

# 広帯域 MT 法による出羽丘陵下部の比抵抗構造探査(序報)

—1999 年電磁気共同観測報告—

地殻比抵抗研究グループ・三品正明<sup>1)</sup>・佐藤秀幸<sup>2)</sup>・小川康雄<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>東北大学大学院理学研究科, <sup>2)</sup>北海道大学大学院理学研究科, <sup>3)</sup>地質調査所

Preliminary Results of Wideband-MT Surveys in Dewa Hills, Akita Prefecture, Japan

— Report of Cooperative Observation in 1999 —

Research Group for Crustal Resistivity Structure, Japan,

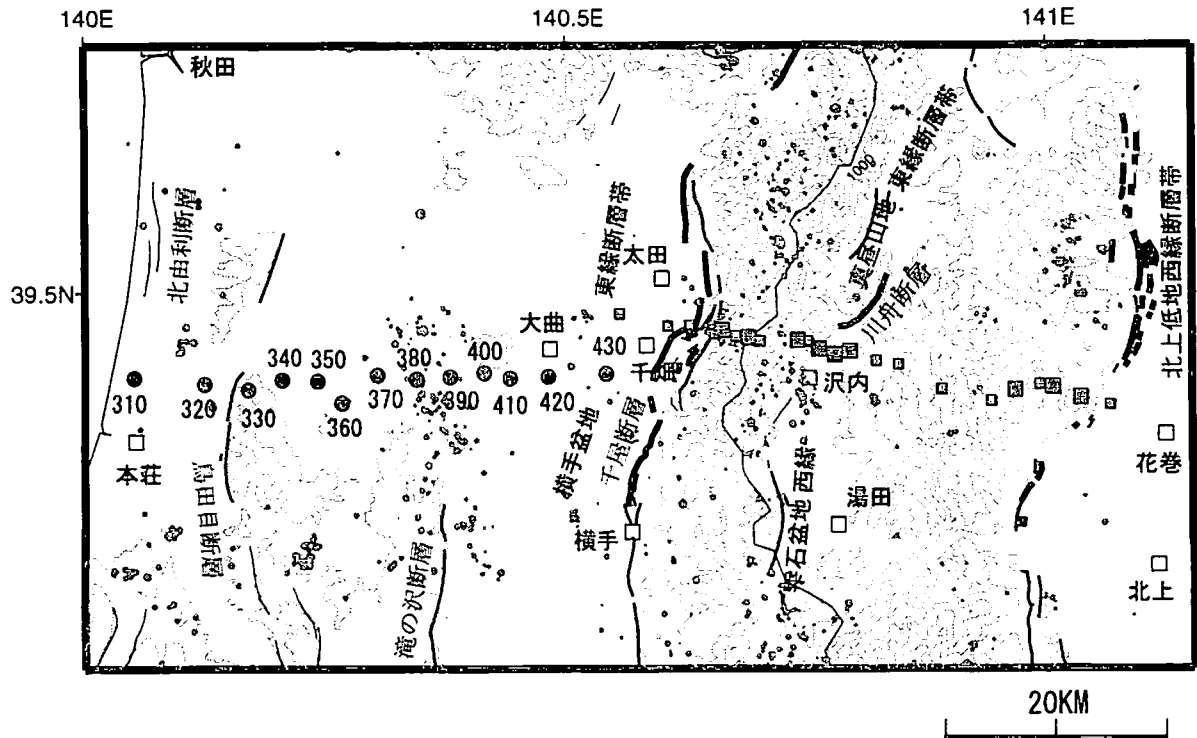
Masaaki Mishina<sup>1)</sup>, Hideyuki Satoh<sup>2)</sup>, and Yasuo Ogawa<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Grad. School of Sci., Tohoku Univ., <sup>2)</sup> Grad. School of Sci., Hokkaido Univ., <sup>3)</sup> Geological Survey of Japan

## 1. 観測の背景と観測

電磁気学的手法による地震予知の研究グループを初めとした地殻比抵抗研究グループは、地震予知事業費などをもとに多くの機関が協力して毎年電磁気共同観測を実施している。1998 年度観測では、岩手県花巻市から秋田県仙北郡仙北町にいたる測線において広帯域 MT 法観測が行われた。その結果、脊梁山地の東西両翼にある北上低地西縁断層帯および横手盆地東縁断層帯の断層面に沿い深さ 6~8km までの低比抵抗帯の存在、脊梁山地中央部の深さ約 10km 付近での下部地殻から続く低比抵抗層の盛り上がり、などの特徴ある比抵抗分布がわかり、地震学的に得られた多くの結果とも調和していることがわかってきた(地殻比抵抗研究グループ, 1999; 2000)。1999 年度の電磁気共同観測では、秋田県中部において広帯域 MT 法観測による比抵抗構造探査が行われた。測線は横手盆地中央部の仙北郡千畑町から出羽丘陵を横断して日本海岸の本荘市にいたっている。この測線は、前年度共同観測測線の西方への延長として設定され、これによって奥羽脊梁山地を横断して花巻以西、日本海海岸までの地殻比抵抗構造の統一的解析が可能になる。

1999 年度の観測では約 45km の測線上に、13 点の測点を設けた。第 1 図には、1999 年共同観測の測点を測点番号付き(●)で示した。この図にはあわせて 1998 年共同観測と 1999 年 6 月に行われたその補充観測の測点(■)、浅発微小地震の震央(灰色小丸)分布(浅野, 私信)、および活断層(実線)の分布(活断層研究会, 1991)とをあわせて示した。1999 年の測線上には、千屋断層のような地震断層はないが、1914 年秋田仙北地震(マグニチュード M7.1)の本震とその最大余震とを結ぶ地震活動域を横切っている。測点 380 および 390 付近に分布する地震群がそれで、この地震活動帯には活断層が伴っていない。この地震活動域の南端付近には滝の沢断層と呼ばれる活断層(確実度Ⅱ~Ⅲ)があり、地質断層(滝の沢-太平洋断層)に沿っているという(活断層研究会, 1991)。活構造図秋田(地質調査所, 1983)によれば、この地質断層は滝の沢(平鹿郡大森町)にとどまらずに、仙北郡南外村を縦断して仙北地震本震付近(微小地震群の北端)まで続いている。測線西部には鳥田目断層(確実度Ⅱ~Ⅲ)と北由利断層(確実度Ⅲ)がある(活断層研究会, 1991)。鳥田目断層の活動度はわからないが、北由利断層の活動度は A 級で、この断層の活動と考えられる M7 級の被害地震活動が歴史記録に数多く残されている(松田, 1995)。北由利断層は伏在断層で、地形的にははつきりしていない(松田, 1995; 活断層研究会, 1991)。佐藤・池田(1999)は東北日本弧の東西短縮をになう断層面に、出羽丘陵下で地震発生層を断ち切るふたつのランプがあると提唱している。その一つが北由利断層で、もう一つが仙北地震の震源域である可能性がある。こう考えれば、この地震群に対応する活断層が地表面で観察されない理由となりうる。一方、出羽丘陵が活褶曲地帯であり、活褶曲に関係した地震では活断



第1図 観測点配置図。番号付きの●が1999年共同観測、■は1998年共同観測とその補充観測の観測点を表す。灰色の小丸は微小地震の震央を、実線は活断層を表す。

層が見られないことがある、という指摘もある(松田, 1995)。地殻の比抵抗構造が明らかになれば、活断層が明瞭でないこれらの地震活動を説明するモデルの検討にも資するものがあると期待される。

観測は1999年11月20日から11月30日に行われた。GPS時計同期の11台の広帯域MT法観測装置(フェニックス社, MTU5およびMTU2-E)が用いられた。13の観測点のうち、2点は電場2成分のみの観測である。記録の解析にあたっては、それぞれの観測点近傍の電磁氣的ノイズを避けるため、これらの観測点のうちノイズが比較的小さな点を参照点にして、リモートリファレンス処理を行っている。解析はまだ途上にあり、比抵抗構造を議論する段階にはいたっていない。ここでは、これまでにわかっていることを簡略に紹介する。

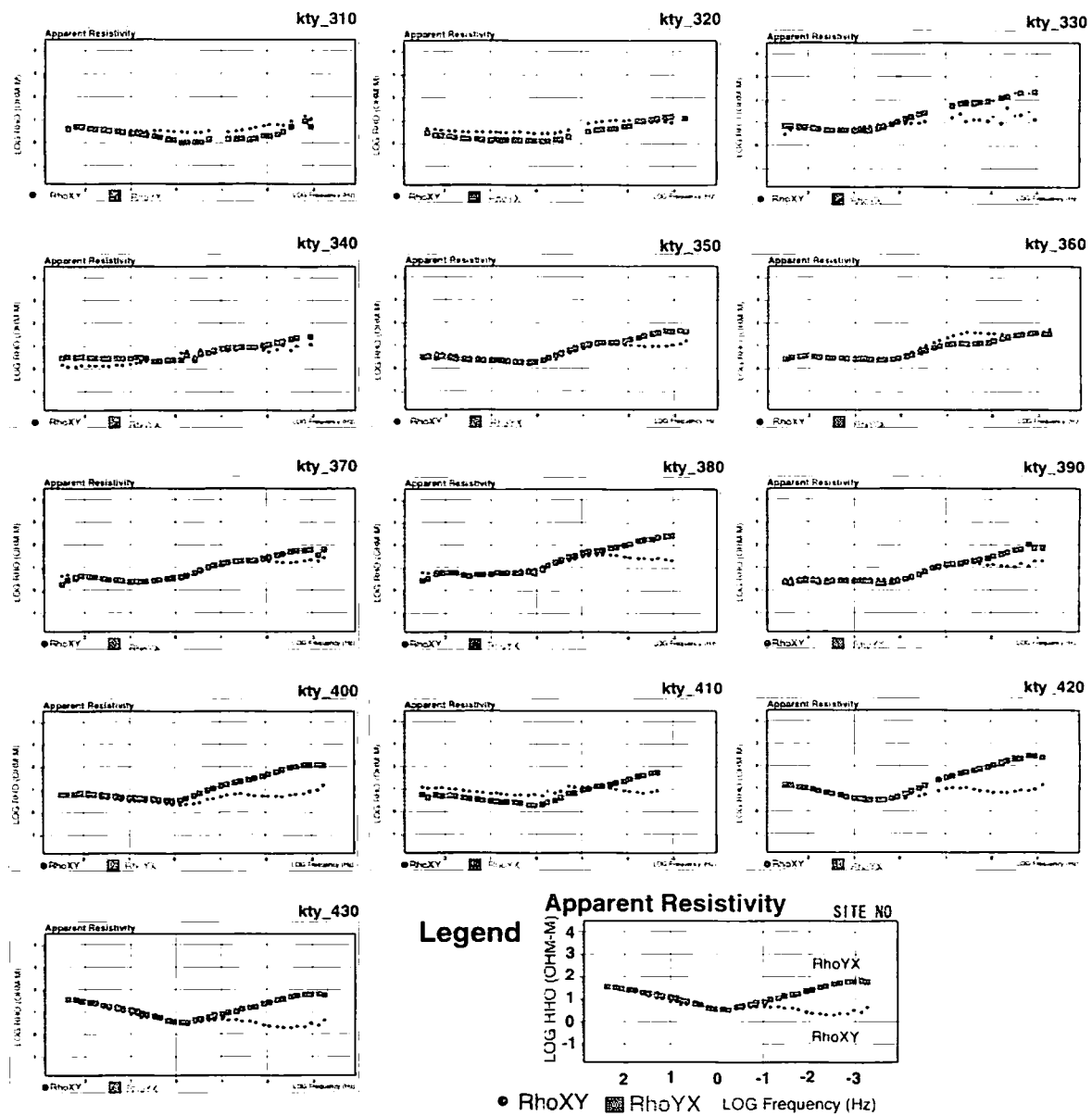
なお、観測および記録処理・解析は以下のような構成で進められた。

#### 観測参加者

市來雅啓(東京大地震研)、上嶋 誠(同)、大志万直人(京大防災研)、小川康雄(地質調査所)、後藤忠徳(愛知教育大)、坂中伸也(京大院理学)、笹井洋一(東京大地震研)、佐藤秀幸(北海道大院理学)、清水久芳(東京大地震研)、高橋優志(東京大地震研)、高橋幸恵(秋田大工学資源学)、西谷忠師(同)、橋本恵一(東北大院理学)、長谷英彰(京大院理学)、本蔵義守(東京工業大院理工学)、松島政貴(同)、三品正明(東北大院理学)、村山賢持(東北工業大)、山崎健一(京大防災研)、横山由紀子(東濃地下学研)、Rao, C. K. (地質調査所)

#### 記録処理・解析担当

佐藤秀幸、小川康雄、高橋幸恵、西谷忠師



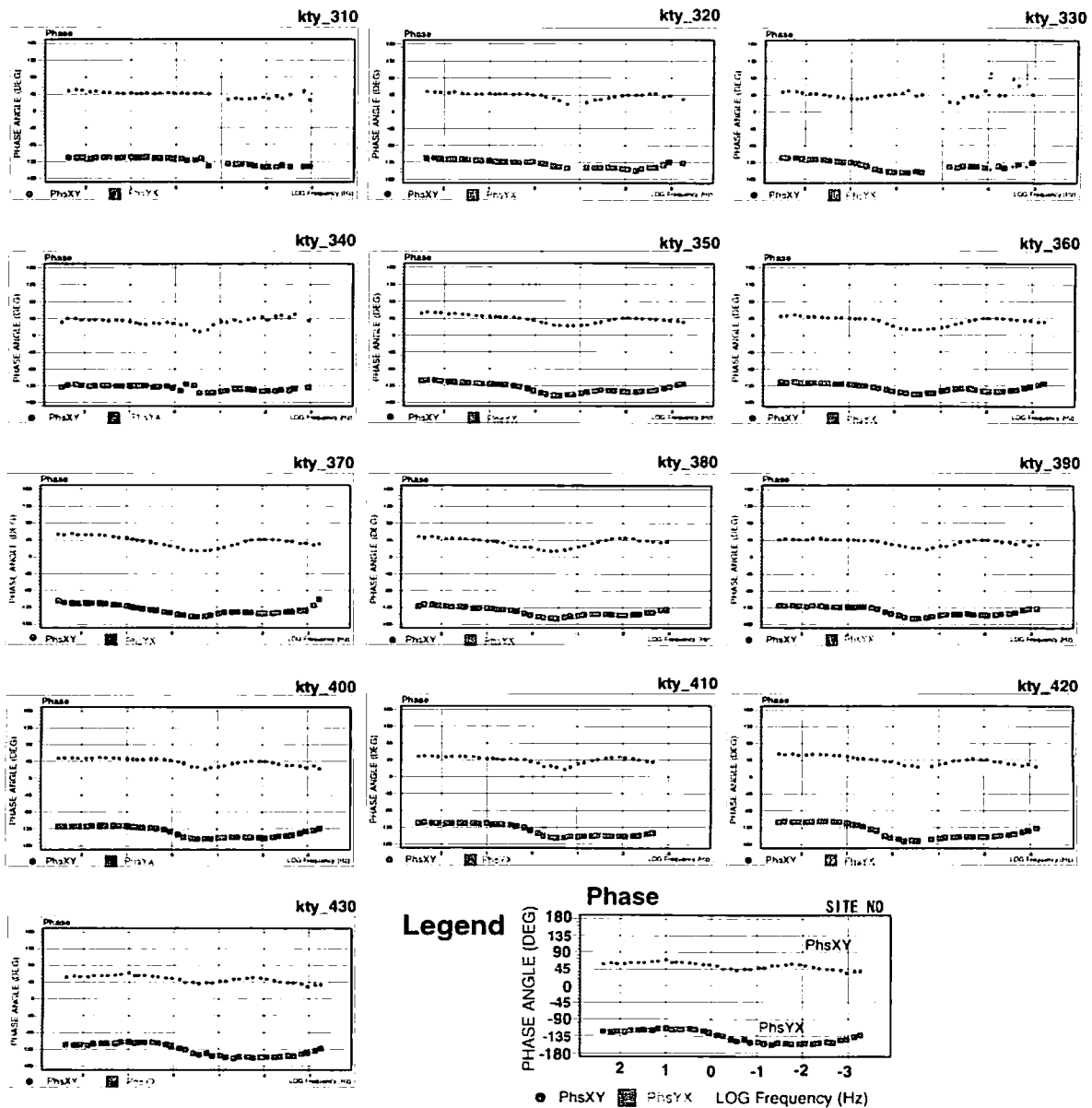
第2図 磁北方向を主軸(X軸)とするみかけ比抵抗曲線。

本稿執筆

三品正明, 佐藤秀幸, 小川康雄

## 2. 観測結果

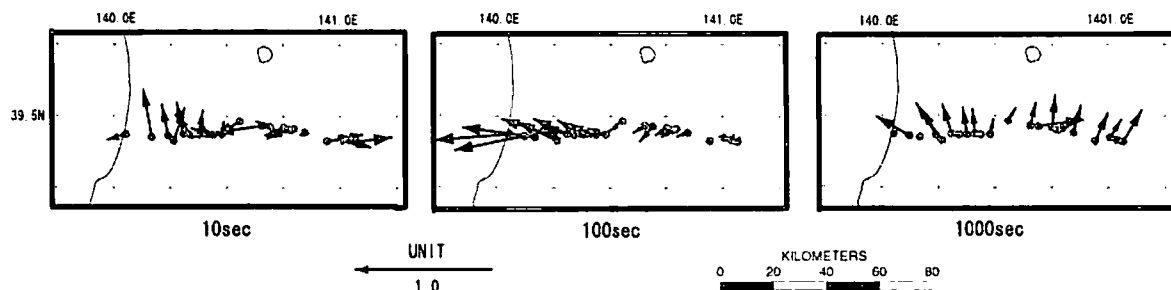
第2図, 第3図に主軸(X軸)を磁北方向にとった場合の各観測点で得られたみかけ比抵抗および位相差を示した。図からわかるように, 測点330, 340の長周期成分や, いくつかの観測点で数~10秒でみだれが見えるほかは, ほとんどの観測点でS/Nが良く, エラーバーがほとんど見えない。高周波のみかけ比抵抗は横手平野の沖積地にある測点420と430のみで $10\Omega \cdot m$ を超えているが, ほかは $10\Omega \cdot m$ 以下であり, この地域の基盤となっている新第三系が, 非常に低比抵抗であることを示している。前述の2点においても,



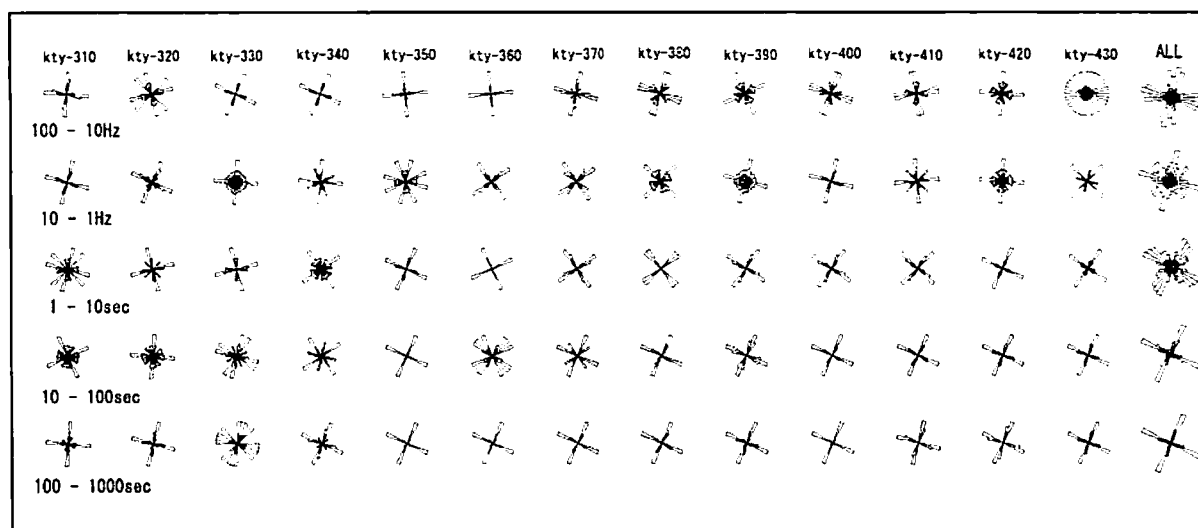
第3図 磁北方向を主軸(X軸)する位相曲線。

1~数秒の周期帯で数 $\Omega \cdot m$ の極小値となっているので、比較的高比抵抗を示すのはごく表層だけである。西端の測点310は日本海海岸から約1.5kmにあるが、みかけ比抵抗は全周波数帯域にわたって低く、位相もほとんど変わらない。これは日本海が沖に向かって急激には深くならないことと、新第三系の低比抵抗層が厚いことを示唆している。ほとんどの観測点で数~1Hzから長周期側に向かって、みかけ比抵抗が上昇し、位相差が変わってくる。このことは、全体的に低比抵抗の表層が厚いことと、その下(上部地殻中深部)に高比抵抗層があることを示唆している。千屋断層深部などでは高比抵抗層に微小地震が分布している(地殻比抵抗研究グループ, 2000)ので、前述の微小地震群の震源が深さ5km以深であり(浅野, 私信)、活断層が地表に現れないことなどと調和的である。

2次元構造解析の予備的段階として、それぞれの観測点におけるインダクションベクトルの分布を調べ、



第4図 インダクションベクトル分布図. 1998年観測のデータも一緒に示した.



第5図 テンソル分解により得られた2次元構造の走向方向頻度分布図.  
ALLは全観測点の総和をあらわしている. ここで, 図の上方は磁北になっている.

Groom and Baily(1989)の手法にしたがって, インピーダンステンソルを分解した. 第4図および第5図にその結果を示す. 第4図には, 1998年観測の結果も合わせて示した. 周期10秒では表層の低比抵抗の分布を反映したベクトル分布が見られる. すなわち, 北上低地の沖積層, 横手盆地の沖積層, 日本海など表層の低比抵抗分布地域を向くベクトルが見られるが, 出羽丘陵地域では, 全体的な低比抵抗とは調和しないような北向きのベクトルが見られる. 100秒では横手盆地以西で, 西向き(日本海を向く)ベクトルが卓越している. 日本海に向かって次第にベクトルが大きくなること, 脊梁山地以东ではほとんど見られないほどに小さくなることなどから, 日本海の海水の効果と考えられる. 1000秒では, 北向き成分が卓越している. これはOgawa(1987)が仙岩以北のデータについて指摘しているように, 主に津軽海峡に集中する海水中の誘導電流の効果と考えられる.

テンソル分解による2次元構造の走向方向は, 観測地点による違いが大きいことを示している. 特に10秒以上の周期帯では, 測線西部でややばらつきが卓越方向はほぼ一致していて,  $N15 \sim 20^\circ E$  または  $N75 \sim 70^\circ W$  が構造の走向と推定される. さきのインダクションベクトル(100秒)とあわせて考えれば,  $N15^\circ$

E 程度を走向ととるのが良いものと考えられる。この方位は脊梁地区での 1998 年観測結果（地殻比抵抗研究グループ, 1999）とほぼ一致している。

### 3. 結語

1999 年電磁気共同観測として出羽丘陵地域において、広帯域 MT 法観測が実施された。観測データの解析は現在途上であり、比抵抗構造を議論するほどには進んでいない。予察的な結果は比抵抗構造の走向方向や、インダクションベクトルの分布など、多くの点で 1998 年度観測と調和している。

この観測にあたり、フェニックス社山下 実氏、Graham, G. B.氏、日鉄鉱コンサルタント社岸本宗丸氏には計器設置作業を援助して頂きました。佐々木四郎氏、佐々木惣兵衛氏、小林慶一郎氏、井上俊雄氏、秋田県仙北土木事務所、南外村、由利森林管理署ほかの地権者各位、ならびに宿舎となった大森町さくら荘の職員各位には実施にあたり多大なご協力をいただきました。記して謝意を表します。

### 参考文献

- 地殻比抵抗研究グループ、広帯域 MT 法による千屋断層深部比抵抗構造調査（序報）、京都大学防災研究所年報, 42 B-1, 203-211, 1999.
- 地殻比抵抗研究グループ、奥羽山地における広帯域 MT 法観測、日本地震学会ニュースレター, 11, 5, 6-8, 2000.
- 地質調査所、活構造図 秋田, 1983.
- Groom, R. W. and R. C. Bailey, Decomposition of Magnetotelluric Tensors in the Presence of Local Three-Dimensional Galvanic Distortions, J. Geophys. Res., 94, B2, 1913-1925, 1989.
- 活断層研究会（編）、新編日本の活断層、東京大学出版会, pp437, 1991.
- 松田時彦、活断層、岩波書店, pp242, 1995.
- Ogawa, Y., Preliminary Interpretation on Detailed Magnetovariational Profiling in the Northern Tohoku District, J. Geomag. Geoelectr., 39, 559-569, 1987.
- 佐藤比呂志・池田安隆、東日本の主要断層モデル、月刊地球, 21, 569-575, 1999.