 >

比抵抗分布は、概ね200～1500Ω・mの範囲を示す。

分極率は、No. 2, 3付近に明瞭な「ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源はある程度の深度に分布していると推定される。また、この異常パターンの東側の深部（No. 6～10の深部）に最大3.6mV/Vの弱い異常が認められる。No. 10以東では、分極率はバックグラウンド値（2mV/V）を示す。

< J測線 >

比抵抗は、概ねI測線と同様の分布を示す。

分極率は、No. 1, 2付近に明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に分布するものと推定される。No. 6～11の深部には、最大3.9mV/Vの弱い異常が認められる。この異常は、I測線と連続した同様の深部異常源を示唆するものと考えられる。

< K測線 >

比抵抗は、概ねJ測線と同様な分布を示す。

分極率は、No. 1～3付近に明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に分布するものと推定される。また、No. 6～9の深部に、最大3.7mV/Vの弱い明瞭な異常が認められる。この異常は、I, J測線と類似した形態を示しており、連続した同様の異常源によるものと推察される。

< I. 測線 >

比抵抗は、概ねK測線と同様の分布を示し、注目すべき異常は認められない。

分極率は、No. 1, 2 付近に明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。この異常の箇所は、蛇紋岩の分布域に対応する。また、No. 6~9の深部には、I, J, K 測線と同様の弱い異常が認められる。No. 9 以東は、バックグラウンド値(2mV/V)を示す。

< M 測線 >

比抵抗は、概ねI測線と同様の分布形態を示し、注目すべき異常は認められない。

分極率は、No. 2, 3 付近に明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に位置しているものと推定される。この異常の箇所は、蛇紋岩の分布域に対応する。また、No. 8~10の深部に、最大2.3mV/Vの弱い異常が認められる。

< N 測線 >

比抵抗は、一部斑斕岩の分布域の地表付近で低比抵抗を示す箇所を除いて、概ね200~3000 $\Omega \cdot m$ の範囲を示す。

分極率は、No. 2~3 付近に明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に位置しているものと推定される。異常の位置は、蛇紋岩の分布域に対応する。No. 9~10 の浅部と深部にそれぞれ独立した弱い異常が認められる。このうち浅部の異常は、ほぼ地表付近に位置するごく局所的な異常源を反映したものと推定される。

< O 測線 >

比抵抗は、200~2000 $\Omega \cdot m$ の範囲を示す。深部で高比抵抗が卓越する。

分極率は、No. 3, 4 で明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から、異常源は地表付近に位置するものと推定される。この異常は、蛇紋岩の分布域に対応する。No. 7 以東では、バックグラウンド値(2mV/V以下)を示す。

< P 測線 >

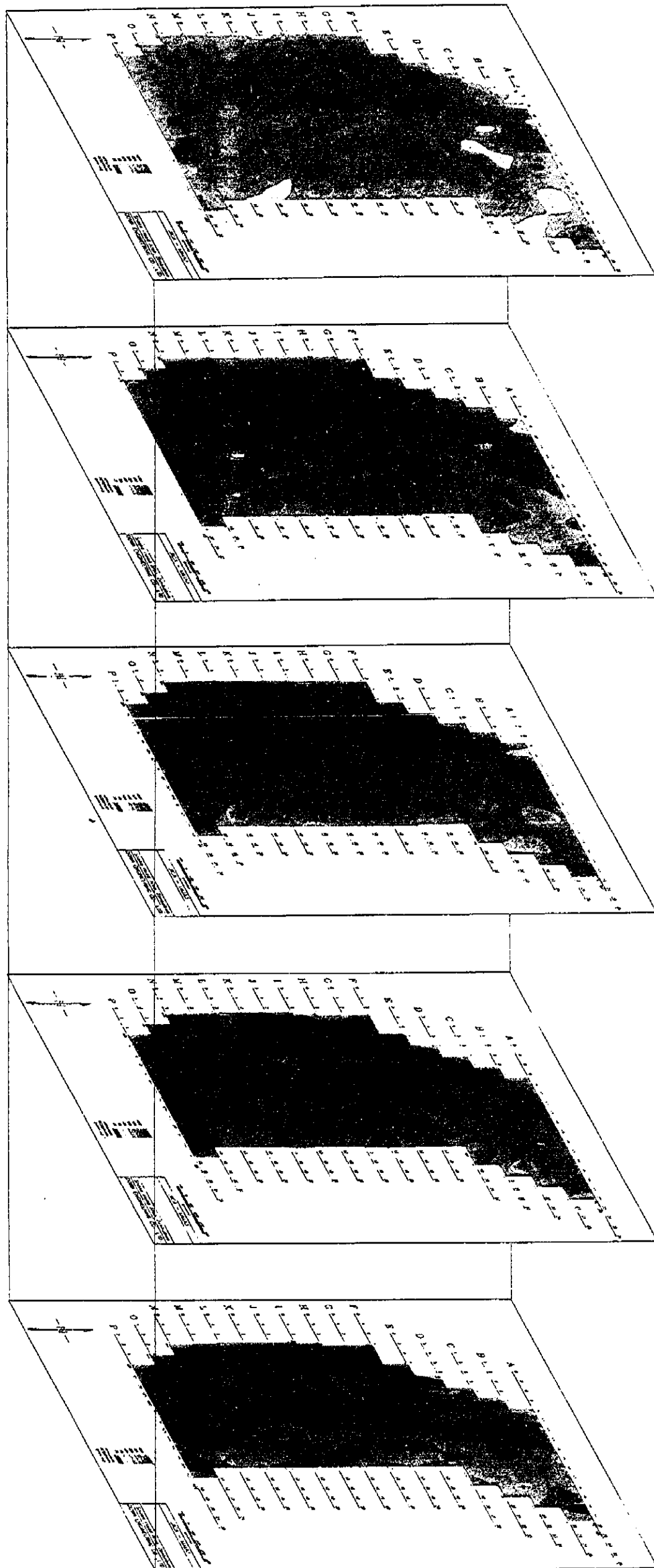
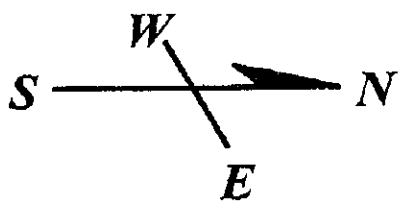
比抵抗分布は、200~3700 $\Omega \cdot m$ の範囲を示す。深部で高比抵抗が卓越する。

分極率は、No. 5, 6 付近で明瞭な「片ハの字」型パターンを示す。異常の分布形態から異常源は地表付近に位置すると推定される。この異常は、蛇紋岩の分布域に対応する。

4-3-2 見掛比抵抗平面図及び分極率平面図

見掛比抵抗平面図及び分極率平面の各パネルダイヤグラムをそれぞれ図II-4-8及び図II-4-9に示す。なお、ダイポール・ダイポール電極配置による分極率異常パターンは断面図では「ハの字」型パターンとして現れる。これを電極隔離係数nレベルで切った平面図に表すと、異常の分布は異常源をはさんで2つの異常として現れる。nが大きくなるに従って異常のパターンは広がり、異常源の位置と対応しない分布になる。そこで、電





n = 1

n = 2

n = 3

n = 4

n = 5

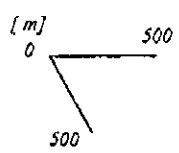
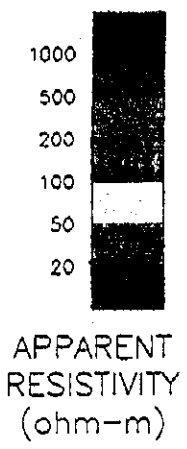


図 II - 4 - 8 見掛比抵抗平面パネルダイヤグラム

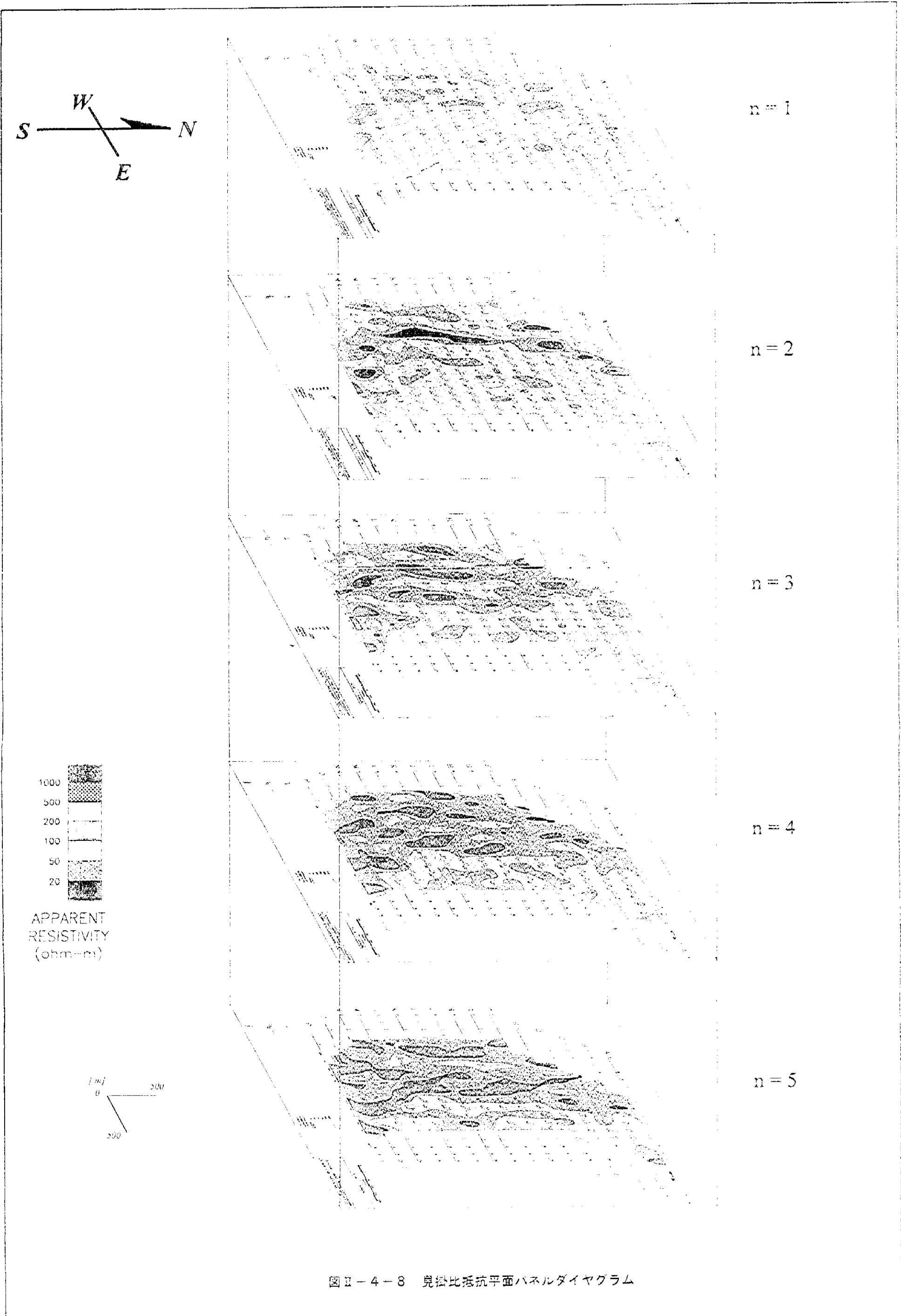
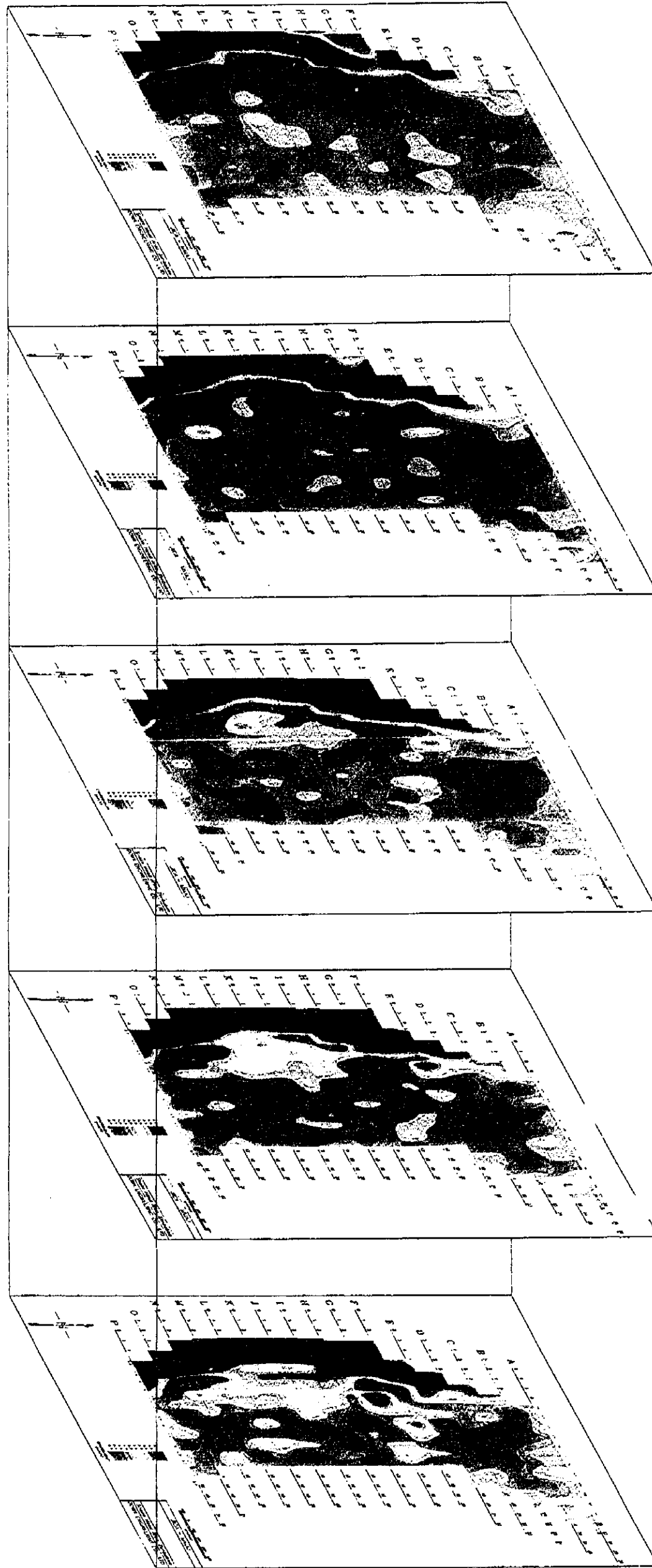
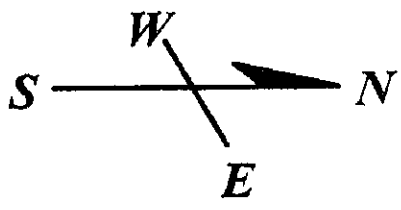


図 4-8 見掛け抵抗平面バネルダイヤグラム



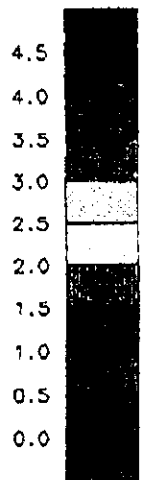
n = 1

n = 2

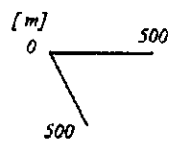
n = 3

n = 4

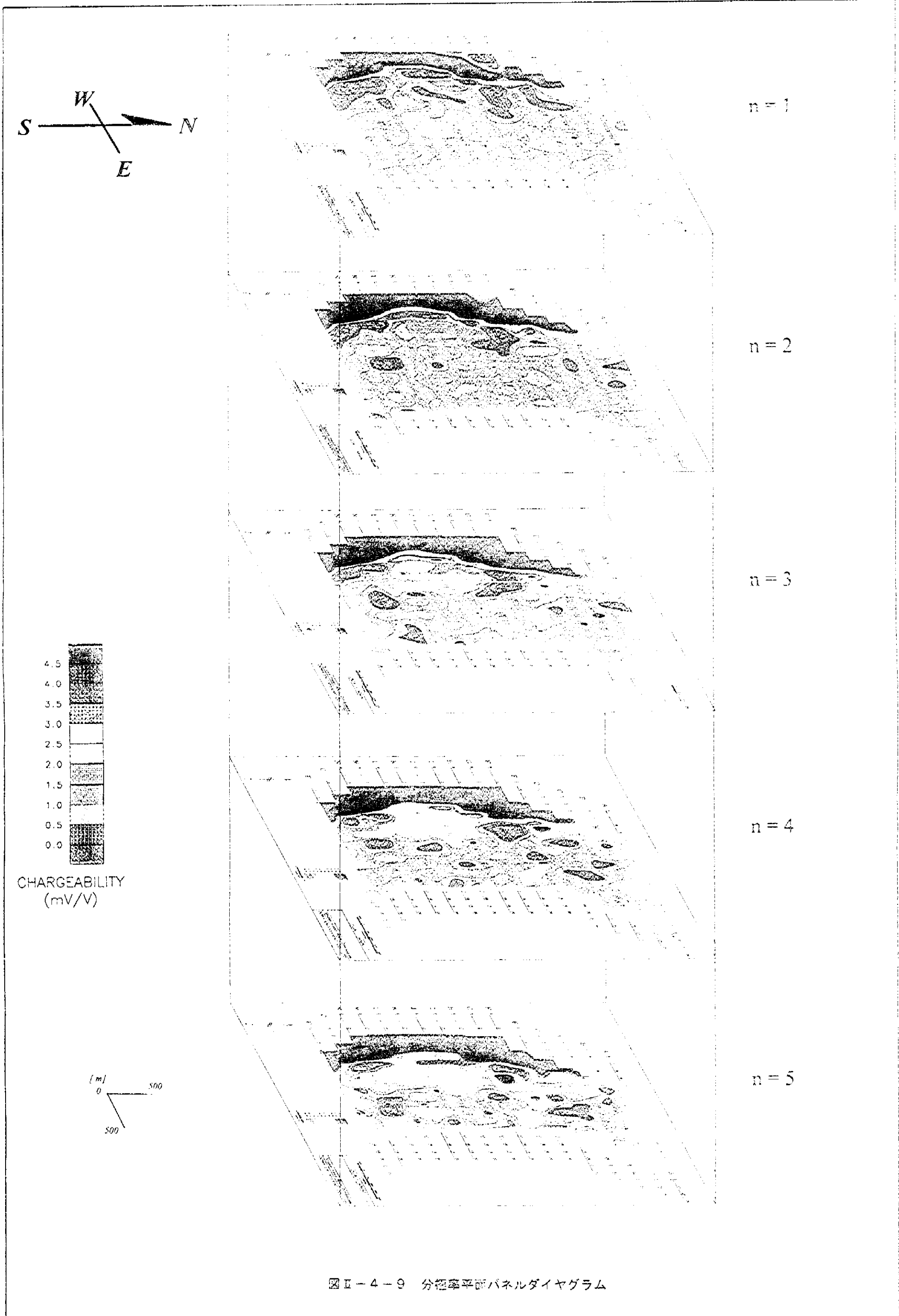
n = 5



CHARGEABILITY
(mV/V)



図II-4-9 分極率平面パネルダイヤグラム



図II-4-9 分極率平面パネルダイヤグラム

極隔離係数 $n=1$ の図面を用いて主に表層付近の地質状況との対応や地表付近にある異常源に起因する異常について検討し、深部異常については、 $n=4$ 、 $n=5$ の平面図を用いて検討を行った。

<見掛比抵抗平面分布>

($n=1$)

$n=1$ の見掛比抵抗平面図は、地表に近い浅部の比抵抗状況を表している。調査地域北東部に $100 \Omega \cdot m$ 以下を示す低比抵抗帯が認められる。また、調査地域東側の概ね $200 \Omega \cdot m$ 以下の比抵抗値を示す地域は、斑効岩の分布地域にほぼ一致する。

($n=2, 3, 4, 5$)

$n=2$ 以深の見掛比抵抗平面分布は、 $200 \Omega \cdot m$ 以上の比抵抗値を示し、深部で高比抵抗が卓越する。注目すべき低比抵抗異常は認められない。

<分極率平面図>

($n=1$)

調査地域西部には、C測線からP測線まで南北に連続した分極率異常が認められる。この異常は最大 $26.5 mV/V$ の分極率を示し、その位置はクロム鉄鉱 ($FeCr_2O_4$) を伴う蛇紋岩分布域に対応する。 $n=1$ での分極率異常は、地表付近の異常源を反映していると考えられる。なお、同位置での低比抵抗異常は認められないことから、高比抵抗・高分極率の異常源が想定される。

($n=4, 5$)

E測線及びH～N測線の No. 6～10にかけて、連続した弱い分極率異常 ($2 \sim 5 mV/V$) が認められる。

4-3-3 測定結果のまとめ

各測線の分極率分布の特徴をまとめ、表II-4-4に示す。

4-4 解析

4-4-1 解析方法

比抵抗及び分極率疑似断面の2次元断面解析にはCoggon(1971)及びRijo(1977)の有限要素法プログラムを用いた。モデルによる計算値が測定値に近似するまで、対話形式でモデルの入力・修正を数十回繰り返した。

4-4-2 解析結果

分極率異常の中から、No. 6～9 付近に深部分極率異常を示し、かつ、データ品質の良好なE, I, Lの3断面について2次元断面解析を実施した。この3断面の地質断面を図II-4-10に示す。尚、断面解析では物性試験の結果を参考にした。

2次元断面解析結果を図II-4-11～図II-4-13に示す。

表Ⅱ-4-4 物理探査結果一覧表

測線名	比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	分極率 (mV/V)	分極率分布の特徴
A	67~1,277	0.1~2.4	2.4mV/V以下の単調な分布
B	52~1,196	0.1~3.7	No. 8~9深部3.7mV/V弱異常
C	63~1,533	0.3~4.3	No. 6~9最大4.3mV/V
D	86~1,701	-0.9~11.2	No. 4~8に異常
E	150~1,284	-0.1~16.4	No. 3~5に異常, No. 8~10に深部弱異常
F	127~1,955	-0.7~9.3	No. 2~7に異常
G	110~1,264	-1.8~11.2	No. 4, 5に異常
H	134~1,462	-0.5~12.4	No. 3~4に異常, No. 7, 8に深部弱異常
I	110~1,934	-0.4~11.5	No. 2, 3に異常, No. 6~10に深部弱異常
J	19~1,815	-0.6~12.0	No. 1, 2に異常, No. 6~11に深部弱異常
K	113~2,167	0.0~16.6	No. 1~3に「片ハの字」IP異常, No. 6~9に深部弱異常
L	98~2,448	-0.1~13.1	No. 1, 2に「片ハの字」IP異常, No. 6~9に深部弱異常
M	75~1,591	-0.8~14.1	No. 2, 3に「片ハの字」IP異常, No. 8~10に深部弱異常
N	80~3,447	-1.4~26.5	No. 2~3に「片ハの字」IP異常, No. 9, 10に深部弱異常
O	154~2,102	-1.2~16.0	No. 3, 4に「片ハの字」IP異常
P	60~3,709	-1.9~9.8	No. 5, 6に「片ハの字」IP異常

< E 測線 >

比抵抗： No. 9 以東の $500 \Omega \cdot m$ 以下の比抵抗値は $200 \sim 500 \Omega \cdot m$ の中比抵抗体を想定することによりほぼ適合した。この比抵抗体は斑励岩に対応すると考えられ、地表付近はより低比抵抗であると推定された。

分極率： No. 4, 5 付近に頂部を持つ分極率異常は、地表付近の $20 \sim 25 mV/V$ の分極体によって測定値にほぼ適合した。No. 8 ~ 10 の深部に認められた弱い分極率異常は深部 $180 \sim 250 m$ にある幅約 $100 m$ の小規模な分極体 ($120 mV/V$) を想定することで測定値にほぼ適合した。

< I 測線 >

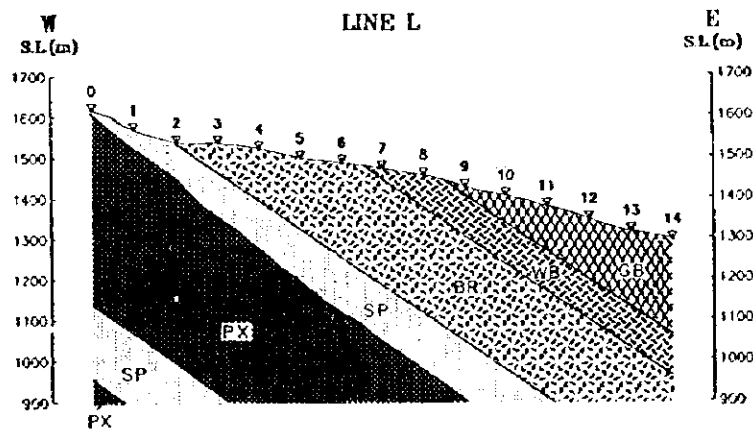
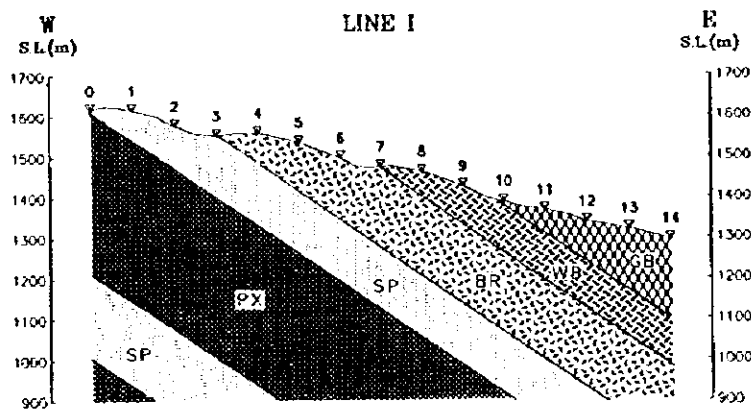
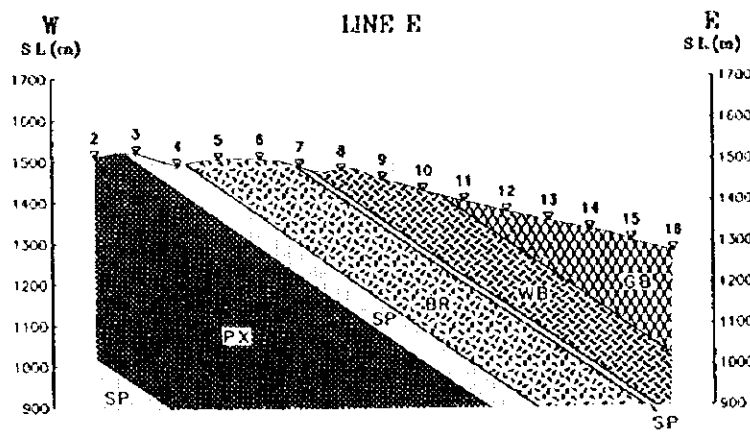
比抵抗： No. 7 以東の表層部に $200 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層が解析された。地質は、斑励岩の分布域である。

分極率： 蛇紋岩層に対応する位置の深度約 $80 m$ 以深で、 $25 mV/V$ 以上の分極体が推定された。No. 6 ~ 10 の深部に位置する分極率異常は、No. 6 の深度約 $170 m$ に層厚 $100 m$ の分極体 ($30 mV/V$) を想定することでほぼ適合した。






< L 測線 >

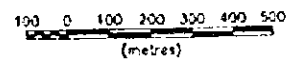
比抵抗： No. 9 以東の表層部に $500 \Omega \cdot m$ 以下の比較的低い比抵抗層が解析された。これは、斑励岩の分布域に対応する。

分極率： No. 1 ~ 3 付近の分極率異常は、No. 0 ~ 2 付近の表層から東に傾斜する $10 \sim 30 mV/V$ の高分極体として解析された。No. 6 ~ 7 の深部に認められた分極率異常は、前述の分極体の深部延長部 (層厚約 $150 m$, $10 \sim 30 mV/V$) として解析された。



LEGEND

-  GABBRO
-  WEBSTERITE
-  BRONZITITE
-  SERPENTINITE
-  PYROXINITE



JICA - MMAJ
Geological sections on the geophysical survey (Line E, I, L)
Snake Head Area, Zimbabwe
DOWA ENGINEERING CO., LTD.

図 II - 4 - 10 地質断面図 (2次元解析実施測線)



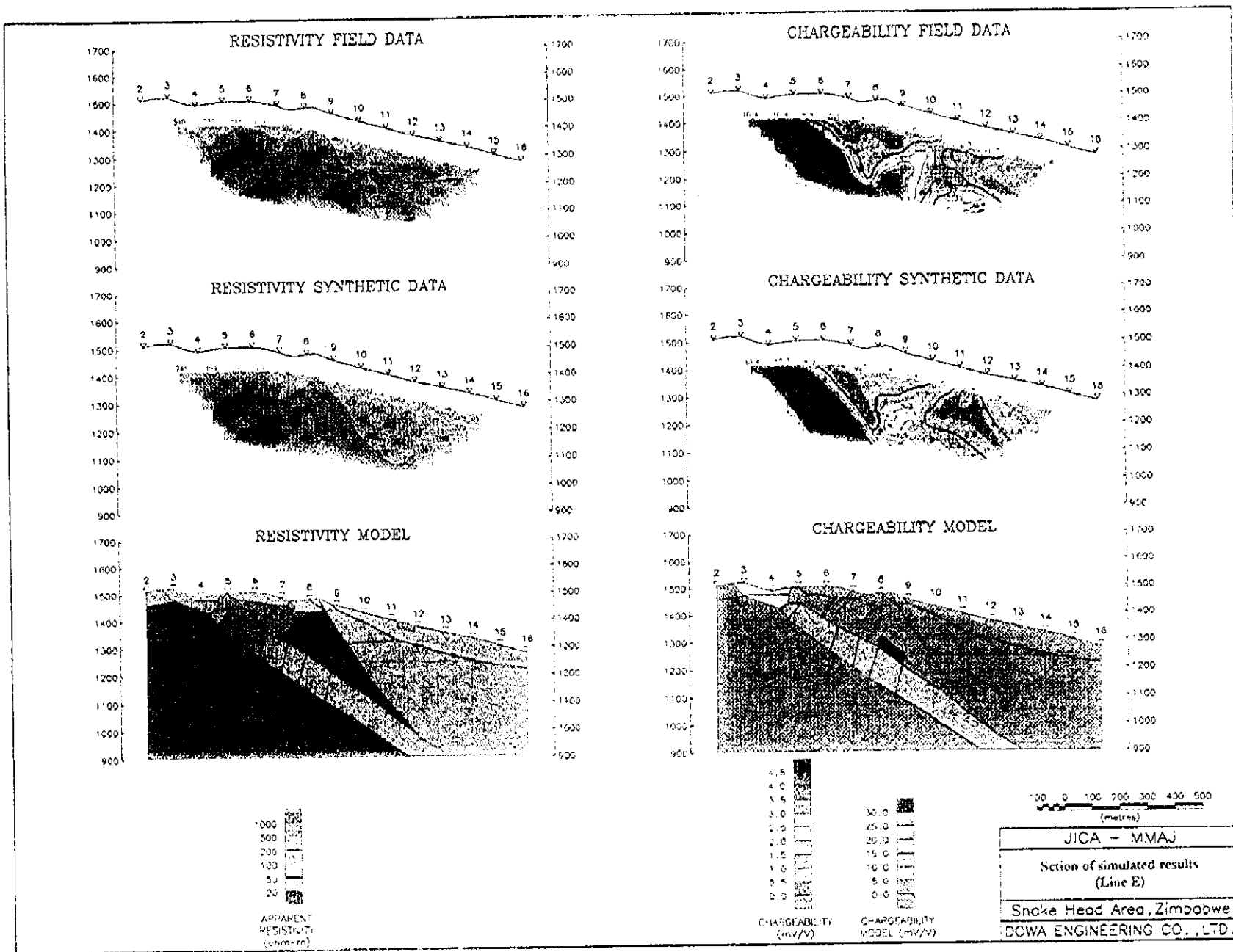


図 II - 4 - 11 物理探査シミュレーション結果図 (E 測線)

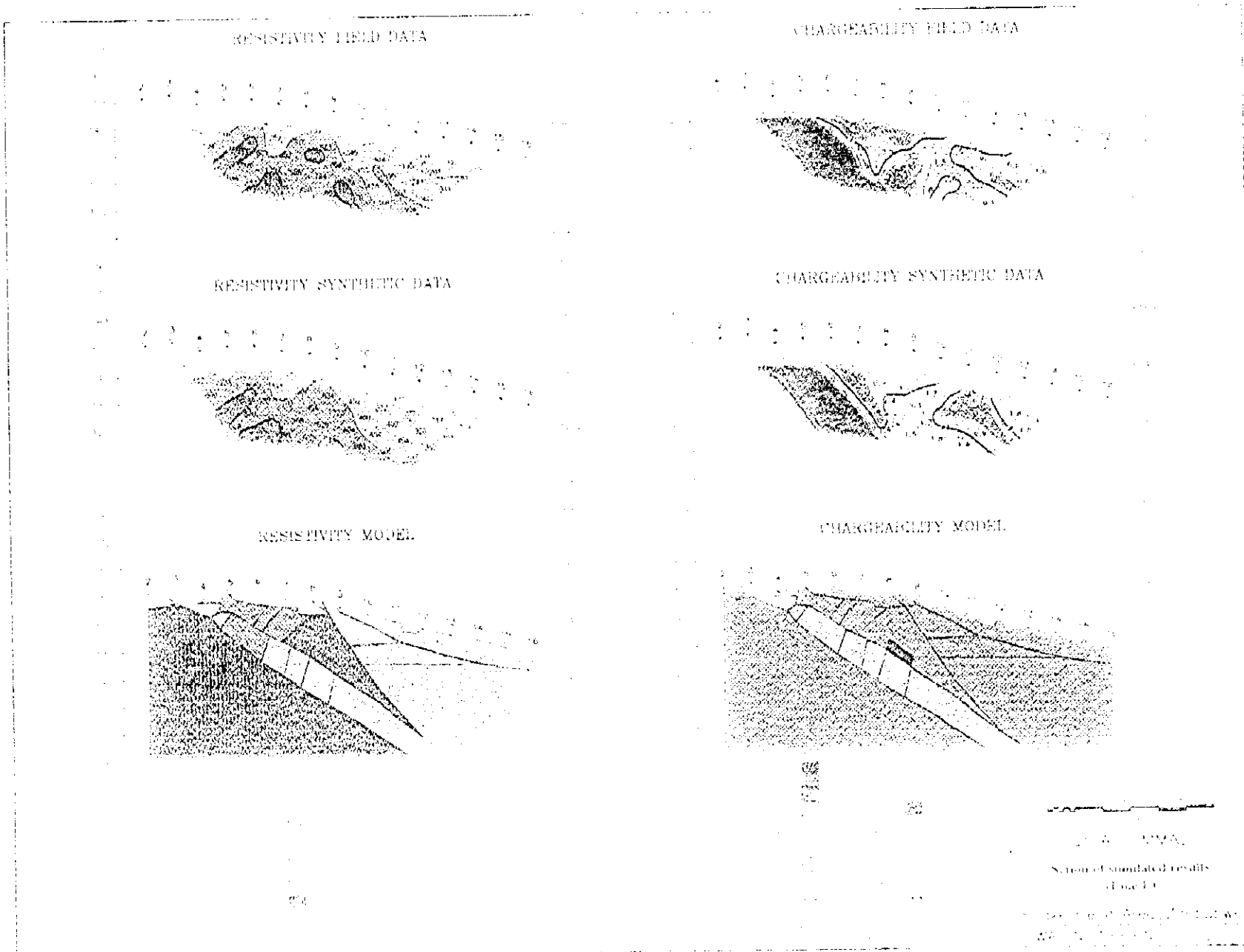


Figure 1. Comparison of resistivity and chargeability data and models.



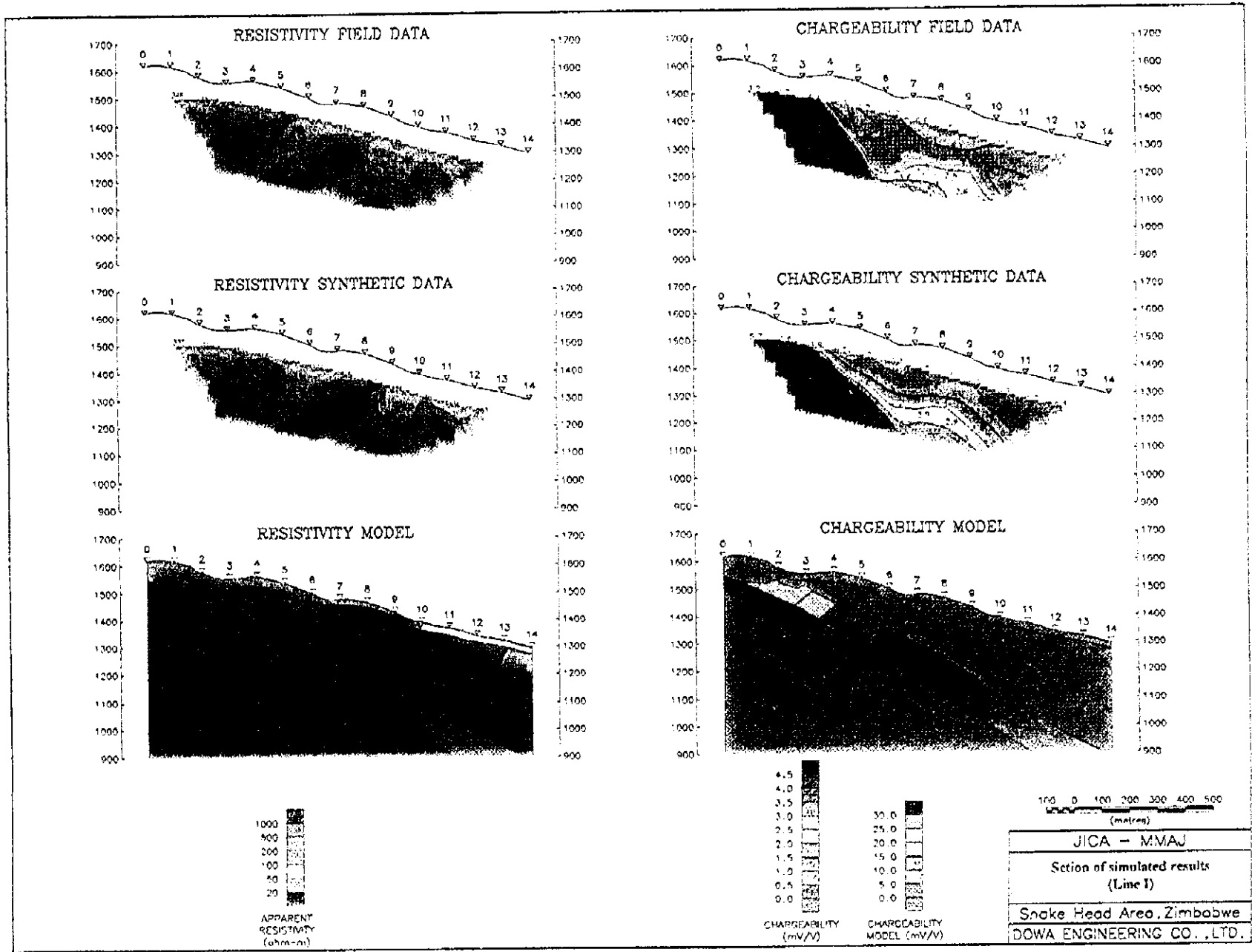


図 II - 4 - 12 物理探査シミュレーション結果図 (I 測線)

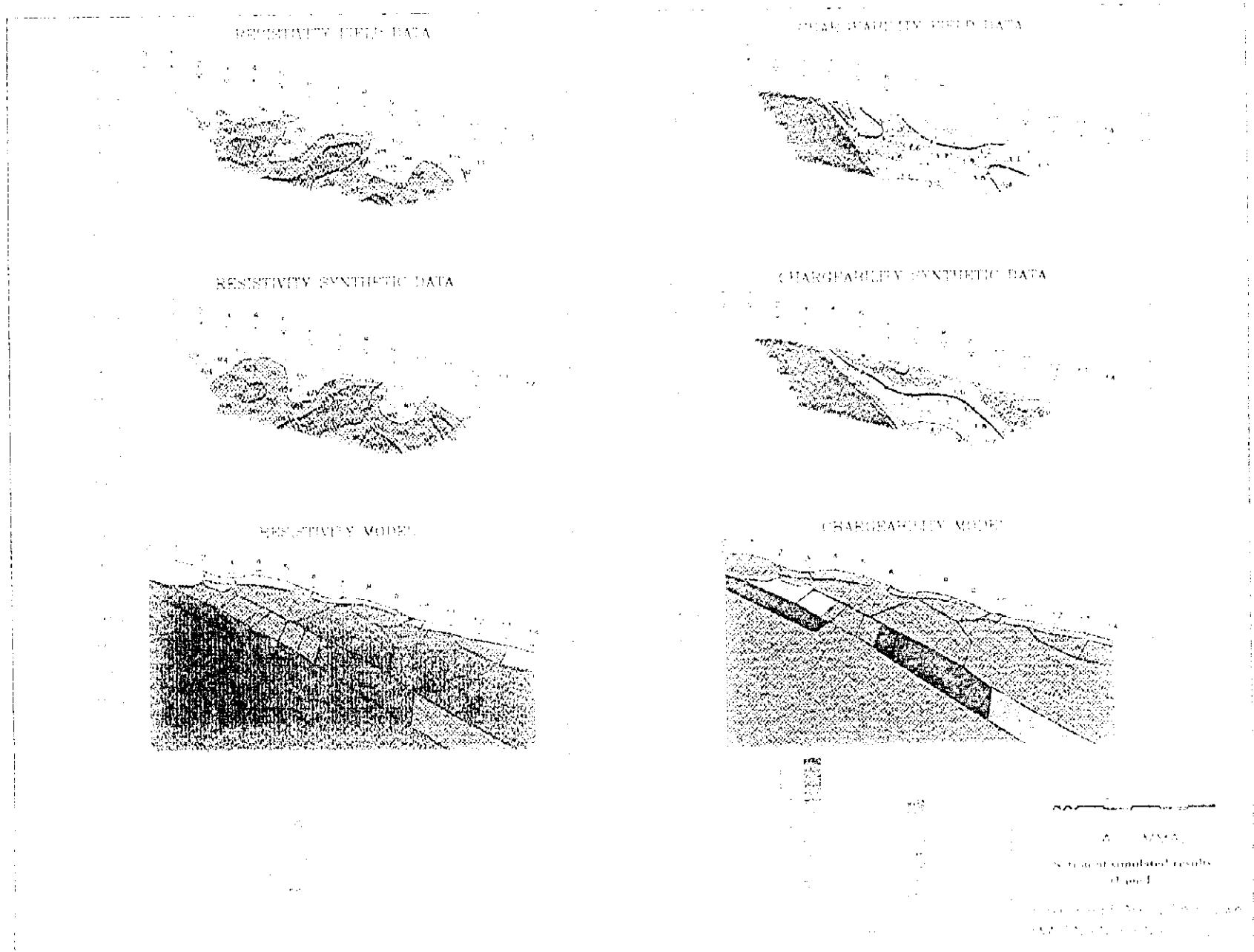


图 4 电阻率、电荷率数据及模型反演结果图 (A-MVA)



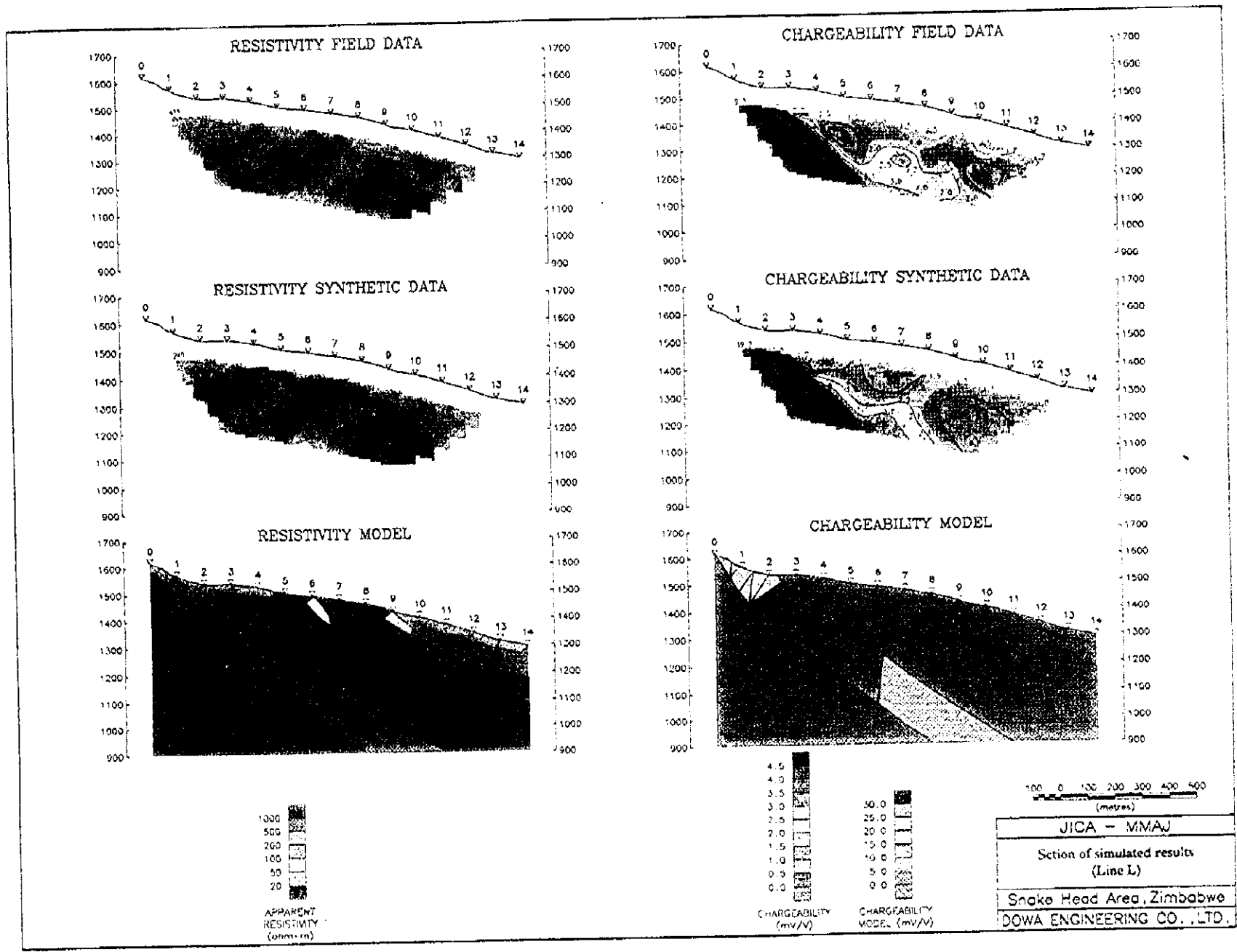


図 II - 4 - 13 物理探査シミュレーション結果図 (L測線)

RESISTIVITY FIELD DATA



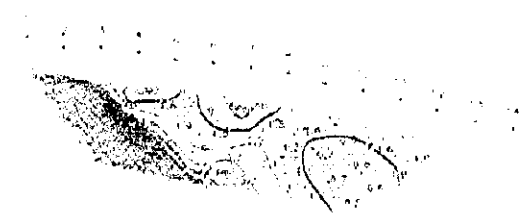
CHARGEABILITY FIELD DATA



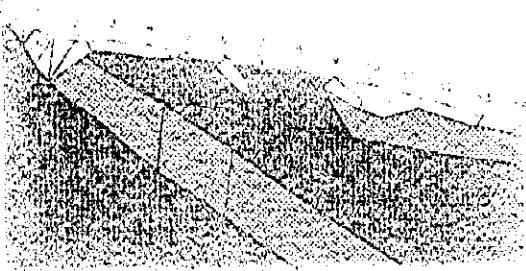
RESISTIVITY SYNTHETIC DATA



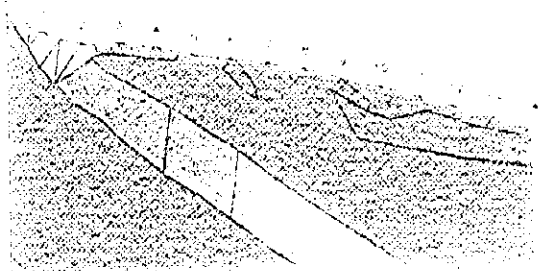
CHARGEABILITY SYNTHETIC DATA



RESISTIVITY MODEL



CHARGEABILITY MODEL



1000
500
0

1000
500
0

1000
500
0

1000
500
0

Figure 15. Comparison of resistivity and chargeability data and models.



4-5 物理探査異常の評価

物理探査総合解析結果図を図II-4-14に示す。

本調査で明瞭な分極率異常を示したのは、D~P測線の西端部である。また、この異常に隣接する形でE, H, I, J, K, L, M, N測線のNo. 6~10付近の深部に弱いが比較的明瞭な分極率異常を把握した。これらの高分極率異常はいずれも低比抵抗分布を伴わないのが特徴である。

物性試験では、硫化鉱物が観察された試料は高分極率を示さず、母岩との明瞭な差は認められない。これは、その試料に含まれる硫化鉱物の量が少ないためと判断される。一方、クロム鉄鉱を伴う蛇紋岩試料は高分極率(50mV/V)・高比抵抗(500Ω・m以上)を示し、他の岩石との差が認められた。

2次元断面解析では、各測線の西端部で認められた分極率異常は、推定地質断面上の蛇紋岩層の位置に対応する分極体によるものと解析された。また、No. 6~10付近の深部に把握された分極率異常は、同じ蛇紋岩層の深部あるいは輝岩層(P1)の最深部に対応する分極体によるものと解析された。

EP0654(1992)によれば、L測線 No. 9付近のボーリングにより2層の硫化鉱物鉱化帯が確認されている。それらは、Main Sulphide Zone(MSZ と略称、深度 85~95m)及び Lower Sulphide Zone(LSZ と略称、深度145~155m)と呼称され、コアの分析結果によれば、MSZはCu + Niが0.1% (層厚10m)、LSZは0.12% (10m)の品位を示す。

以上の結果から、D~P測線の西端部で認められた浅部分極率異常は、クロム鉄鉱を伴う蛇紋岩を反映した分布パターンと推定される。一方、E, H, I, J, K, L, M, Nの各測線のNo. 6~10付近の深部(n=4, 5)に把握された分極率異常は、蛇紋岩層の延長部あるいは輝岩層(P1)の最深部付近に対応する分極体を反映したものと推定される。この深部分極率異常源は、前述のEP0654のボーリングデータで確認されているLSZの位置より150m程度深部(下位)に位置していると推定される。

硫化鉱物の品位と分極率の関係は、母岩の比抵抗や硫化鉱物間のつながり方等により一義的には決まらない。しかし、一般的には少なくとも%オーダーの硫化鉱物含有量が無いとIP法で捕捉するのは難しいと考える。

IPの測定値、岩石物性試験、2次元断面解析より得たデータからは、硫化鉱物の鉱化に直接結びつく情報を得ることができなかったが、少なくとも輝岩層(P1)と蛇紋岩層の境界位置に関する情報を示していると考えられる。

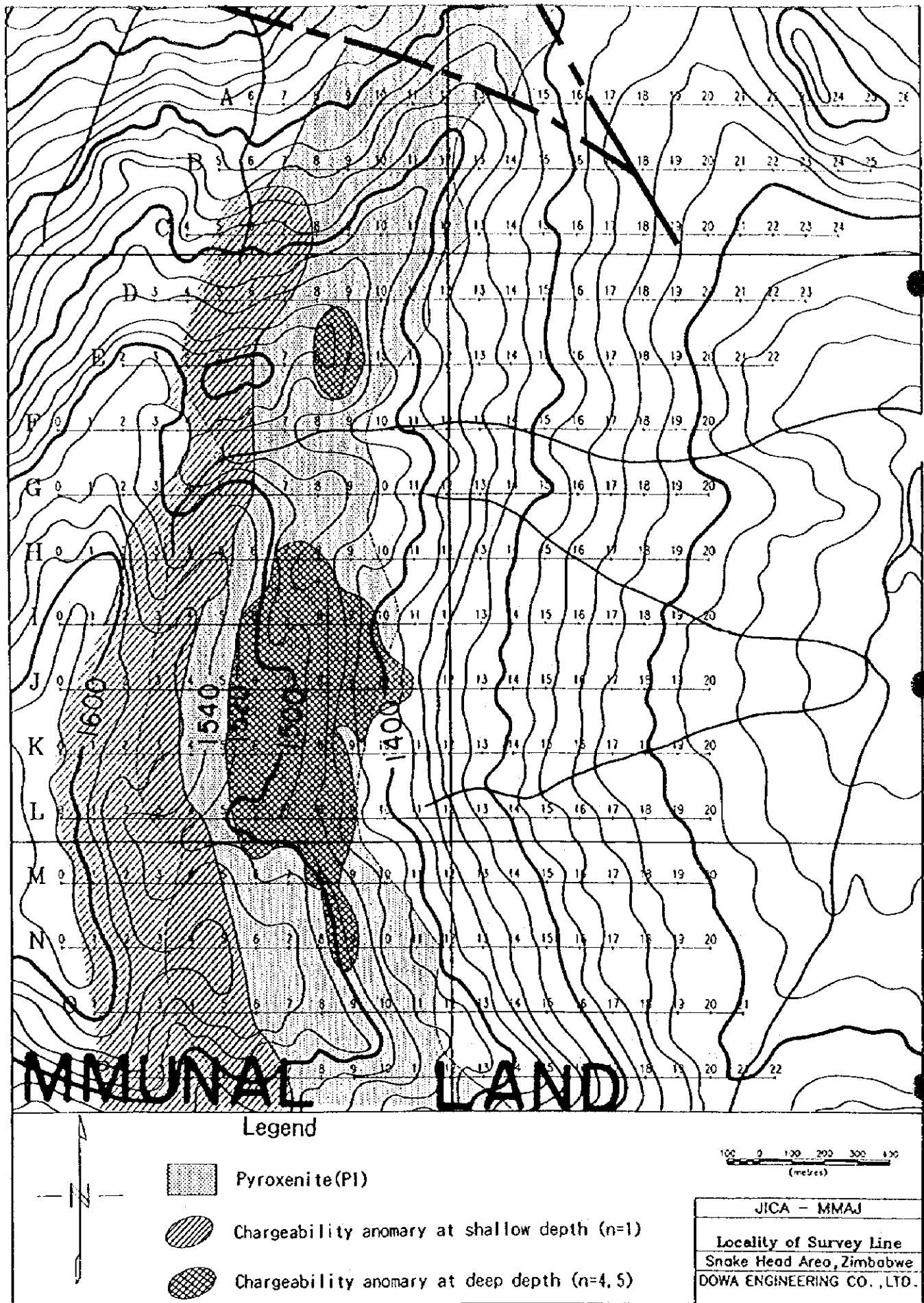


圖 II - 4 - 14 物理探査総合解析結果図

第5章 ボーリング調査

5-1 調査方法

5-1-1 調査目的及び概要

ボーリング調査は、第1年次調査結果に基づき、地化学探査異常地及び物理探査IP異常源が鉱化作用に基づくものであることを確認し、併せてその鉱化状況を明らかにすることを目的として実施した。

この目的のため、試錐基地を調査地域内WS地区ボテラレンジ東翼に設置した。

ボーリング位置を図II-5-1に示す。これらのボーリング位置は初年度調査の結果として地化学探査異常地、物理探査IP異常源が認められる地点にあたる。

調査内容は表II-5-1に示す。

表II-5-1 ボーリング調査一覧表

調査内容	調査数量
ボーリング調査	MJZS-1 (W, -60°) 400.00m
	MJZS-2 (W, -60°) 500.00m
	MJZS-3 (W, -60°) 500.30m
	MJZS-4 (W, -60°) 300.00m
	MJZS-5 (W, -60°) 400.44m
	MJZS-6 (W, -60°) 450.00m
	MJZS-7 (W, -60°) 500.00m
	MJZS-8 (-90°) 650.00m
	MJZS-9 (W, -70°) 400.00m
	MJZS-10 (W, -60°) 400.00m
合計 (10孔)	4,500.74m

5-2 調査結果

5-2-1 孔内地質

ボーリング地質断面図を図II-5-2～図II-5-9に示す。

各孔の地質概要は次のとおりである。

(1) MJZS-1 (400.00m)

・0～8.90m 風化帯。

赤色～白色土壌、及びハンレイ岩礫で構成される。

・8.90～162.80m ハンレイ岩。

緑色～暗緑色を示し、細粒、緻密、堅硬である。完晶質、等粒状の組織を為し、鉱物は主として多量の斜長石と、相互にほぼ等量の斜方輝石及び単斜輝石で構成される。部分的には粗粒、優白色～淡緑色を呈し、斜長石の白色斑点が顕著となる。また、破碎帯に沿っては微弱な方解石、緑泥石、蛇紋石の細脈が認められる。

・162.80～227.00m ウェブステライト。

ボーリング位置図

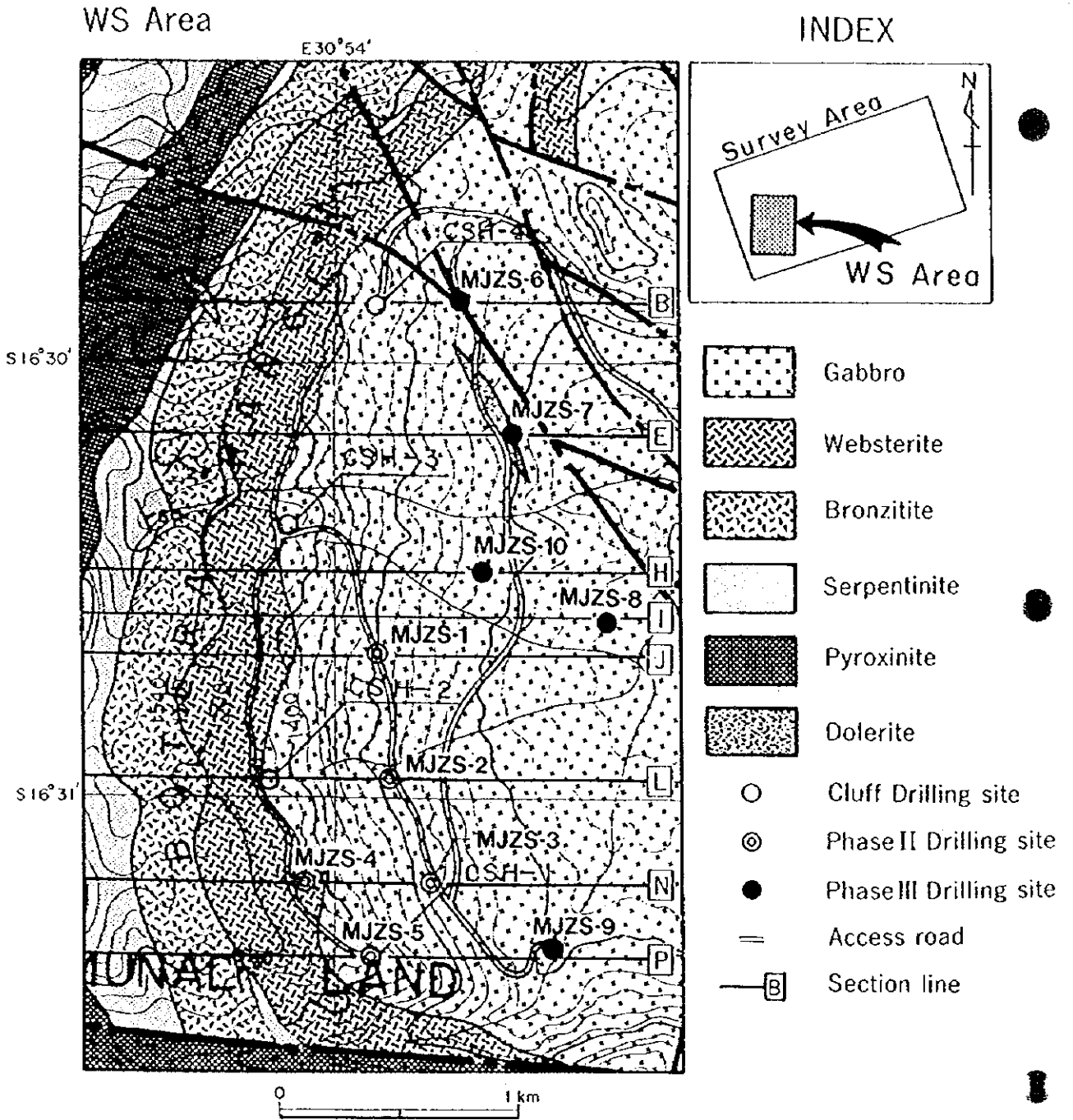


図 II-5-1 ボーリング位置図

緑色～暗緑色を示し、中粒～細粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主として相互にほぼ等量の斜方輝石と単斜輝石で構成される。ウェブステライト中には部分的に極めて微細、微量の硫化物（黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱）の鉱染が認められる他、緑泥石、蛇紋石の細脈が見られる。

・227.00～232.00m 蛇紋岩。

淡緑色～黄緑色を示し、細粒で石炭質の岩相を為す。鉱物はカンラン石を多く含み、暗色部～明色部の縞状模様を特徴的に示す。

・232.00～283.50m 古銅輝岩（ブロンズタイト）。

暗緑色～暗灰色を示す。やや細粒で完晶質、等粒状を為し、ほとんど斜方輝石で構成され、少量～微量の単斜輝石を含む。最上位には硫化物（磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱）の鉱染を伴う。

・283.50～293.00m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

上下両境界部では灰色～淡緑色を示し、細粒で石炭質の表面を持ち、縞状模様を為す。中心部は黒色、細粒、緻密質でカンラン石を多く含み、堅硬である。

・293.00～357.30m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相であるが、下方に向けて漸移的に粗粒となり、単斜輝石を多く含む傾向が認められる。

・357.30～390.10m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

上下両境界部では灰色～淡緑色～オリーブ緑色を示し、細粒で石炭質の表面を持ち、縞状模様を呈する。鉱物はほとんどカンラン石で占められる。中心部は黒色、細粒、緻密質で堅硬である。

・390.10～400.00m 輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である他、方解石～粘土小脈を伴う。

(2) MJZS-2 (500.00m)

・0～1.69m 風化帯。

赤色土壌、及びハンレイ岩礫で構成される。

・1.69～184.18m ハンレイ岩。

緑色～暗緑色～白色の雑色を示し、細粒、緻密、堅硬である。完晶質、等粒状の組織を為し、鉱物は主として多量の斜長石と、斜方輝石及び少量の単斜輝石で構成される。部分的には優白色～淡緑色を呈し、破碎帯に沿っては微弱な風化帯が認められる。中部ではほぼ相互に等量の斜長石と斜方輝石、及び少量の単斜輝石となり、下部では少量の斜長石及びほぼ等量の斜方輝石、単斜輝石へと組成変化する。

・184.18～266.00m ウェブステライト。

暗緑色を示し、中粒～粗粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主として斜方輝石と単斜輝石で構成され、相互にほぼ等量から斜方輝石がやや多い鉱物組成である。ウェブステライト中には部分的に極めて微細、微量の硫化物（黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱）の鉱染が認められる他、緑泥石、蛇紋石、緑簾石の細脈が見られる。

・266.00～302.40m 古銅輝岩（ブロンズタイト）。

境界部は漸移的に変化する。暗緑色～暗灰色を示す。粗粒で完晶質、等粒状を為し、ほ

2,000m 30°53'E







30°54'E

30°55'E

Geophysical survey J-Line

Geochemical survey (WS-10 Line)

LEGEND

-  GABBRO
-  WEBSTERITE
-  BRONZITE
-  SERPENTINITE
-  PYROXINITE
-  MINERALIZATION ZONE

1,500m

1,000m

500m

0m

m	m	P1 (ppb)	Pd (ppb)	Rh (ppb)	PGM (ppb)
247.5~248.0	157	162	—	—	319
248.0~248.5	102	122	—	—	224
248.5~249.0	277	168	—	—	445
249.0~249.5	396	228	—	—	624
249.5~250.0	533	434	12	—	979
250.0~251.0	490	425	15	—	930
251.0~252.0	336	421	15	—	772
252.0~253.0	213	353	14	—	580
253.0~254.0	176	377	—	—	553
254.0~255.0	75	391	—	—	466
255.0~256.0	91	302	—	—	393
256.0~257.0	106	315	—	—	421
257.0~258.0	42	244	—	—	286
258.0~259.0	—	299	—	—	299
259.0~260.0	—	111	—	—	111

MJZS-1 (400.00m, W, -60°)

Road

Road

Road



図 II-5-2 ボーリング断面図 (J-line)

ほとんど斜方輝石で構成され、微量の単斜輝石を含む。方解石細脈が見られる他、最上位には約10m間硫化物（磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱）の鉱染を伴う。

・302.40～307.98m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

灰白色～淡緑色～オリーブ緑色を示し、細粒で石鹸質の表面を持ち、縞状模様を為す。カンラン石を多く含み、軟質である。

・307.98～384.08m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相であるが、粗粒となり、単斜輝石を多く含む。318.93～321.78m、及び351.50～354.00mではオリーブ緑色を示し、約70°で交叉する破碎された粗粒玄武岩岩脈を伴う。

・384.08～394.70m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

黒色，細粒，緻密質で堅硬で石鹸質の表面を持ち，縞状模様を呈する。鉱物はほとんどカンラン石で占められる。中心部は灰色～淡緑色～オリーブ緑色を示す。

・394.70～472.38m 輝岩。

緑色～淡緑色を示し，中粒で等粒状完晶質の組織を持つ。鉱物はほとんど斜方輝石から成り，少量の単斜輝石を伴う。上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。

・472.38～500.00m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

黒色，細粒，緻密質，堅硬で，鉱物はほとんどカンラン石で占められる。中心部では特徴的に斜長石，カンラン石等の粗粒結晶の濃集した径3～5cmの白色斑状模様を呈する。上部境界部付近は灰色～淡緑色～オリーブ緑色を示し，石鹸質の表面を持ち，縞状模様を呈する。

(3) MJZS-3 (500.30m)

・0～3.00m 風化帯。

赤色土壌，及びハンレイ岩礫で構成される。

・3.00～188.49m ハンレイ岩。

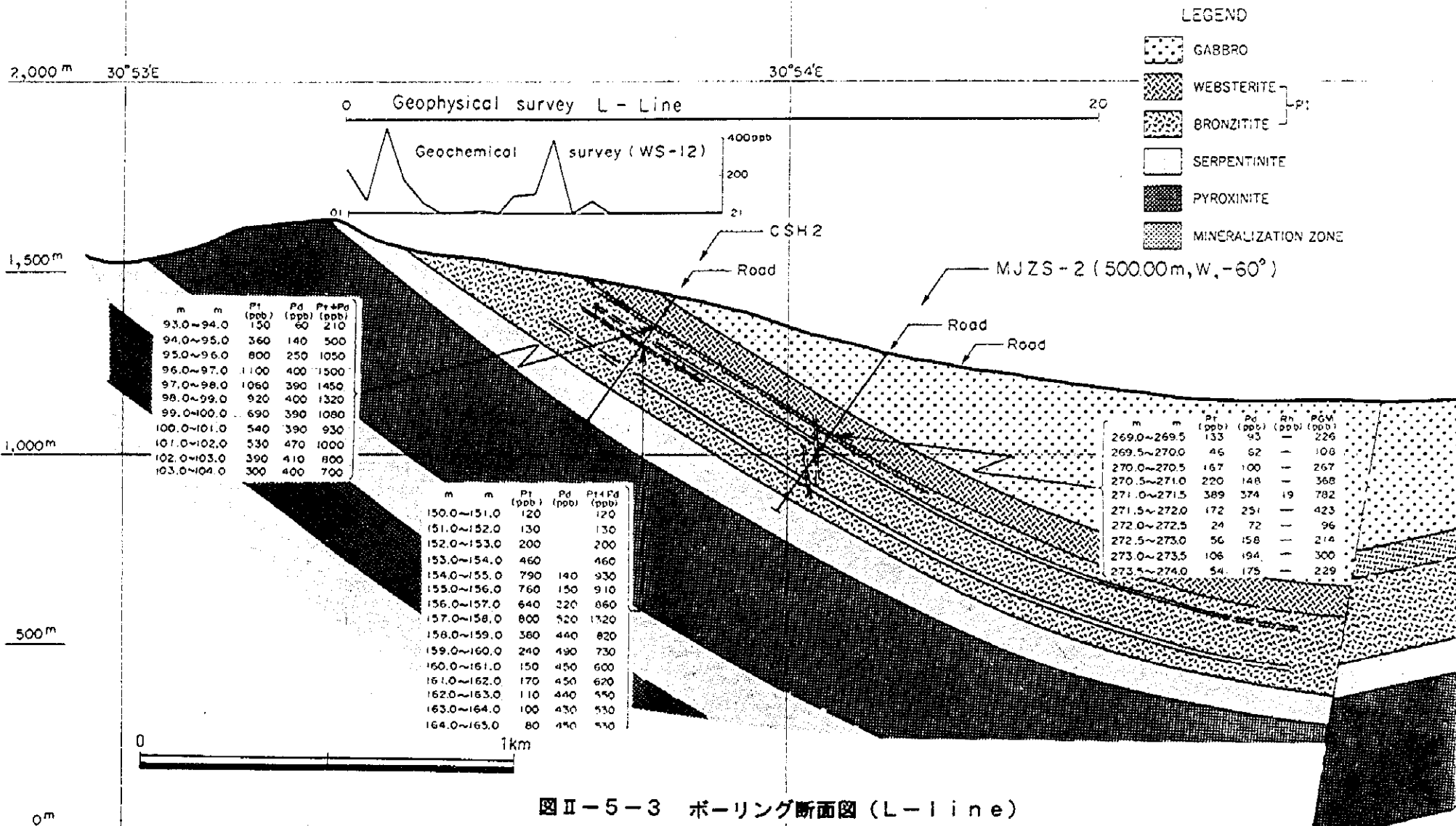
緑色～暗緑色を示し，中粒～粗粒，緻密，堅硬である。完晶質，等粒状の組織を為し，鉱物は主として多量の斜長石と，緑色～淡緑色の斜方輝石及び淡紫色の単斜輝石で構成される。部分的には優白色～淡緑色を呈し，破碎帯に沿っては微弱な風化帯が認められ，方解石，緑泥石，石英の小脈が見られる。

・188.49～263.58m ウェブステライト。

緑色～暗緑色を示し，中粒～粗粒で完晶質，等粒状の組織を為す。鉱物は主として斜方輝石と単斜輝石で構成され，相互にはほぼ等量から斜方輝石がやや多い鉱物組成である。ウェブステライト中には部分的に細粒の部分も認められ，また，単斜輝石は淡紫色のスポットとして明瞭に判別される。

・263.58～393.50m 古銅輝岩（ブロンズイタイト）。

緑色～オリーブ緑色を示す。粗粒で完晶質，等粒状を為し，ほとんど斜方輝石（緑色～暗緑色）で構成され，微量の単斜輝石（淡紫色）を含む。方解石細脈が見られる他，最上位（263.50～273.50m）及び中部（335.00m～351.00m）の2層に硫化物（磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱）の鉱染帯を伴う。硫化物は微細な通常自形硫化物またはフィルム状硫化物として存在するが，鉱染の比較的強い部分では鉱物粒間を埋める他形硫化物が多く認められる。



図Ⅱ-5-3 ボーリング断面図 (L-line)

・ 393.50～400.00m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

境界部は漸移的に変化する。黒色～灰白色を示し、細粒で石鹼質の表面を持ち、縞状模様を為す。鉱物はカンラン石、磁鉄鉱、クローム鉄鉱を多く含み、軟質である。

・ 400.00～475.88m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相であるが、単斜輝石を多く含む。硫化物鉱染はほとんど無くなり、緑泥石の小脈を多く伴う。

・ 475.88～487.64m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

境界部は漸移的に変化する。黒色、細粒、緻密、軟質で石鹼質の表面を持ち、縞状模様を呈する。鉱物はほとんどカンラン石で占められ、その他磁鉄鉱を含む。部分的に灰色～淡緑色～オリーブ緑色を示し、蛇紋岩化が強い。

・ 487.64～500.30m 輝岩。

緑色～オリーブ緑色を示し、中粒で等粒状完晶質の組織を持つ。鉱物はほぼ等量の斜方輝石及び単斜輝石から成り、上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。

(4) MJZS-4 (300.00m)

・ 0～12.70m 風化帯。

赤色～灰色土壌、及びウェブステライト礫で構成される。

・ 12.70～56.70m ウェブステライト。

緑色～暗緑色を示し、中粒～粗粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主として斜方輝石と単斜輝石で構成され、相互にほぼ等量の鉱物組成である。ウェブステライト中には微量の硫化物鉱染を伴う。

・ 56.70～130.70m 古銅輝岩（ブロンズイタイト）。

緑色～オリーブ緑色を示す。粗粒で完晶質、等粒状を為し、ほとんど斜方輝石（緑色～暗緑色）で構成され、少量の短冊状の単斜輝石を含む。方解石細脈が見られる他、70.00～87.00mに硫化物（磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱）の鉱染帯を伴う。110.60～111.20mには粗粒玄武岩岩脈を伴う。

・ 130.70～136.00m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

黒色～灰白色、一部緑色を示し、細粒で石鹼質の表面を持ち、縞状模様を為す。

・ 136.00～216.00m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。143.00～153.00mには硫化物鉱染を伴う。また、163.00～166.00m、176.50～178.30m、190.00～190.80mには粗粒玄武岩岩脈を伴う他、緑泥石の小脈を多く伴う。

・ 216.00～222.00m 蛇紋岩（～ハルツバージャイト）。

黒色～灰色～オリーブ緑色、細粒、緻密、軟質で石鹼質の表面を持ち、縞状模様を呈する。鉱物はほとんどカンラン石で占められ、下部では粗粒、白色、斑状模様を示す。

・ 222.00～300.00m 古銅輝岩。

緑色～オリーブ緑色を示し、粗粒で等粒状完晶質の組織を持つ。鉱物はほぼ斜方輝石から成り、少量の単斜輝石を伴う。上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。237.50～238.00m、251.00～251.60m、256.50～257.00mには珪長質岩岩脈を伴う他、方解石、緑泥石小脈を多く伴う。

2,000m 30°53'E

30°54'E

30°55'E

0 Geophysical survey N-Line 20

Geochemical survey (WS-14 Line)

400ppb

200

23

MJZS-4 (300.00m, W, -60°)







MJZS-3 (500.30m, W, -60°)

Road

Road

Road

LEGEND

-  GABBRO
-  WEBSTERITE
-  BRONZITE
-  SERPENTINITE
-  PYROXINITE
-  MINERALIZATION ZONE

1,500m

1,000m

82

500m

0m

m	m	Pt (ppb)	Pd (ppb)	Rh (ppb)	PGM (ppb)
85.0~86.0	114	68	—	182	
86.0~87.0	224	133	—	357	

m	m	Pt (ppb)	Pd (ppb)	Rh (ppb)	PGM (ppb)
149.0~150.0	215	19	—	234	
150.0~151.0	402	46	—	448	
151.0~152.0	426	111	—	537	
152.0~153.0	270	81	—	351	

m	m	Pt (ppb)	Pd (ppb)	Rh (ppb)	PGM (ppb)
346.0~347.0	166	108	—	274	
347.0~348.0	324	175	—	499	
348.0~349.0	583	331	14	928	
349.0~350.0	510	355	51	916	
350.0~351.0	438	394	47	924	

0 1km

図II-5-4 ボーリング断面図 (N-line)

(5) MJZS-5 (400.44m)

・0~6.89m 風化帯。

赤色土壌、及びハンレイ岩礫で構成される。

・6.89~25.07m ハンレイ岩。

緑色~暗緑色を示し、細粒、緻密、堅硬である。完晶質、等粒状の組織を為す。部分的には優白、粘土化した風化帯が認められる。

・25.07~148.34m ウェブステライト。

緑色~暗緑色を示し、中粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主としてほぼ等量の斜方輝石と単斜輝石で構成される。上部及び中部には弱い硫化物の鉱染が認められる。

・148.34~159.00m 蛇紋岩 (~ハルツバージャイト)。

境界部は漸移的に変化する。黒色~暗緑色~淡緑色を示し、細粒で石鹸質の表面を持ち、縞状~網状模様を為す。鉱物はカンラン石を多く含み、軟質である。

・159.00~229.50m

古銅輝岩 (ブロンズイタイト)。

緑色~暗緑色を示す。中粒で完晶質、等粒状を為し、ほとんど斜方輝石で構成される。最上位 (160.00~172.50m) では硫化物 (磁硫鉄鉱, 黄鉄鉱, 黄銅鉱) の鉱染帯を伴う。

・229.50~243.04m 蛇紋岩 (~ハルツバージャイト)。

黒色~オリーブ緑色を示し、細粒で石鹸質の表面を持ち、上下両境界部で縞状模様を為し、中心部では網目状模様を為す。鉱物はカンラン石, 蛇紋石を多く含み、軟質である。

・243.04~310.30m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相であるが、単斜輝石を多く含む。硫化物鉱染は無く、緑泥石の小脈を伴う。

・310.30~400.44m 蛇紋岩 (~ハルツバージャイト)。

上部では白色~淡緑色~緑色~暗緑色まで各種色調を示し、細粒、緻密、軟質で石鹸質の表面を持ち、縞状模様を呈する。326.76~337.74mは暗緑色~黒色、細粒の粗粒玄武岩岩脈である。粗粒玄武岩以下ではやや新鮮であり、暗緑色~黒色、細粒、堅硬で、部分的に粗粒、白色、斑状模様、方解石の白色斑点状模様、及び蛇紋石の淡緑色縞状模様を示す。

(6) MJZS-6 (450.00m)

・0m~16.69m 風化帯。

赤色~白色土壌、及びハンレイ岩岩礫で構成される。

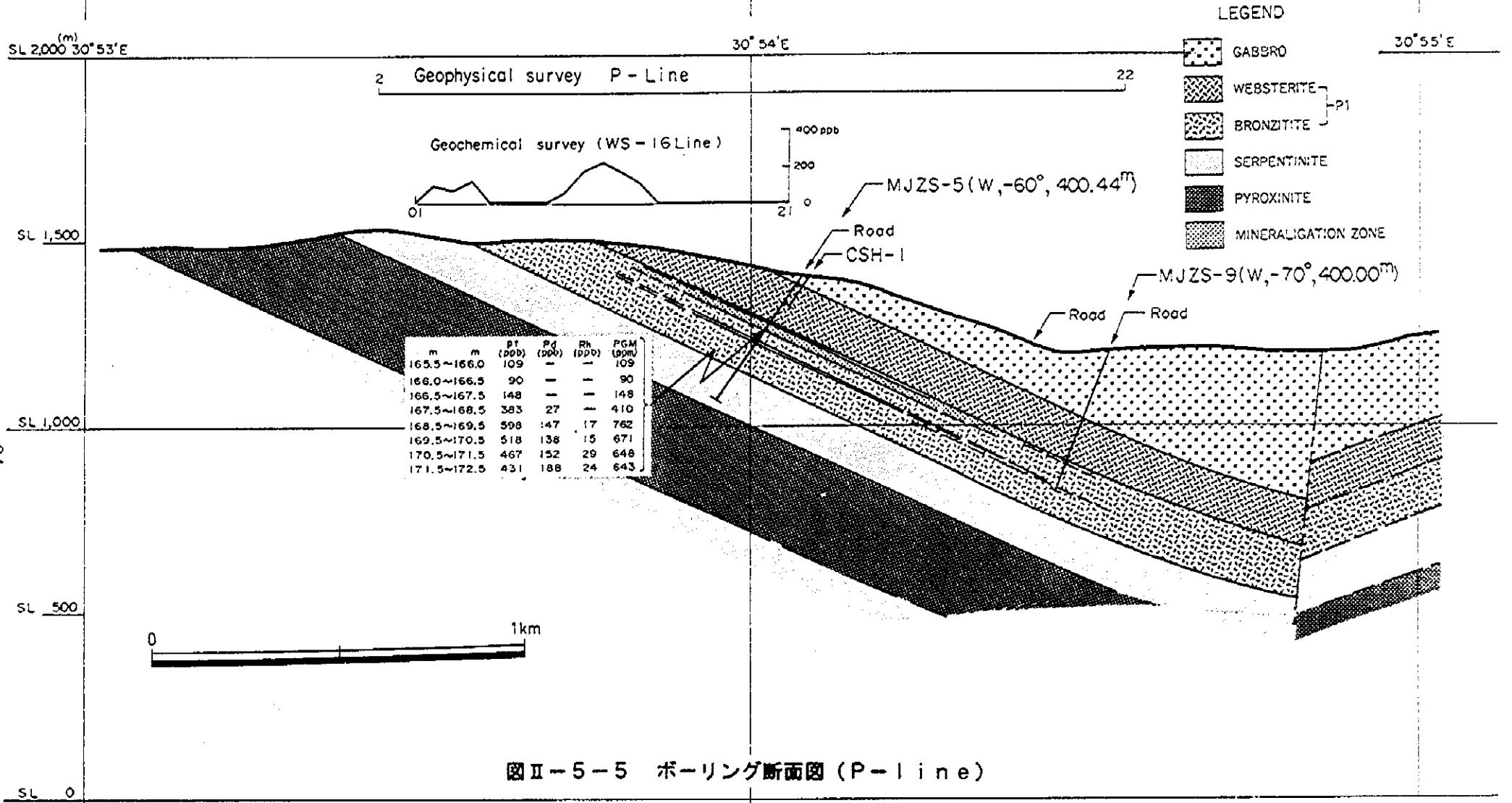
・16.69m~156.10m ハンレイ岩。

淡緑色を示し、中粒、軟質である。完晶質、等粒状の組織を為し、鉱物は主として多量の斜長石と、斜方輝石及び少量の単斜輝石で構成される。部分的には粗粒、優白色を呈し、斜長石の白色斑点が顕著となる。51.00m~61.00mでは強い珪化を受けた破碎帯 (断層帯) があり、64.96m~68.90m及び75.00m~76.60mでは粘土帯を伴う剪断帯が認められる。

・156.10m~285.00m ウェブステライト。

緑色中に単斜輝石による淡紫色斑点状模様を示し、中粒~細粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主としてほぼ等量の斜方輝石と単斜輝石で構成される。ウェブステライト中には部分的に方解石、緑泥石、蛇紋石の細脈が見られる。200.70m~210.94mは断層帯で

P - Line



図Ⅱ-5-5 ボーリング断面図 (P-line)

あり、強い破碎と珪化を伴う。263.50m～268.00m, 275.00m～281.50mは粘土帯、珪化帯を伴う剪断破碎帯（断層帯）である。

・285.00m～307.50m 古銅輝岩（ブロンズタイト）。

境界部は漸移的にウェブステライトから移行する。緑色～暗緑色を示す。やや粗粒で完晶質、等粒状を為し、ほとんど斜方輝石で構成され、微量の単斜輝石を含む。296.00m～300.00mに断層破碎帯を伴う。

・307.50m～322.80m 蛇紋岩。

上下両境界部では灰色～灰黒色を示し、細粒で石鹸質の表面を持ち、縞状～マダラ状模様を為す。中心部は黒色、細粒、緻密質でカンラン石を多く含み、クロム鉄鋳薄層を伴う。堅硬である。

・322.80m～371.34m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。322m付近より340mにかけて硫化物の鋳染が認められる。

・371.34m～374.00m ダナイト。

黒色細粒で縞状模様を呈する。鋳物はほとんどカンラン石で占められる。

・374.00m～404.00m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。392.00m～395.50mは淡緑色～白色をしめし、緑泥石、蛇紋石を伴う破碎帯である。

・404.00m～436.00m 蛇紋岩。

上下両境界部では灰色～灰黒色を示し、細粒で石鹸質の表面を持ち、縞状～マダラ状模様を為す。中心部423.00m～426.30mは黒色、細粒、緻密質でほとんどカンラン石から成り、ダナイトである。

・436.00m～450.00m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。

・450.00m 堀止め。

(7) MJZS-7 (500.00m)

・0m～18.00m 風化帯。

赤色～緑色土壌、及びハンレイ岩岩礫で構成される。

・18.00m～223.70m ハンレイ岩。

緑色～暗緑色を示し、中粒、堅硬である。完晶質、等粒状の組織を為し、鋳物は主として多量の斜長石と、斜方輝石及び少量の単斜輝石で構成される。部分的には優白色～淡緑色を呈し、斜長石が顕著である。下部では徐々に単斜輝石が多くなる。部分的に方解石、緑泥石の細脈を伴う。

・223.70m～233.00m 蛇紋岩。

暗緑色～オリーブ緑色を示し、細粒で石鹸質の表面を持ち、縞状～マダラ状模様を為す。中心部は優黒色となり、カンラン石を伴う。

・233.00m～340.38m ウェブステライト。

暗緑色を示し淡紫色の斑状模様を伴う。中粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鋳物は主として斜方輝石と単斜輝石で構成される。ウェブステライト中には部分的に緑泥石、方解

B Line

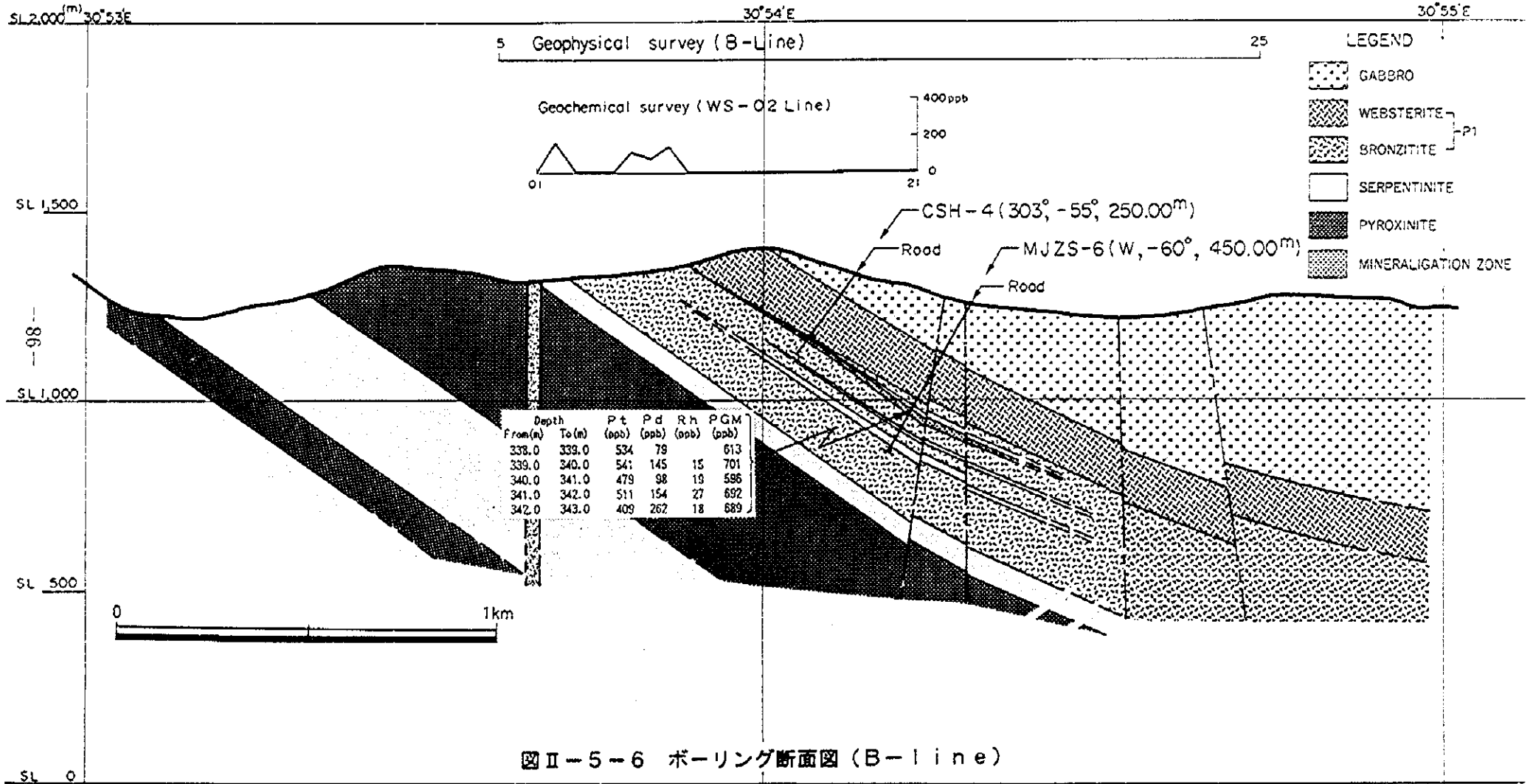
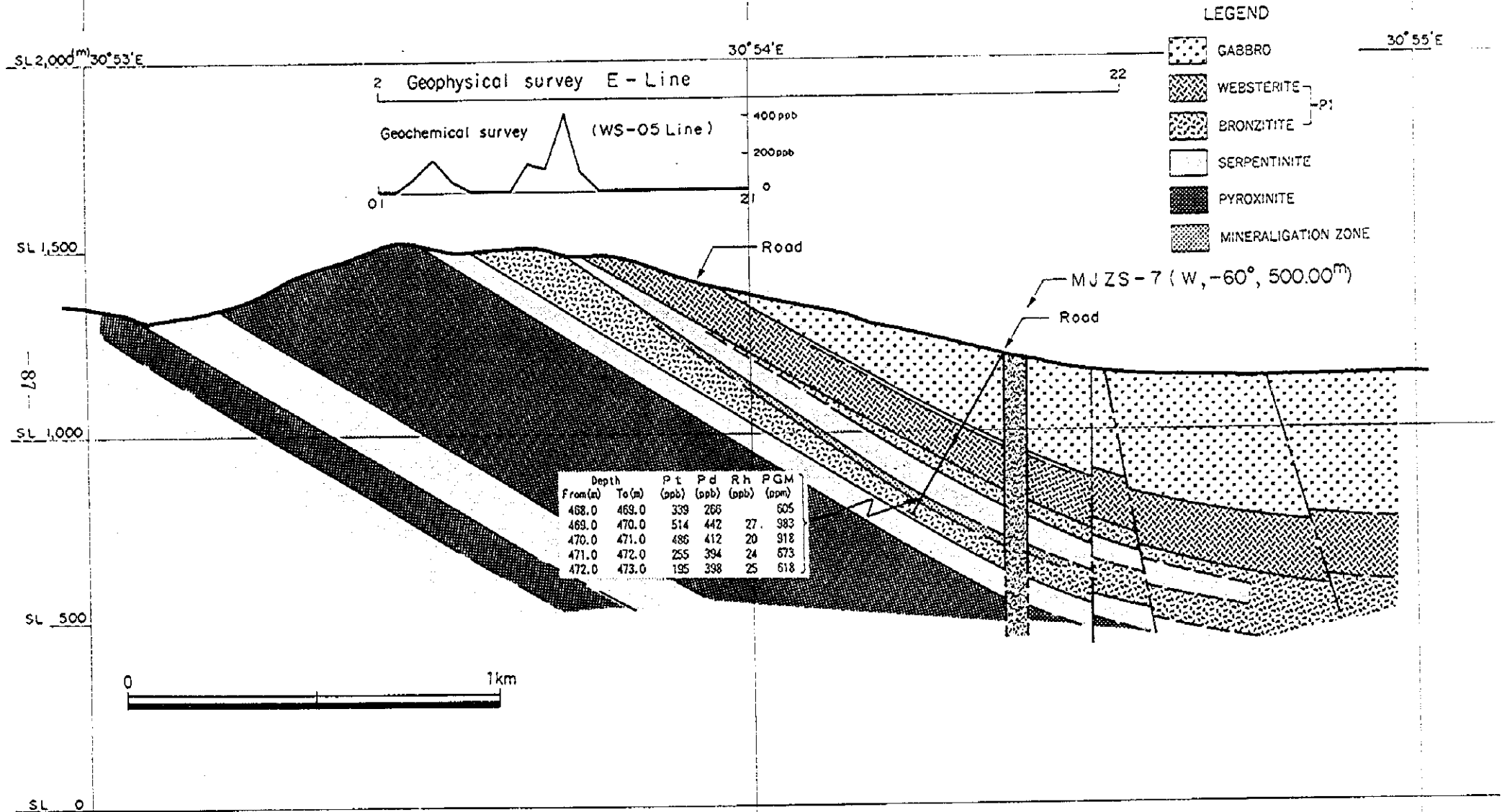


図 II-5-6 ボーリング断面図 (B-line)

E-Line



図II-5-7 ボーリング断面図 (E-line)

石の細脈が見られる。

・ 340.38m～375.00m 古銅輝岩。

暗緑色～暗灰色を示す。粗粒で完晶質，等粒状を為し，ほとんど斜方輝石で構成され，微量の単斜輝石を含む。358m～370mにかけて方解石細脈が見られる他，方解石脈に沿って極微量の硫化物（磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱）の鉱染が認められる。

・ 375.00m～450.00m 蛇紋岩。

境界部は漸移的に変化する。暗緑色～オリーブ緑色を示し，マダラ模様を為す。蛇紋石，カンラン石を多く含み，斜方輝石が認められる他，多くの方解石細脈を伴う。395m付近より硫化物（磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱）の鉱染が認められる。

・ 450.00m～500.00m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。上位の蛇紋岩から連続して475m付近まで比較的強い硫化物（磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱）の鉱染が認められる。

・ 500.00m 堀止め。

(8) MJZS-8 (650.00m)

・ 0m～12.50m 風化帯。

赤色土壌，及びハンレイ岩岩礫で構成される。

・ 12.50m～350.00m ハンレイ岩。

淡緑色～緑色～暗緑色を示し，中粒，堅硬である。完晶質，等粒状の組織を為し，鉱物は主として多量の斜長石と，緑色～淡緑色の斜方輝石及び淡紫色の単斜輝石で構成される。部分的に微弱な破碎帯及び緑泥石の小脈が見られる。

・ 350.00m～527.60m ウェブステライト。

緑色～暗緑色を示し，中粒～粗粒で完晶質，等粒状の組織を為す。鉱物は主として斜方輝石と単斜輝石で構成され，ほぼ等量から斜方輝石がやや多い鉱物組成である。単斜輝石は淡紫色のスポットとして明瞭に判別される。

・ 527.60m～574.19m 古銅輝岩。

緑色～暗緑色を示す。粗粒で完晶質，等粒状を為し，ほとんど斜方輝石（緑色～暗緑色）で構成され，微量の単斜輝石（淡紫色）を含む。554m～562m付近に微弱な硫化物（磁硫鉄鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱）の鉱染帯を伴う。

・ 574.19m～581.30m 蛇紋岩。

暗灰色，細粒で縞状模様を為す。鉱物はカンラン石を多く含む。

・ 581.30～650.00m 古銅輝岩。

上位の古銅輝岩とほぼ同様の岩相である。584.00m～626.00m付近に硫化物鉱染を伴う。

・ 650.00m 堀止め。

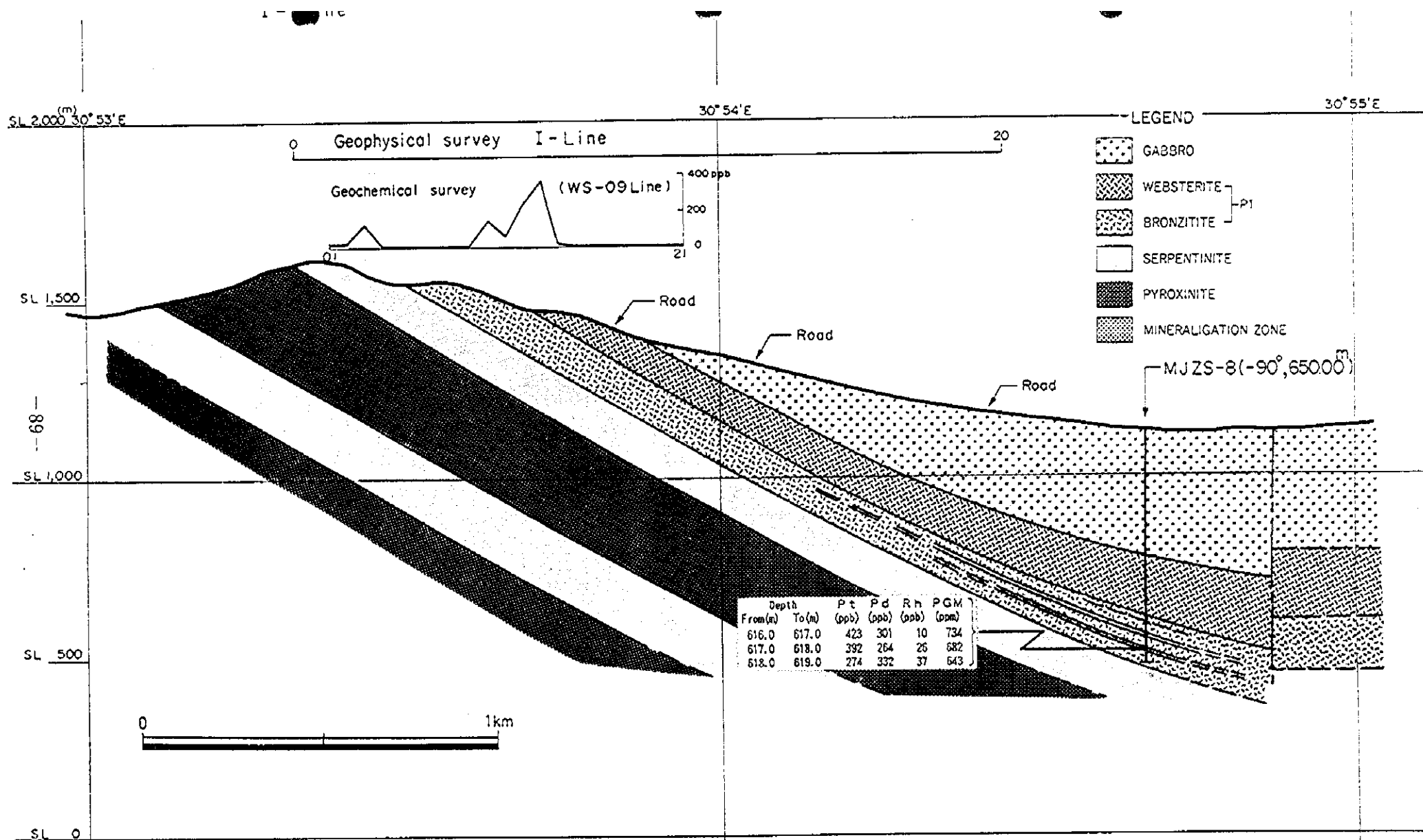
(9) MJZS-9 (400.00m)

・ 0m～8.00m 風化帯。

緑色～淡緑色土壌，及びハンレイ岩岩礫で構成される。

・ 8.00m～190.50m ハンレイ岩。

淡緑色～緑色～暗緑色を示し，中粒～細粒，堅硬である。完晶質，等粒状の組織を為し，



図II-5-8 ボーリング断面図 (I-line)

鉱物は主として多量の斜長石と、緑色～淡黄緑色の斜方輝石及び淡紫色の単斜輝石で構成される。斜長石は特徴的に白色斑点状に分布する。部分的に微弱な緑泥石の小脈が見られる。

・190.50m～328.54m ウェブステライト。

暗緑色を示し、中粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主としてほぼ等量の斜方輝石と単斜輝石で構成される。ウェブステライト中に単斜輝石は淡紫色をしめし、マダラ模様を為す。246.00m～251.00mには弱い破碎帯を伴う。

・328.54m～400.00m 古銅輝岩。

暗緑色を示す。粗粒で完晶質、等粒状を為し、ほとんど斜方輝石（緑色～暗緑色）で構成され、部分的に少量の単斜輝石を含む。328.54m～342.90mには方解石細脈が多く見られ、方解石細脈に沿って又は細脈周辺に微量の硫化物（磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱）の鉱染を伴う。孔底付近にも弱い硫化物の鉱染を伴う。

・400.00m 堀止め。

(10) MJZS-10 (400.00m)

・0m～24.89m 風化帯。

白色土壌、及びハンレイ岩岩礫で構成される。

・24.89m～196.50m ハンレイ岩。

緑色～暗緑色を示し、中粒、堅硬である。完晶質、等粒状の組織を為し、鉱物は主として多量の斜長石と、少量の斜方輝石及び微量の単斜輝石で構成される。部分的に微弱な緑泥石の細脈が見られる。135.00m～148.00m, 156.50m～157.00m, 及び184.00m～187.00mに弱い断層破碎帯が認められる。

・196.50m～301.50m ウェブステライト。

緑色～淡紫色斑点状模様を示し、中粒～粗粒で完晶質、等粒状の組織を為す。鉱物は主として斜方輝石と単斜輝石で構成される。単斜輝石は淡紫色のスポットとして明瞭に判別される。204.00m～208.00m, 231.00m～237.00mに断層破碎帯を伴う。

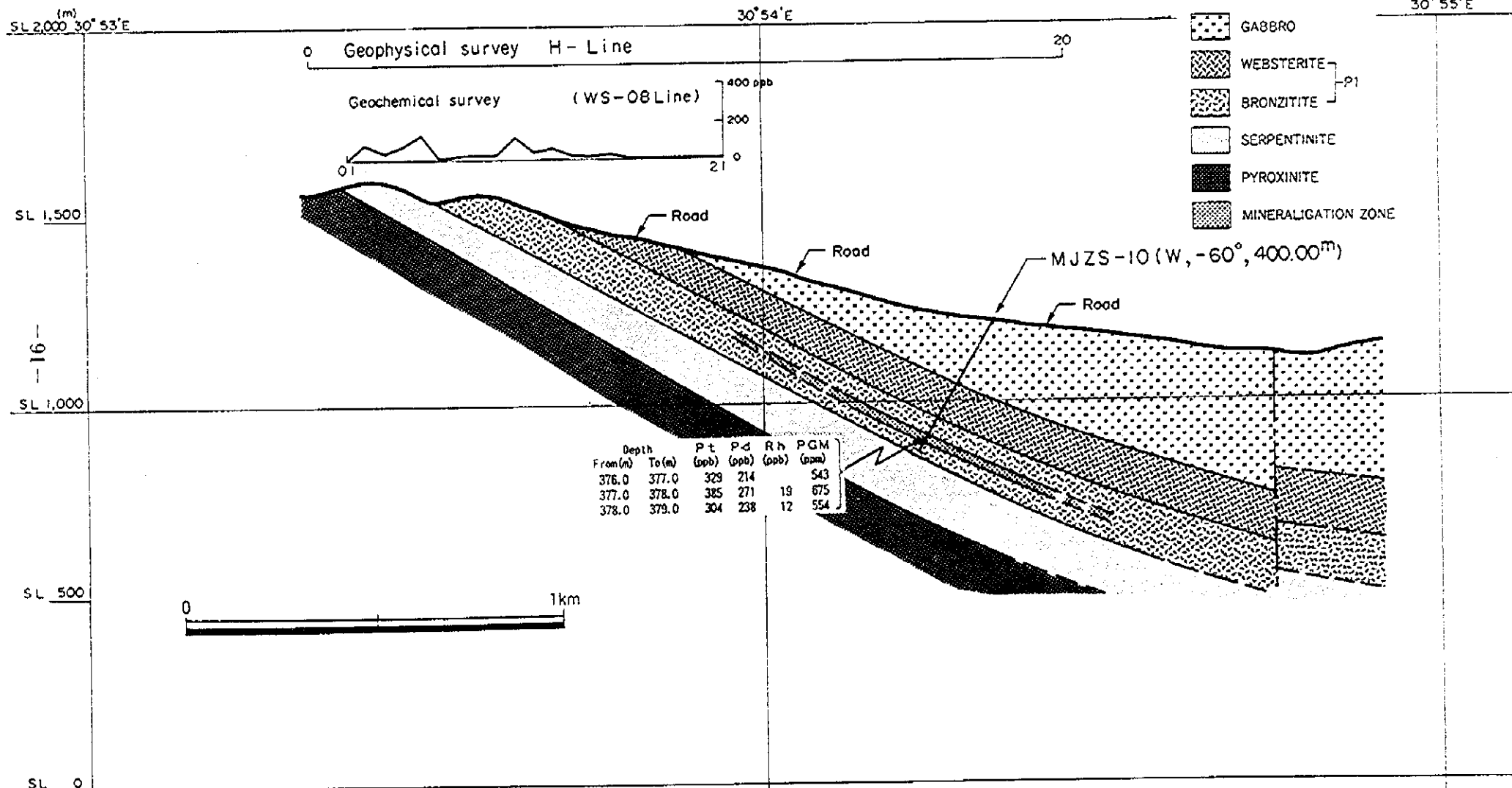
・301.50m～400.00m 古銅輝岩。

暗緑色を示す。粗粒で完晶質、等粒状を為し、ほとんど斜方輝石で構成される。351.50m～355.50m, 373.00m～373.50m, 379.00m～381.00m, 及び386.6mに破碎帯が認められる。上部には極微量のカンラン石？を含む。323m付近からカンラン石は徐々に消滅し、一方、硫化物（磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱）の鉱染が徐々に強くなる。硫化物の鉱染は370m～379m付近で強く、その後消滅する。

・400.00m 堀止め。

岩石薄片の検鏡結果を表II-5-2に示す。

最上位のハンレイ岩は組成的にはハンレイノーライトであり、中粒等粒状組織を持ち、平均粒径 1.5mmである。鉱物が多い順に斜長石、単斜輝石（普通輝石）、斜方輝石から成り、微量の不透明鉱物を伴う。斜長石は柱状～長柱状、自形～半自形、長さ 3.5mm以下、集片双晶をなす。斜方輝石は柱状～長柱状半自形、長さ 3mm以下、極めて弱い多色性を示す。単斜輝石は柱状半自形、長さ 2mm以下、斜方輝石と単斜輝石は共に顕著な離溶組織を



図II-5-9 ボーリング断面図 (H-line)

表Ⅱ-5-2 岩石薄片の顕微鏡観察結果一覧表

Number	Sample name	Rock name	Rock name defined by microscopic observation	Location		Mineral assemblages											Texture					
						Phenocrysts						Alteration minerals										
						Drill number	Depth (m)	Plagioclase	Biotite	Hornblende	Clinopyroxene	Orthopyroxene	Augite	Olivine	Opaque mineral	Tremolite		Calcite	Chlorite	Serpentine	Phlogopite	Talc
1	T-1	Websterite	Websterite	MJZS-1	170.00	△			⊙	⊙			△									Coarse grain, equigranular
2	T-2	Serpentinite	Iron ore-calcite-amphibole rock	MJZS-1	229.50								△	⊙	○							Coarse grain, equigranular
3	T-3	Bronzitite	Bronzitite	MJZS-1	249.50	⊙			△									Coarse grain, equigranular
4	T-4	Gabbro	Gabbro-norite	MJZS-2	115.88	⊙				○	⊙		.									Medium grain, equigranular
5	T-5	Websterite	Websterite	MJZS-2	190.18	△			⊙	⊙			△									Coarse grain, equigranular
6	T-6	Bronzitite	Bronzitite	MJZS-2	274.00	△	.	.		⊙			.									Coarse grain, equigranular
7	T-7	Pyroxinite	Bronzitite	MJZS-2	401.50					⊙			.								.	Coarse grain, equigranular
8	T-8	Harzburgite	Dunite	MJZS-2	486.00								⊙	.						.	.	Coarse grain, equigranular
9	T-9	Harzburgite	Talc rock	MJZS-5	317.20				.				△								⊙	Coarse grain, equigranular
10	T-10	Harzburgite	Serpentinite	MJZS-5	340.25								△	△		⊙					○	Coarse grain, equigranular
11	TS-1	Bronzitite	Olivin-Websterite	MJZS-7	448.50	.			○	⊙		△	.									Coarse grain, equigranular
12	TS-2	Bronzitite	Olivin-Websterite	MJZS-7	462.50	△			⊙	⊙		○	.								△	Coarse grain, equigranular
13	TS-3	Bronzitite	Websterite	MJZS-7	464.50	△			⊙	⊙		△	.								.	Coarse grain, equigranular
14	TS-4	Bronzitite	Olivin-Websterite	MJZS-6	334.50	.			⊙	⊙		○	△								.	Coarse grain, equigranular
15	TS-5	Bronzitite	Olivin-Websterite	MJZS-8	614.50	△			○	○		⊙	.								.	Coarse grain, equigranular
16	TS-6	Bronzitite	Websterite	MJZS-10	371.50	△			⊙	⊙			△								△	Coarse grain, equigranular
17	TS-7	Bronzitite	Olivin-Websterite	MJZS-10	394.50	.			○	○		○	.								△	Coarse grain, equigranular

※ ⊙ : abundance ○ : common △ : minor . : rare

示す。結晶外縁、割れ目、または劈開に沿って極く僅かに変質し、緑泥石が生成している。

ウェブステライトは粗粒等粒状組織を持ち、平均粒径2～3mmである。ほとんど全て(98%以上)単斜輝石と斜方輝石から成る。ごく少量～微量の斜長石と不透明鉱物を伴う。斜方輝石は長さ3.5mm以下、柱状半自形、極く弱い多色性を示す。単斜輝石は長さ6.5mm以下、柱状～長柱状半自形、両輝石共に離溶組織が顕著である。単斜輝石>斜長石である。斜長石は両輝石の間隙を埋める他形結晶として極く僅かに認められる。変質の程度は低い。

斜方輝岩は粗粒等粒状組織を持ち、平均粒径2～3mmである。斜方輝石が98%を占め、少量の斜長石、微量の不透明鉱物、超微量の普通角閃石と黒雲母を伴う。斜方輝石は柱状～長柱状、自形～半自形、長さ7mm以下、弱い多色性(X=淡紫褐色、Z=淡緑色)を示す。斜方輝石には著しい単斜輝石の離溶組織が認められる。斜長石は斜方輝石の間隙を埋める他形結晶として産し、大きさ1mm以下である。普通角閃石は他形、長さ0.7mm以下、多色性(X=淡黄色、Z=淡緑色)を示す。黒雲母は0.4mm以下の他形結晶である。無視できる程度の変質を被っている。

ダナイトは粗粒等粒状組織を持ち、平均粒径2mmである。99%以上カンラン石が占め、少量の自形～半自形の不透明鉱物(クロム鉄鉱)を伴う。カンラン石は半自形、大きさ6mm以下である。結晶縁や割れ目に沿って蛇紋岩化が進行し、完全に変質している場合、多量の蛇紋石、中程度の量の滑石と少量の方解石及び不透明鉱物に変わっている。

5-2-2 鉱化作用

ボーリング地質断面図は図II-5-2～図II-5-9に示したとおりである。各孔の鉱化帯の品位は図II-5-10～図II-5-19に示す。

各孔の鉱化状況の概要は次のとおりである。

(1) MJZS-1

ウェブステライト、古銅輝岩境界部に存在する薄い蛇紋岩層から古銅輝岩層最上部(226m～260m)にかけて硫化物の鉱染が認められる。肉眼的には主として磁硫鉄鉱、黄鉄鉱で構成され、微量の黄銅鉱を伴う。粒径は最大約2mmで、通常は1mm以下0.5mm前後の微細なものが多く、自形～鉱物粒間を埋める不規則他形のものが認められる。硫化物は最大3%前後の存在量と推定される。

白金族鉱物は肉眼的には観察出来ないが、化学分析結果では硫化物鉱染帯の最下部付近(247.50m～257.00m)で最高値 PGM 979PPb を示して濃集する。

(2) MJZS-2

古銅輝岩層最上部の約10m間(226m～274m)硫化物の鉱染が認められる。硫化物の種類、粒度、形態はMJZS-1号と同様であるが、密度は最大約5%前後と推定される。

白金族元素は化学分析結果では硫化物鉱染帯の下部(269.00m～273.50m)で最高値 PGM 782PPb を示して濃集する。

(3) MJZS-3

古銅輝岩層最上部の約10m間(263.50m~273.50m)及び約70m下位(335m~351m)に硫化物の鉱染が認められる。硫化物の種類、粒度、形態はMJZS-1及び2号と同様であるが、密度は最大約1~2%前後と推定される。上位の鉱化帯は本地区のMSZに、下位の鉱化帯はLSZに対応する。

白金族元素は化学分析結果では下位硫化物鉱染帯の下部(346m~351m)で最高値 PGM 928PPb を示して濃集する。

(4) MJZS-4

古銅輝岩層最上部付近の約17m間(70.00m~87.00m)及び約60m下位の10m間(143m~153m)に硫化物の鉱染が認められる。硫化物の種類、粒度、形態はMJZS-1及び2号と同様であるが、密度は最大約1~2%前後と推定される。上位の鉱化帯はMJZS-3号と同様本地区のMSZに、下位の鉱化帯はLSZに対応する。

白金族元素は化学分析結果ではMSZ下部(85m~87m)で最高値 PGM 357PPb を示し、LSZの下部(149m~153m)で最高値 PGM 537PPb を示して濃集する。

(5) MJZS-5

ウェプステライト、古銅輝岩境界部に存在する薄い蛇紋岩層直下の古銅輝岩層最上部(160m~172.50m)に硫化物の鉱染が認められる。肉眼的には他のボーリングと同様主として磁硫鉄鉱、黄鉄鉱で構成され、微量の黄銅鉱を伴う。粒径は最大約2mmで、通常は1mm以下0.5mm前後の微細なものが多く、自形~鉱物粒間を埋める不規則他形のもものが認められる。硫化物は最大3%前後の存在量と推定される。

白金族元素は化学分析結果では硫化物鉱染帯の最下部付近(167.50m~172.50m)で最高値 PGM 762PPb を示して濃集する。

(6) MJZS-6

古銅輝岩上部に存在する蛇紋岩層(307.50m~322.80m)の下位古銅輝岩(327m~348m)にかけて硫化物の鉱染が認められる。肉眼的には主として磁硫鉄鉱、黄銅鉱で構成され、微量の黄鉄鉱を伴う。粒径は最大約2mmで、通常は1mm以下0.5mm前後の微細なものが多く、自形~鉱物粒間を埋める不規則他形のもものが認められる。硫化物量は2%前後と推定される。

化学分析結果では硫化物鉱染帯の最下部付近(338m~343m)で最高値 PGM 692PPb を示して濃集する。

(7) MJZS-7

蛇紋岩層(337.00m~450.00m)の中部から(359m~)下位の古銅輝岩層中の孔底付近まで(~485m)硫化物の鉱染が認められる。蛇紋岩中での硫化物鉱化は弱く、古銅輝岩中で鉱化が強くなる傾向がある。硫化物の種類、粒度、形態はMJZS-6号と同様であるが、密度は最大約5%前後と推定される。

白金族元素は化学分析結果では硫化物鉱染帯の下部(468m~473m)で最高値 PGM 983PPb

を示して濃集する。

(8) MJZS-8

古銅輝岩層中に上位 (556.00m~564.00m) 及び下位 (610.00m~626.00m) の2層準に硫化物の鉱染が認められる。白金族元素は上位の鉱染帯にはほとんど伴わず、下位の鉱染帯に伴われる。硫化物の種類、粒度、形態はMJZS-6及び7号と同様であるが、密度は最大約1~2%前後と推定される。

白金族元素は化学分析結果では下位硫化物鉱染帯の下部(616m~619m)で最高値 PGM 682 PPb を示して濃集する。

(9) MJZS-9

古銅輝岩層最上部付近の約18m間 (328.00m~343.00m) 及び下位の3m間(396.00m~399.00m)に硫化物の細脈及び鉱染が認められる。これらの硫化物鉱化帯はいずれも古銅輝岩中の方解石細脈に伴うもの、及びその周辺の鉱染帯であり、化学分析の結果ではほとんど白金族元素を伴わない。

(10) MJZS-10

本孔の古銅輝岩層中には普遍的に硫化物の鉱染が認められるが、比較的強い鉱染は370m以降孔底付近までである。硫化物の種類、粒度、形態はMJZS-6及び7号と同様であるが、密度は最大約3~4%前後と推定される。

白金族元素は化学分析結果では硫化物鉱染帯の下部 (376m~379m)で最高値 PGM 675PPb を示して濃集する。

図II-5-10~図II-5-19に示されるように、鉱化帯の各元素の分布形態については、白金族元素(白金、パラジウム、ロジウム)はほぼ同じ位置にピークを持つ分布形態を示し、特にパラジウムは白金、ロジウムに較べ下部に向けやや幅広い分布形態を示す特徴がある。金は白金族元素に類似した分布形態を示し、そのピークは白金族元素のピークの直上付近に位置すると判断される。銀は金、白金族元素に対して特徴的分布形態を示さない。銅、硫黄は相互に類似した分布形態を示し、白金族元素の分布付近から下部で急激に減少する特徴がある。コバルト、ニッケルは相互に類似してゆるやかな分布形態を示し、白金族元素分布域の上部で幅広いピークを形成すると判断される。

鉱石研磨片の検鏡結果は表II-5-3に示す。

本地区の硫化物鉱化帯の主要鉱物組み合わせは磁硫鉄鉱-硫鉄ニッケル鉱-黄銅鉱である。これに伴ってこれらの鉱石鉱物に密接の共生あるいは離溶生成する黄鉄鉱、白鉄鉱が少量認められる他、マッキナワイト、タルナカイト、斑銅鉱、バレリアイト、閃亜鉛鉱、クロム鉄鉱が微量認められる。

鉱石鉱物の量比は、磁硫鉄鉱>硫鉄ニッケル鉱(Pentlandite)>黄銅鉱である。

磁硫鉄鉱は0.05~0.2mm大の不定形をなし、硫鉄ニッケル鉱及び黄銅鉱と密接に組み合せて産する。

