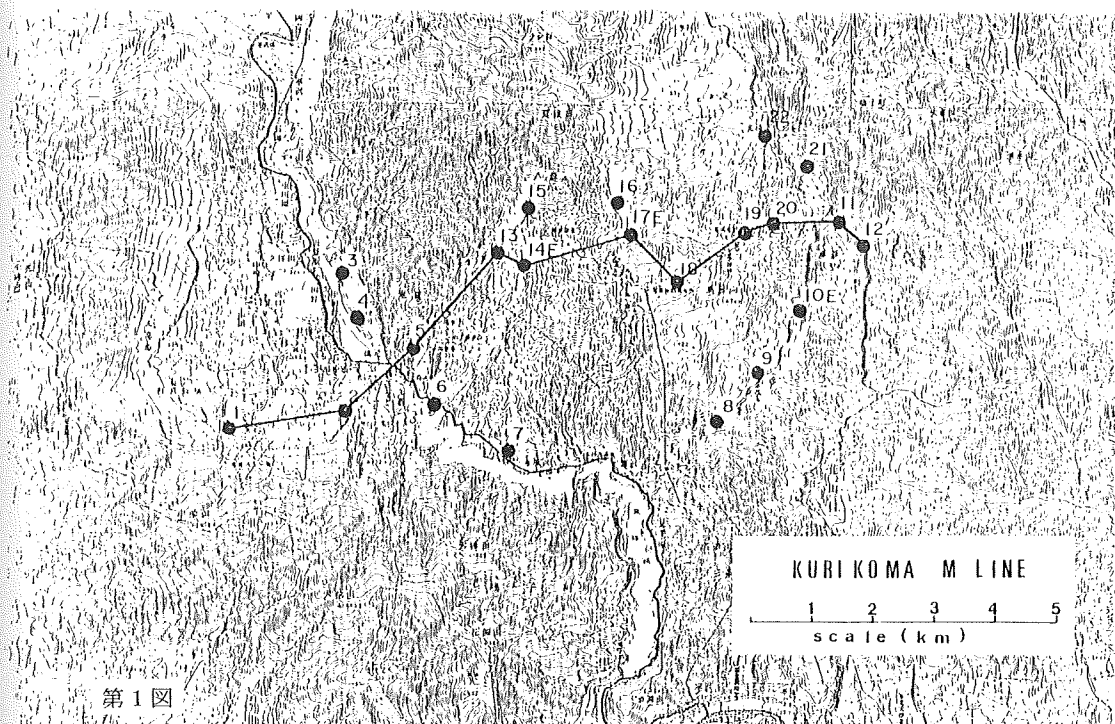


MT法による鬼首カルデラの比抵抗構造

地質調査所 小川康雄・佐藤 功・菊地恒夫

1. はじめに

地質調査所では、新エネルギー総合開発機構（以下NEDOと略す）が行なった栗駒地域でのMT法調査データを再解析している。栗駒地域のMT法調査は、昭和56年度地熱探査技術等検証調査の一環として行われたものである。当地域のMT法調査は、鬼首カルデラの南部で



第1図

実施された。第1図のように、測点は全部で22点あるが、そのうちの11点だけを選び出し、M測線と名付けた。今回は、M測線のTEモードのデータについて、1次元および2次元の比抵抗構造解析を試みた。

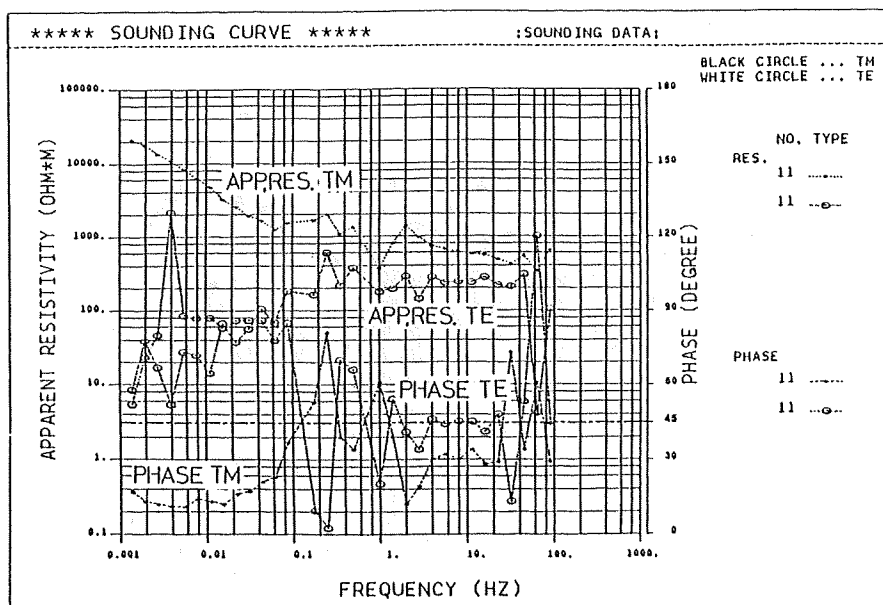
2. 鬼首カルデラについて

鬼首カルデラは、宮城県北西部にある直径約10 kmの卵形の陥没地形である。カルデラの基盤の陥没は、重力異常からも明瞭に見出されている¹⁾。カルデラの外側には、第三紀の基盤が露出しており、カルデラの内部には、カルデラ形成後の湖成堆積物や中央部の火山活動による

堆積物が満たされている²⁾。また、カルデラ南部の中央には、温泉分布と対応して、西側から、宮沢・吹上・赤沢・片山・荒場の変質帯が存在している³⁾。今回解析したM測線は、これらの変質帯を通過して鬼首カルデラを東西に貫くように選んである。

3. MT法探査曲線について

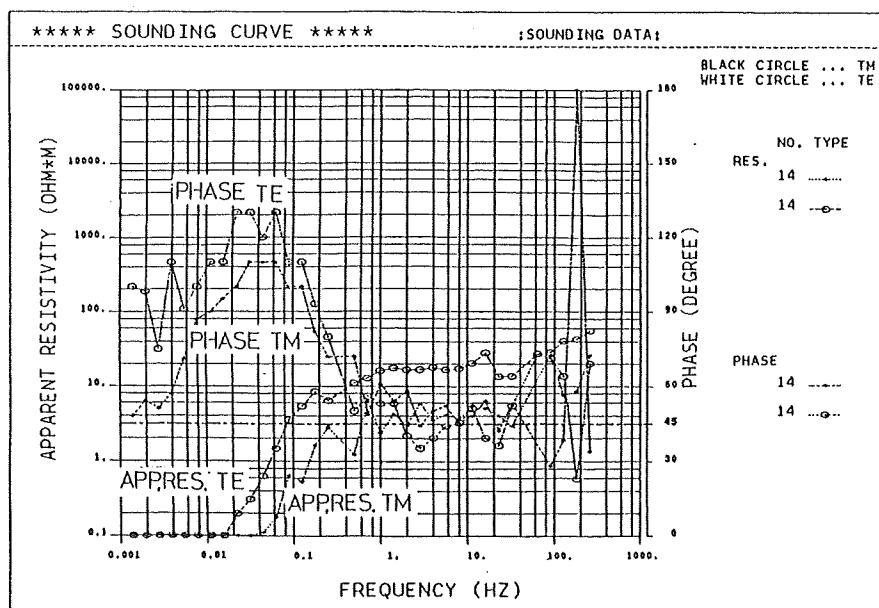
各測点において、 1.38×10^{-3} Hz から 256 Hz までの周波数帯で、地磁気・地電流観測が行われた。ただし、測点10, 14, 17においては、地電流のみ観測された。M測線の中で、特に興味深い探査曲線の得られた測点11及び14について、TE・TMモードの探査曲線を以下に示す。



第2図

第2図は測点11の探査曲線である。この測点の低周波数側では、TE/TMモードの異方性が著しく大きくなっている。これは、単純な1次元構造では説明できない。このタイプの異方性は、深部に鉛直な境界を持つ比抵抗コントラストが存在し、かつ測点11が高比抵抗体側にある場合に期待されるものであると、定性的には理解できよう。

第3図は測点14の探査曲線である。この測点は、測点13と並んでコンダクタンスが大きな地点であり、低周波数側の見かけ比抵抗値は0.01 ohm・m程度まで下がる。この測点ではTE/TMモードの異方性がほとんどない。ここで注目すべきことは2つある。1つは、0.01 Hz から 0.1 Hz の範囲で、見かけ比抵抗曲線の傾きが1を越えること ($|d \log \rho / d \log f| > 1$) で

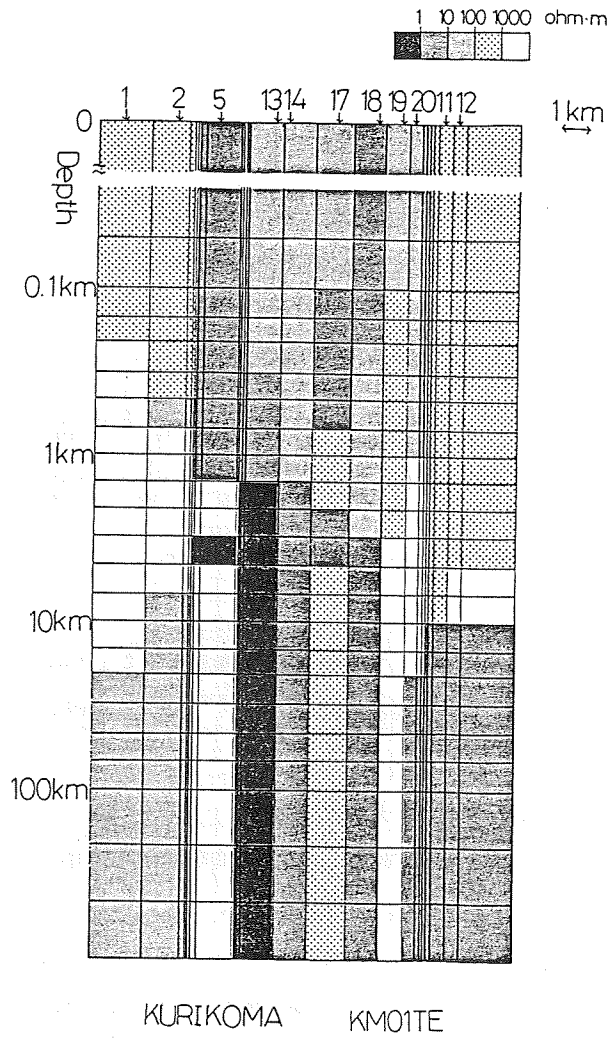


第3図

あり、もう1つは、これに対応して位相も90度を越えることである。これらは、1次元構造モデルでは理論的に有り得ないことである。

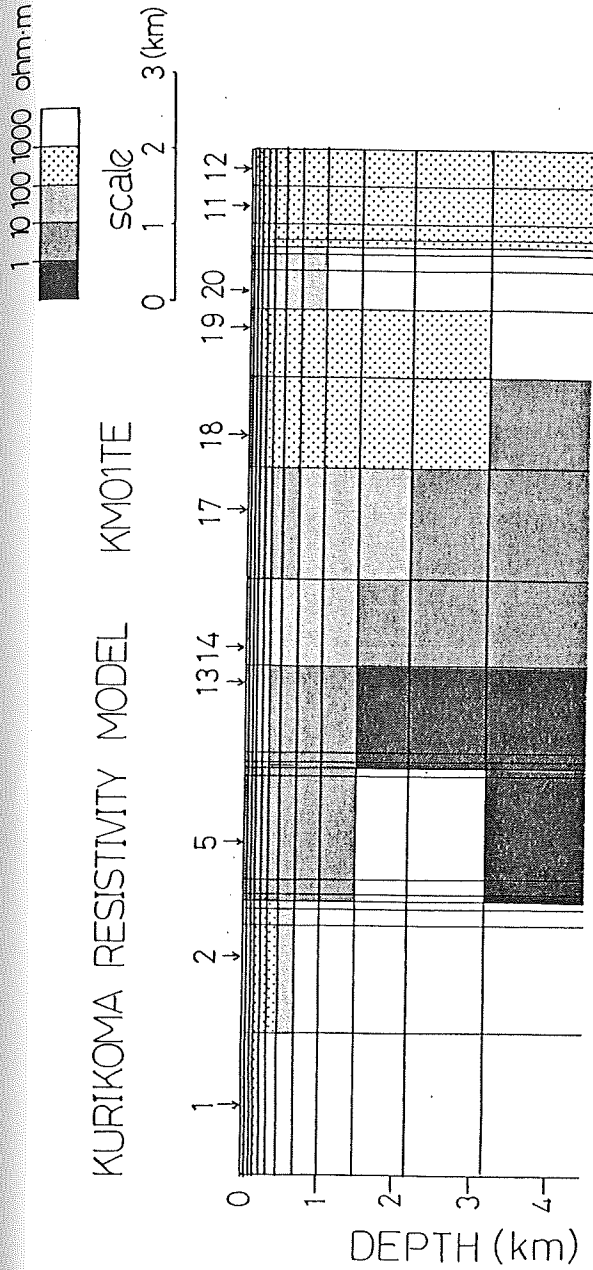
4. 1次元解析 (TEモード)

M測線上の各測点において、TEモードの探査曲線データを用いて、1次元逆解析を行なった。結果を第4図に示す。10 km以深の深部については、次の2つのことが顕著である。1つは、測点13及び14では、10 km以深まで低比抵抗体が存在することである。もう1つは、M測線両端の測点1, 2及び11, 12の10 km以深にも、低比抵抗体が存在していることである。また、2 km以浅の結果については、当地域で行われたシュランベルジャー法による電気探査結果⁴⁾と比較した。第5図は第4図をリニア・スケールに書き直したものであり、第6図は電気探査による比抵抗構造の解析結果である。MT法の方が電気探査よりも、みかけ比抵抗が小さめに出ているが、比抵抗値の高低の分布パターンは良く対応する。ただし、測点13, 14の直下1 km以深は、電気探査では、500 ohm*m以上の高比抵抗値になるのに対し、MT法では、10 ohm*m以下の低比抵抗体になる。



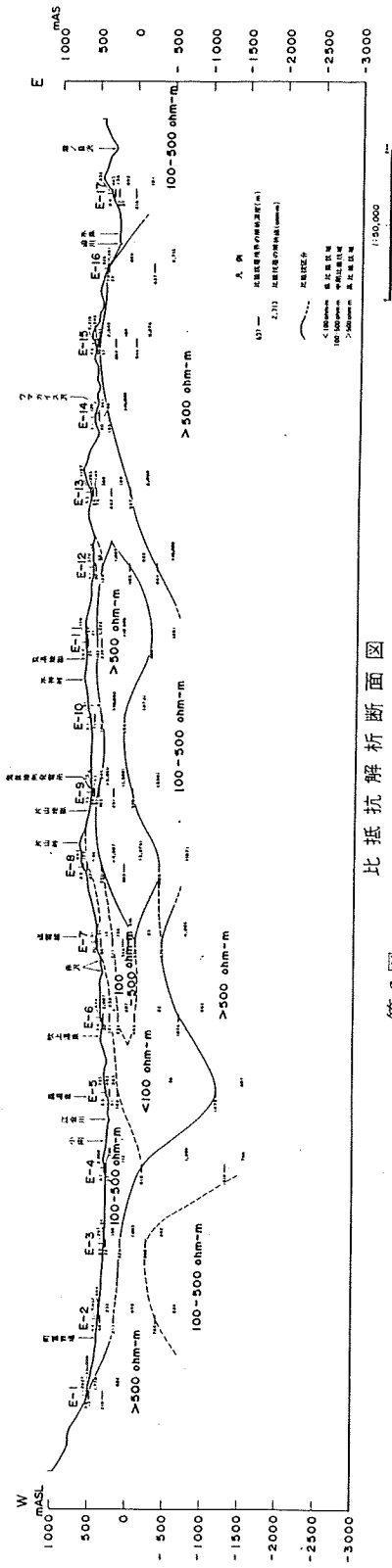
第 4 图

KURIKOMA RESISTIVITY MODEL KMO1TE



第5図

昭和56年度地熱探査技術等検証調査 栗駒地域電気探査(シユランベルジャー法)



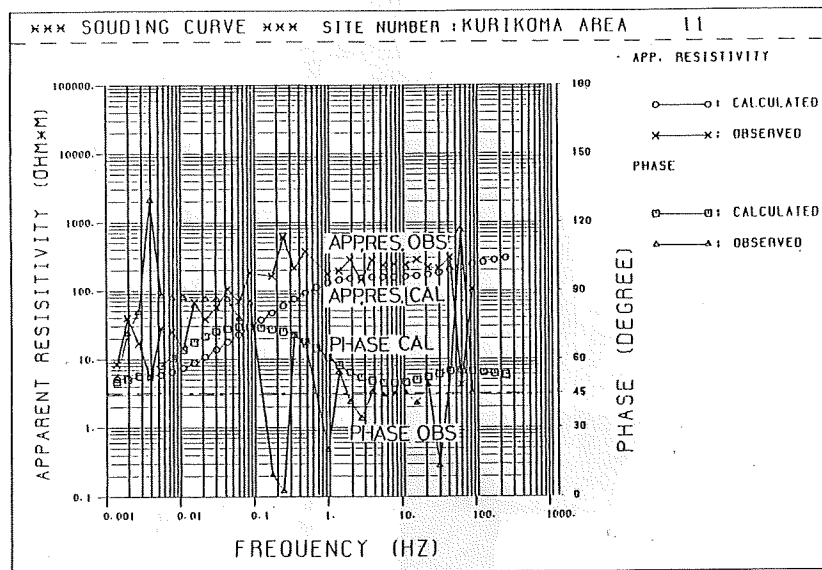
比抵抗解析断面図

第6図

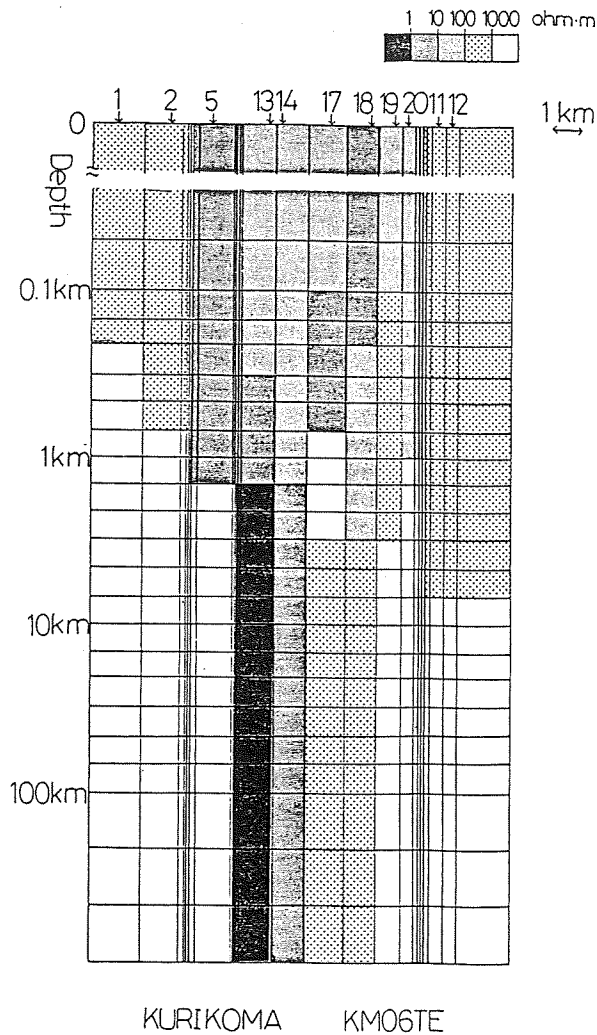
5. 2次元解析 (TEモード)

1次元解析で得られたM測線の比抵抗断面を初期モデルとして、2次元シミュレーションを行った。2次元比抵抗構造に対するシミュレーションのプログラムは、Rodi (1976)⁵⁾を参考にして作製してある。各観測点において、シミュレーションで計算された探査曲線と観測された探査曲線とを比較し、両者が一致するように構造を変えていった。この過程で、特に深部構造は比較的単純な構造になることを仮定した。

実際に初期モデルについて計算すると、測点1, 2及び11, 12の低周波数側では、計算された見かけ比抵抗値が観測された見かけ比抵抗値を下回ることがわかった(例として、第7図参照)。そこで、これらの測点直下10 km以深の比抵抗値を増加させていった。第8図は、こうして得られた、現時点での最良モデルである。



第7図



第 8 図

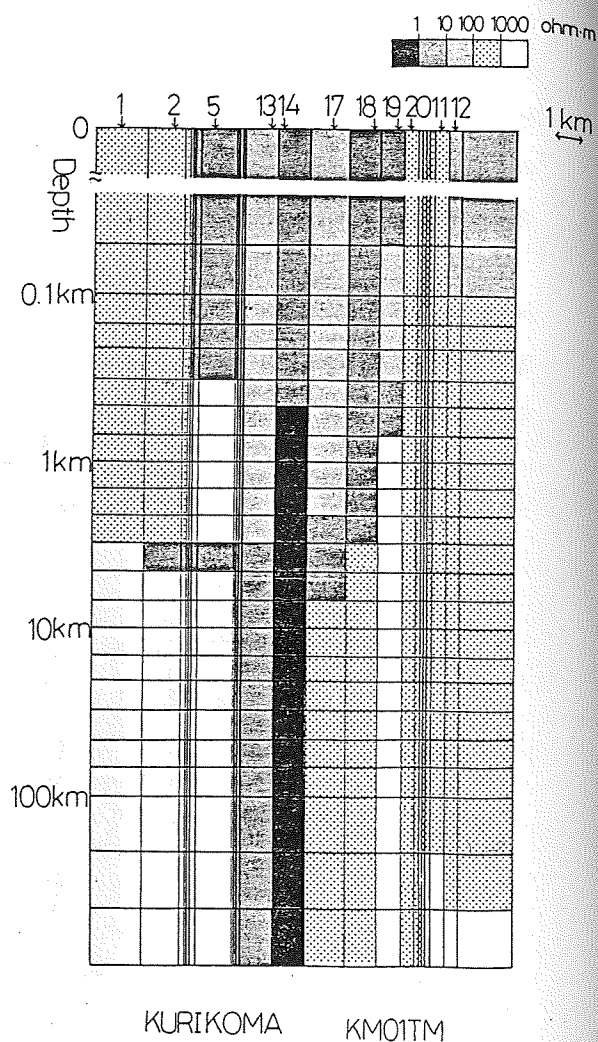
6. 考 察

1次元解析では、M測線両端の測点1, 2及び11, 12の直下10 km以深に低比抵抗体が存在しているように見えた。ところが、2次元解析で、それらは存在しなかった。すなわち、これらの測点で低周波数側の見かけ比抵抗値が下がることは、測点直下の深部の低比抵抗体ではなく、カルデラ中央部の低比抵抗体による2次元効果に起因している。一般的に、TEモードの見かけ比抵抗値は、周囲の水平方向の構造を平均化したものを反映する。そのために単なる1次元構造解析では、本報告のように低比抵抗体のゴーストを生ずる危険性がある。

ところで先に、測点14で、見かけ比抵抗曲線の傾きが1より大きくなること、及び位相が90度を越えることを指摘したが、現段階のシミュレーションでは、残念ながらこれらを実現できなかった。

さて、TMモードについては、1次元解析結果が得られているにすぎない(第9図)。これは、測点1, 2、及び11, 12直下10 km以深には低比抵抗体が存在しないことと調和する。今後は、TE・TM両モードに対して、観測値を説明できる統一的なモデルを求めてゆく予定である。

誘導ベクトルについては、定性的な扱いにとどまっている。8 Hzにおいて、興味深い誘導ベクトル(実部)の分布が得られた(第10図)。100 ohm·m, 8 Hzの場合に skin depth が1.8 kmであることを考えると、このベクトルの分布は、第8図の比抵抗分布と定性的には調和している。今後は、誘導ベクトルについても、定量的な解析をする予定である。



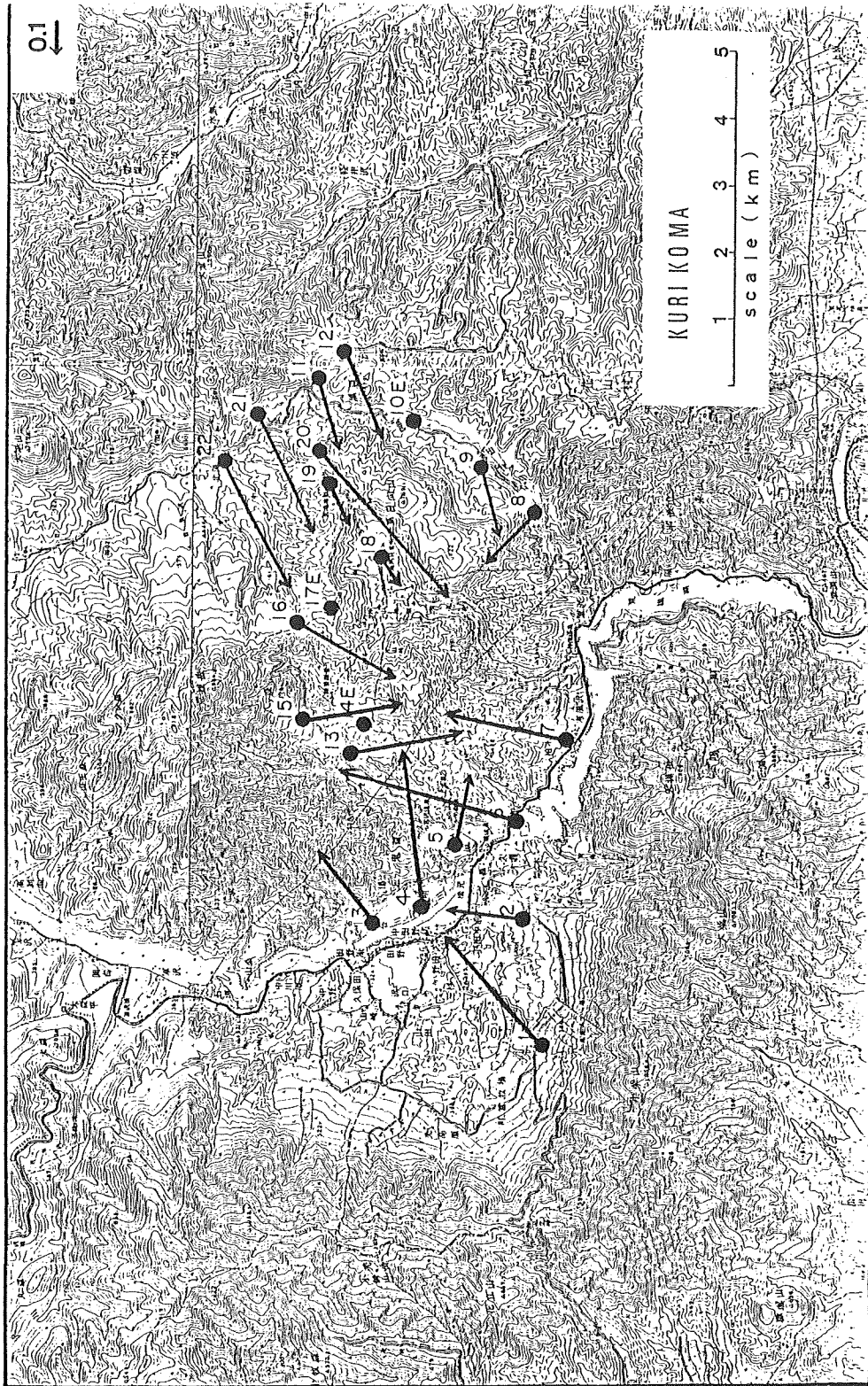
第9図

謝 辞

今回のMT法調査結果の発表は、NEDOの許可の下に行なわれたものであり、馬場健三地熱部長をはじめとするNEDOの方々へ深く感謝いたします。

INDUCTION VECTORS

FREQ. = 8HZ



第10図

参 考 文 献

- 1) 1:50000 地熱地域等重力線図, 2, 地質調査所, 1981.
- 2) 1:25000 鬼首地質図, 山田宮三, 地質調査所, 1972.
- 3) 全国地熱基礎調査報告書, №11, 栗駒南部, 通商産業省工業技術院地質調査所, 昭和49年度.
- 4) 昭和56年度地熱探査技術等検証調査報告書, 新エネルギー総合開発機構, 昭和58年10月.
- 5) Rodi, W.L., 1976. A Technique for Improving the Accuracy of Finite Element Solutions for Magnetotelluric Data, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 44, 483-506.