

THE UNITED STATES OF AMERICA

IN SENATE

CONFIRMED

CONFIRMED

CONFIRMED

CONFIRMED  
CONFIRMED  
CONFIRMED



ザンビア共和国 カレンダ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

JICA LIBRARY



1029771C1J

15143

昭和61年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



国際協力事業団	
受入 月日	'86. 8. 09
登録 No.	15143
	533
	66-1
	MPN

マイクロ  
フィルム作成

## は し が き

日本国政府はザンビア共和国政府の要請に応え、同国カレンダ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和60年度が第2年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和60年7月30日から昭和60年10月29日まで現地に派遣した。

現地調査はザンビア共和国政府関係機関、特に工鉱業公社鉱物探査局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第2年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査実施にあたって御協力をいただいたザンビア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ザンビア日本大使館及び関係各位の方々に対して衷心より感謝の意を表するものである。

昭和61年2月

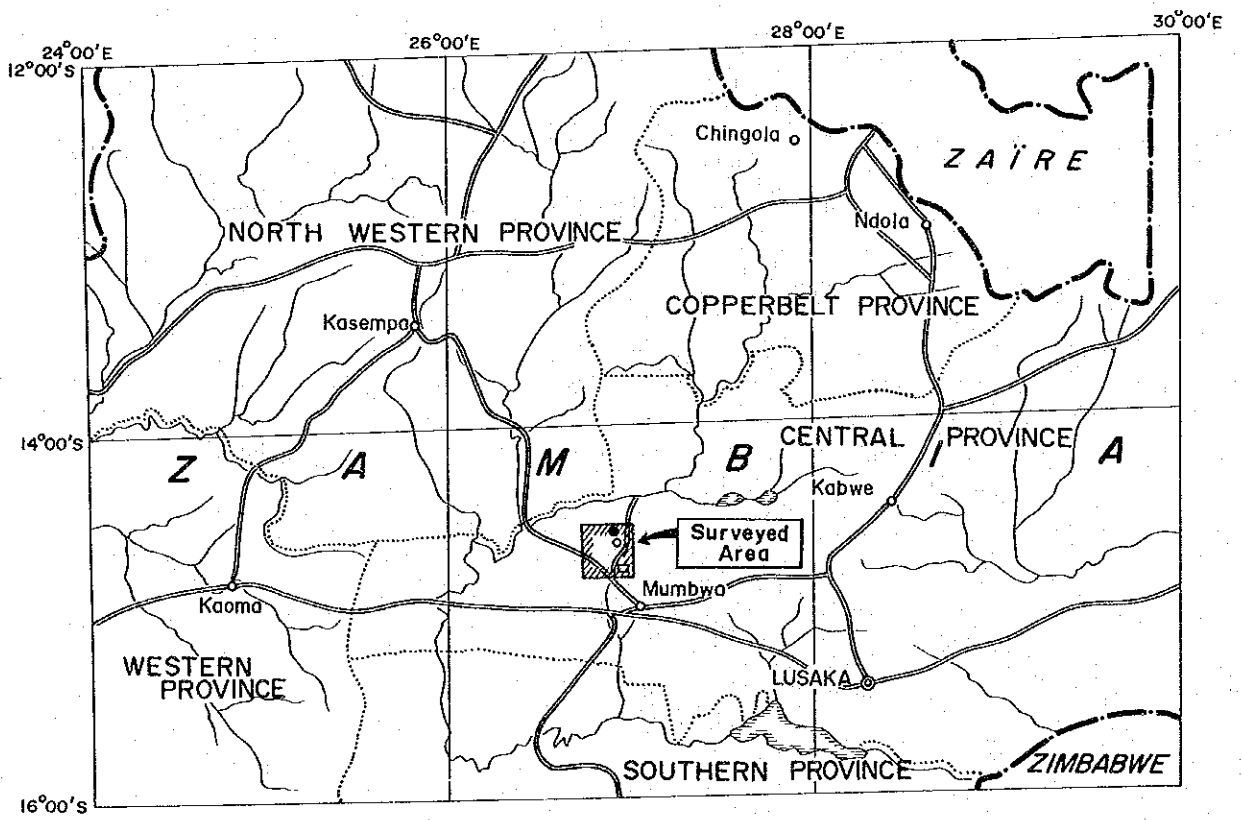
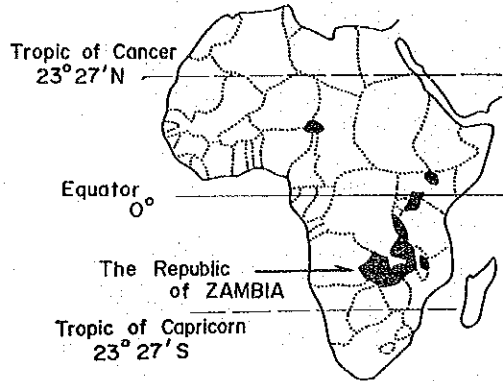
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

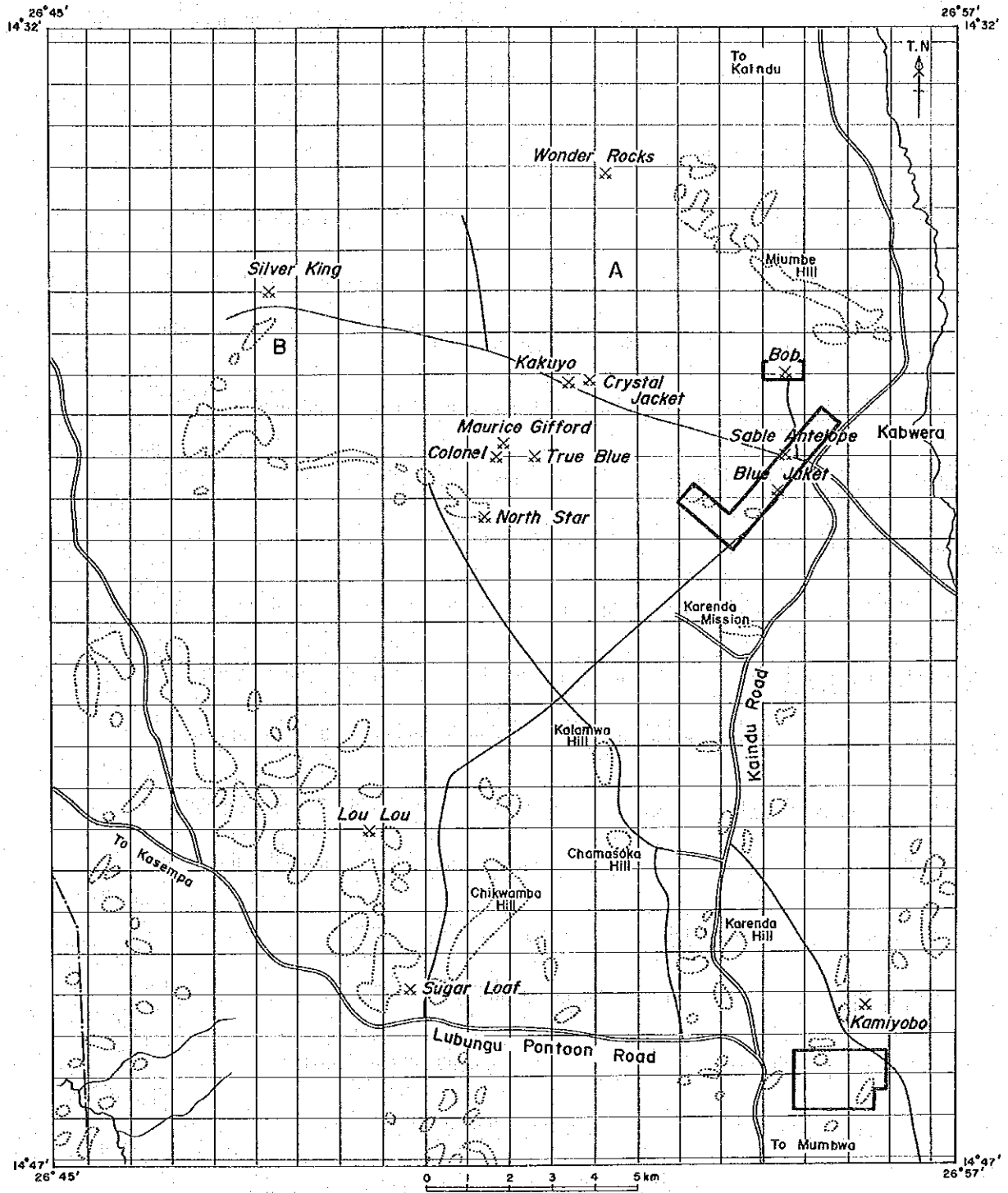
金属鉱業事業団




理事長 西 家 正 起

# AFRICA



第 1 図 調査地域位置図



-  Geologically and Geochemically Surveyed Area
-  Geophysically Surveyed Area (IP.SIP Method)
-  Drilling Surveyed Area

第 2 図 調査範囲図





## 要 約

本年次調査は、カレンダ地域において銀・銅・鉛・亜鉛鉱床賦存状況の把握を目的とする調査の第2年次調査に当る。

### 第1年次調査により

① カレンダ地域の地質は先カンブリア界カタンガ系クンデルング統の炭酸塩岩類、砂質～泥質変堆積岩類及びこれらを通る火成岩類ならびに第四系から成る。

② 既知鉱床及び鉱化帯は数多く、それらの大部分は北部の炭酸塩岩類中の角礫状破砕部に、その他数箇所にて泥質～砂質変堆積岩類及び火成岩中の裂か等弱線部に認められる。鉱床の形状はパイプ状、レンズ状、脈状を呈している。

等の地質・鉱床につき詳細が明らかにされ、更に南東部のKamiyobo(カミヨボ)地区、北部のSable Antelope(サブル アンテロープ)地区、Bob Zinc(ボブ ジンク)地区の3箇所の鉱床賦存有望地区が選定された。

本年次は上記3地区に対し、前者から後者の順に夫々地質調査・地化学探査、物理探査(IP法, SIP法)、ボーリング調査を実施した。

この結果、Kamiyobo地区の地質調査、地化学探査では、地区南西部及び南東部に、Cu, Pb, Zn地化学異常が認められた。南西部の地化学異常はNNW-SSW方向とNE-SW方向に伸長する2つの脈状の地化学異常が交叉し一つの比較的規模の大きな地化学異常帯として、又、南東部のそれはNNE-SSW方向に伸長する小規模な脈状の地化学異常帯として確認された。これらの異常帯のうち特に、南西部のNNW-SSW方向に伸長する地化学異常帯は数多くのCu, Pb, Zn高異常値から成り、帯状に延長1km以上に亘って連続する。中心部の極めて高い異常値も脈状に約300mに亘って連続しており、既知鉱床の規模に比して大きい。又、周辺には磁鉄鉱が残存しており、削剥、風化の影響が小さいことから初生硫化鉱床賦存の可能性が高い。

又、Sable Antelope地区の物理探査では、Sable Antelope鉱床周辺からBlue Jacket(ブルージャケット)鉱化帯周辺にかけて鉱床胚胎の可能性を示す3箇所のIP異常帯を認められた。特に、~~1~~3IP異常帯はBlue Jacket鉱化帯周辺で得られたもので、WNW-ESE方向に400m以上にわたって脈状に連続する高周波数効果、低比抵抗帯である。シミュレーションの結果では巾60～70m、地表下100～300m、傾斜はほぼ垂直か南落してWNW-ESE方向に連続する硫化物濃集部と判断され、初生硫化鉱床賦存の可能性が極めて高い。

又、 $\mu 1 \sim \mu 2$  IP異常帯はSable Antelope 鉱床周辺で得られたもので、 $\mu 1$ はWNW-ESE方向に200m+,  $\mu 2$ は略E-W方向に400m+連続する。Sable Antelope 鉱床も $\mu 2$ 異常帯中に位置している。当鉱床に伴われた変質は珪化である為異常帯の比抵抗は高いが、周波数効果異常が連続していること、 $\mu 1$ 異常帯中のビットから高Zn異常値が得られていること等からSable Antelope 鉱床型の含亜鉛硫化鉱床賦存の可能性が高い。

更に、Bob Zinc地区のボーリング調査ではMJZ-5孔で地表下60mにWd 6.60m, Zn 0.31%, MJZ-6孔で地表下100mにWd 12.70m, Zn 1.64%の弱い亜鉛鉱化を確認した。この品位は二次生成の亜鉛珪酸塩及び炭酸塩鉱物によるものであり、亜鉛硫化鉱物は認められなかった。

この結果、対象とした割目の地表下浅部の一部に二次生成の亜鉛珪酸塩鉱物の濃集部が残存するが、下部では急激に劣化・尖滅していることが判明した。これは初生硫化鉱床本体は既に削剥され、一部残存した部分が二次亜鉛鉱物濃集部となったことを暗示している。

以上より本地域での鉱床胚胎の特徴は下記のとおりと認めた。

塊状炭酸塩岩類分布域における鉱床及び鉱化帯はその深部まで削剥され、一部に酸化・炭酸塩・珪酸塩等の二次鉱物が残存しているのみで、ここでは初生硫化鉱床は期待できない。又、残存二次鉱化帯も地表下浅所で急激に劣化する。ここでの地化学異常帯はZn成分から成り、広範囲に発達し、かつ極めて高い異常値を伴うが、Cu地化学異常帯は殆んど存在しない。

塊状炭酸塩岩類と層状炭酸塩岩類の境界付近における鉱床及び鉱化帯は相当量削剥されているが、従来稼行されたSable Antelope, Crystal Jacket (クリスタル ジャケット), Silver King (シルバー キング) 鉱床にみられるように初生硫化鉱床が残存している。ここでの地化学異常帯はCu, Zn両成分に認められるが、その分布は異なっている。

層状炭酸塩岩類分布域から泥質～砂質変堆積岩類分布域にかけての鉱床及び鉱化帯の削剥量は比較的小さく、比較的規模の大きな初生硫化鉱床を期待できる。ここでの地化学異常帯は前記塊状-層状炭酸塩岩類境界付近の場合と同じである。

# 目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

目 次

図表一覧表

## 第 I 部 序 論

第 1 章	調査概要	1
1-1	調査の経緯及び目的	1
1-2	調査内容	1
1-3	調査団の編成	3
第 2 章	調査地域の概要	5
2-1	地 理	5
2-2	地質・鉱床	6

## 第 II 部 調査結果

第 1 章	Kamiyobo 地区 (地質調査, 地化学探査)	11
1.	地質調査	11
1-1	一般地質	11
1-2	応用地質	12
2.	地化学探査	12
2-1	試料採取及び分析方法	12
2-2	データの処理・検討	16
2-3	異常域の抽出及び評価	26
第 2 章	Sable Antelope 地区 (物理探査)	34
1.	調査概要	34

1-1	調査目的	34
1-2	調査範囲	34
1-3	調査仕様	34
1-4	調査方法	37
1-5	測定機器	38
2.	データ処理とサンプル測定	41
2-1	IP法	41
2-2	SIP法	41
2-3	デカップリング	42
2-4	サンプル測定	44
3.	解析結果	44
3-1	周波数効果 (PFE) 及び見掛比抵抗 (AR) 断面図	44
3-2	周波数効果 (PFE) 及び見掛比抵抗 (AR) 平面図	63
3-3	位相差断面図	85
3-4	各種スペクトル図	85
3-5	デカップリング処理図	86
3-6	シミュレーション解析図	90
3-7	物理探査異常図	94
第3章	Bob Zinc 地区 (ボーリング調査)	103
1.	調査概要	103
1-1	ボーリング位置及び工事量	103
1-2	地表地質及び地化学異常	103
2.	ボーリング工事	111
2-1	ボーリング工法	111
2-2	試錐機及び消耗資材	111
2-3	作業形態	117
2-4	資・機材類の搬入	117
2-5	ボーリング用水	117
2-6	撤収	134

3.	ボーリング孔の地質及び鉍化作用	134
3-1	MJZ-1孔	134
3-2	MJZ-2孔	134
3-3	MJZ-3孔	155
3-4	MJZ-4孔	156
3-5	MJZ-5孔	155
3-6	MJZ-6孔	156

### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結論	159
1-1	Kamiyobo 地区地化学異常と鉍化帯の関係	159
1-2	Sable Antelope 地区物理探査異常と鉍化帯の関係	159
1-3	Bob Zinc 地区ボーリング結果の解析	163
1-4	結論	166
第2章	提言	169
2-1	第3年次への提言	169

引用文献

参考文献

## 付 図 一 覧

- 第 1 図 調査地域位置図
- 第 2 図 調査範囲図
- 第 3 図 カレンダ地域探鉱総合図
- 第 4 図 Kamiyobo 地区地質，地質断面図
- 第 5 図 地質層序模式柱状図
- 第 6 図 Kamiyobo 地区地化学探査試料採取位置図
- 第 7 図 地化学探査試料分析手順フローチャート
- 第 8 図 地化学探査データ処理手順フローチャート
- 第 9 図 地化学分析値元素別頻度，累積頻度分布図
- 第 10 図 地化学分析値元素合成頻度，累積頻度分布図
- 第 11 図 Kamiyobo 地区元素別地化学異常域分布図
- 第 12 図 Kamiyobo 地区元素合成地化学異常域分布図
- 第 13 図 地化学異常値強度断面図
- 第 14 図 I P ・ S I P 測線位置図
- 第 15 図 I P 調査ブロックダイアグラム
- 第 16 図 S I P 調査ブロックダイアグラム
- 第 17 図 コール・コール図，振幅スペクトル，位相差スペクトル
- 第 18 図 岩石，鉱石サンプル測定結果
- 第 19 図 疑似断面図 測線 A, B
- 第 20 図 疑似断面図 測線 C, D, E
- 第 21 図 疑似断面図 測線 F, G, H, I
- 第 22 図 周波数効果平面図 { N = 1 }
- 第 23 図 周波数効果平面図 { N = 2 }
- 第 24 図 周波数効果平面図 { N = 3 }
- 第 25 図 周波数効果平面図 { N = 4 }
- 第 26 図 周波数効果平面図 { N = 5 }
- 第 27 図 見掛比抵抗平面図 { N = 1 }
- 第 28 図 見掛比抵抗平面図 { N = 2 }

- 第 29 図 見掛比抵抗平面図 ( N = 3 )
- 第 30 図 見掛比抵抗平面図 ( N = 4 )
- 第 31 図 見掛比抵抗平面図 ( N = 5 )
- 第 32 図 位相差断面図 測線 F, G
- 第 33 図 位相差断面図 測線 H, I
- 第 34 図 位相差スペクトル, 振幅スペクトル, コール・コール図 測線 F, G
- 第 35 図 位相差スペクトル, 振幅スペクトル, コール・コール図 測線 H, I
- 第 36 図 位相差スペクトル, 振幅スペクトル, コール・コール図 ( デカップリング後 )  
測線 F, G, H, I
- 第 37 図 周波数効果断面図 ( デカップリング後 ) 測線 F, G, H, I
- 第 38 図 位相差断面図 ( デカップリング後 ) 測線 F, G, H, I
- 第 39 図 シミュレーションモデル
- 第 40 図 I P, S I P 異常図
- 第 41 図 Bob Zinc 地区ボーリング位置, 地質・地化学異常関係図
- 第 42 図 Bob Zinc 地区ボーリング地質断面図
- 第 43 図 掘削計画図
- 第 44 図 掘進工程図 M J Z - 1
- 第 45 図 掘進工程図 M J Z - 2
- 第 46 図 掘進工程図 M J Z - 3
- 第 47 図 掘進工程図 M J Z - 4
- 第 48 図 掘進工程図 M J Z - 5
- 第 49 図 掘進工程図 M J Z - 6
- 第 50 図 ボーリング地質柱状図 M J Z - 1
- 第 51 図 ボーリング地質柱状図 M J Z - 2
- 第 52 図 ボーリング地質柱状図 M J Z - 3
- 第 53 図 ボーリング地質柱状図 M J Z - 4
- 第 54 図 ボーリング地質柱状図 M J Z - 5
- 第 55 図 ボーリング地質柱状図 M J Z - 6
- 第 56 図 ビット試料分析値強度断面図
- 第 57 図 提 言 図

## 付 表 一 覧

第 1 表	Kamiyobo 地区地化学分析値一覧表
第 2 表	地化学異常域一覧表
第 3 表	I P, S I P 機器一覧表
第 4 表	岩石, 鉍石サンプル測定結果一覧表
第 5 表	ボーリング調査実施一覧表
第 6 表	Bob Zinc 地区地化学分析結果一覧表
第 7 表	スペクトル分析結果一覧表
第 8 表	ボーリング使用機器一覧表
第 9 表	ダイヤモンドビット使用タイプ一覧表
第 10 表	ダイヤモンドビット使用状況表
第 11 表	ボーリング消耗品使用明細表
第 12 表	ボーリング作業時間総括表
第 13 表	掘進作業実績表 MJ Z - 1
第 14 表	掘進作業実績表 MJ Z - 2
第 15 表	掘進作業実績表 MJ Z - 3
第 16 表	掘進作業実績表 MJ Z - 4
第 17 表	掘進作業実績表 MJ Z - 5
第 18 表	掘進作業実績表 MJ Z - 6
第 19 表	掘進成績総括表 MJ Z - 1
第 20 表	掘進成績総括表 MJ Z - 2
第 21 表	掘進成績総括表 MJ Z - 3
第 22 表	掘進成績総括表 MJ Z - 4
第 23 表	掘進成績総括表 MJ Z - 5
第 24 表	掘進成績総括表 MJ Z - 6
第 25 表	鉍石分析結果一覧表
第 26 表	検鏡結果一覧表
第 27 表	E P M A 結果一覧表
第 28 表	X 線回折結果一覧表
第 29 表	ビット試料分析結果一覧表
第 30 表	鉍化帯, 異常域一覧表



## 添 付 図 一 覧

第 1 図	Kamiyobo 地区地質図	縮尺 1 : 5,000
第 2 図	I P, S I P 測線位置図	縮尺 1 : 5,000
第 3 図	疑似断面図 測線 A, B	縮尺 1 : 5,000
第 4 図	疑似断面図 測線 C, D, E	縮尺 1 : 5,000
第 5 図	疑似断面図 測線 F, G, H, I	縮尺 1 : 5,000
第 6 図	周波数効果平面図 ( N = 1 )	縮尺 1 : 5,000
第 7 図	周波数効果平面図 ( N = 2 )	縮尺 1 : 5,000
第 8 図	周波数効果平面図 ( N = 3 )	縮尺 1 : 5,000
第 9 図	周波数効果平面図 ( N = 4 )	縮尺 1 : 5,000
第 10 図	周波数効果平面図 ( N = 5 )	縮尺 1 : 5,000
第 11 図	見掛比抵抗平面図 ( N = 1 )	縮尺 1 : 5,000
第 12 図	見掛比抵抗平面図 ( N = 2 )	縮尺 1 : 5,000
第 13 図	見掛比抵抗平面図 ( N = 3 )	縮尺 1 : 5,000
第 14 図	見掛比抵抗平面図 ( N = 4 )	縮尺 1 : 5,000
第 15 図	見掛比抵抗平面図 ( N = 5 )	縮尺 1 : 5,000
第 16 図	位相差断面図 測線 F, G	縮尺 1 : 5,000
第 17 図	位相差断面図 測線 H, I	縮尺 1 : 5,000
第 18 図	位相差スペクトル, 振幅スペクトル, コール・コール図 測線 F, G	縮尺 1 : 5,000
第 19 図	位相差スペクトル, 振幅スペクトル, コール・コール図 測線 H, I	縮尺 1 : 5,000
第 20 図	位相差スペクトル, 振幅スペクトル, コール・コール図 (デカップリング後) 測線 F, G, H, I	縮尺 1 : 5,000
第 21 図	周波数効果断面図(デカップリング後) 測線 F, G, H, I	縮尺 1 : 5,000
第 22 図	位相差断面図(デカップリング後) 測線 F, G, H, I	縮尺 1 : 5,000

第 I 部 序 論





# 第 I 部 序 論

## 第 1 章 調査概要

### 1-1 調査の経緯及び目的

第 1 年次調査として 1984 年に地質調査、地化学探査及び物理探査 (CSAMT) を実施した。この結果に基づき本年度は第 2 年次調査としてカミヨボ地区地質調査・地化学探査、Sable Antelope 地区物理探査 (IP 法, SIP 法) 及び Bob Zinc 地区ボーリング調査を実施することとなった。

本調査は、ザンビア共和国カレンダ地域において詳細な地質状況を解明することにより、鉍床賦存状況を把握することを目的として実施された。

### 1-2 調査内容

#### 1-2-1 調査地域

調査地域は第 1 図および第 2 図に示すとおりであり、夫々の調査は下記の範囲に対して行った。

Kamiyobo 地区 : 東西 2.3 km, 南北約 1.5 km の 3.25 km<sup>2</sup>

Sable Antelope 地区 : IP 測線長 16 km, SIP 測線長 5 km の約 2 km<sup>2</sup>

Bob Zinc 地区 : 6 孔 1,107 m の約 0.1 km<sup>2</sup>

#### 1-2-2 調査方法及び調査量

##### (1) 地質調査・地化学探査 (Kamiyobo 地区)

第 1 年次地化学探査基点よりポケットコンパスと間縄により地化学探査試料採取測線を南北方向に 100 m, 測点を東西方向に 50 m 間隔で設定した。これらの測線に沿って地化学探査と併行して地質調査及び地形図作成を行い、縮尺 1/5,000 地質図を編集した。

当初、仕様の 2.3 km<sup>2</sup> について地化学探査試料採取を行い、分析した結果、異常値が更に南方へ連続することが予想された為約 1 km<sup>2</sup> の範囲を追加調査した。この結果、地化学探査分析 635

試料(指示元素Cu, Pb, Zn)及び鉍石分析1試料(分析成分Ag, Cu, Pb, Zn)を採取, 調査解析に使用した。

## (2) 物理探査(Sable Antelope 地区)

当地区は第1年次の物理探査CSAMTの結果, 弱線帯沿いに物理探査異常が認められたことにより, 物理探査精査対象地区として選出された。

本年次は, この選出された地区に対し先ずIP法5測線計16kmを実施した。この測線間隔は100mとした。この結果得られた異常域に対しSIP法4測線計5kmを実施した。SIP法の測点間隔もIP法と同様100mとした。

又, IP異常に対し, ピット探鉍4箇所計13mを実施し, 土壌, 岩石分析32試料(分析成分Cu, Pb, Zn), 鉍石分析4試料(分析成分Ag, Cu, Pb, Zn), スペクトル分析3試料を採取, 調査解析に使用した。

## (3) ボーリング調査(Bob Zinc 地区)

当地区は, 第1年次に既存資料を検討した結果, 既知Bob Zinc 鉍体の地化学異常と極めて類似した地化学異常がその東方に認められたことにより選出された。

既存資料の測量精度が明確でない為, 第1孔は地化学異常域の探鉍範囲が最も大きくなるように設定した。又, 既知Bob Zinc 鉍体の水井戸を基点として, 1957年及び1964年に実施された試錐の位置測量並びに地表地質調査及びチェック地化学探査を行い, 62孔以降はその結果並びにその都度得られた試錐データを検討し, 次の試錐位置, 方向, 傾斜を決定した。この結果, 6孔計1,107mを掘進し, 鉍石検鏡10試料, X線回析12試料, EPMA3試料, 鉍石分析69試料(分析成分Ag, Cu, Pb, Zn), スペクトル分析23試料, 地化学探査66試料(指示元素Zn)を採取, 調査解析に使用した。

### 1-2-3 調査期間

本年次調査は昭和60年6月12日より昭和61年2月10日の日程で行われた。そのうち現地調査期間は次の通りである。

#### (1) 地質調査・地化学探査

自 昭和60年7月30日

至 昭和60年10月29日

(2) 物理探査

自 昭和60年6月12日

至 昭和60年8月10日

(3) ボーリング調査

自 昭和60年 7月30日

至 昭和60年10月29日

1-3 調査団の編成

(1) 日本側

団 長

藤 岡 洋 介 (日鉱探開株式会社)

物理探査

角 田 晴 信 ( " )

藤 本 俊 昭 ( " )

立 川 三 郎 ( " )

ボーリング調査

川 村 行 雄 ( " )

佐々木 光 男 ( " )

石 川 宏 ( " )

企画・調整

山 本 恭 久 (金属鉱業事業団)

北 良 行 ( " )

(2) ザンビア側

総括責任者

Dr. S. N. Pudukollu ( Director MINEX ZIMCO<sup>\*</sup> )

コーディネーター

Dr. L. Borsch (Chief Chemist MINEX ZIMCO)  
W. B. Sikombe (Chief Geologist " )  
A. S. Sliwa (Exploration Supervisor " )  
G. R. Rao ( " " )

現場責任者

Elias Mbumba (Project Geologist " )

現場調査

Albert Mutuma (Senior Field Assistant " )  
Lazarus Tembo ( " " )  
Jesto Banda ( " " )  
Isaac Mwanza (Field Assistant " )

注) ※ MINEX ZIMCO : Mineral Exploration Department of Zambia  
Industrial and Mining Corporation Limited  
( 工鉱業公社鉱物探査局 )



## 第 2 章 調査地域の概要

### 2-1 地 理

地形：首都 Lusaka (ルサカ) より当調査地域一帯にかけては標高 1,100m ~ 1,300m のほぼ平坦な高原台地であるが、調査地域には比高 50 ~ 200m の小丘陵が各所に散在している。

気候：首都 Lusaka と同じサバンナ気候であり、乾季 (5月 ~ 10月) と雨季 (11月 ~ 4月) に、更に乾季は冷期 (5月 ~ 8月) と暑期 (9月 ~ 10月) に分けられる。冷期の日中は 21℃ に達するが、7月の夜間は 4℃ まで下る。暑期では 10月 が最も暑い、35℃ を越えることは稀である。年間平均降雨量は 810 ~ 1,020mm / 年である。

植生：首都 Lusaka より当調査地域一帯にかけて耕作地の割合は異なるが、同じ植生で、まばらな雑木と背の高い草から成るサバンナである。

交通：首都 Lusaka より西北西へ 2 車線舗装道路沿いに 153km、車にて 2 時間で Mumbwa (ムンバ) に至る。これより北北西へ未舗装道路沿い約 25km にて調査地域南東端に至る。更にこの道路沿い約 25km、Mumbwa より車にて約 1 時間で調査地域北東部の MINEX キャンプに達する (第 1 図)。

調査地域内における車輛用道路は極めて疎であるが、当地域南東端で分岐し、地域東端沿いに北上し Kaindu (カインデュ) に至る Kaindu 道路と、地域南端から西端沿いに走り Kasempa (カセンパ) に至る Lubungu Pontoon (ルブングポントーン) 道路の 2 本が主要道路として利用されている。この他、これらから分岐する道路が数箇所存在するが、通行にはジープ級の車輛が必要である。尚、ジープ級の車輛を使用すれば若干の伐採を行うことによってほぼ全域を低速度ではあるが通行することが可能である。

集落：調査地域内にはカレンダ部落の民家が数軒から 10 数軒ずつの集合となって点在しているが、総人口 1,000 人未満の小規模な集落である。調査地域に最も近い都市は Mumbwa である。これは Central Province (セントラルプロビンス) 第 2 の都市であり、銀行・警察・病院・ホテル・商店 (スーパーマーケットを含む) をはじめ電力・水道の供給及びテレビ受信局がある。

産業：ザンビアの最大の基幹産業は鉱業であるが、最近農業も重視している。調査地域周辺ではメイズ (Indian Corn) 及び綿の栽培が各所で行われており、国営農場 (National Service) も存在する。この他に地域周辺の産業は特にないが、住民のなかには燃料用木炭作

成，狩猟，漁等を行っている者がいる。

## 2-2 地質鉱床

### 2-2-1 カレンダ地域

当地域の地質は先カンブリア界カタンガ系クンデルグ統の炭酸塩岩類，砂質～泥質変堆積岩類及びこれら貫く閃長岩類，玢岩等の貫入岩類並びに第四系から成る。炭酸塩岩類は下部が主として塊状苦灰岩，上部が主として層状石灰岩から成り，両者は漸移関係にある。又，砂質変堆積岩類は主として細粒石英質変砂岩，泥質変堆積岩類は主として頁岩から成り，両者は互層及び漸移関係にあり，かつ層状石灰岩を整合に覆っている。

地質構造は大きくはE-W系及びN-S系の大断層によって支配され，N-S系大断層西側でE-W系大断層北側のブロック（北部ブロック）では炭酸塩岩類が最も優勢に発達し傾斜 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}S$ の単斜構造を示す。

Sable Antelope 鉱床，Bob Zinc 鉱床をはじめ数多くの鉱床，鉱化帯がこのブロックに知られている。N-S系大断層東側のブロック（東部ブロック）は主として炭酸塩岩類上部及び砂質～泥質変堆積岩類から成る。これらはN-S系の走向を有し，しばしば褶曲構造を示す。このブロックにはKamiyobo 鉱化帯が知られている。N-S系大断層西側でE-W系大断層南側のブロックは主として貫入岩類から成る。このブロックには本年次の調査対象地区はない。

北部ブロックの炭酸塩岩類分布域においては，しばしば角礫状構造が認められる。これは地表では円～楕円状を呈し，その規模は直径10m程度のものから数100mに達するものまである。個々の角礫状破碎部は各々独立しているが，大きなゾーンで見ると，E-W系の地質構造に調和したゾーン中と，それに直交する弱線沿いのゾーン中に分布している。

当地域には14の鉱床及び鉱化帯が知られている。このうち過去に採掘されたものもあるが，多くはまだ完全に採掘しつくされていない。鉱床はパイプ状及びレンズ状の形状を呈し一部に塊状部を有する網状鉱染鉱床と脈状鉱床である。北部の炭酸塩岩類分布域では角礫状破碎部に，その他の個所では裂か等弱線沿いに鉱化作用が認められる。

鉱石鉱物は露頭では酸化鉄鉱及び酸化銅鉱が認められるのみであるが，試錐岩芯及び採掘・探鉱研等から見ると，場所により違いが認められる。即ち鉱化帯下部まで削剝された北部のWonder Rocks（ワンダーロックス）及びボブジンク鉱化帯では銅酸化鉱物，亜鉛珪酸塩及び炭酸塩鉱物が認められるのみで硫化鉱物は全く認められない。これに対し，従来稼行された

Sable Antelope, Crystal Jacket, Silver King 鉱床をはじめ、これらより以南に位置する鉱化帯では黄銅鉱、黄鉄鉱等の硫化鉱物が認められる。Sable Antelope 鉱床の堆積研中からは輝銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱、四面砒銅鉱、黄鉄鉱が観察される。

## 2-2-2 調査地区

本年次の調査対象地区は第1年次の調査結果により選出された。その概要は以下の通りである。

### (1) Kamiyobo 地区

当地区は第1年次地化学探査のPb-Zn異常域であり、地質は層状石灰岩、石英質砂岩、珪質砂岩、頁岩及び閃長斑岩小岩体から成る。

当地区北方約600mにKamiyobo 鉱化帯が位置する。この露頭は層状石灰岩直上の頁岩中のN70°W, 80°Sの裂かを充填した含孔雀石酸化鉄鉱脈である。その品位は地表下5mで脈巾2m, Cu 3.60%, 地表下10mで脈巾4m, Cu 1.04%であり, Ag, Pb, Znは極微量である。

### (2) Sable Antelope 地区

当地区には第1年次物理探査CSAMTにより、Sable Antelope 鉱床からBlue Jacket 鉱化帯にかけてのN-S系の弱線帯とそれに沿う数個所の物理探査異常域が認められた。

地質は塊状苦灰岩、層状石灰岩、石英質砂岩、頁岩等から成る。Sable Antelope 鉱床は塊状苦灰岩の角礫状破碎部に胚胎する。Blue Jacket 鉱化帯はSable Antelope 鉱床の南方約1kmに位置し、石英質砂岩及び頁岩中の裂か沿いに発達する孔雀石細脈～網状脈～鉱染帯ならびに含孔雀石方解石脈から成る。その品位は比較的孔雀石に富んだ部分でAg 17.5 g/t, Cu 31.45%, Pb, Znは微量である。

昔時、MINDECO/NORANDA(ミンデコノランダ社)により行われた地化学探査データを第1年次に再解析した結果では、Sable Antelope 鉱床及びBlue Jacket 鉱化帯は夫々別々のCu異常域及びZn異常域中に位置している(第3図)。前者の異常域はCu, Zn共に比較的小さいが一致しており、鉱床の南西方に拡がっている。後者の異常域はCuは比較的小さいが、Znは極めて広い範囲に亘っており、南方に拡がりかつ西方に延びている。

(3) Bob Zinc 地区

当地区は第1年次に、昔時のMINDECO/NORANDAの地化学探査データを再解析した結果のZn異常域であり、Sable Antelope 鉱床の北方約2kmに位置する。






地質は塊状苦灰岩から成りその角礫状破碎部に既知Bob Zinc 鉱体及びZn異常域が認められる。





Scale 1:100,000

LEGEND

- 
 Exploration Area of Phase II  
 (A): Geological and Geochemical Survey  
 (B): Geophysical Survey  
 (C): Drilling Exploration
- 
 Exploration Area of Phase I  
 Whole Area: Geological and Geochemical Survey  
 (a): Geophysical Survey (CSAMT)
- 
 Old Surveyed Area  
 Geochemical Surveyed Area by Noranda Ltd. and Reanalysed on Phase I
- 
 Anomalies of Geochemical Survey  
 Cu : Over Critical Value (Threshold)  
 Zn : Over Critical Value (Threshold)
- 
 Disused Mine Site or Mineralized Area

第3図 カレンダ地域探鉱総合図

## 第 II 部 調查結果







## 第Ⅱ部 調査結果

### 第1章 Kamiyobo地区(地質調査、地化学探査)

#### 1. 地質調査

##### 1-1 一般地質

調査地区の地質は炭酸塩岩類、砂質～泥質変堆積岩類及びこれらを通る閃長斑岩並びに第四系風化残留物(ラテライト)より成る。

尚、本調査は後述する地化学探査と併行して行った。

調査地区の地質図を第4図に、地質層序及び火成活動等は第5図に示す。尚、時代の対比は第1年次調査報告に従った。

炭酸塩岩類：調査地区の炭酸塩岩類は上部の相である層状石灰岩から成り、地区北西部に分布する。これはしばしば変砂岩及び頁岩の数mm程度の薄層を挟在する。石灰岩は灰色を呈し細粒である。変砂岩及び頁岩は赤褐色を呈し、石灰質のものと石英質のものがある。尚、変砂岩は細粒である。

砂質～泥質変堆積岩類：本岩類は前述の層状石灰岩を整合に覆い、調査地区全域に亘って広く分布している。地区内の露出が貧弱なため詳細な分布関係は不明であるが、全体として泥質変堆積岩類が優勢で、砂質変堆積岩類と互層並びに指交関係にあるものと認められる。

泥質変堆積岩類は主として褐色～黄色、時に灰色の頁岩から成り、一部に石灰質岩の薄層を挟在する。

砂質変堆積岩類は主として黄褐色～赤褐色を呈する細～中粒砂質～珪質変砂岩より成る。

貫入岩類：貫入岩類は小岩体として地区北西部及び南東部に点在する。当岩体は著しく風化されているため岩質は明らかでないが、比較的優白色で、斑状を呈していることより火成岩と判断される。又、第1年次調査の貫入岩類風化部と比較すると閃長斑岩のそれに類似している。

本地区の地質構造は地区北西部の炭酸塩岩類を核とする背斜構造により支配されている。この背斜構造はNNW-SSE系の背斜軸を有し、SSE方向にプランジしている。西翼部の露出は悪く詳細は不明であるが、約60°西傾斜、東翼部では約70°東傾斜を示している。

地区東部は露出が悪く褶曲の繰り返しは不明であるが、当地区一帯は複背斜構造に支配されていることが明らかとなっており、東部地区は更に東方の背斜構造との中間部、即ち向斜部に

当るものと認められる。

## 1-2 応用地質

本地区は露出が極めて悪いため、後述する地化学探査異常域においても露頭は認められなかった。地域南東部のNNE-SSW系異常域周辺に赤鉄鉱-磁鉄鉱露頭が認められるが、この分析値はCu 90 ppm, Pb 200 ppm, Zn 80 ppm と極く微量であり、この鉄鉱化作用に銅・鉛・亜鉛が伴われたとは認められない。

但し、地区北方約600mにはKamiyobo 鉱化帯があり、優勢な銅鉱化作用が確認されていることより、本地区一帯には卑金属鉱化作用があり得たものと認められる。

## 2. 地化学探査

### 2-1 試料採取及び分析方法

本地区は、第1年次の地化学概査(測線間隔1Km, 測点間隔500m)の結果、Pb-Zn異常値が最も高く(Pb 253 ppm, Zn 523 ppm)、かつ異常値数が多い(3地点)ことにより地化学精査対象地区として選出された。

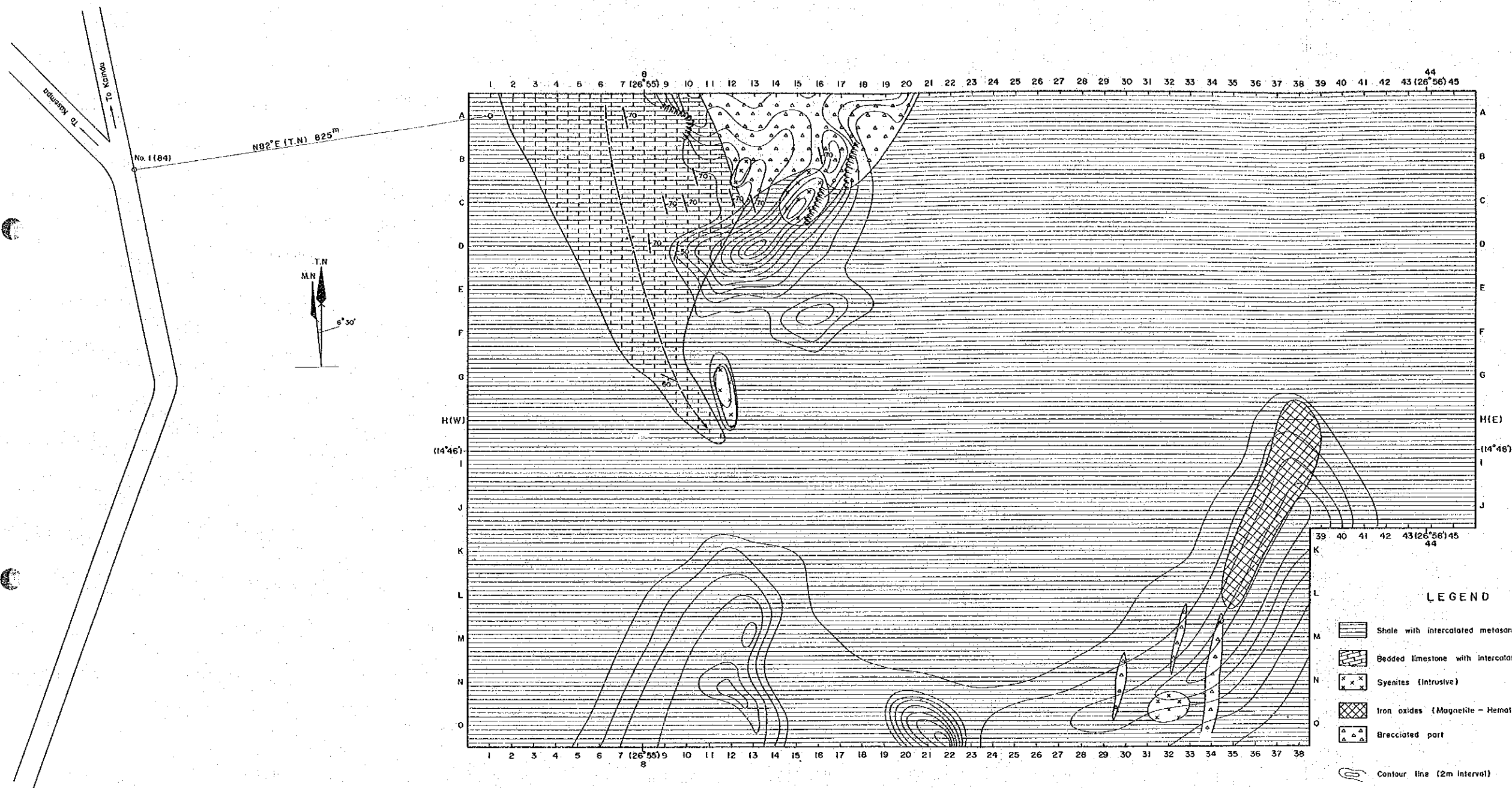
試料採取位置の決定に当っては、第1年次地化学概査の基点、即ちKaindu道路とLubungu Pontoon道路との交叉点を基点として、第6図に示すとおり、ポケットコンパスと間縄で簡易測量をし、南北方向に100m、東西方向に50m間隔の各点を設定した。

試料の採取に当っては、地表から30~50cmの深さまで土壌を掘り起こし、腐植土(A層)及びB層を取り去りC層を採取した。採取した試料は現場において風乾した後、80メッシュの篩を通過したものを100g採取し、分析に供した。

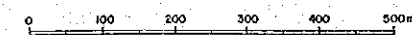
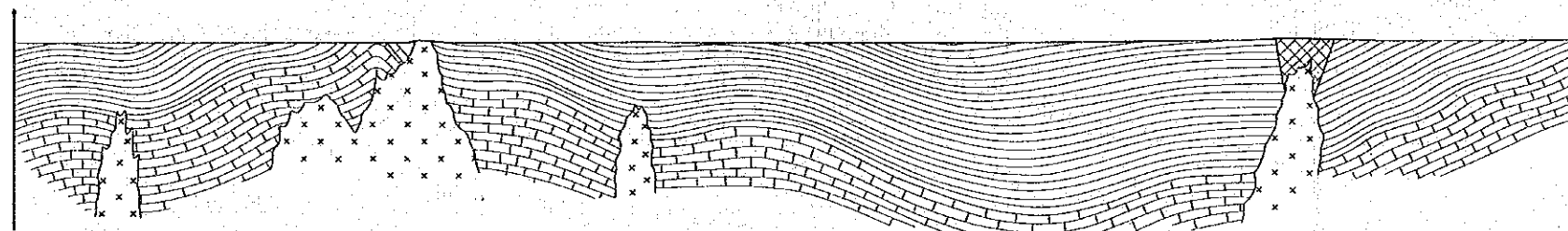
第1年次地化学探査ではAg・Cu・Pb・Znを指示元素とした。この結果から、Cu及びZn地化学異常は既知旧鉱山及び鉱化帯を顕著に反映しているものと認められた。又、当調査地区にはPbの異常値も認められた。以上のことを踏まえて今回の指示元素はCu・Pb・Znの3成分とした。

分析方法は原子吸光法を採用し、第7図の流れ図に従って実施した。





H(W) - H(E)



第4図 Kamiyobo地区 地質、地質断面図



Geological Age		Group	Columnar Section	Rock Facies	Igneous Activities	Tectonics	Mineralization
Cenozoic	Quaternary	Alluvium		Laterite			
Precambrian	Katanga System	Upper Kundelungu Series			Porphyrite Syenite Porphyry	Uprift and Fault Flexure Folds and Faults Brecciation Shear zones and Refolds of Primary Lufilian structure	secondary enrichment Cu, Zn, Pb Fe
				meta sandstone with intercalated shale and limestone shale with intercalated meta sandstone and limestone			
	Lower ~ Middle Kundelungu Series	Carbonates		bedded limestone with intercalated metasandstone and shale massive dolomitic limestone, dolomite			

第 5 図 地質層序模式柱状図

## 2-2 データの処理・検討

分析データ(第1表)は第8図の流れ図によって検討・処理した後、異常値及び異常域の抽出に用いられた。

尚、最終的採取試料総数は635個であるが、調査対象地区として選定された東西2.3Km、南北1.0Kmの長方形の範囲に対して450個の試料採取を行い、分析データの処理・検討を行った結果、異常域が更に南方へ延長するものと認められた。従ってこの異常域の延長部に対してのみ185個の試料を追加した。この追加試料には異常値を示すものが多いため、追加データは除外し、当初の450個のデータによって統計的処理を行った。

又、本地区は極めて露出が悪いため、60%以上の試料が全く露出のない地域から採取された。更に貫入岩類及び炭酸塩岩類の分布範囲が狭く、両者合わせた範囲からの試料数は10%以下である。従ってクラス分けをせずに450個総数で数値処理を行った。

数値処理は、得られた分析値を全て対数変換し、ヒストグラム及び累積頻度分布図を作成した(第9図、第10図)。

各成分はこの図に示したように、ほぼ対数正規分布に近い傾向にある。またこれらの分布から計算される平均値(M)及び標準偏差( $\sigma$ )は次のとおりである。

指示元素	平均値(M)	標準偏差( $\sigma$ )
Cu	37	・303627
Pb	29	・317458
Zn	45	・382264
Pb+Zn	77	・344227
Cu+Pb+Zn	117	・320779

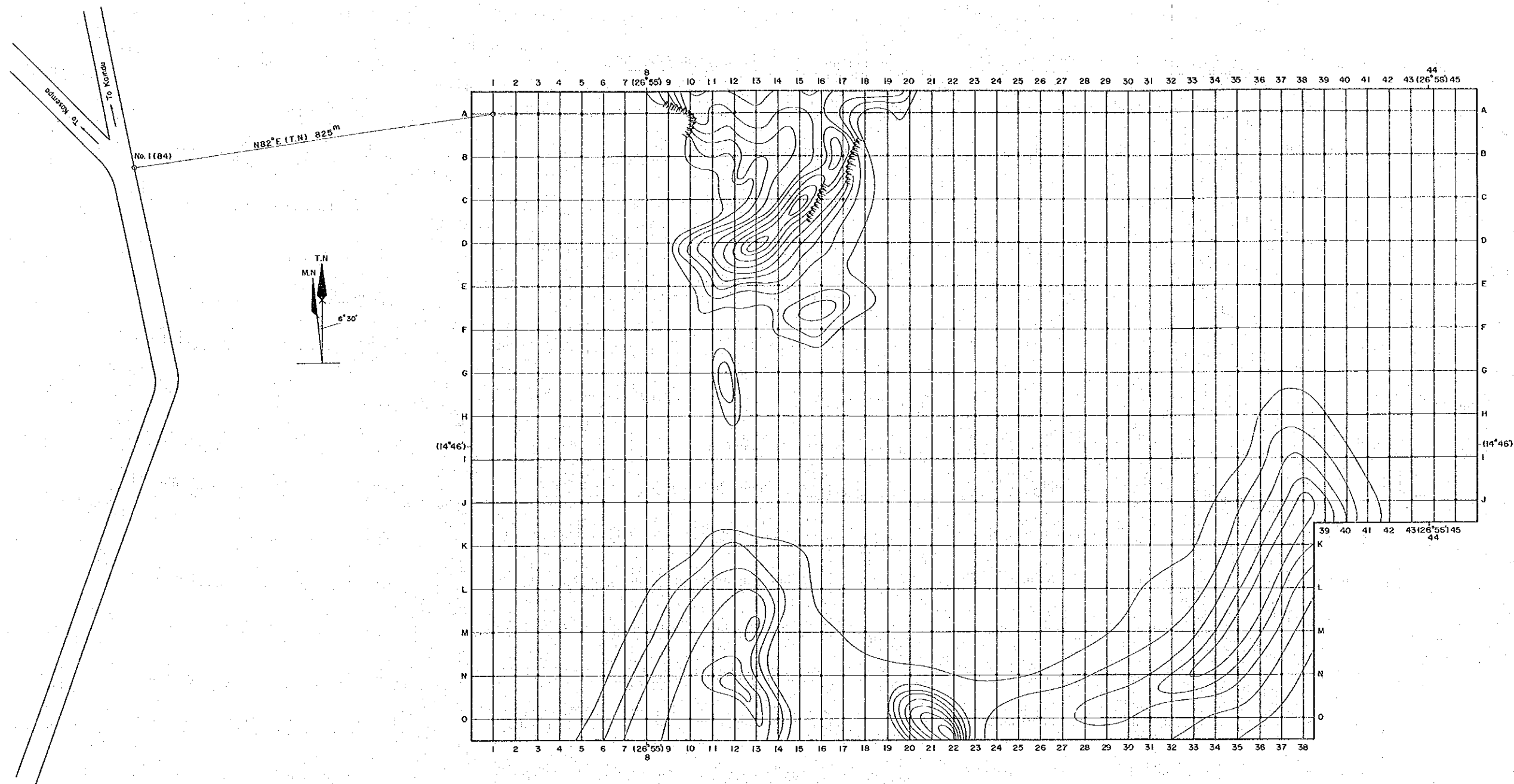
又、成分間の相関は次のとおりいずれも極めて高い。

指示元素	相関係数
Cu—Pb	・76
Pb—Zn	・80
Zn—Cu	・74
Zn—Pb+Zn	・97
Zn—Cu+Pb+Zn	・98
Pb+Zn—Cu+Pb+Zn	・95

平均値及び標準偏差から計算される $M+\sigma$ 、 $M+2\sigma$ 、 $M+3\sigma$  値及び累積頻度分布図から読み

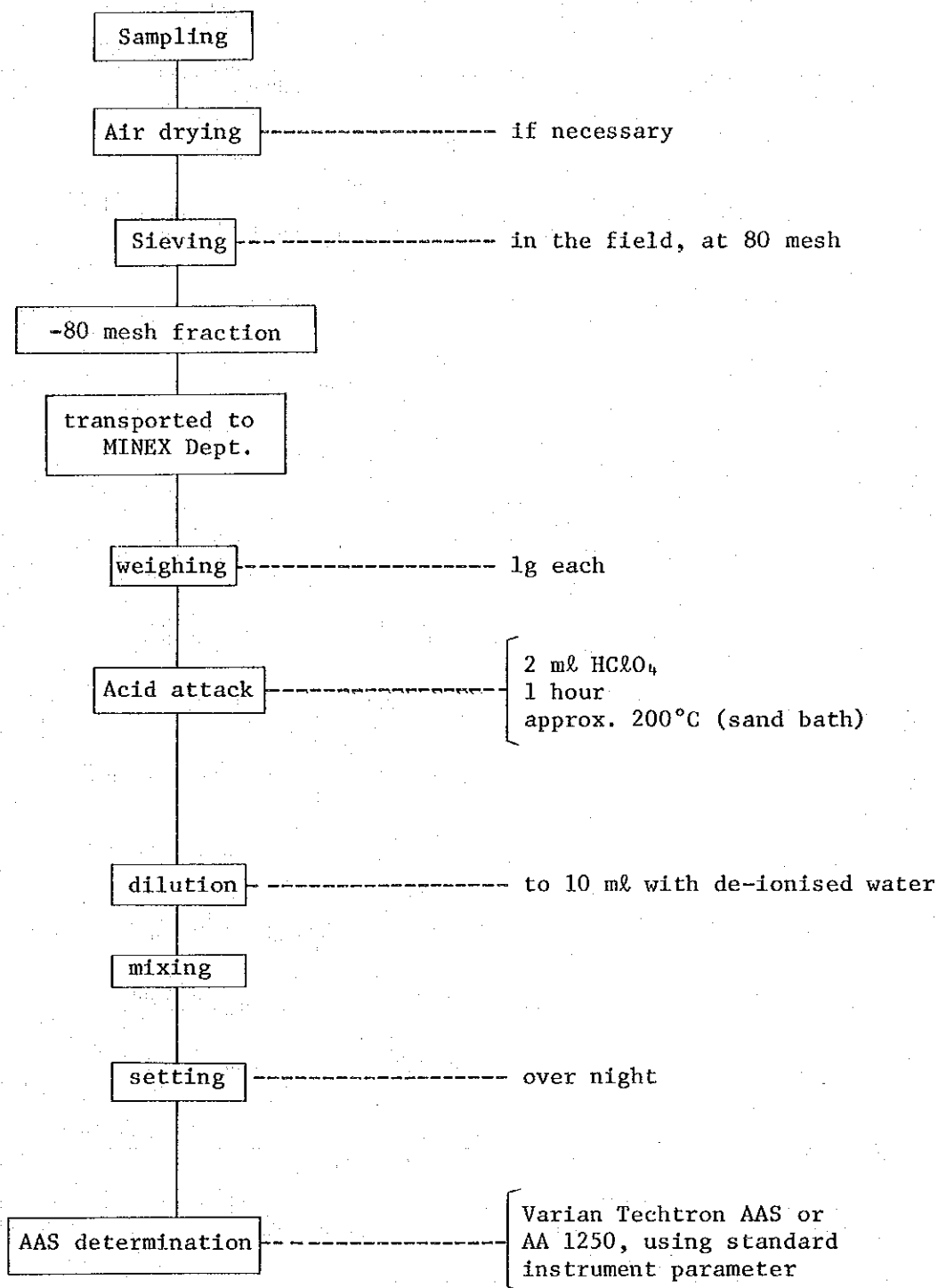






第6図 Kamiyobo地区地化学探査試料採取位置図





detected with 1 ppm limit for Cu, Pb, Zn

第7図 地化学探査試料分析手順フローチャート

第 1 表 Kamiyobo 地区地化学分析值一覽表

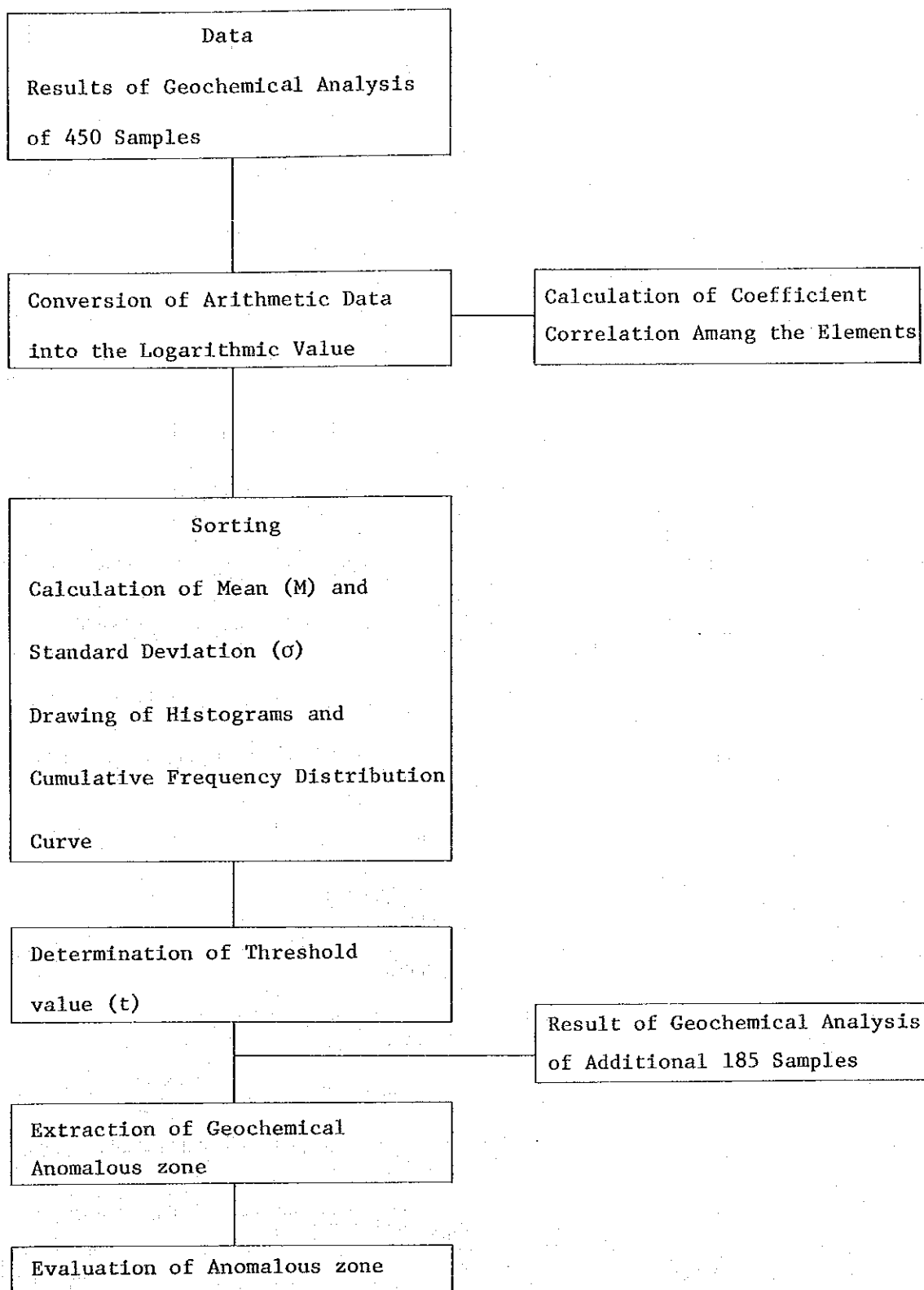
Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
A-1	40	40	30	B-1	32	40	24	C-1	22	40	20	D-1	20	38	40	E-1	20	38	32
2	32	28	28	2	46	50	33	2	36	48	25	2	24	42	40	2	20	40	30
3	20	18	18	3	40	38	30	3	38	44	27	3	30	56	50	3	36	54	50
4	20	18	23	4	34	26	22	4	42	36	26	4	48	64	68	4	70	80	80
5	18	16	20	5	30	20	21	5	48	30	30	5	56	58	81	5	140	180	120
6	24	20	25	6	26	16	21	6	36	22	20	6	60	52	90	6	78	60	140
7	22	20	26	7	24	20	18	7	24	20	20	7	60	36	60	7	100	50	100
8	18	18	25	8	22	20	19	8	28	20	20	8	34	24	40	8	42	24	32
9	18	16	24	9	16	18	15	9	28	18	16	9	30	22	35	9	40	14	18
10	16	18	32	10	20	18	17	10	22	24	24	10	40	20	45	10	6	14	18
11	10	12	18	11	18	16	16	11	30	24	22	11	38	26	82	11	8	16	20
12	10	14	16	12	12	20	22	12	22	22	40	12	22	30	76	12	10	18	32
13	14	14	34	13	12	16	21	13	14	24	40	13	10	20	51	13	10	18	44
14	90	18	50	14	30	20	31	14	10	18	26	14	10	24	53	14	10	20	44
15	46	22	60	15	44	22	24	15	12	20	33	15	10	22	40	15	30	22	54
16	38	24	90	16	16	24	40	16	18	24	80	16	10	26	54	16	70	24	80
17	40	22	91	17	38	18	25	17	16	20	43	17	14	24	52	17	22	20	40
18	40	22	92	18	80	20	25	18	18	18	18	18	14	24	62	18	20	24	50
19	30	28	100	19	44	18	40	19	12	14	20	19	10	18	55	19	14	20	58
20	12	14	44	20	18	14	35	20	10	12	16	20	10	20	41	20	14	18	28
21	14	14	41	21	12	10	21	21	10	10	12	21	10	16	25	21	12	16	20
22	16	14	40	22	12	12	12	22	22	12	10	22	12	22	32	22	16	18	24
23	16	16	32	23	14	22	15	23	16	16	14	23	14	24	30	23	20	26	26
24	14	14	25	24	14	14	18	24	14	14	14	24	15	24	26	24	38	44	40
25	16	16	20	25	18	16	16	25	18	18	16	25	25	20	32	25	50	58	54
26	18	16	16	26	22	14	13	26	22	20	19	26	22	34	35	26	60	60	60
27	20	20	21	27	20	18	15	27	22	20	18	27	44	58	60	27	52	60	60
28	20	20	18	28	24	20	18	28	28	24	20	28	60	76	70	28	54	56	50
29	22	22	17	29	26	20	21	29	40	32	43	29	58	66	70	29	56	50	42
30	28	22	20	30	30	22	18	30	32	38	16	30	70	72	75	30	70	48	50
31	28	22	20	31	34	28	19	31	54	56	30	31	70	64	80	31	60	42	48
32	24	20	15	32	42	34	20	32	60	58	31	32	44	66	54	32	58	38	42
33	34	28	20	33	46	38	20	33	54	58	29	33	66	58	70	33	52	28	40
34	24	24	16	34	50	40	30	34	66	60	40	34	62	60	64	34	60	38	40
35	30	30	25	35	56	40	24	35	80	68	40	35	50	46	60	35	40	24	30
36	22	28	15	36	58	44	40	36	78	60	36	36	50	50	60	36	58	30	40
37	30	28	20	37	52	44	30	37	58	44	40	37	50	44	59	37	50	26	30
38	28	28	17	38	44	40	25	38	52	44	40	38	44	38	55	38	38	20	28
39	30	30	21	39	46	38	26	39	50	40	24	39	42	38	50	39	32	20	24
40	30	28	20	40	54	40	27	40	44	38	20	40	40	34	50	40	32	18	20
41	32	30	20	41	52	38	25	41	42	38	25	41	42	30	43	41	34	20	22
42	36	32	21	42	60	40	30	42	50	52	32	42	38	30	46	42	30	22	40
43	32	32	18	43	56	40	25	43	52	36	23	43	50	32	43	43	54	26	38
44	36	34	24	44	42	36	26	44	42	30	17	44	40	30	50	44	38	20	26
45	38	34	24	45	46	32	28	45	34	24	20	45	50	28	50	45	44	24	30

- Continue -

Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
F-1	18	22	41	G-1	22	28	31	H-1	16	16	28	I-1	14	20	33	J-1	8	16	20
2	22	50	41	2	30	38	38	2	40	30	52	2	32	40	64	2	30	32	63
3	34	42	58	3	56	40	58	3	120	48	160	3	20	28	44	3	22	36	51
4	64	62	98	4	120	140	360	4	160	94	400	4	40	40	70	4	26	38	63
5	76	78	200	5	100	120	300	5	160	100	410	5	95	70	240	5	50	52	93
6	100	88	300	6	100	180	400	6	160	100	500	6	100	120	500	6	74	80	250
7	92	60	220	7	100	200	600	7	120	120	540	7	120	180	500	7	120	100	400
8	100	38	160	8	140	120	400	8	140	100	700	8	100	160	600	8	160	220	700
9	95	30	79	9	140	64	350	9	230	160	800	9	120	260	700	9	180	320	600
10	44	16	36	10	130	60	300	10	180	120	400	10	180	200	550	10	120	400	420
11	40	12	42	11	90	20	45	11	160	100	180	11	140	220	410	11	100	300	300
12	50	14	50	12	74	14	43	12	100	32	100	12	140	200	380	12	140	300	400
13	26	10	32	13	40	16	42	13	58	30	61	13	140	180	300	13	140	380	400
14	14	10	27	14	22	10	20	14	40	24	58	14	120	180	310	14	120	200	410
15	22	12	42	15	32	10	24	15	50	36	52	15	100	160	240	15	140	200	400
16	16	10	48	16	22	14	20	16	58	50	60	16	100	160	310	16	160	120	250
17	16	10	43	17	20	16	21	17	62	70	78	17	120	220	300	17	100	60	92
18	22	12	39	18	30	20	28	18	120	140	230	18	100	140	240	18	76	38	74
19	23	14	37	19	52	40	40	19	60	70	80	19	90	70	82	19	42	20	46
20	20	12	32	20	52	64	61	20	54	54	63	20	50	32	40	20	22	16	30
21	26	20	39	21	60	66	62	21	42	38	49	21	30	20	31	21	24	16	34
22	38	36	50	22	62	64	60	22	32	26	38	22	28	18	27	22	24	14	35
23	62	58	75	23	56	50	52	23	100	32	61	23	28	16	26	23	18	10	26
24	58	50	70	24	52	44	43	24	30	20	34	24	24	16	25	24	20	10	29
25	56	46	63	25	50	38	41	25	20	18	26	25	24	14	20	25	16	10	23
26	48	34	54	26	40	32	35	26	26	18	29	26	22	14	22	26	18	12	25
27	54	34	60	27	46	28	30	27	24	16	30	27	28	14	24	27	16	10	26
28	46	30	46	28	36	22	25	28	22	18	28	28	24	10	22	28	18	10	24
29	44	20	43	29	36	20	28	29	28	16	30	29	26	12	24	29	24	11	32
30	40	20	40	30	38	20	34	30	30	12	30	30	30	14	32	30	32	12	33
31	40	18	35	31	50	22	35	31	30	15	31	31	34	14	30	31	40	16	42
32	38	16	38	32	40	16	30	32	30	12	30	32	52	22	40	32	44	18	45
33	42	16	34	33	50	20	30	33	46	18	42	33	42	20	33	33	66	22	56
34	38	12	33	34	46	18	32	34	54	20	46	34	44	20	34	34	40	18	44
35	50	16	37	35	60	20	37	35	54	20	61	35	74	26	53	35	100	38	200
36	52	20	39	36	64	22	40	36	42	16	51	36	60	20	39	36	200	60	320
37	62	20	41	37	80	24	44	37	95	30	85	37	120	60	300	37	70	30	83
38	68	22	40	38	78	28	61	38	200	100	600	38	26	12	20	38	24	14	30
39	54	24	42	39	88	32	64	39	48	38	85	39	100	60	310	39	28	20	48
40	62	20	50	40	60	30	53	40	12	14	30	40	12	12	18	40	34	26	74
41	46	20	40	41	50	22	46	41	10	10	25	41	12	14	20	41	26	22	94
42	50	18	40	42	36	16	31	42	12	10	20	42	14	16	20	42	34	26	77
43	48	18	35	43	32	16	33	43	22	18	33	43	12	18	20	43	20	18	31
44	40	20	30	44	30	14	25	44	16	14	26	44	18	20	29	44	20	18	36
45	40	18	35	45	22	12	20	45	14	14	20	45	22	22	31	45	22	20	41

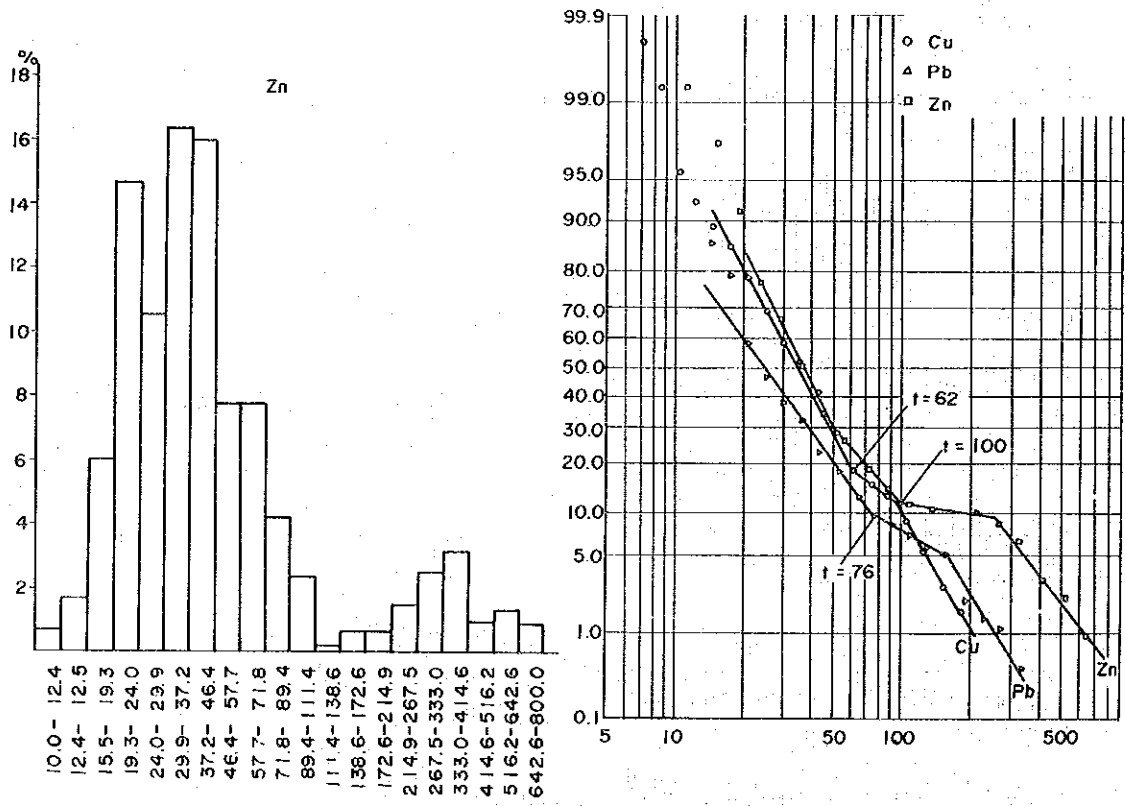
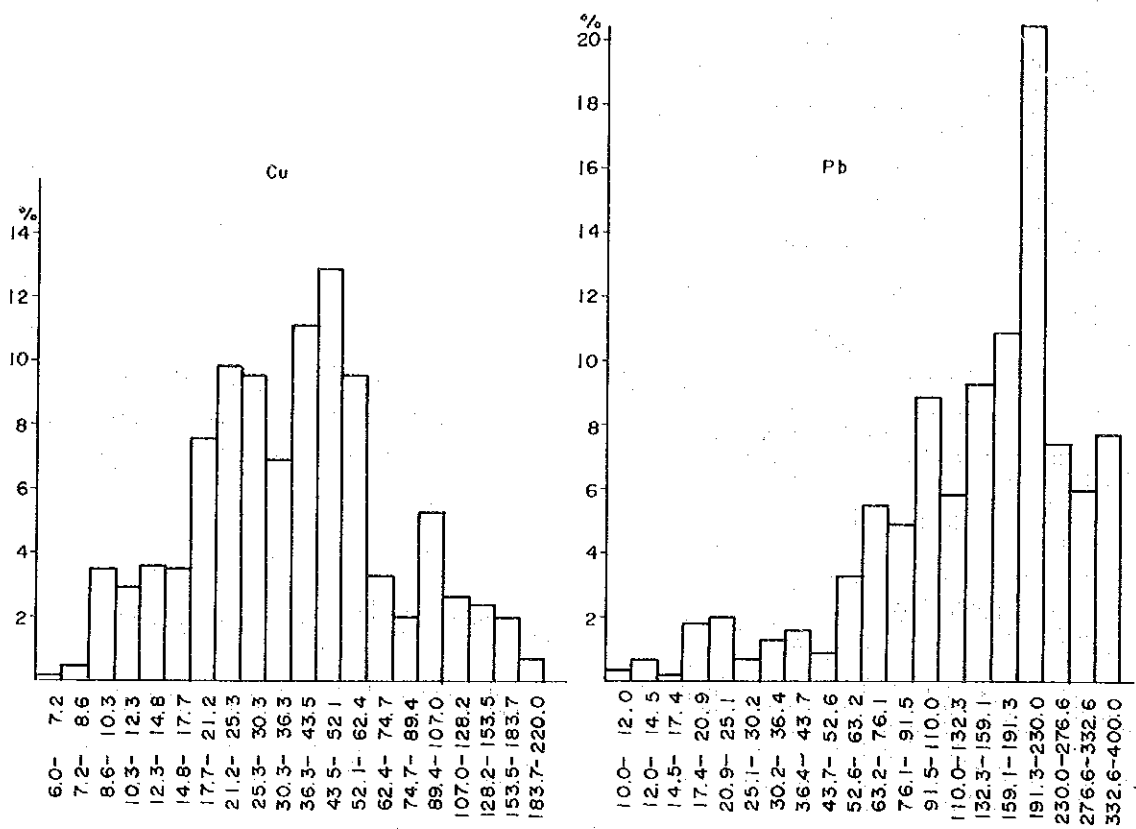
- Continue -

Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sample No.	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
K-1	3	6	5	L-1	4	10	8	M-1	3	7	7	N-1	3	6	5	O-1	2	6	3
2	8	12	14	2	6	11	10	2	4	6	5	2	2	2	2	2	2	6	3
3	14	22	28	3	15	17	25	3	8	10	10	3	2	5	4	3	2	6	4
4	12	26	26	4	24	30	40	4	16	16	22	4	4	7	7	4	2	7	3
5	11	25	28	5	12	16	20	5	21	30	32	5	9	10	12	5	2	4	2
6	16	38	60	6	22	36	50	6	34	46	70	6	22	21	38	6	2	5	3
7	30	62	100	7	50	100	160	7	26	40	100	7	160	100	100	7	6	8	10
8	62	100	150	8	40	100	200	8	120	120	320	8	150	280	360	8	18	12	34
9	140	320	300	9	38	98	200	9	110	250	460	9	76	120	300	9	22	12	58
10	130	220	300	10	70	260	300	10	84	100	300	10	56	100	220	10	56	23	54
11	100	130	260	11	86	180	200	11	80	180	580	11	88	180	280	11	20	10	20
12	100	140	400	12	120	100	220	12	180	240	500	12	72	48	100	12	14	8	18
13	160	100	540	13	200	60	230	13	72	60	200	13	50	34	64	13	15	6	16
14	200	36	120	14	140	30	105	14	82	36	110	14	70	50	96	14	16	5	8
15	84	20	36	15	120	38	130	15	180	100	340	15	66	52	100	15	18	6	8
16	86	28	62	16	74	44	100	16	140	52	100	16	54	20	42	16	24	8	11
17	42	24	32	17	36	20	36	17	64	28	50	17	40	13	20	17	30	7	12
18	26	16	18	18	20	10	16	18	42	15	26	18	32	10	22	18	21	6	13
19	18	12	12	19	13	6	8	19	32	10	24	19	20	10	22	19	20	7	22
20	15	11	10	20	12	6	9	20	20	8	18	20	50	16	68	20	25	10	40
21	12	10	9	21	10	5	10	21	20	9	19	21	130	18	80	21	58	12	66
22	11	10	8	22	9	5	8	22	28	11	26	22	88	20	82	22	92	12	52
23	22	10	20	23	24	11	21	23	21	10	18	23	32	12	27	23	52	12	42
24	20	10	20	24	24	10	20	24	22	10	20	24	26	11	28	24	26	10	28
25	20	9	16	25	16	8	16	25	10	8	14	25	16	8	18	25	8	8	13
26	15	8	13	26	18	10	18	26	27	10	18	26	20	8	14	26	20	10	19
27	15	8	12	27	32	10	22	27	24	10	16	27	20	8	11	27	54	17	58
28	22	10	20	28	24	10	18	28	56	14	36	28	60	15	30	28	44	16	40
29	40	14	26	29	50	17	38	29	68	22	56	29	84	34	100	29	34	12	25
30	42	14	32	30	38	16	38	30	50	20	52	30	68	17	46	30	23	10	22
31	54	17	44	31	64	26	60	31	62	18	56	31	84	14	50	31	44	12	38
32	43	20	44	32	62	34	65	32	92	22	80	32	62	14	34	32	20	9	16
33	64	32	64	33	40	40	82	33	80	26	82	33	62	12	34	33	19	10	13
34	100	33	82	34	160	90	300	34	170	23	100	34	22	11	32	34	20	10	18
35	110	44	100	35	140	66	200	35	180	24	140	35	36	13	32	35	36	13	32
36	160	70	180	36	58	26	62	36	32	13	32	36	36	12	26	36	36	12	26
37	44	28	60	37	40	14	25	37	22	12	26	37	15	10	16	37	15	10	16

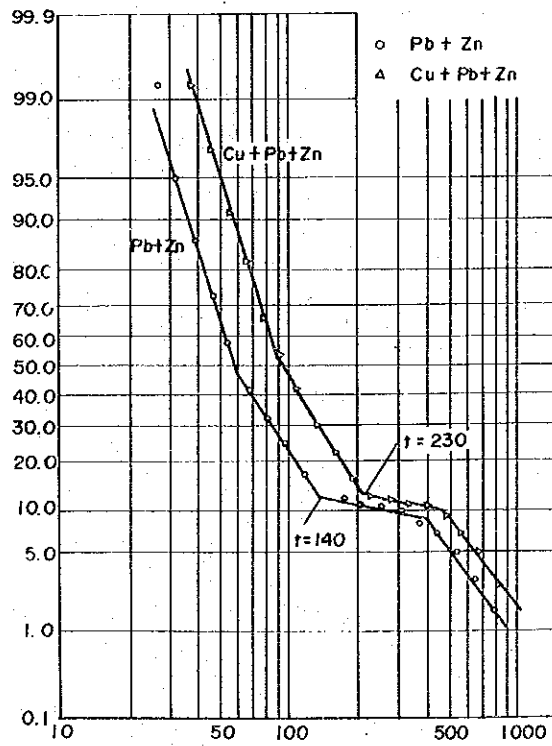
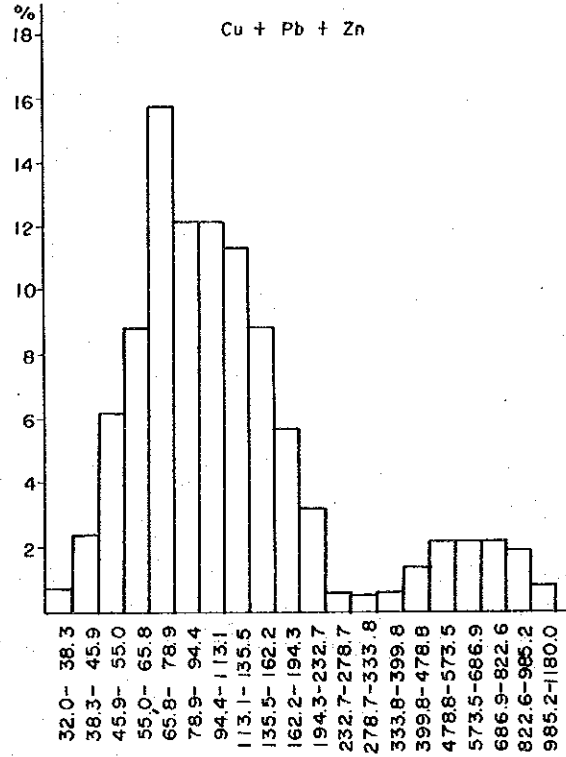
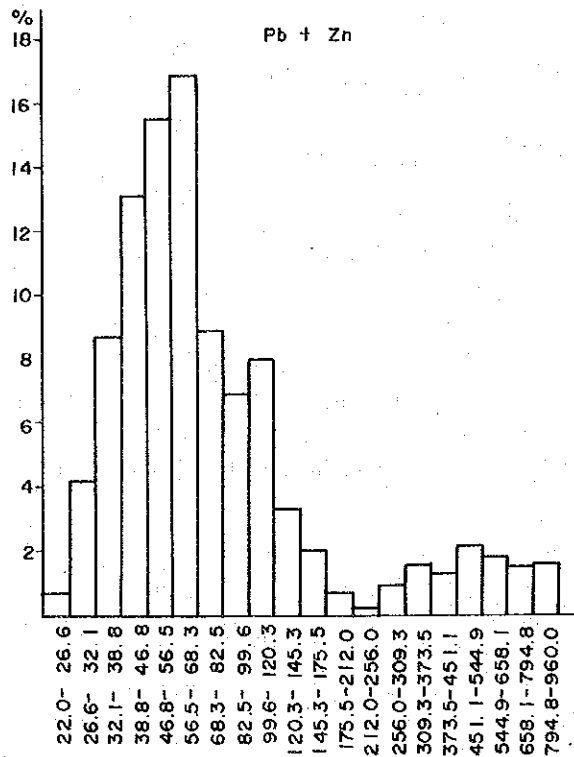


第8図 地化学探査データ処理手順フローチャート





第9图 地化学分析值元素别频度、累积频度分布图



第10图 地化学分析值元素合成頻度、累積頻度分布图

れるしきい値 (t) は次のとおりである。

指示元素	M + $\sigma$	M + 2 $\sigma$	M + 3 $\sigma$	しきい値 (t)
Cu	74 ppm	149 ppm	299 ppm	62 ppm
Pb	61	126	262	76
Zn	108	260	628	100
Pb+Zn	169	373	825	130
Cu+Pb+Zn	244	510	1,068	230

異常値の決定に当り、上記各数値を用い作図した結果、M +  $\sigma$  と t とはほぼ同様の形状で異常域を抽出し得たが、M + 2  $\sigma$  では一部連続性に欠ける異常域の形状となった。従って異常値は第 1 年次地化学探査同様しきい値以上とした。又、異常域の中心部を明確にするため M + 2  $\sigma$  及び M + 3  $\sigma$  を補助値として用いた。

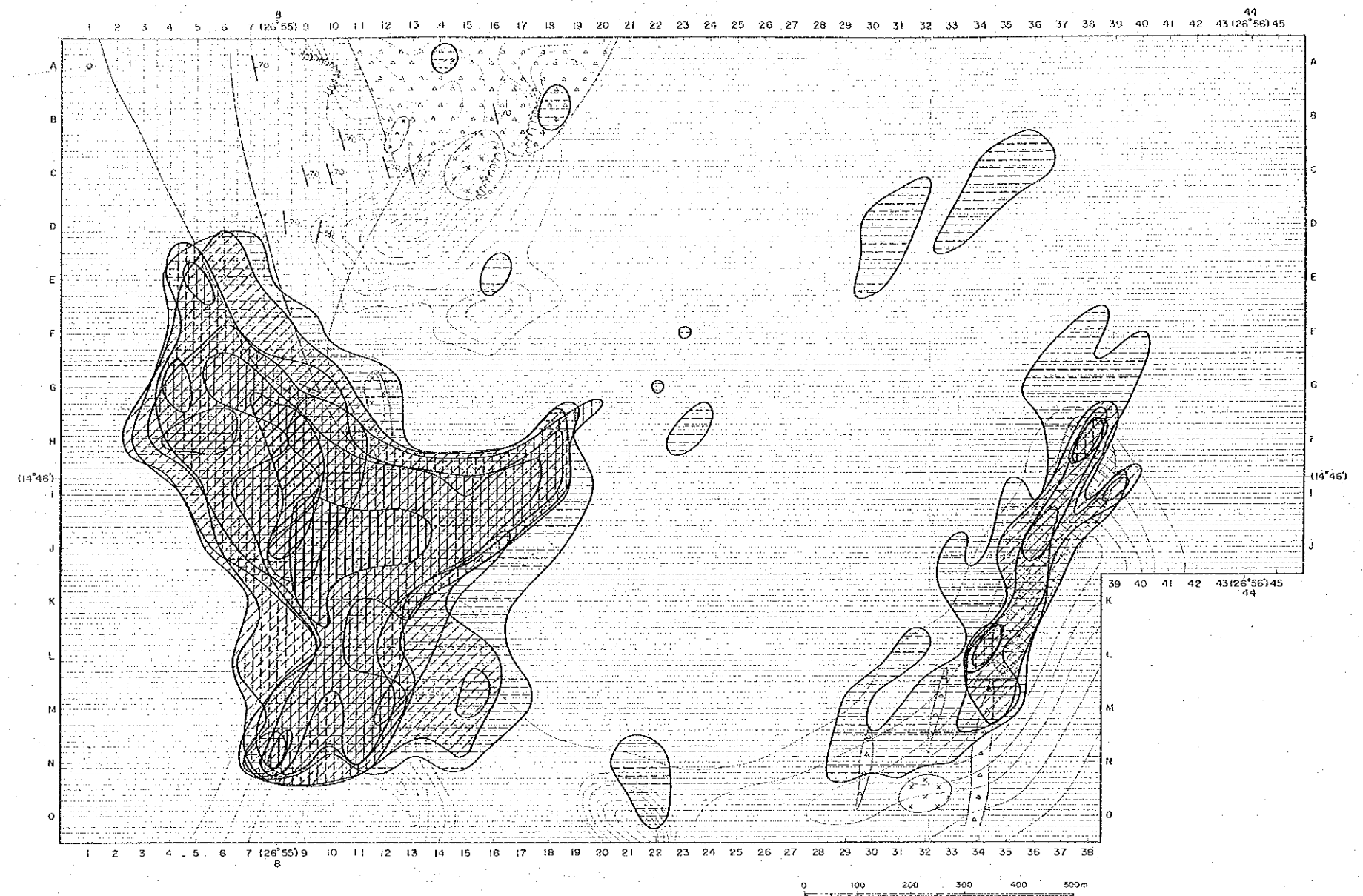
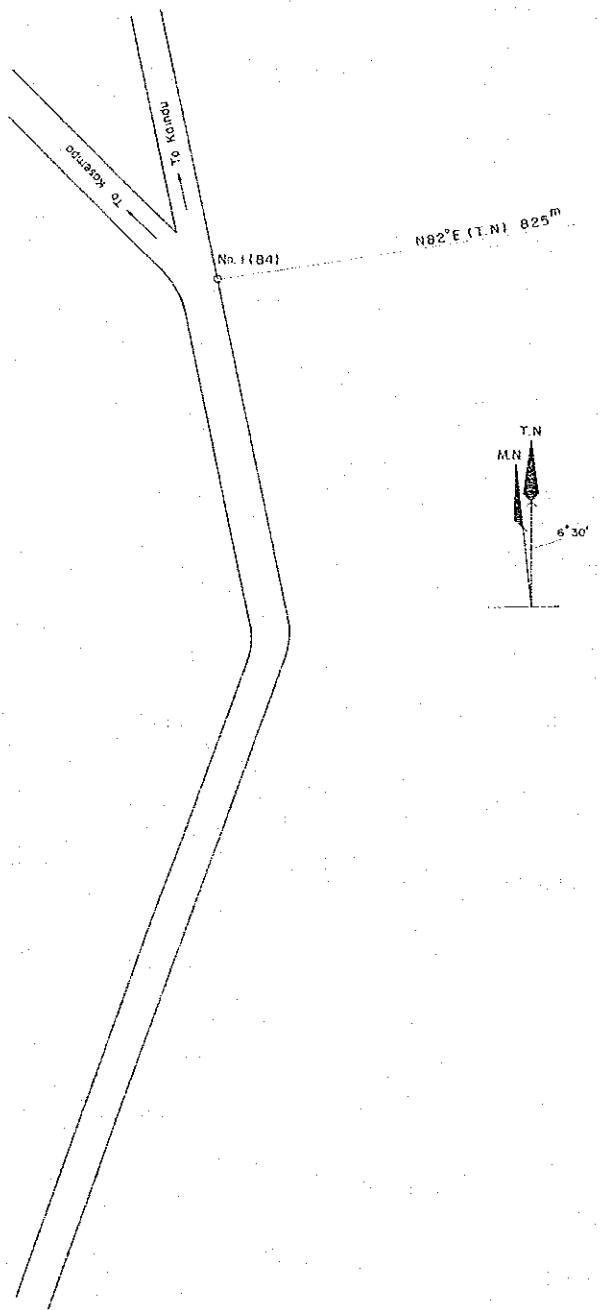
### 2-3 異常域の抽出及び評価

前項で決定した異常値の等値線を用いて抽出された異常域は第 1 1 図、第 1 2 図のとおりである。これらの図に明瞭に示されるとおり各成分の異常域は極めて良く一致しているが、強いて差をさがすと、Cu は独立した小異常域の点在が、Pb は南東部で連続性に欠けることがあげられる。又、異常域の中心部に注目し、M + 3  $\sigma$  以上の範囲を比較すると、Cu には存在せず、Pb と Zn とは若干づれている。これらの差を平滑化した Pb + Zn と Cu + Pb + Zn の異常域を比較すると殆んど差は認められないが、Pb + Zn の方がより方向性が明瞭であり、かつ、現時点では、鉛・亜鉛鉱床の開発が急がれている点より、ここでは Pb + Zn 成分による異常域に対して評価を行う。

Pb + Zn 地化学異常域は、地区南西部で比較的広範囲に、地区南東部で脈状に抽出された。このうち南西部の異常域は第 1 3 図に示すとおり、一測線 2 ケ所づつのピークから形成されており、それらのピークを結ぶことにより NNW-SSE 系と NE-SW 系の 2 つの異なる方向性に分割することが出来る。一方、地区南東部の脈状の異常域は NNE-SSW 系の方向を有している。これら 3 方向の異常域における異常値を比較すると、地区南西部 NNW-SSE 系異常域の異常値が最も高く、かつ、M + 3  $\sigma$  以上の値の数が最も多い。

地表の露出が極めて悪いため、異常域の地表で Pb・Zn 鉱化露頭を認めることは出来ない。全体の地質からみると、NNW-SSE 系のものは層状石灰岩と変堆積岩類の境界にほぼ調和し

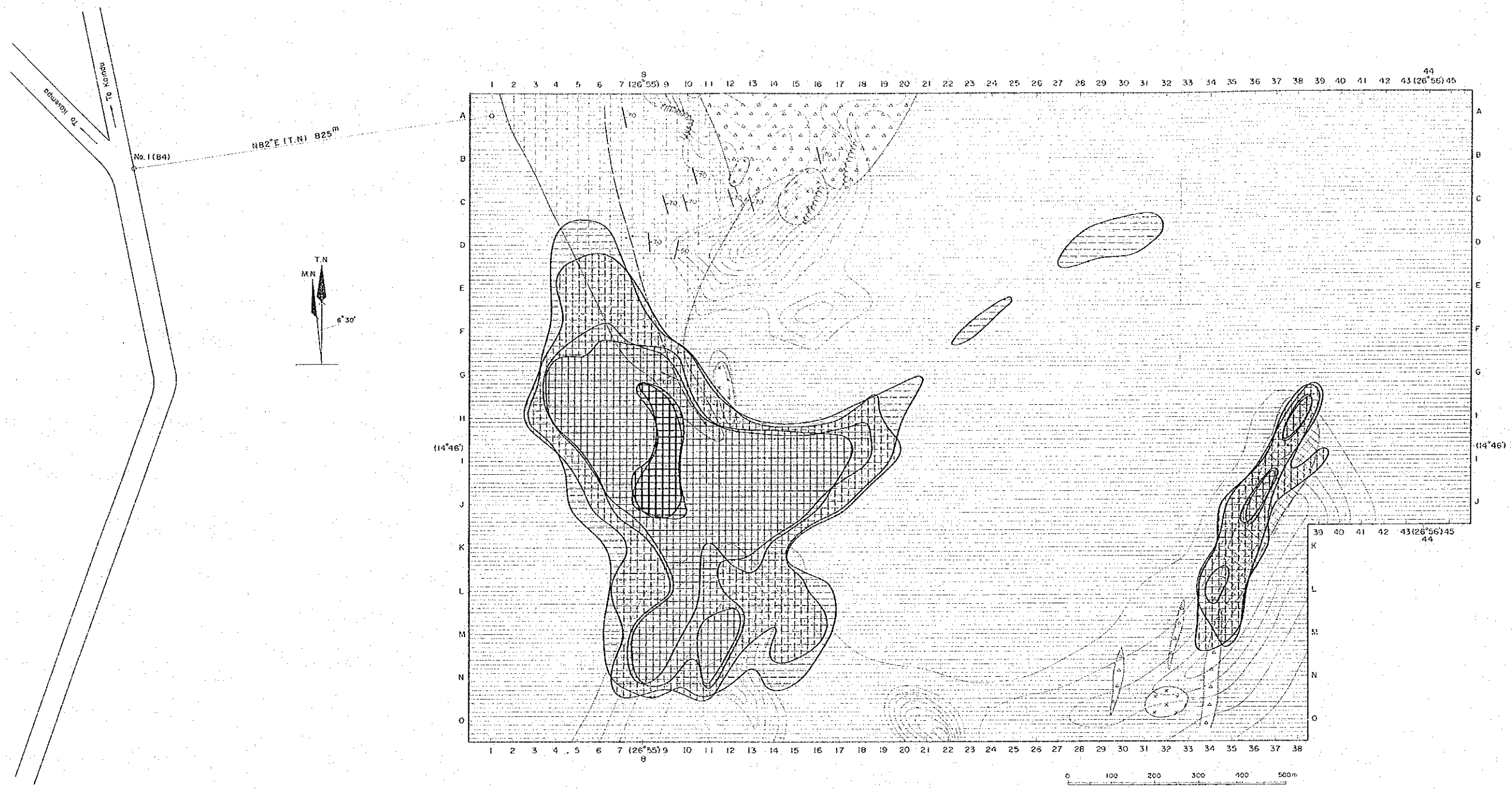




LEGEND

	Threshold	$\geq M+2\sigma$	$\geq M+3\sigma$
Cu	62ppm	149ppm	239ppm
Pb	76ppm	126ppm	262ppm
Zn	100ppm	260ppm	628ppm

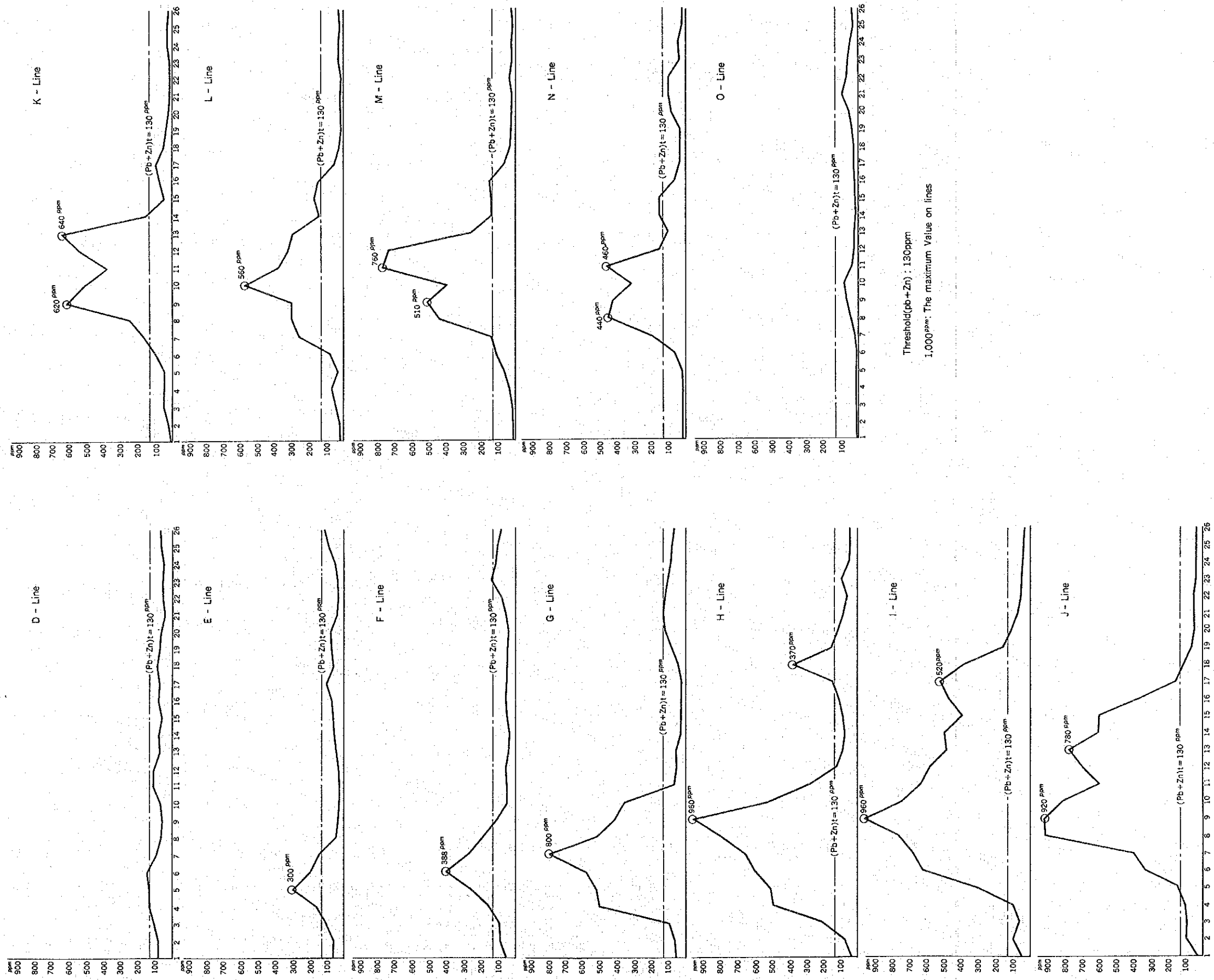
第11图 Kamiyobo地区元素别地化学异常域分布图



**LEGEND**

	Threshold	$\geq M+2\sigma$	$\geq M+3\sigma$
Pb+Zn	130ppm	373ppm	825ppm
Cu+Pb+Zn	230ppm	510ppm	1,068ppm

第12图 Kamiyobo地区元素合成地化学異常域分布图



Threshold(Pb+Zn) : 130ppm  
 1,000 ppm: The maximum Value on lines

第13图 地化学異常值強度断面图





た方向に伸長している。NE-SW系のもは地形の尾根の伸長方向とはほぼ平行している。

NNE-SSW系のもは1-2項で前述した赤鉄鉱—磁鉄鉱露頭の境界沿いに伸長している。

以上を総合した異常域の評価は第2表のとおりである。

第2表 地化学異常域一覧表

Anomalous Zone	Amounts of over Critical Value(t)		Maximum Value (ppm)	Extention of Anomalous Zone(m)		Rock	* Evaluation
	Element	$\geq t$		High Anomalous Zone ( $>M+3\sigma$ )	Whole Zone ( $\geq t$ )		
South West NNW-SSE Anomalous Zone	Cu	/	220	-	1,100	Meta Sediments	A
	Pb		400	250	1,000		
	Zn		800	300	1,050		
	Pb + Zn		960	300	1,150		
	Cu+Pb+Zn		1,180	300	1,050		
South West NE-SW Anomalous Zone	Cu	/	200	-	900	Meta Sediments	B
	Pb		380	100	950		
	Zn		540	-	900		
	Pb + Zn		780	-	1,000		
	Cu+Pb+Zn		800	-	900		
South West NNW-SSE + NE-SW Anomalous Zone	Cu	91	/	/	/	/	/
	Pb	64					
	Zn	85					
	Pb + Zn	96					
	Cu+Pb+Zn	82					
South East NNE-SSW Anomalous Zone	Cu	33	200	-	900	Meta Sediments	B
	Pb	2	100	-	100		
	Zn	11	600	-	650		
	Pb + Zn	9	700	-	650		
	Cu+Pb+Zn	11	900	-	650		

\* A : Progressive prospections necessary

B : To be studied after result of A

## 第2章 Sable Antelope地区(物理探査)

### 1. 調査概要

I P法(Induced Polarization Method)には周波数領域I P法と時間領域I P法がある。本調査では2つの異なる周波数で測定された見掛け抵抗によって周波数効果を求める周波数領域I P法を用いた。

S I P法(Spectral Induced Polarization Method)は広範囲の周波数でI P現象の振幅と位相差を測定する。

S I P法はI P法に比べてデータ量が多く、I P現象の周波数スペクトルは鉱種の判定や電磁カップリングの除去に役立つ。

#### 1-1 調査目的

第1年次のCSAMT法調査(Controlled Source Audio Frequency Magnetotellurics : 可聴周波数を用いるMT法)の結果、精査地域としてSable Antelope~Blue Jacket 弱線帯が最有望と判断された。第2年次はこの地域に対しI P法およびS I P法を実施し、異常帯の抽出およびその性質の解明を行う他、鉱化帯の広がり、地下深部への連続性を解明することを目的とする。

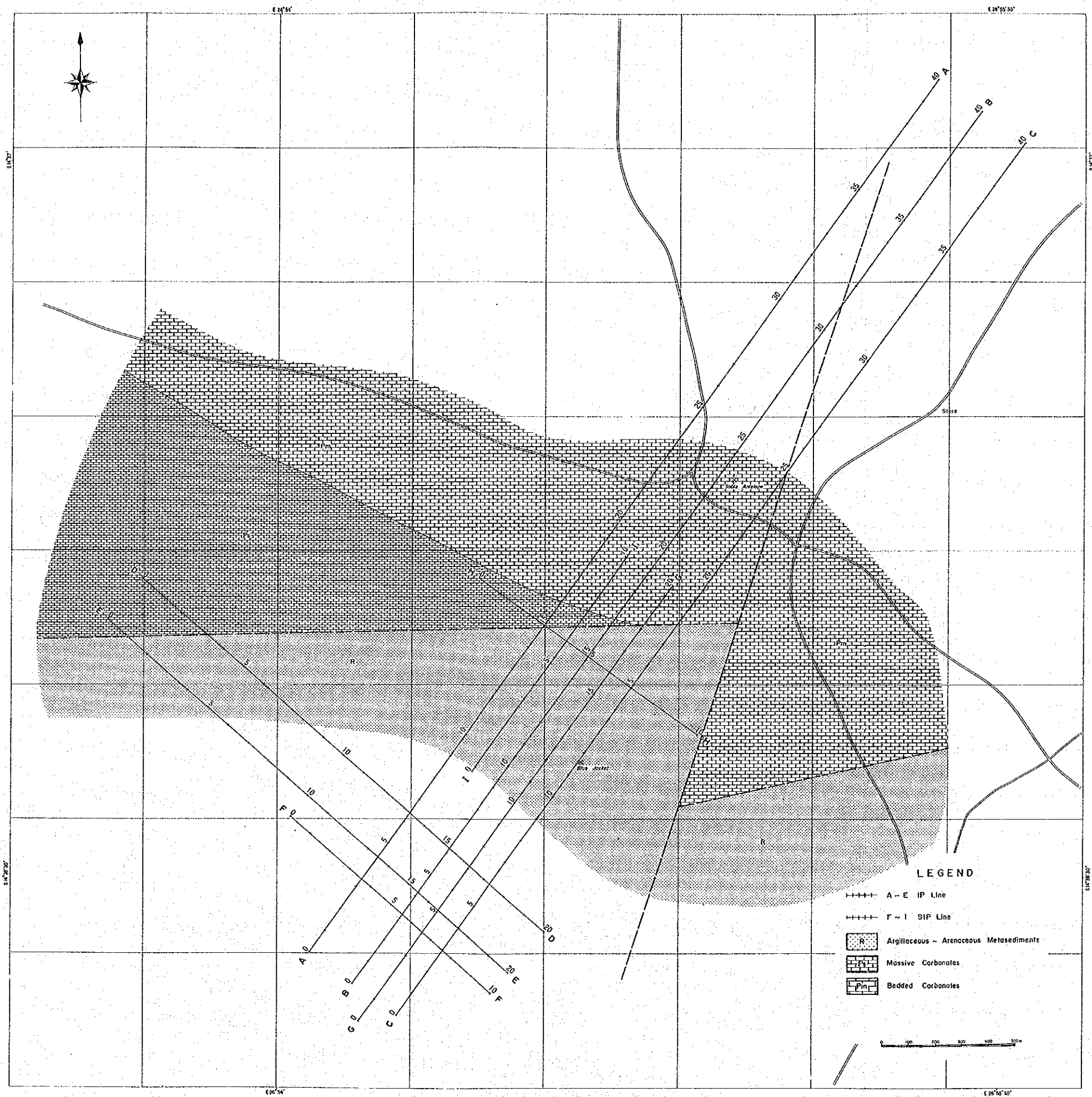
#### 1-2 調査範囲

I P法およびS I P法の調査地域は第1年次の物理探査(CSAMT法)により抽出された低比抵抗帯、Sable Antelope 旧鉱山およびBlue Jacket 鉱化帯を含む面積約2Km<sup>2</sup>の範囲である(第14図)。

#### 1-3 調査仕様

本調査の仕様は次のとおりである。





第14図 IP・SIP測線位置図



(1) I P 法

電極配置 : ダイポール, ダイポール配置  
電極間隔 : 100m  
電極隔離係数 :  $n = 1 \sim 5$   
周波数 : 0.125Hz, 1.0Hz (2周波数)  
測線長 : 5測線 16Km  
Line A 4Km  
Line B 4Km  
Line C 4Km  
Line D 2Km  
Line E 2Km

(2) S I P 法

電極配置 : ダイポール, ダイポール配置  
電極間隔 : 100m  
電極隔離係数 :  $n = 1 \sim 5$   
周波数 : 0.125Hz ~ 88Hz (18周波数)  
測線長 : 4測線 5Km  
Line F 1Km  
Line G 2Km  
Line H 1Km  
Line I 1Km

1-4 調査方法

本調査で実施したI P法は周波数領域I P法で, 0.125Hzと1.0Hzの2つの周波数における見掛比抵抗差を百分率で表現するものである。

電極間隔 ( $a=100m$ ), 電極配置 (ダイポール, ダイポール配置), 電極隔離係数 ( $n=1 \sim 5$ ) などの調査仕様, および測定機器はS I P法と全く同じものである。

S I P法 (Spectral Induced Polarization Method) は0.01Hz ~ 100Hz 間の広範囲の

周波数でIP現象の振幅と位相差を測定する。測定値は、位相および振幅のスペクトル図、コール・コール図に表現される。IP現象の周波数スペクトルを解析することにより、鉍種の判別や電磁カップリングの除去を行うことが可能である。

本調査ではZonge Inc(ゾング社, 米国)の開発したハーモニックシステムを使用した。この装置は0.125, 1, 8 Hzの3つの基本波で測定を行い、測定結果をFFT(高速フーリエ変換)によりフーリエ解析し、基本波の3倍, 5倍, 7倍, 9倍, 11倍の高周波の応答を計算するので、0.125Hz~88Hzの範囲のIP応答が求められる。

SIP法では送信電流と受信電圧との位相差を測定するので送信機と同期をとる必要があり、受信機と送信機間を連絡線で結んでいる。

### 1-5 測定機器

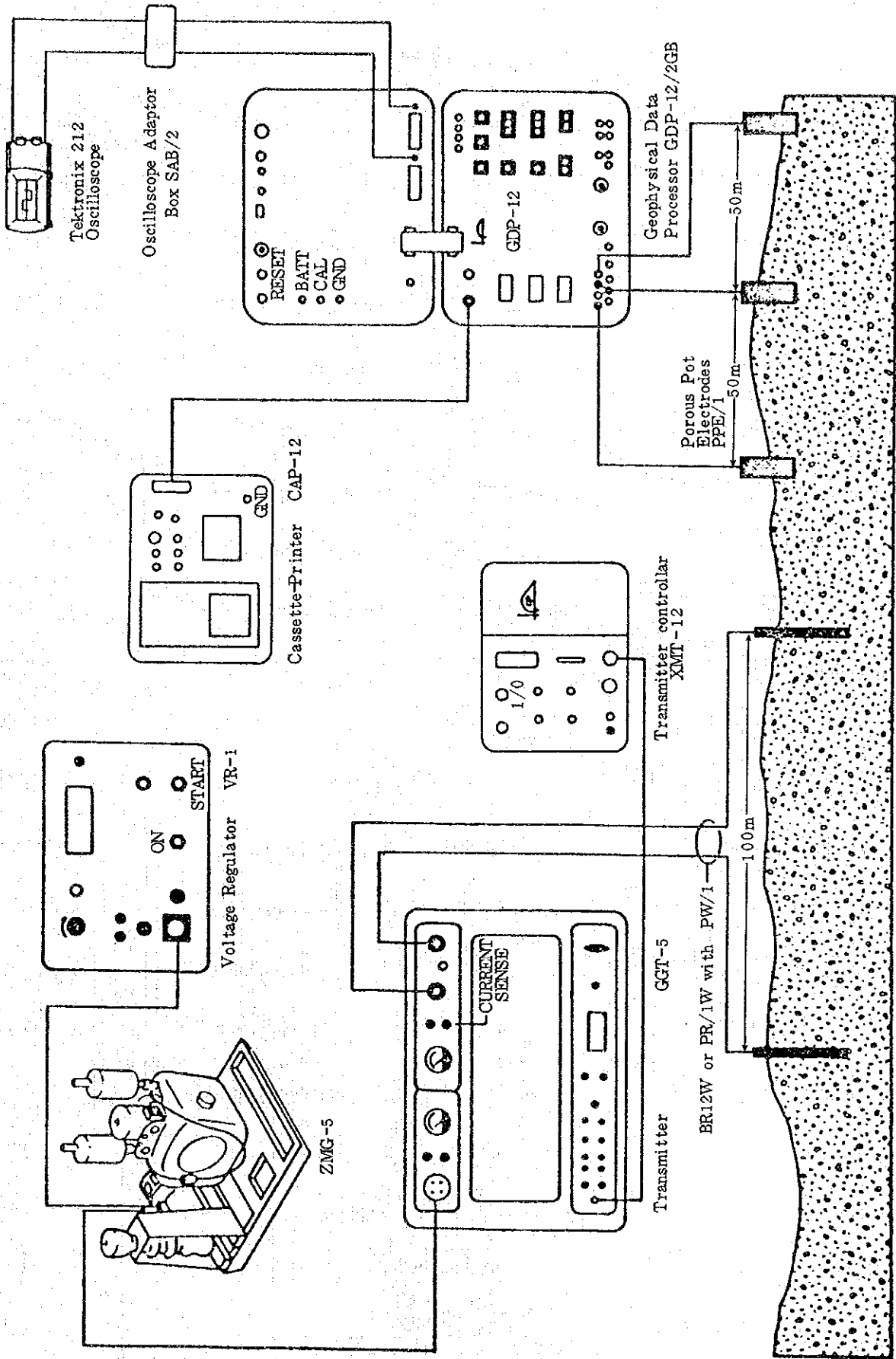
本調査に使用した測定機器を第3表に示す。

又、測定機器のブロックダイアグラムを第15図および第16図に示す。

第3表 IP・SIP機器一覧表 (Zonge Inc)

Equipment	Model	Specification	Qty
Power Supply	ZMG-5	Maximum Power : 5kw Alternator : 400Hz, 115V Engine : Honda G400-10HP	1
Regulator	VR-1	Voltage Regulation	1
Transmitter	GGT-5	Output Voltage : 250, 500 750, 1000V Output current : Max 20A Square Wave	1
Controller	XMT-12	Frequency : DC~10KHz Frequency : DC~2,048Hz	1
Receiver	GDP-12/2GB	2 Channel Data Processor	1
Cassette/printer	CAP-12	Printer, Minicassette	1
Isolation Amp	ISO/1		2
Field Preamp	FP-1		2

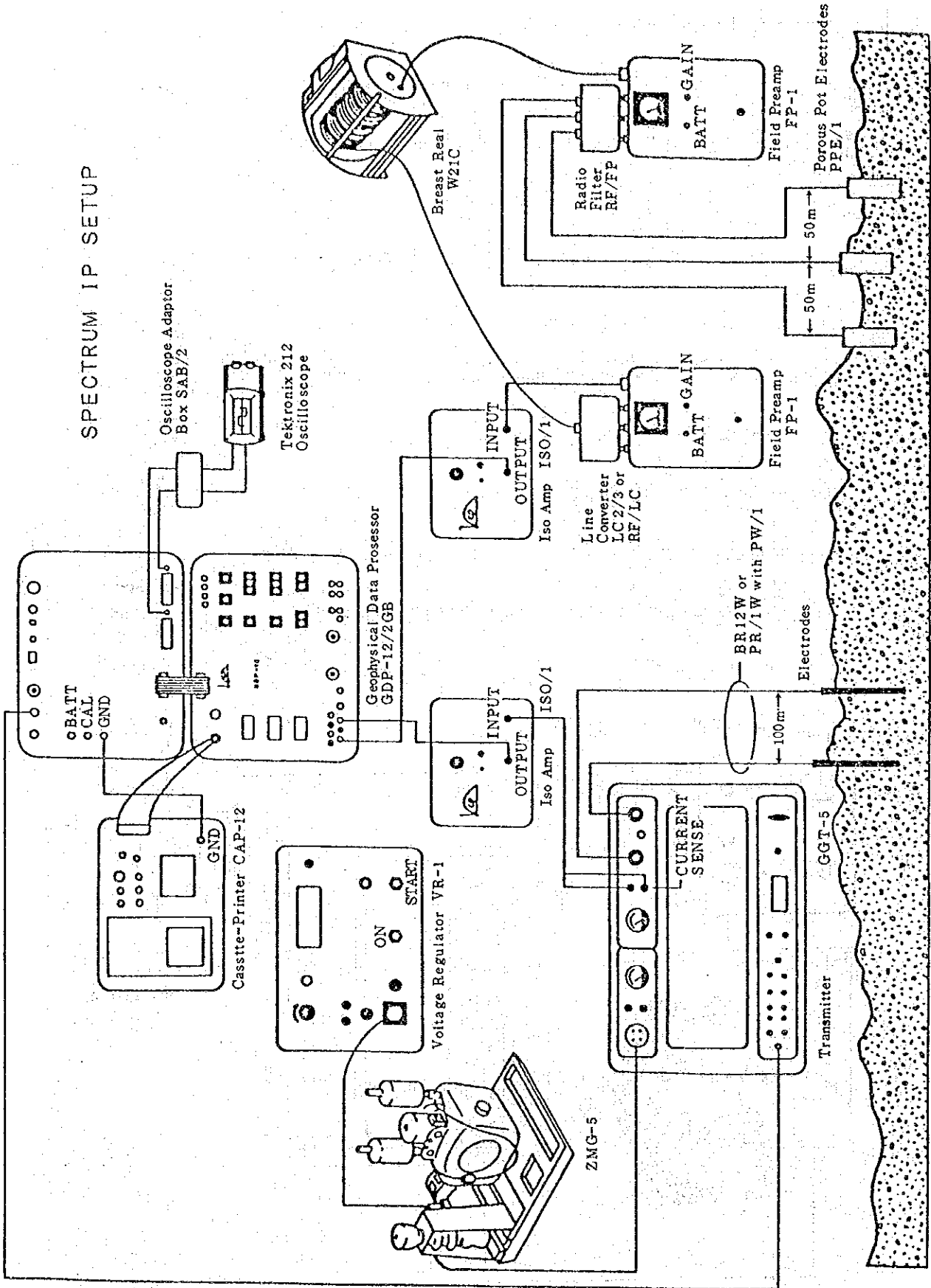
CONVENTIONAL IP SETUP



第15図 IP調査ブロックダイアグラム



SPECTRUM IP SETUP



第16図 SIP調査ブロックダイアグラム

## 2. データ処理とサンプル測定

### 2-1 SIP 法

周波数効果および見掛比抵抗について、各測線毎の断面図および電極隔離係数 ( $n=1\sim 5$ ) 毎の平面図を作成した。

(1) 周波数効果 (PFE) は  $0.125\text{Hz}$  および  $1.0\text{Hz}$  における振幅 ( $M$ ) の値から次式によって計算される。

$$\text{PFE} = \frac{M(0.125\text{Hz}) - M(1.0\text{Hz})}{M(1.0\text{Hz})} \times 100 \quad (\%) \dots\dots(1)$$

(2) 見掛比抵抗 (AR) は次式によって計算される。

$$\text{AR} = \pi a n (n+1) (n+2) \cdot \frac{V}{I} \quad (\text{ohm-m}) \dots\dots(2)$$

ここに  $a$  : 電極間隔 (m)

$n$  : 電極隔離係数

$V$  : 受信電圧 (Volt)

$I$  : 送信電流 (Amp)

本調査は  $a=100\text{m}$ ,  $n=1\sim 5$  で行っている。受信電圧  $V$  は振幅  $M(1.0\text{Hz})$  を意味している。

### 2-2 SIP 法

測定は3つの基本波  $0.125$ ,  $1.0$ ,  $8.0\text{Hz}$  について行われる。測定結果は周波数毎の実数成分および虚数成分として出力される。又、基本波の振幅、位相差、および見掛比抵抗の他、基本波、第7次および第9次高調波の振幅によって計算された周波数効果が出力される。

これらのデータから、(1)コール・コール図、(2)振幅スペクトル図、(3)位相差スペクトル図、(4)各周波数毎の位相差断面図、(5)周波数効果断面図 (PFE Pseudo-Section) (6)見掛比抵抗断面図等が得られる。

以下これらの図面について説明する(第17図)。

(1) コール・コール図

コール・コール図は横軸に実数成分, 縦軸に虚数成分をとり, 各周波数のプリントアウトデータをプロットしたものである。同図における  $\theta_i$  および  $M_i$  は, それぞれ位相差, 振幅と呼ばれている。

コール・コール図は, 鉱種や岩種などによっては特有なスペクトルを示すことが知られている。

(2) 振幅スペクトル図

振幅(コール・コール図の  $M_i$  や  $M_j$ )は, 最低周波数 0.125 Hz の振幅 ( $M_0$ ) で割算され正規化される。

(3) 位相差スペクトル図

位相差(コール・コール図の  $\theta_i$  や  $\theta_j$ )の周波数スペクトルを表わしたものである。

2-3 デカップリング

SIP法の測定値に含まれる電磁カップリングを除去することをデカップリングという。

本調査におけるデカップリングは P.G. Hallof と W.H. Pelton の考案した方法によった。

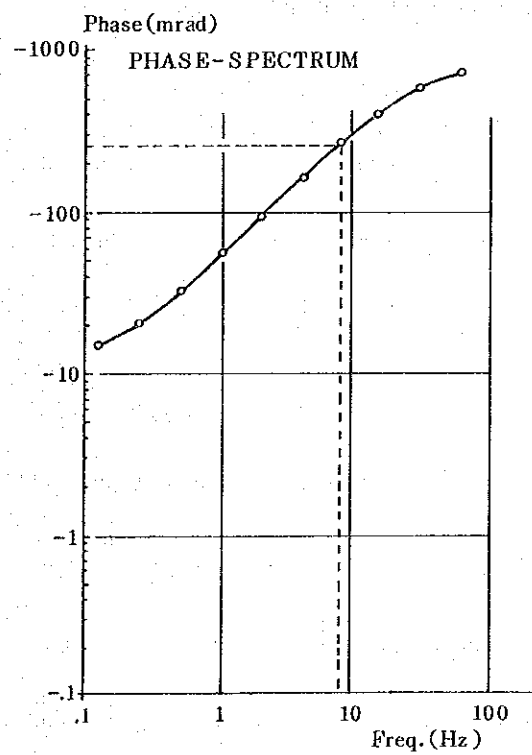
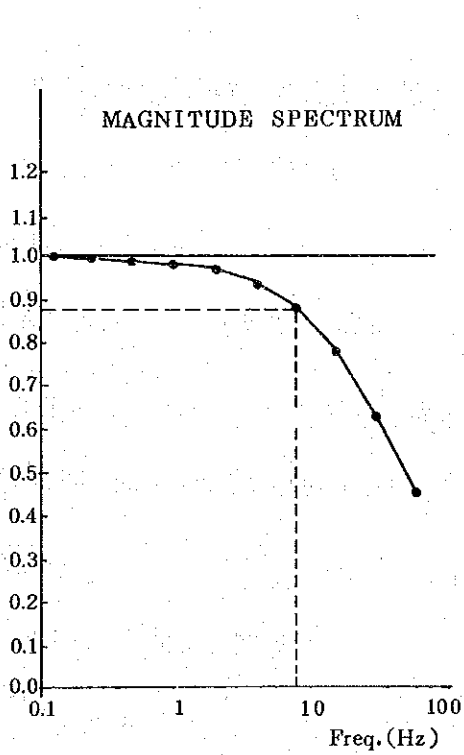
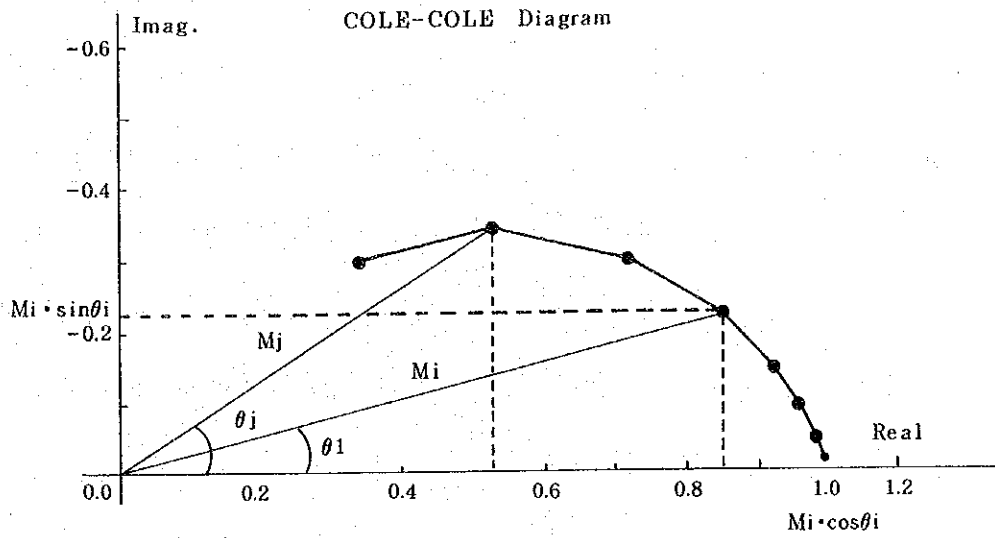
この解析法の概要は次の様である。

SIP測定で得られる複素インピーダンス  $Z_A(f)$  を次式で近似する。

$$Z_A(f) = R_0 \left[ 1 - m_1 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_1)^{C_1}} \right\} - m_2 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_2)^{C_2}} \right\} + m_3 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_3)^{C_3}} \right\} \right] \dots\dots\dots(3)$$

ここに,  $m$  は充電率,  $\tau$  は時定数,  $C$  は次数, および  $f$  は周波数である。(3)は次の3つの項に分類される。

$$1 - m_1 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_1)^{C_1}} \right\} \quad (4)$$



第17図 コール・コール図、振幅スペクトル、位相差スペクトル

$$-m_2 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_2) C_2} \right\} \quad (5)$$

$$+m_3 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_3) C_3} \right\} \quad (6)$$

この3つの項はそれぞれ第(1)項はIP応答、第(2)項は均質大地による電磁カップリング、および(3)項は良電導体による電磁カップリングを表現したものである。非線型最小二乗法により、SIP測定値を用いて式の10個のパラメータP (R<sub>0</sub>, m<sub>1</sub>, τ<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, τ<sub>2</sub>, c<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>, τ<sub>3</sub>, c<sub>3</sub>)を決定する。(3)式から電磁カップリングを表現する第(5)および第(6)項を除去し、IP応答だけによる複素インピーダンスZ<sub>co</sub>(f) (7)を求める。

$$Z_{co}(f) = R_0 \left[ 1 - m_1 \left\{ 1 - \frac{1}{1 + (i 2\pi f \tau_1) C_1} \right\} \right] \dots\dots\dots(7)$$

#### 2-4 サンプル測定

本調査地域で採取した岩石、鉱石のSIP測定を実施した。岩石、鉱石サンプルのコール・コール図、位相差スペクトル図、振幅スペクトル図を第18図に示す。

第4表は測定結果をまとめたものである。

鉱石は岩石に比べて位相差、PFEが大きく比抵抗が小さい傾向を示している。黄銅鉱、黄鉄鉱を含む鉱石の位相差スペクトルは周波数の増加と共に位相差が減少するものが多い。一方磁鉄鉱、赤鉄鉱を含む鉄鉱石では周波数の増加と共に位相差が増加しており、鉱石の種類により明瞭な違いがある。一方岩石の位相差は小さく、周波数の増加と共に位相差が増加するか平坦な特性を示す。

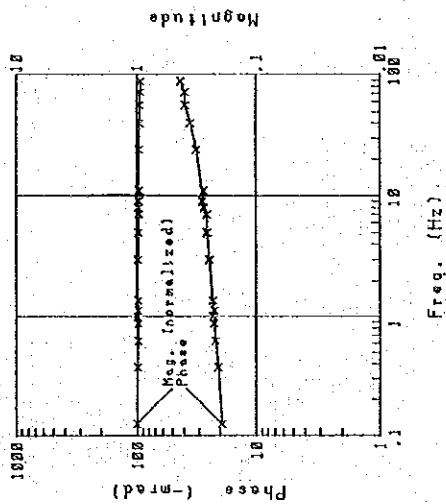
### 3. 解析結果

#### 3-1 周波数効果 (PFE) および見掛け比抵抗 (AR) 断面図

A, B, C, D, E, F, G, H, Iの9測線の断面図を作成した。

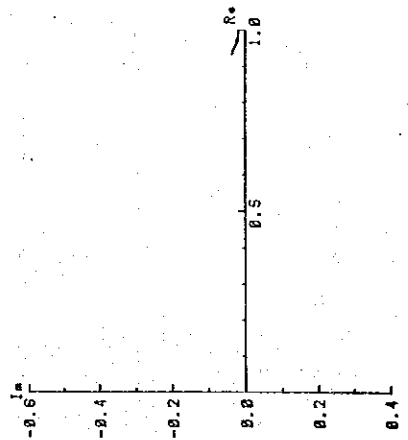
(1) A測線 (第19図)

NO. 2

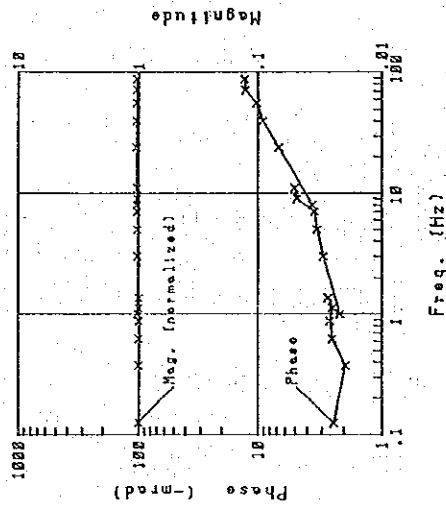


Spectrum type A  
Bedded Limestone  
Phase = 19.1 (-mrad)  
PFE = 2.7 (%)  
R = 30034 (ohm-m)

NO. 2 Cole-Cole Diagram

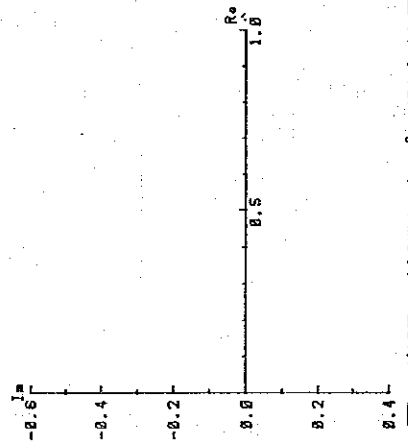


NO. 6

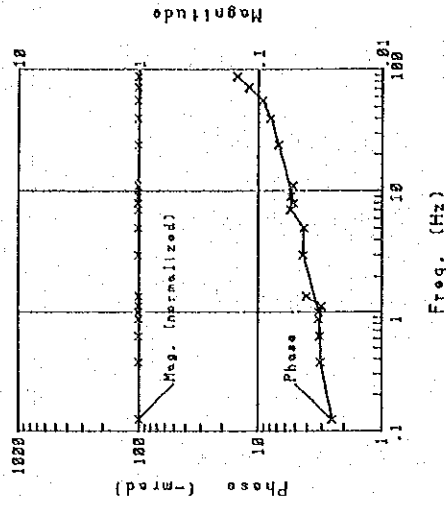


Spectrum type A  
Brecciated Dolomite  
Phase = 2.4 (-mrad)  
PFE = 0.2 (%)  
R = 12142 (ohm-m)

NO. 6 Cole-Cole Diagram

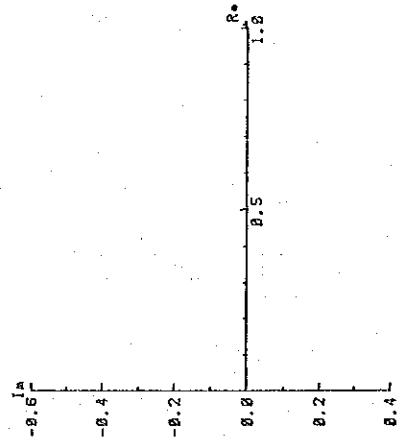


NO. 7



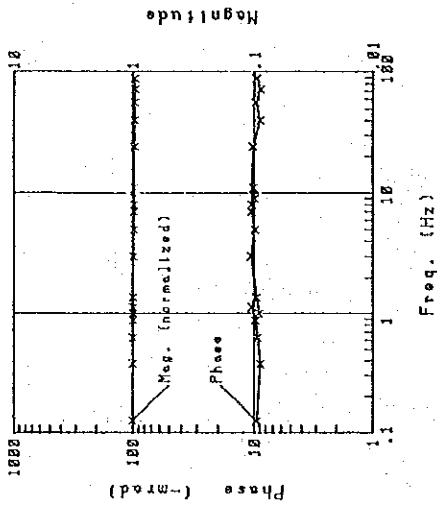
Spectrum type A  
Massive Dolomite  
Phase = 2.5 (-mrad)  
PFE = 0.4 (%)  
R = 22555 (ohm-m)

NO. 7 Cole-Cole Diagram



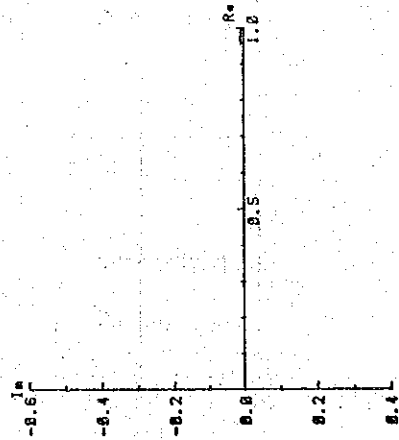
第18図 岩石、鉱石サンプル測定結果

NO. 8

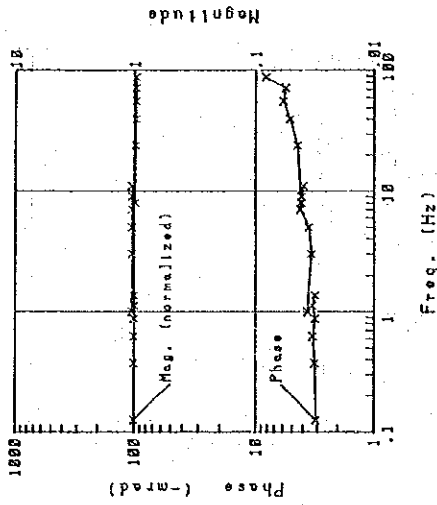


Spectrum type B  
 Calcareous Shale  
 Phase = 9.6 (-mrad)  
 PFE = 1.2 (%)  
 R = 1266 (ohm-m)

NO. 8 Cole-Cole Diagram

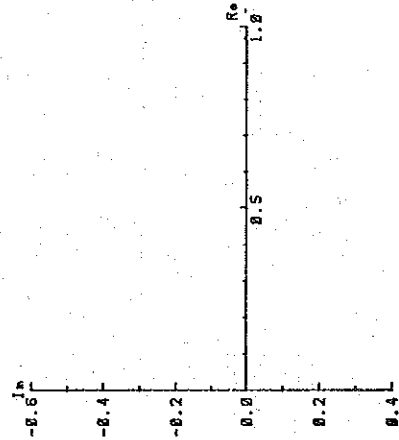


NO. 9

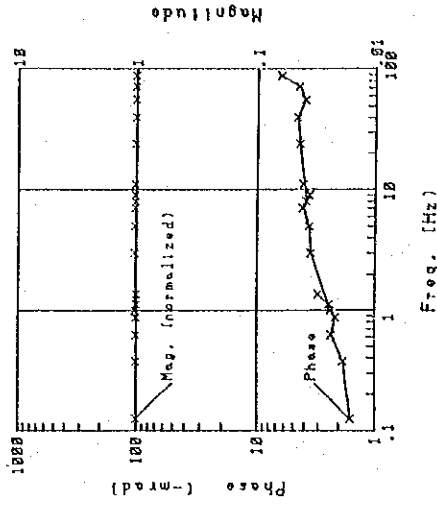


Spectrum type B  
 Quartzite  
 Phase = 3.1 (-mrad)  
 PFE = 0.4 (%)  
 R = 13679 (ohm-m)

NO. 9 Cole-Cole Diagram

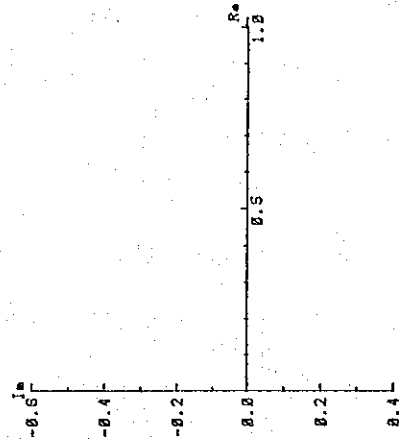


NO. 10

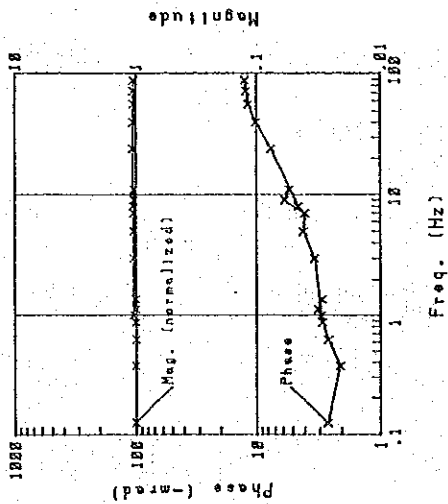


Spectrum type A  
 Brecciated Dolomite  
 Phase = 1.6 (-mrad)  
 PFE = 0.3 (%)  
 R = 8363 (ohm-m)

NO. 10 Cole-Cole Diagram

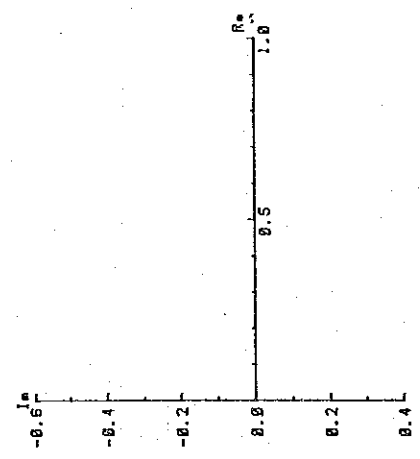


NO. 12

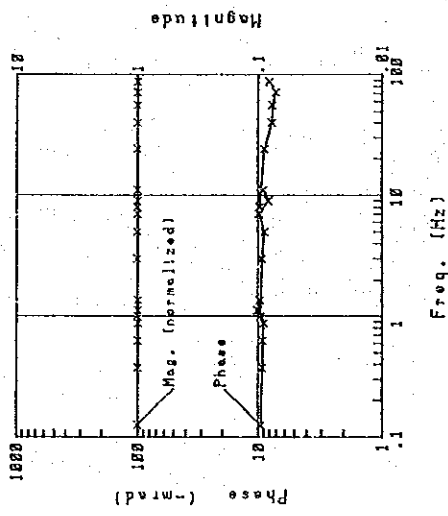


Spectrum type A  
Massive Dolomite  
Phase = 2.6 (-mrad)  
PFE = 0.3 (%)  
R = 14102 (ohm-m)

NO. 12 Cole-Cole Diagram

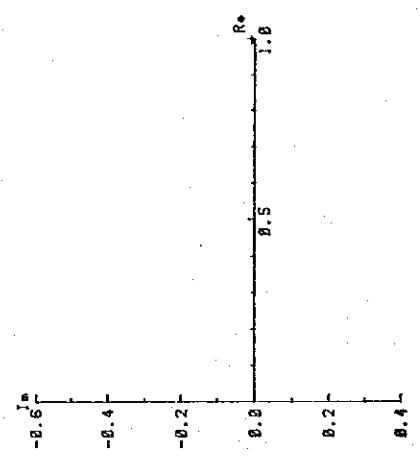


NO. 13

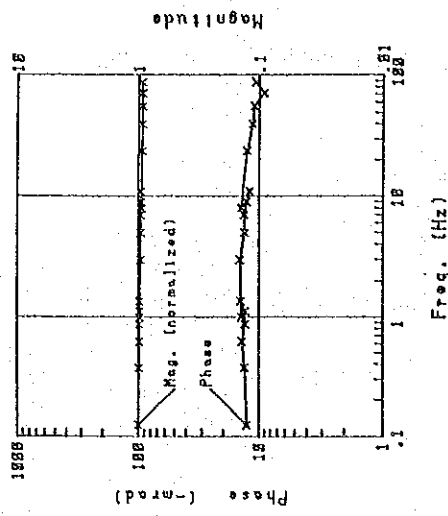


Spectrum type B  
Brecciated Dolomite  
Phase = 9.6 (-mrad)  
PFE = 1.3 (%)  
R = 3914 (ohm-m)

NO. 13 Cole-Cole Diagram

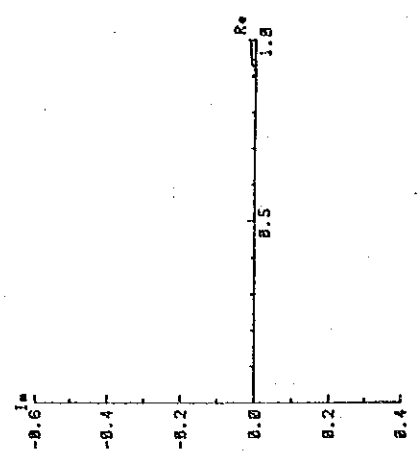


NO. 14



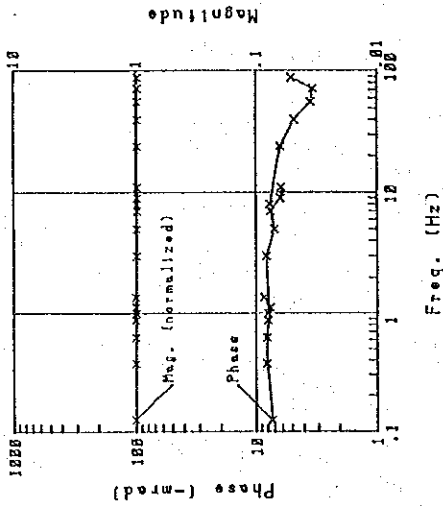
Spectrum type B  
Brecciated Dolomite  
Phase = 12.6 (-mrad)  
PFE = 1.9 (%)  
R = 4127 (ohm-m)

NO. 14 Cole-Cole Diagram



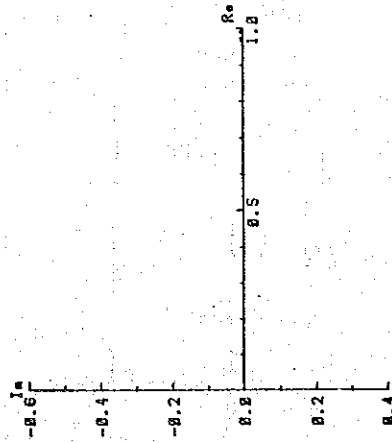


NO. 15

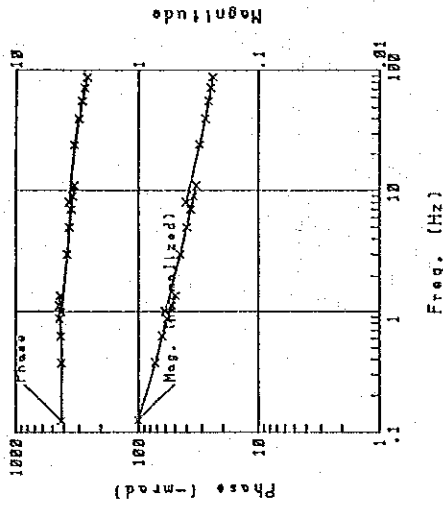


Spectrum type B  
Brecciated Dolomite  
Phase = 7.3 (-mrad)  
PFE = 1.1 (%)  
R = 3812 (ohm-m)

NO. 15 Cole-Cole Diagram

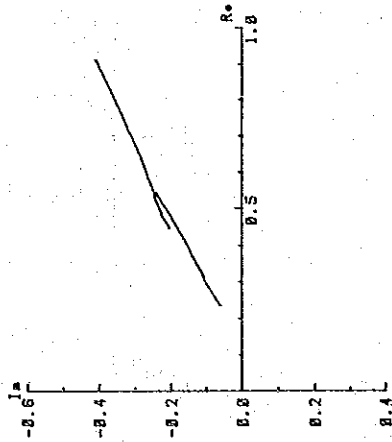


NO. 16

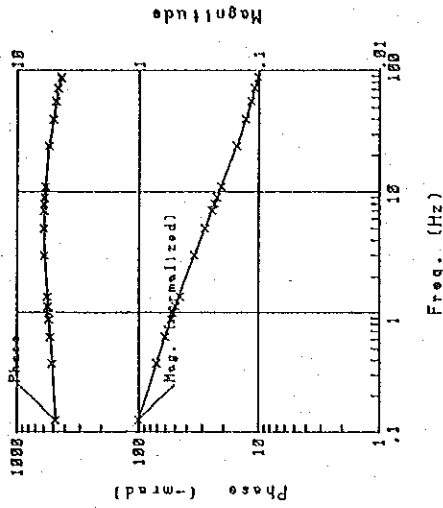


Spectrum type Y  
Mineralized Brecciated Dolomite  
Phase = 421 (-mrad)  
PFE = 82.6 (%)  
R = 718 (ohm-m)

NO. 16 Cole-Cole Diagram

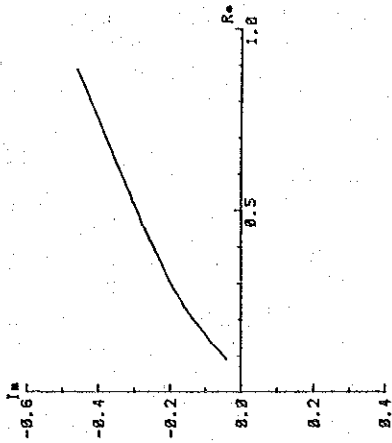


NO. 17

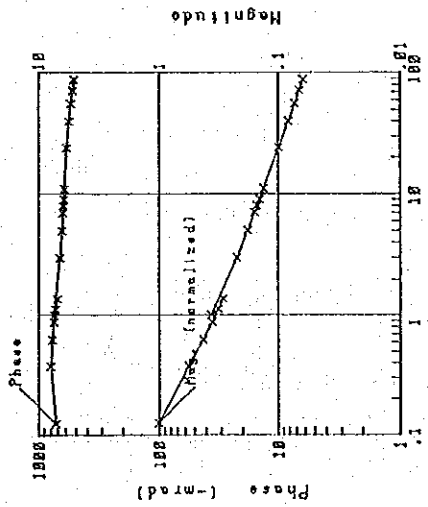


Spectrum type X  
Mineralized Brecciated Dolomite  
Phase = 477 (-mrad)  
PFE = 94.8 (%)  
R = 104 (ohm-m)

NO. 17 Cole-Cole Diagram



NO. 18



Freq. (Hz)

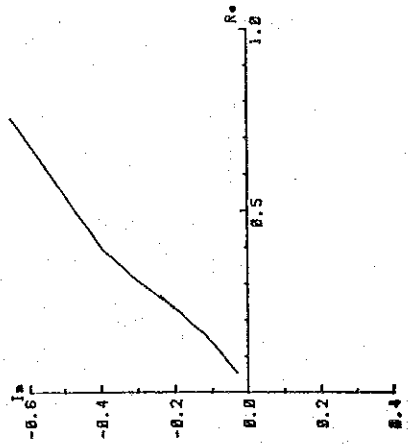
Spectrum type X  
Mineralized Brecciated Dolomite

Phase = 715 (-mrad)

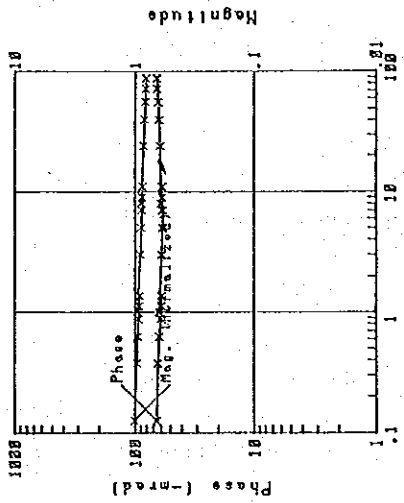
PFE = 200 (%)

R = 99 (ohm-m)

NO. 18 Cole-Cole Diagram



NO. 19



Freq. (Hz)

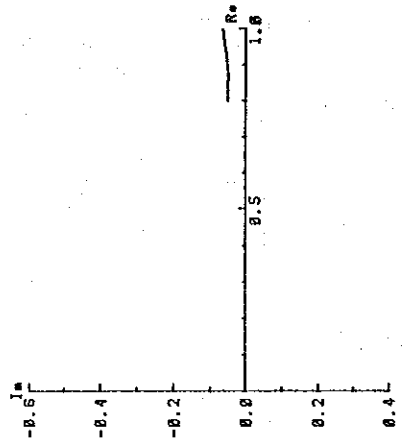
Spectrum type B  
Mineralized Brecciated Dolomite

Phase = 647 (-mrad)

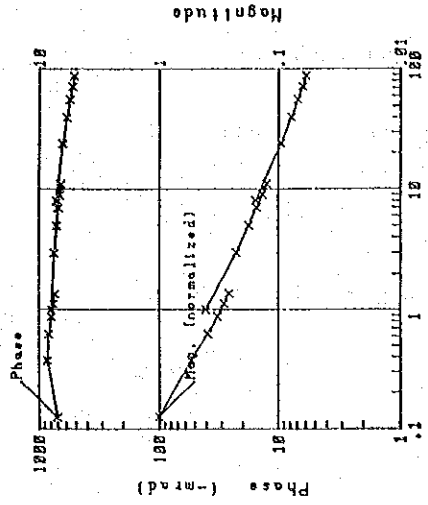
PFE = 89 (%)

R = 6748 (ohm-m)

NO. 19 Cole-Cole Diagram



NO. 20



Freq. (Hz)

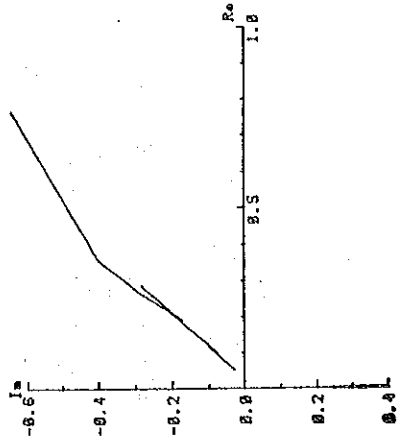
Spectrum type X  
Mineralized Brecciated Dolomite

Phase = 699 (-mrad)

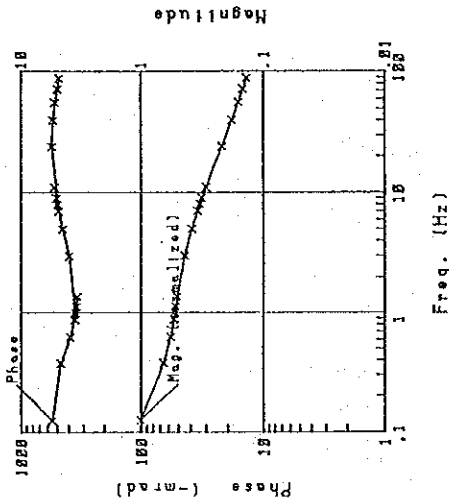
PFE = 232 (%)

R = 268 (ohm-m)

NO. 20 Cole-Cole Diagram

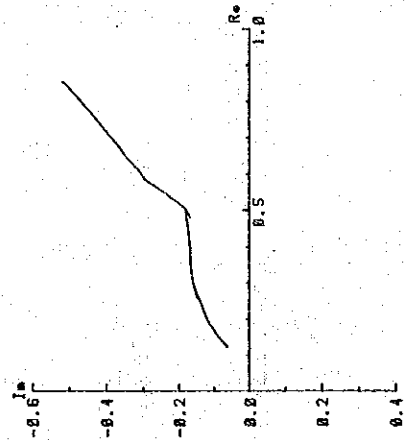


NO. 21

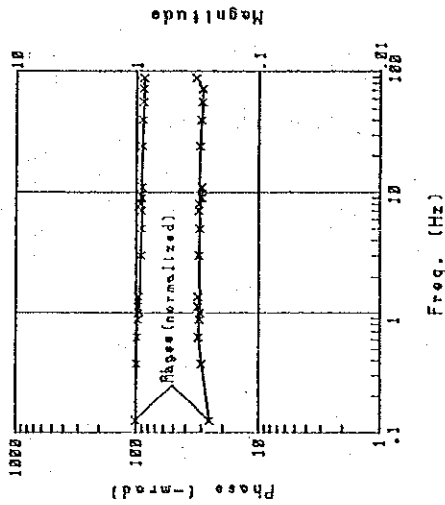


Spectrum type C  
 Mineralized Massive Dolomite  
 Phase = 32.1 (-mrad)  
 PFE = 4.6 (%)  
 R = 6966 (ohm-m)

NO. 21 Cole-Cole Diagram

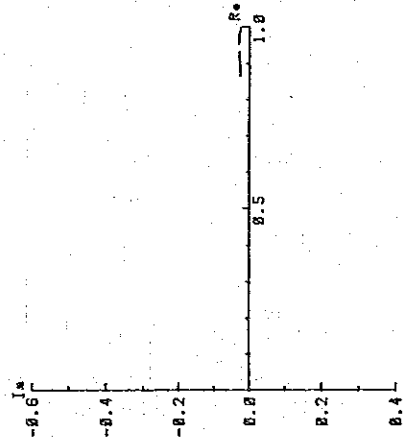


NO. 22

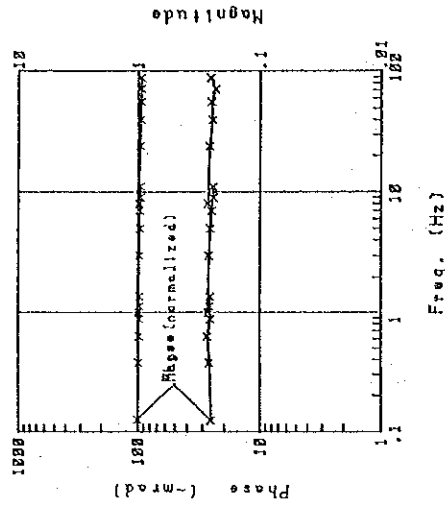


Spectrum type B  
 Brecciated Dolomite  
 Phase = 25.6 (-mrad)  
 PFE = 4.2 (%)  
 R = 5093 (ohm-m)

NO. 22 Cole-Cole Diagram

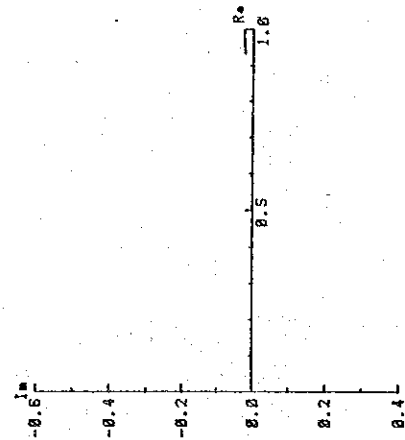


NO. 23

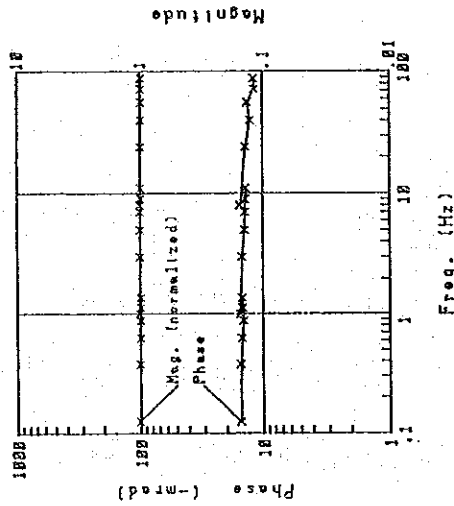


Spectrum type B  
 Brecciated Dolomite  
 Phase = 25.5 (-mrad)  
 PFE = 3.7 (%)  
 R = 6843 (ohm-m)

NO. 23 Cole-Cole Diagram

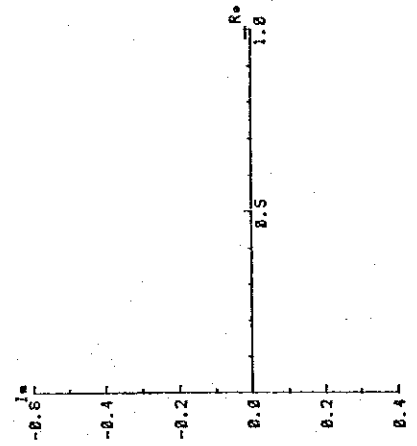


NO. 24

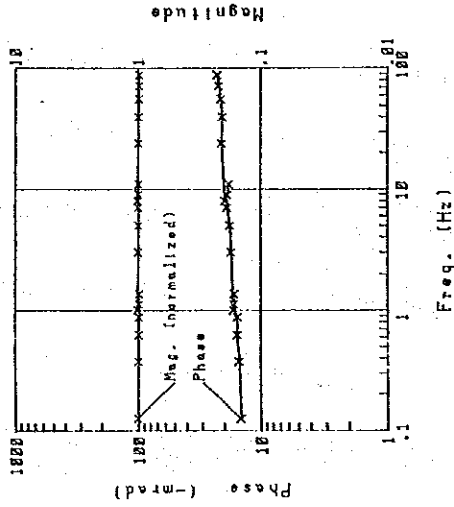


Spectrum type B  
 Mineralized Massive Dolomite  
 Phase = 15.4 (-mrad)  
 PFE = 2.1 (%)  
 R = 2465 (ohm-m)

NO. 24 Cole-Cole Diagram

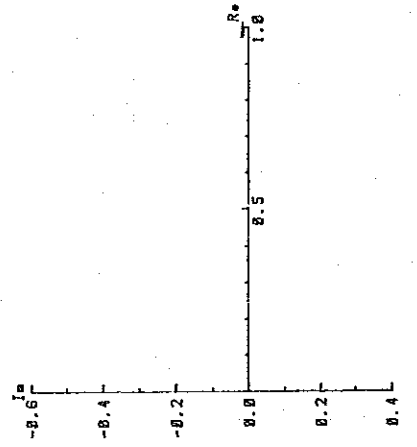


NO. 25

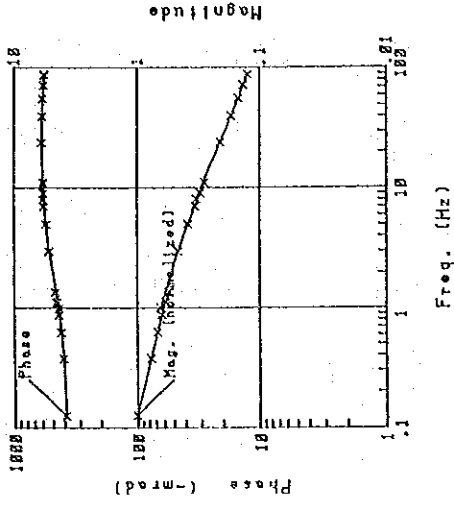


Spectrum type A  
 Brecciated Dolomite  
 Phase = 14.7 (-mrad)  
 PFE = 2.1 (%)  
 R = 8972 (ohm-m)

NO. 25 Cole-Cole Diagram

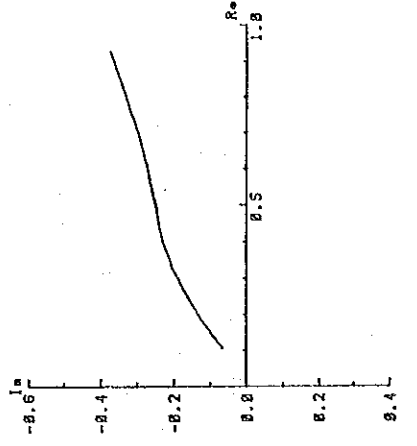


NO. 26

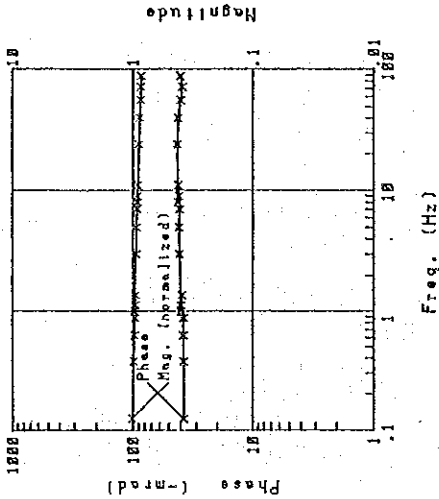


Spectrum type X  
 Mineralized Brecciated Dolomite  
 Phase = 38.4 (-mrad)  
 PFE = 67.1 (%)  
 R = 131 (ohm-m)

NO. 26 Cole-Cole Diagram

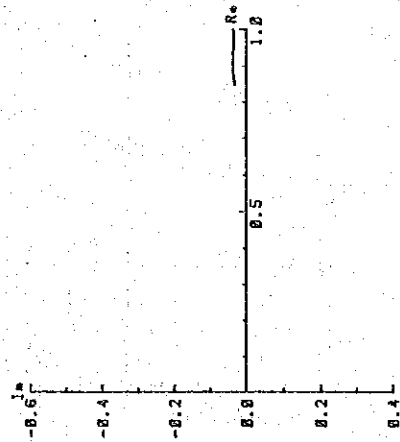


NO. 27

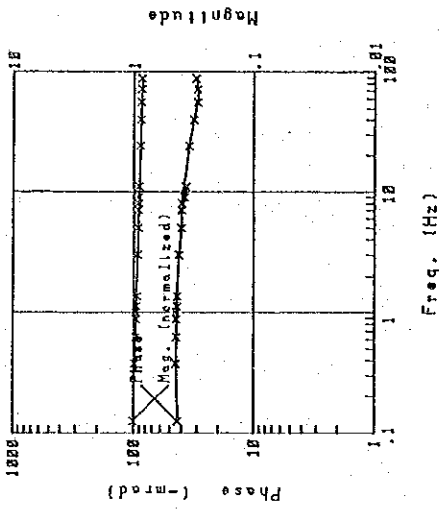


Spectrum type B  
 Mineralized Massive Dolomite  
 Phase = 37.8 (-mrad)  
 PFE = 5.3 (%)  
 R = 15454 (ohm-m)

NO. 27 Cole-Cole Diagram

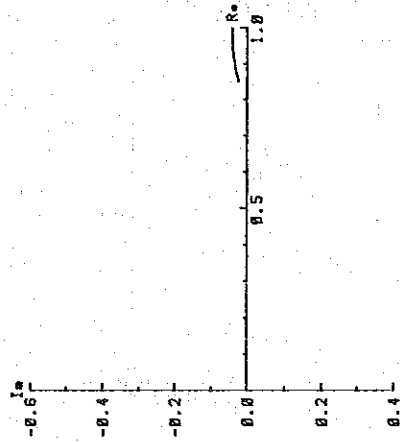


NO. 28

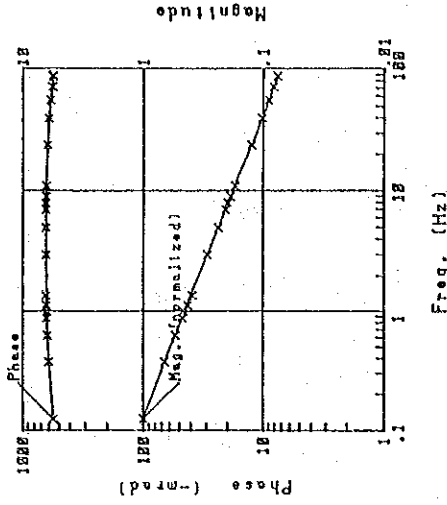


Spectrum type Y  
 Mineralized Massive Dolomite  
 Phase = 43.0 (-mrad)  
 PFE = 6.3 (%)  
 R = 2978 (ohm-m)

NO. 28 Cole-Cole Diagram

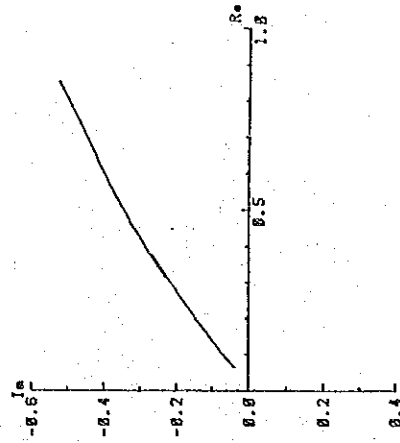


NO. 29

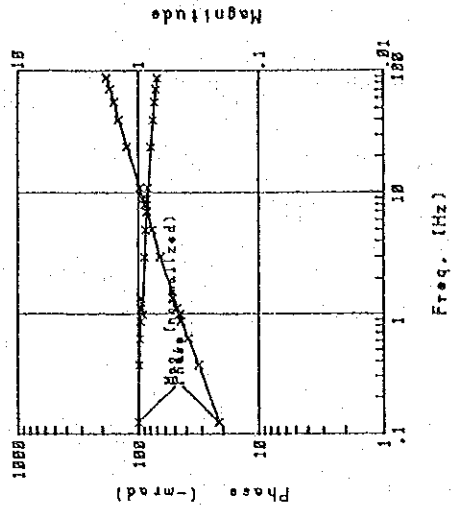


Spectrum type X  
 Mineralized Brecciated Dolomite  
 Phase = 55.1 (-mrad)  
 PFE = 12.3 (%)  
 R = 103 (ohm-m)

NO. 29 Cole-Cole Diagram

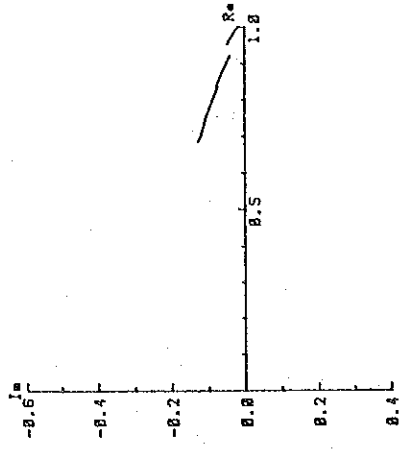


NO. 30



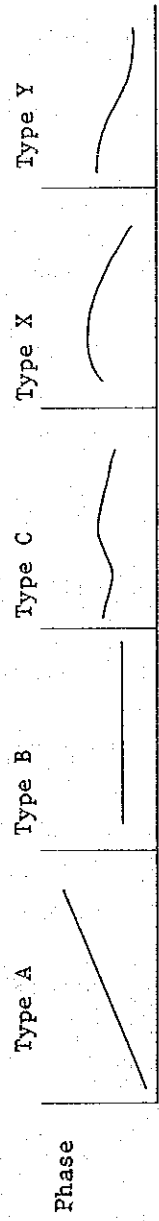
Spectrum type A  
 Iron oxide ore  
 Phase = 21.5 (-mrad)  
 PFE = 38 (%)  
 R = 422 (ohm-m)

NO. 30 Cole-Cole Diagram



第4表 岩石、鉱石サンプル測定結果一覽表

Sample No.	Rock, Ore	Resistivity 0.125 Hz (Ohm-m)	P F E 0.125-1 Hz (%)	Phase 0.125 Hz (-mrad)	Type of Spectrum	Location	Remarks
2	Bedded Limestone	30034	2.7	19.1	A	Line A 25	
7	Massive Dolomite	22555	0.4	2.5	A	Line B 16	
8	Colcareous Shale	1266	1.2	9.6	B	Line C 15	
9	Quartzite	13679	0.4	3.1	B	Line C 11.5	
10	Brecciated Dolomite	8363	0.3	1.6	A	Line C 7	
12	Massive Dolomite	14102	0.3	2.6	A	Line D 7	
6	Brecciated Dolomite	12142	0.2	2.4	A	Line C 20	
13	"	3914	1.3	9.6	B	Line B 23.5	
14	"	4127	1.9	12.6	B	Line B 23	
15	"	3812	1.1	2.3	B	Line B 24	
22	"	5093	4.2	25.6	B	Sable Antelope	
23	"	6843	3.7	25.5	B	"	Cp disseminated
25	"	8972	2.1	14.7	A	"	Cp, Py, Spc disseminated
16	Mineralized Brecciated Dolomite	718	82.6	421	Y	"	Py disseminated
17	"	104	94.8	477	X	"	Cp, Py, Spc disseminated
18	"	99	200	715	X	"	"
19	"	6748	8.9	64.7	B	"	"
20	"	268	232	699	X	"	"
26	"	131	67.1	384	(X)	"	"
29	"	103	123	551	X	"	"
24	Mineralized Massive Dolomite	2465	2.1	15.4	B	"	Spc, Py disseminated
27	"	15454	5.3	37.8	B	"	Cp, Py, Bo disseminated
28	"	2978	6.3	43.0	Y	"	"
21	"	6966	4.6	32.1	C	"	Cp, Py, Spc disseminated
30	Ironoxide Ore	422	3.8	21.5	A	Line C 13.5	Mag, He

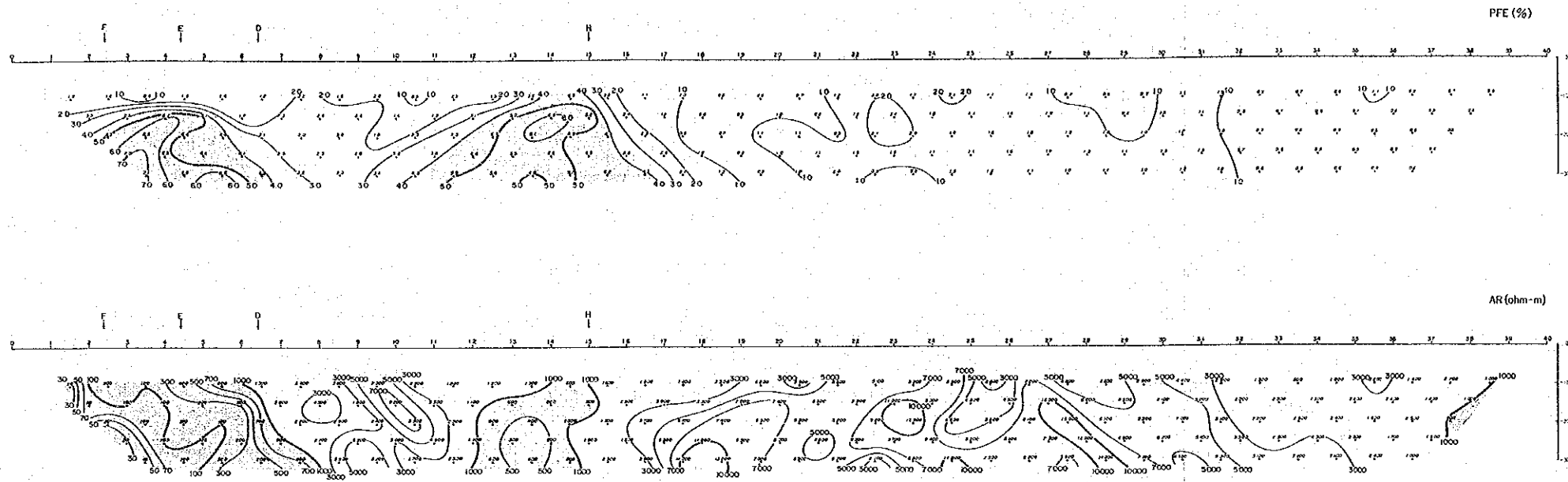


Type of Phase spectrum





LINE-A

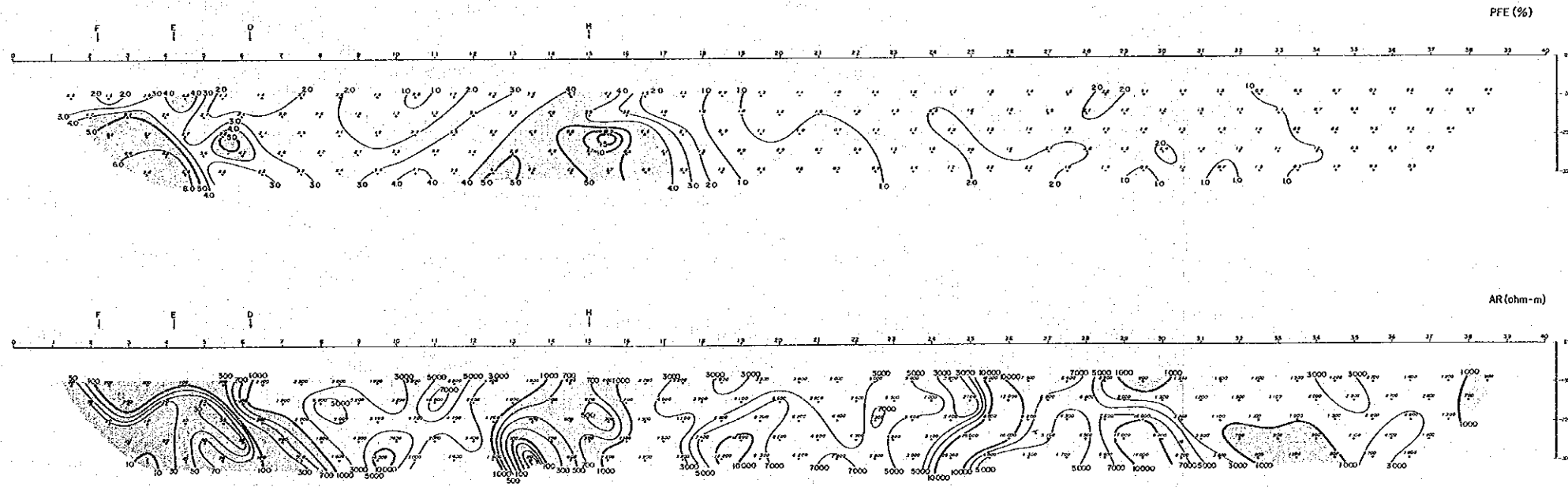


**LEGEND**

- Percent Frequency Effect (%)
- Contour Interval 0,1,2,3,4,5, —
- > 4 %
- Apparent Resistivity (ohm-m)
- Contour Interval 100,300,500,700,1000, —
- < 1000 ohm-m

0 100 200 300 400 500

LINE-B



第19図 疑似断面図 測線 A, B



測点 2～5, 測点 14～15 および 測点 23 の 3 個所に P F E の異常が認められる。測点 2～5 の異常は変堆積岩中のもので 5 % 以上の強い P F E を示す。A R は 10～100 ohm-m の範囲にあり, 測線の南西端で低比抵抗となる傾向を示す。

測点 14～15 の異常は石灰岩と変堆積岩の境界付近の異常で 5 % 以上の強い P F E を示す。異常の A R は 300～600 ohm-m であり, 一方バックグラウンドは 1000 ohm-m 以上でかなりの比抵抗コントラストがある。測点 23 の異常は石灰岩中のもので 2 % 台の弱い P F E を示す。A R は 10,000 ohm-m 以上で極めて高い値であり, 高比抵抗岩中の異常である。

### (2) B 測線 (第 19 図)

測点 2～5, 測点 15, 測点 24 および 測点 28 の 4 個所に P F E の異常が認められる。測点 2～5 の異常は変堆積岩中のもので 5 % 以上の強い P F E を示す。A R は 10～100 ohm-m の範囲にあり, 測線の南西端で低比抵抗となる傾向を示す。測点 15 の異常は石灰岩と変堆積岩の境界付近の異常で 5 % 以上の強い P F E を示す。異常の A R は 300～600 ohm-m であり, 一方バックグラウンドは 1,000 ohm-m 以上となっている。この異常は P F E, A R の値, パターン共 A 測線 測点 14～15 のものと類似している。

### (3) C 測線 (第 20 図)

測点 2～7, 測点 15, 測点 24, 測点 28 の 4 個所に P F E の異常が認められる。測点 2～7 の異常は変堆積岩中のもので 5 % 以上の強い P F E を示す。A R は 100 ohm-m 以下であり, 測線の南西端では 10 ohm-m 以下で著しく低比抵抗になっている。この異常は A, B 両測線の測点 2～5 の異常と連続していると見られる。

測点 15 の異常は石灰岩と変堆積岩の境界付近の異常で 5 % 以上の強い P F E を示す。異常の A R は 300～600 ohm-m であり, 一方バックグラウンドは 1,000 ohm-m 以上となっている。この異常は, 値, パターン共 A, B 両測線測点 15 付近のものと類似しており, 連続した同一異常帯に起因すると考えられる。

測点 24 と 28 の異常は石灰岩中のもので 2 % 台の弱い P F E を示す。A R は 5,000～9,000 ohm-m であり, 高比抵抗岩中の異常である。高比抵抗岩中の異常のうち A 測線測点 23, B 測線測点 24 および C 測線測点 24 の異常は連続性が認められる。又, B 測線測点 28 および C 測線測点 28 の異常も連続性が認められる。

(4) D測線(第20図)

測点7~8, 測点16~17の2個所にPFEの異常が認められる。測点7~8の異常は変堆積岩中(地質図では)のものである。PFEは3%台で弱く, ARは1,000~2,000 ohm-mで高比抵抗を示す。異常帯の深度は200m以深と見られる。測点16~17の異常は変堆積岩中のもので4%台のやや弱いPFEを示す。ARは200~300 ohm-mである。この異常は, A, B, C各測線の測点2~5付近に見られる異常帯の一部である。

(5) E測線(第20図)

測点12~16にPFEの異常が認められる。この異常は変堆積岩中のもので5%以上の強いPFEを示す。ARは100 ohm-m以下である。この異常はA, B, C測線の測点2~5付近, D測線測点16~17に見られる異常の一部である。

(6) F測線(第21図)

この測線はSIP測線である。測点3~8にPFEの異常が認められる。この異常は変堆積岩中のもので5%台の強いPFEを示す。PFEは深くなる程大きくなる傾向が見られる。

ARは100 ohm-m以下である。この異常はD測線測点16~17の異常と同様A, B, C各測線測点2~5付近に見られる異常帯の一部である。

(7) G測線(第21図)

この測線はSIP測線である。測点2~7, 測点15の2個所にPFEの異常が認められる。測点2~7の異常は変堆積岩中のもので, 5%以上の強いPFEが広範囲にでている。ARは100 ohm-m以下で測線の南西端では10 ohm-m以下の低比抵抗になっている。この異常はF測線測点3~8, A, B, C各測線測点2~5に見られる異常帯の一部である。

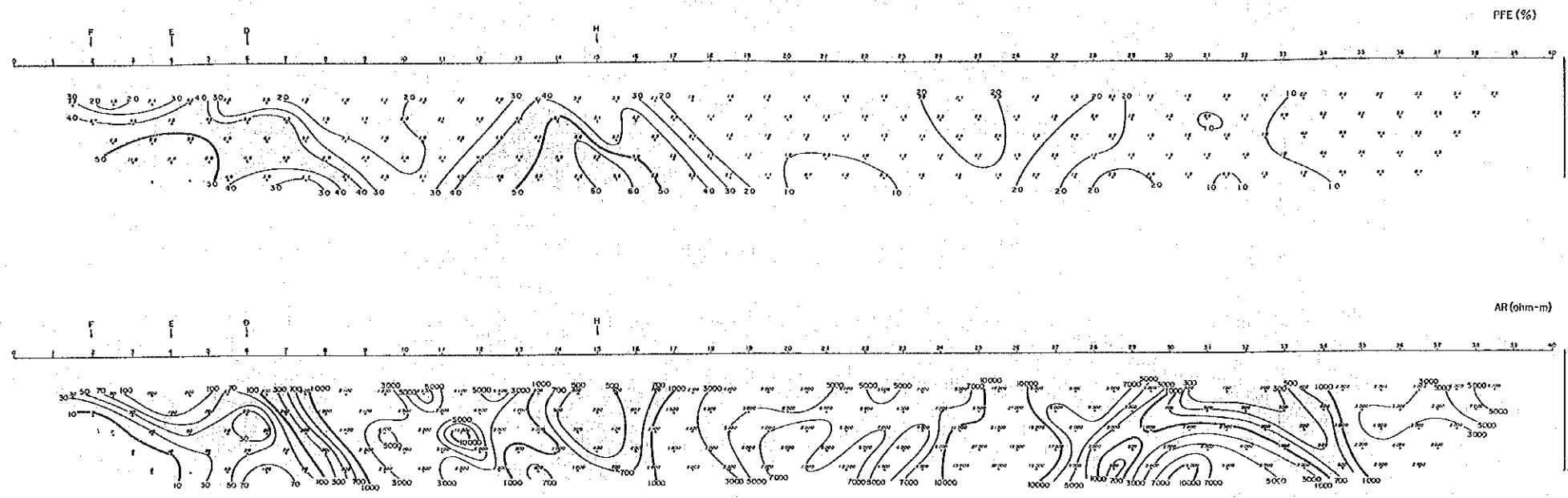
測点15の異常は石灰岩と変堆積岩の境界付近の異常で5%台の強いPFEを示す。異常のARは300~700 ohm-mで, 一方バックグラウンドは1,000 ohm-m以上である。この異常は測線A, B, C測点15付近のものと類似しており同一の異常帯に起因している。

(8) H測線(第21図)

この測線はSIP測線である。測線A, B, C, Gの測点15を横切る測線で測点4~6にPFEの異常が認められる。この異常は石灰岩と変堆積岩の境界付近の異常で5%台の強い



LINE-C

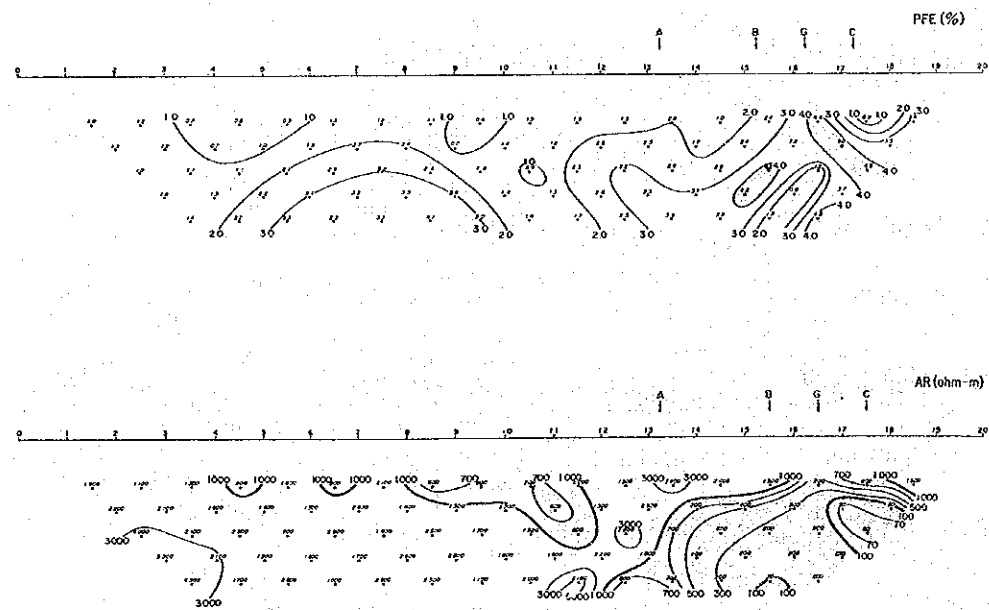


LEGEND

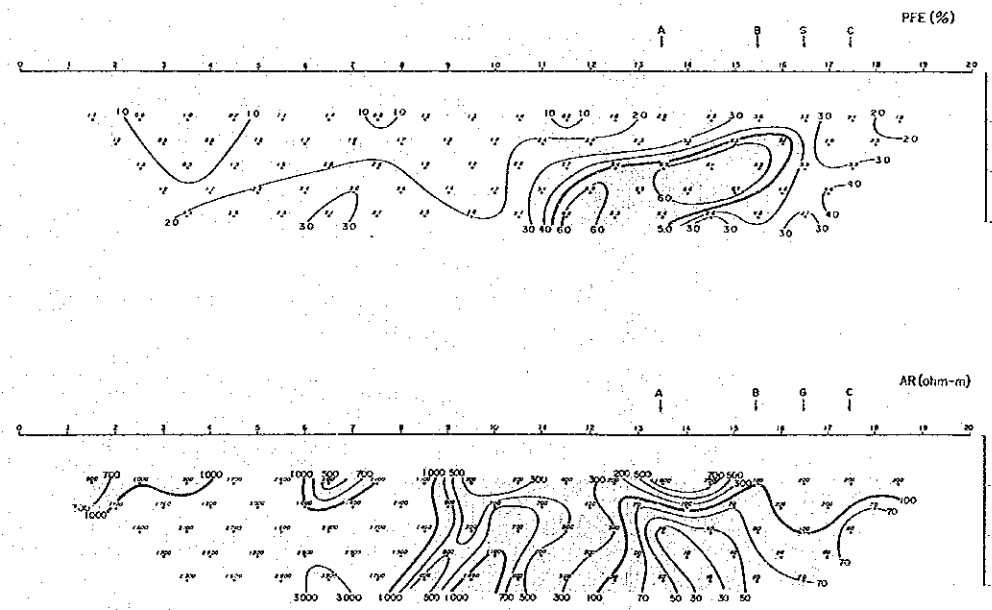
- 3/ Percent Frequency Effect (%)
- 5 Contour Interval
- 0, 1, 2, 3, 4, 5, ---
- > 4 %
- 1300 Apparent Resistivity (ohm-m)
- 1000 Contour Interval
- 100, 300, 500, 700, 1000, ---
- < 1000 ohm-m



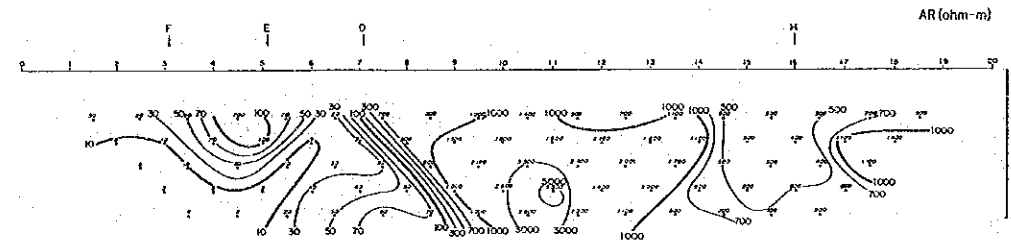
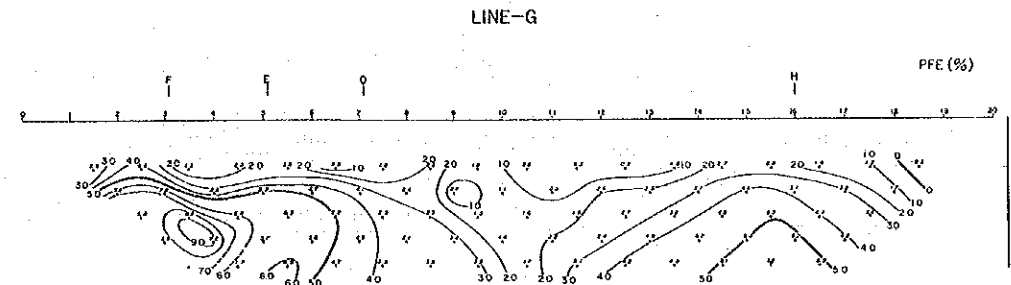
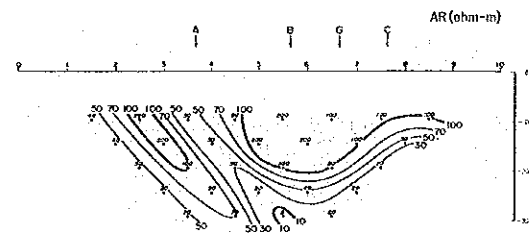
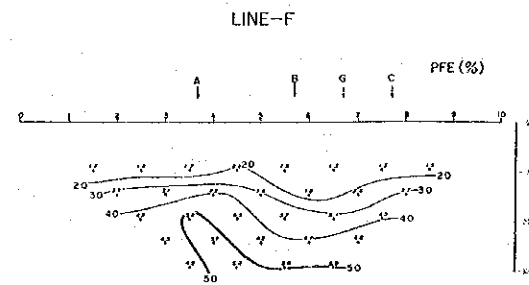
LINE-D



LINE-E

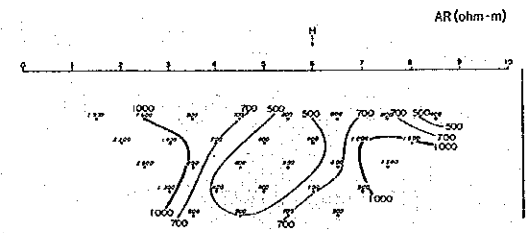
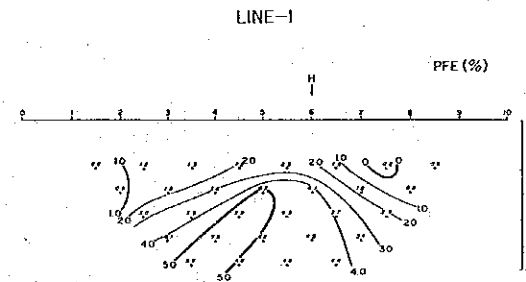
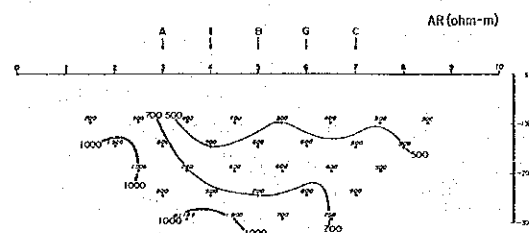
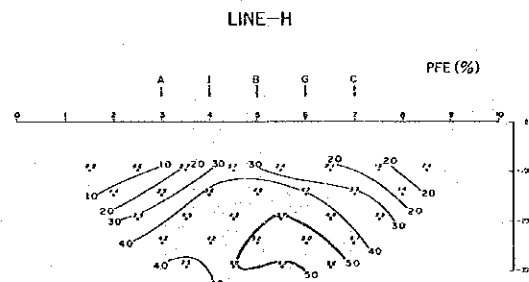
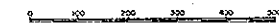


第20図 疑似断面図 測線 C, D, E



LEGEND

- Percent Frequency Effect (%)
- Contour Interval  
0, 1, 2, 3, 4, 5, ...
- > 4 %
- Apparent Resistivity (ohm-m)
- Contour Interval  
100, 300, 500, 700, 1000, ...
- < 1000 ohm-m



第21図 疑似断面図 測線 F, G, H, I

