

広帯域・実時間処理MT法装置とそれを用いた磐梯山周辺の地殻構造調査

Wide Band, Real Time Processing Magnetotelluric System
and Its Application to Crustal Resistivity Study around Mt. Bandai

小川康雄*・高倉伸一*・村田泰章*・内田利弘*・J.L.オービニャ**
*地質調査所、**東大海洋研

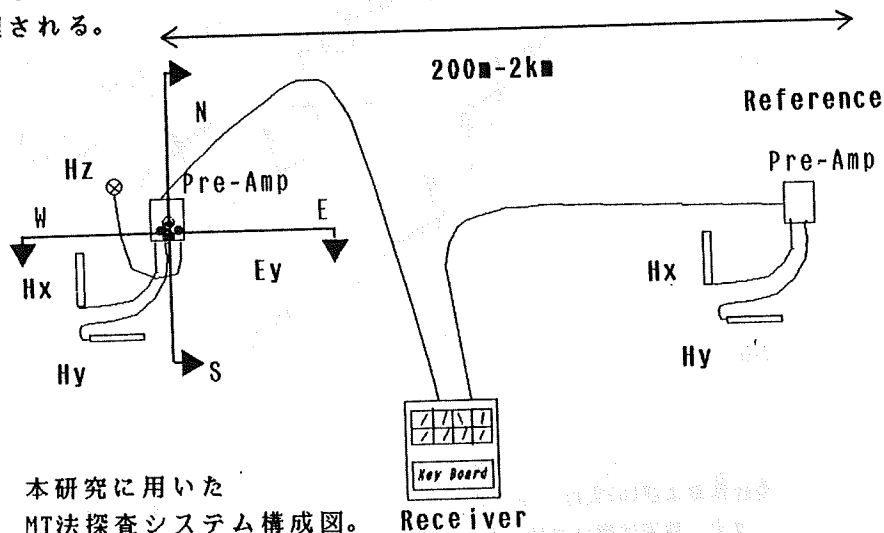
Y.Ogawa*, S.Takakura*, Y.Murata*, T.Uchida*, and J.L.Obiña**
*Geological Survey of Japan,
**Ocean Research Institute, University of Tokyo

1. はじめに

地質調査所では昭和62年度にMT法装置（Phoenix V5TH-MTシステム）を導入した。この装置は、周波数400Hzから0.0005Hzまでの帯域の電磁場を計測し、現場で処理することにより、現場で見掛け抵抗、位相、ティッパ等のパラメータを表示することができる。本稿では、このMT法装置と、これを用いて行った磐梯山周辺の地殻構造調査について報告する。

2. 広帯域・実時間処理MT法装置

システムの構成は、第1図の通りであり、インダクション・コイル、鉛-塩化鉛電極、プリアンプ装置、レシーバー本体とからなる。レシーバー内には、16チャンネルのアンプ及びフィルターが内蔵されている。アナログ信号は16bitのADコンバータを介してデジタル化され、32ビットCPU(NS32C016)およびコプロセッサによって処理される。



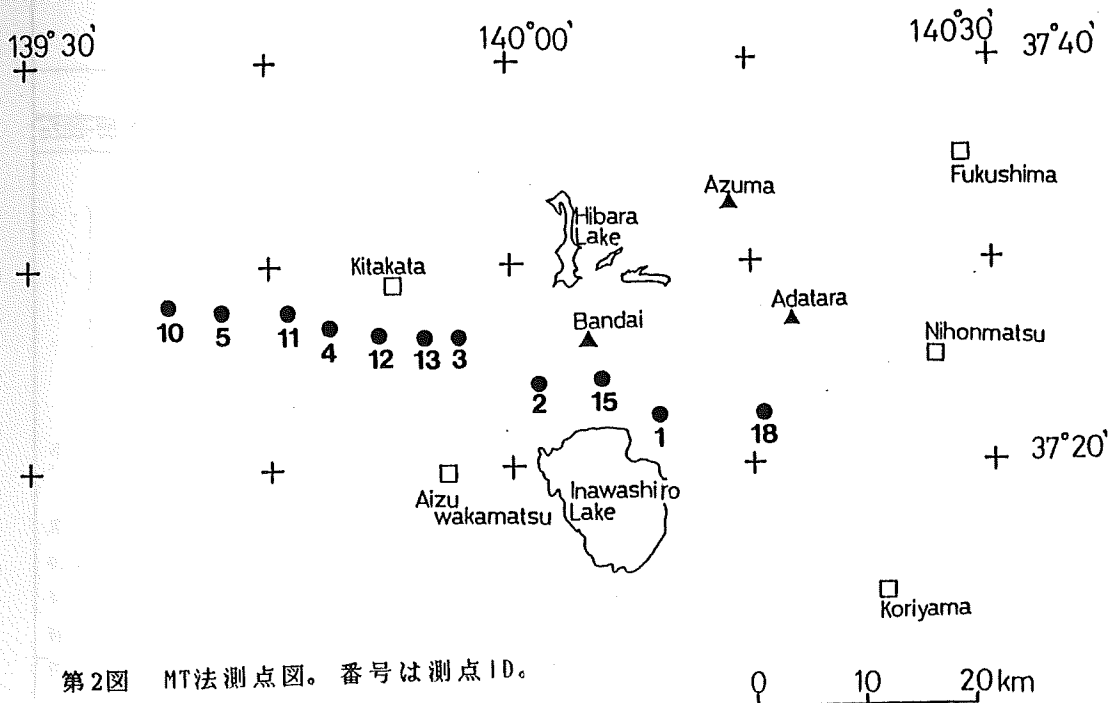
第1図 本研究に用いた
MT法探査システム構成図。

本システムでは、広い周波数帯をカバーするため、データ処理は3つのレベルに分けて行われる。すなわち、周波数400~60Hzのレベル、周波数40~7.5Hzのレベル、周波数6Hz~0.0005Hzのレベルに分ける。高周波側の2つのレベルではデータを取得した直後にDFTを用いて処理を行う。最も周波数の低いレベルでは、データを24Hzで取り続けながら、カスケードデシメーション¹⁾を用いて、12Hz, 6Hz, 3Hz,と順次低周波のサンプリングをソフトウェア上で作り出している。カスケードデシメーションを用いることにより、低周波数では、データを取得しながら同時に処理を並行して行うことができる。現場では、取得したすべての時系列データを用いてオートおよびクロスパワーを求め、MT法の各種パラメータを計算する。ただし、オートおよびクロスパワーを足し合わせるに当たっては、見掛比抵抗の推定値の偏差を重み関数としている。

本研究では、第1図のように、リモートレファレンスMT法²⁾配置で測定を行った。通常のMT法で測定される電場2成分、磁場3成分に加えて、数100m離れた地点で同時に水平磁場2成分も測定した。これにより、磁場のノイズによる見掛比抵抗等の推定値がバイアスが抑えられる。数100m離れてもコーヒーレントとなるノイズは依然として取り除けない。

3. 測定例

昭和63年8月および同年11月に合計3週間にわたり測定を実施した。測点は第2図に示す11点である。測点間隔は5km程度とし、地表付近の地質構造のスケールと同程度とした。西端の測点は福島県耶麻郡西会津町、東端の測点は郡山市磐梯熱海町である。



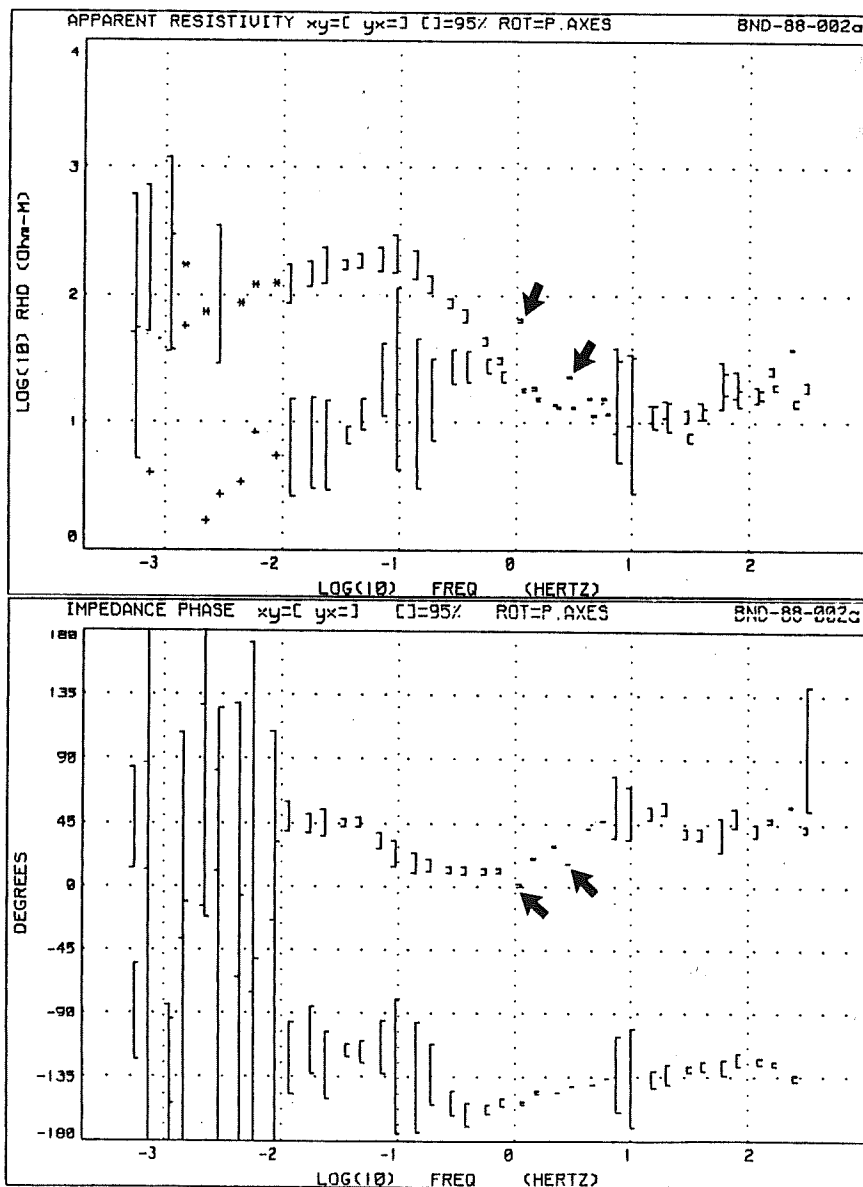
第2図 MT法測点図。番号は測点ID。

第3,4図に、測点2の測定例を示す。測定は午後3時から開始し、翌日の午前9時まで行ったものである。このデータは、いっさい編集をしていない段階のものである。第3図に見掛比抵抗と位相の測定値を示す。周波数0.01Hz付近まで安定した見掛比抵抗と位相が得られている。周波数1Hz, 3Hz付近では、一方向の見掛比抵抗・位相が周囲の周波数に比べて、つながりの悪い異常値を示している。これは、電話線ノイズによるものと考えられる。このことは、第4図のパワースペクトル密度からも明らかである。ただし、ここで強調したいのは、電話線ノイズに汚染されているのがただ2つの周波数だけであるということである。

第5図に、編集後の見掛比抵抗、位相データを用いて行った1次元解析結果を示す。

第3図

測点2の見掛比抵抗(上)および位相(下)(未編集)。



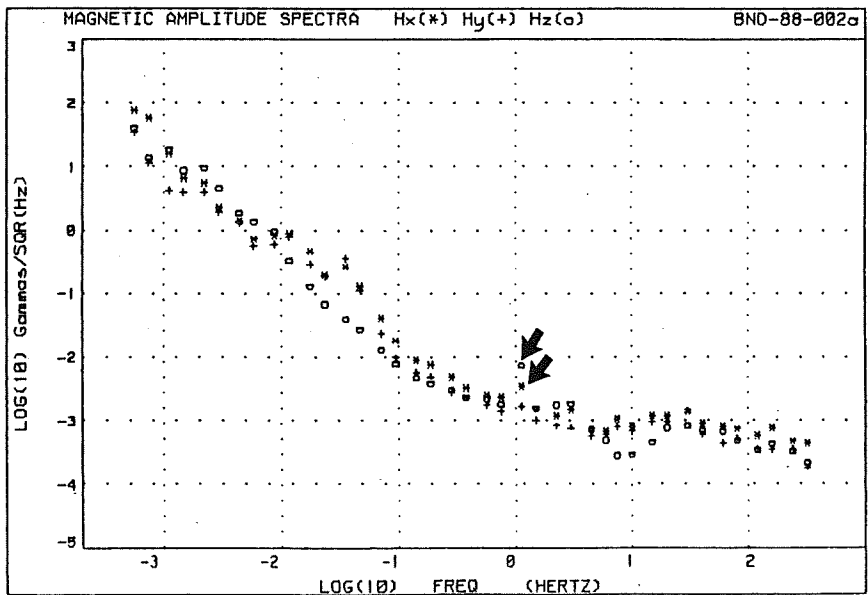
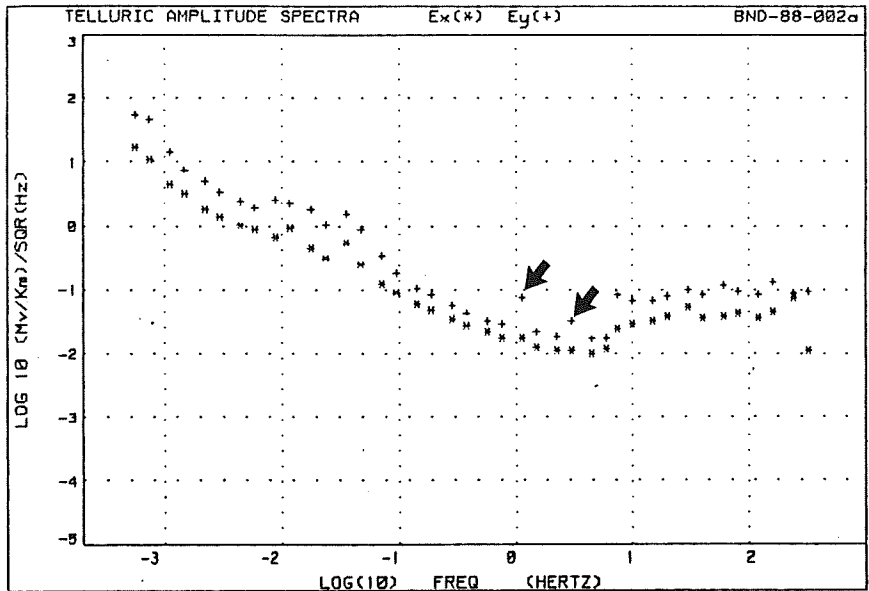
第4図
測点2
(上)
(下)
スペ

4
点の積応

午前9時
 のもので
 安定した
 見掛比抵
 抗は、
 クトル密
 汚染さ
 結果を示

第4図

測点2の電場
 (上)と磁場
 (下)のパワー
 スペクトル密度

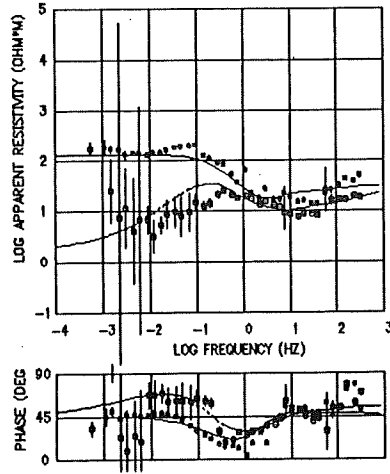


4. プレリミナリーな1次元解析

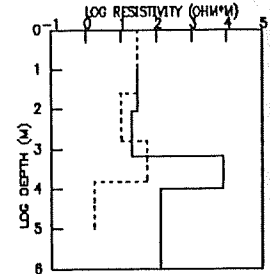
各測点の見掛比抵抗・位相を用いて、1次元解析を行った。例として、以下に測点10,3の探査曲線と1次元解析結果とを示す。測点10(第6図)は、西端の西会津の測点である。地殻内の低比抵抗層は(モードにもよるが)深度4ないし8km以内に明瞭に認められる。測点3(第7図)は、会津盆地の東端の点である。数Ωmの堆積層が深度2kmまで堆積しているため、0.3Hz以下にならないと高比抵抗基盤を感応していない。

第5図

測点2の1次元解析結果

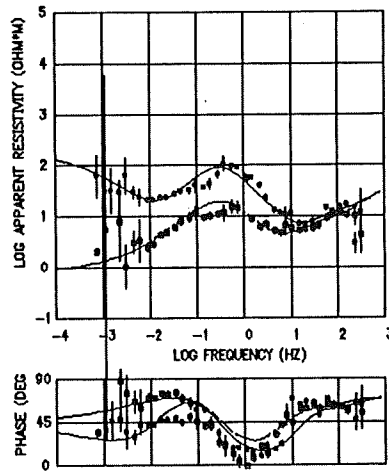


BND00 SITE NODE 2 TE
MODE 1

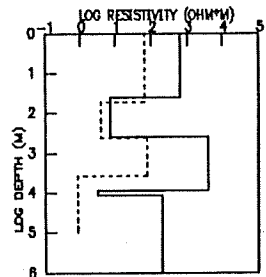


第6図

測点10の1次元解析結果

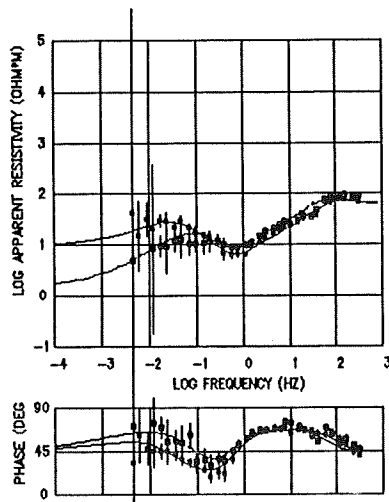


BND00 SITE NODE 10 TE
MODE 1

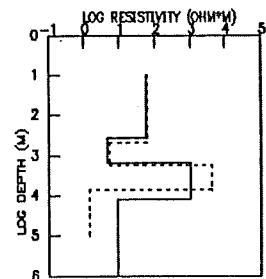


第7図

測点3の1次元解析結果

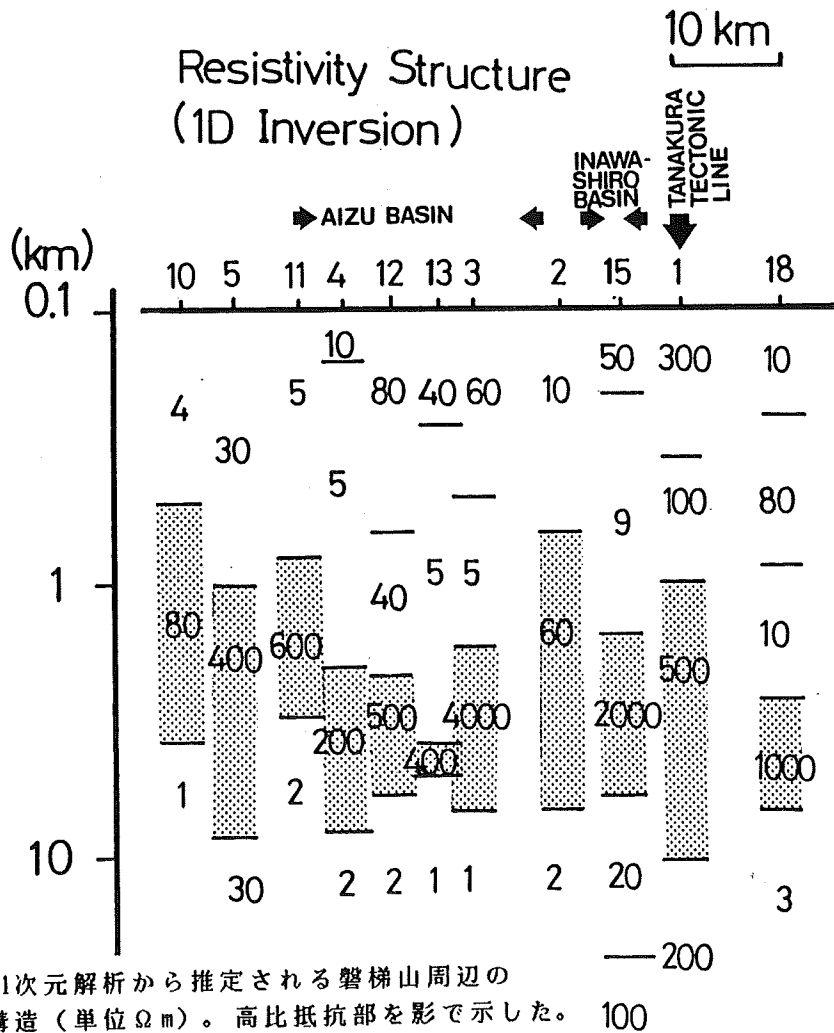


BND00 SITE NODE 3 TE
MODE 1



に高向比の10質の

第2図の全測点についてTEモードの1次元解析から求めた比抵抗構造断面を第8図に示す。縦軸は対数で示してある。会津盆地に対応して、測点12,13を中心とする高比抵抗基盤の向斜構造が見える。堆積盆は、西側(測点11)、東側(測点2)に向かって浅くなっている。測点2の東側の測点15では、猪苗代盆地に対応して再び比抵抗基盤が2kmまで深くなる。測点1は棚倉構造線の延長上にある川桁断層近傍の点である。棚倉構造線の東側では花崗岩が地表に出てくるが、浅部の比抵抗も100-300Ωmと比較的高い。測点18は、棚倉構造線より10km東にあるが、データの質は悪く、再測を要する。今後、求められた比抵抗基盤構造と重力基盤構造³⁾との関連を検討することは興味深い。



第8図 1次元解析から推定される磐梯山周辺の比抵抗構造(単位Ωm)。高比抵抗部を影で示した。

高比抵抗基盤より深部の構造としては、深度数km以深の $1\Omega\text{m}\sim 30\Omega\text{m}$ の低比抵抗層が顕著である。本研究の測線について、低比抵抗層上面の深度分布を詳細に求めることは、2次元解析を待たねばならないが、少なくとも深度数km以深に調査範囲にわたって低比抵抗層が存在することは確実である。一方、磐梯山周辺の微小地震の震源が深度10km以下には無い⁴⁾ことが知られている。10km以深の低比抵抗と低地震活動とは、地殻内の自由水の存在、あるいは溶融体の存在を示唆するものと考えられる。

4. おわりに

これまで日本のCAグループでは周期1秒付近の微弱な信号を計測しないのが普通であった。しかし、地震学的に興味のある地殻の構造を精密に求めるためには、周期1秒付近の測定は不可欠である⁵⁾。今後、本稿で紹介した機器を積極的に用いて、種々の地殻構造調査を行いたいと考えている。

5. 謝辞

本研究の測定にあたって、東北工業大学の瀬戸正弘先生、北村保夫先生、シエラレオーネ地質調査所のマラー氏には、御協力いただきました。ここに感謝致します。

6. 参考文献

- 1) Wight, D.E. and F.X.Bostick, Cascade Decimation -A Technique for Real Time Estimation of Power Spectra, 1980 proceedings IEEE international Conference on Acoustic Speech and Signal Processing, 626-629, 1980.
- 2) Gamble, T.D., W.M.Goubau, and J.Clerk, Magnetotellurics with a remote magnetic reference, Geophysics, Vol.44, p.53-68, 1979.
- 3) 駒澤正夫・大久保泰邦・野田徹郎・品田正一, 磐梯山周辺の重力・磁気異常について、地学雑、第97巻、99-103, 1988.
- 4) 浜口博之・長谷川昭・植木貞人・高木章雄, 磐梯山周辺の最近の地震活動と地殻構造、地学雑、第97巻、91-98, 1988.
- 5) Jones, A.G., MT and reflection:an essential combination, Geophys.J.R.astr.Soc, vol.89, 7-18, 1987.