

(1) 実施機関名：

秋田大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

東北日本弧の詳細な地殻比抵抗構造の解明

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ウ. 広域の地殻構造と地殻流体の分布

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

イ. 上部マントルとマグマの発生場

エ. 地震活動と火山活動の相互作用

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ウ. ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

(5) 本課題の5か年の到達目標：

地殻内では応力の蓄積だけではなく、流体（水）の存在が岩石破壊や断層運動を引き起こす上で大きな役割を演じていると考えられる。地上から観測できる物理パラメータの中で最も敏感に地殻内流体を検知できるのが比抵抗であることから、秋田大学では、広域の地殻構造と地殻流体の分布を探るために広帯域電磁探査法（MT法）を用いて深部比抵抗構造探査を行う。

新たな地震及び火山噴火予知のための研究観測計画でも引き続き秋田大学は東北地方の研究観測を担当する。これまでに秋田大学が観測を行った地域は秋田県中央部と東北脊梁山脈の一部に限られているが、東北地域のより広範囲にわたる深部比抵抗構造を解明することが5か年の研究計画の目標である。これまでと同等の方法で地下比抵抗構造の解明を目指す、新しい視点やより効果的な方法を模索しながら研究観測を遂行することを計画している。また、東北地方の一部地域ではこれまでに東北大学、東京工業大学、産業総合研究所、防災科学技術研究所が取得した比抵抗構造解明のための既存データが存在し、これらのデータも統合して精密モデルを構築することも考えている。

新たな地震・火山噴火予知計画とは別に、地震調査研究推進本部の主導による日本海東縁のひずみ集中帯の研究観測も東京大学地震研究所を中心に遂行されている。この計画に基づき、鳥海火山を東西に横切る秋田・山形県境付近の深部比抵抗の観測が平成20年度に着手された。この観測研究は平成21年度以降も山形県周辺で実施され、秋田大学はこの計画にも積極的に参加する予定である。山形のひずみ集中帯のデータは秋田のデータと統合して深部地殻構造の解析を行うことが可能である。

観測機材は国立極地研究所より借用している2台のPhoenix社のMTU-5を中心に使用する。観測期間は毎年5月から11月までとし、機材の電源となるバッテリーを多く使用して一つの観測点について

10日間程度連続観測を行う。また、状況に応じて他の研究機関より観測機材を複数台借用して効率的に観測を行う予定である。

また、秋田大学の学部生や大学院生にもできるだけ観測に参加してもらい、深部比抵抗構造観測機材の設置方法や観測するための基礎技術を身につけ、データ処理により構造解析もできる人材を育てる努力を行う。

#### (6) 本課題の5か年計画の概要：

秋田県内でまだ観測していない地域から観測を始め、東北地方全体の地下比抵抗構造をある程度の解像度で明らかにすることが5か年計画の最終的な目標である。

平成21年度は、秋田県にかほ市の海岸から、秋田県横手市の東北脊梁山脈の麓までの東西測線上(ほぼ北緯39度15分上)で観測を行う。この測線はひずみ集中帯比抵抗構造解明計画に基づく鳥海火山を横切る測線と、秋田大学がこれまでに観測してきた測点の間を埋めるような東西方向の測線にあたる。

平成22年度は、平成21年度に引き続いて秋田県南部を中心に観測を行い、前年から取得したデータの解析を平行して行う。また、平成20年岩手・宮城内陸地震震源域の比抵抗構造探査を行ったが、小規模の追加観測を行い、震源域周辺の比抵抗構造を更に精密化する。

平成23年度は、これまでに取得した秋田県中南部のデータを用いて、精密な3次元モデル構築を目指した解析を行う。平成20年度までは2次元モデルを並べて擬似3次元モデルとしたが、このモデルを精密化し、真の3次元モデルの構築を目指す。必要であれば秋田県中部及び北部で追加観測を行う。

平成24年度は、岩手県、宮城県、山形県等で行われた他の研究機関による深部比抵抗探査の結果と、秋田県のデータで得られた結果を集中的に吟味する。これは、周辺地域で得られた深部比抵抗構造の特徴が、秋田県内で得られた構造と連続的に続いているかどうかをチェックするためである。特に、微小地震の発生地域に着目した比抵抗構造の特徴、及び活火山との関連性に着目した特徴を抽出することに主眼を置く。平成24年度も必要であれば追加観測を行う。

平成25年度は、5か年計画のまとめに重点を置く。平成24年度に引き続き、必要な追加観測を行う。秋田大学の深部比抵抗観測と、これまで他機関が行った東北地方の比抵抗構造観測の結果を統合して吟味し、東北地方の比抵抗構造の特徴を総括する。

#### (7) 平成24年度成果の概要：

平成24年度はこれまで秋田県内で得られたMT法による比抵抗構造解析の再検討を行うとともに、追加の観測を行った。

平成23年3月に起こったM9.0の東北地方太平洋沖地震後、秋田県内の地震活動にも明らかな変化があり、秋田県中部の仙北市から大仙市を震源とする有感地震が目立つようになった。それらの地震の震源の深さは数キロメートルと浅く、いくつかの震源のクラスターが見られるのが特徴である。平成24年10月に、それらの震源の直上に近い、秋田県仙北市角館町でMT法による観測を実施した。解析については次年度以降の観測データと合わせて行う予定である。

これまでに得られた比抵抗構造解析の再検討の対象として、秋田県中南部で得られた東西方向の測線を選んだ。測線図を図1に示す。再解析を行った測線はLineA, LineB, LineC, LineD, Line09, Line10の測線である。

MT法で得られる電気的な構造の次元性と走向方向を確認するためにphase tensor解析を行った。ここでは、浅部の構造を反映する10~100Hzの電磁場についてphase tensorを図示したものを図2に、秋田県内陸で起こっている多くの地震の震源の深さに対応する、深部の構造を反映する0.01Hz~0.1Hzの電磁場についてのphase tensorを図示したものを図3に示す。図2, 図3において、楕円の長軸の方向が電気的な走向方向を示し、楕円の色が次元性の指標となるskew angleの値を示す。skew angleの値は、大きければ3次元的な構造であることの指標となり、小さければ2次元または1次元の構造であることの指標となる。図2に示す浅部構造を反映するphase tensorの各楕円は円に近いものが多い。

このことは、電氣的な構造の異方性が大きくないことを示し、秋田県中南部では地下2~3km くらいの深さまでは1次元に近い構造であることが分かる。また、図3より、各楕円の長軸の方向はおおむね南北を向き、skew angleの値も比較的小さいことが分かる。このことは、秋田県中南部の深さ数km から30kmあたりまでの電氣的な構造はほぼ2次元であることを示す。

phase tensor解析より、図1に示すそれぞれの測線については、2次元解析を行うことが妥当である。前年度以前の解析ではこれらの測線については、TMモードのみによって構造解を行った。構造が2次元であれば、得られたデータから構造が制約できるTMモードとTEモードの両方を併用した解析を行うのが望ましい。今年度は、それぞれの測線について、TMモードとTEモードを併用してインバージョン解析を行い、新たな構造モデルを算出した。それぞれの測線に対するモデルの走向は0.01Hz~0.1Hzの電磁場についてのphase tensorの長軸方向の平均値を用いた。すべての測線における走向方向はN5°WからN5°Eの範囲にあり、ほぼ南北方向である。

それぞれの測線についての解析結果を図4に示す。インバージョン計算は地下構造を矩形ブロックに区切って行ったが、図4はそれを平滑化してコンターで描いた。黒い逆三角印(▼)は解析に用いた測点の位置を表す。東北地方太平洋沖地震以前の震源を、気象庁発行の地震年報のデータをもとに各断面に白丸印(○)でプロットした。震源の位置と比抵抗の関係を見ると、比抵抗の急変部に震源が分布すると言ってよい。これまでより信頼性の高い秋田県中南部の比抵抗構造を示すことができたことにより、この特徴と地球物理学的あるいは地質学的な対応を検討する基礎資料が得られたと言って良いであろう。

- (8) 平成24年度の成果に関連の深いもので、平成24年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：  
澤田源一郎，2013. 秋田県地域の最適2次元MT比抵抗モデルの確立および比抵抗構造と地震活動の関係，秋田大学大学院工学資源学研究科地球資源学専攻博士前期課程修了論文。

(9) 平成25年度実施計画の概要：

平成25年度は、これまで実施してきた5年間の観測研究の総括を行う。これまでに得られたデータや解析結果の吟味を行い、更に精度の高い構造を得ることを目指す。地下比抵抗構造と地震活動域との関連をより一層明快にするため、2次元解析と3次元解析を実施する。

また、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震以後、東北地方で地震活動がそれ以前と比べて変化している場所がある。秋田県内でも県中西部の仙北市や大仙市で、それまで地震活動が目立たなかった場所では有感地震がたびたび起こるようになった。平成25年度は新たに地震活動が目立つ地域周辺で比抵抗構造の調査を実施する。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

西谷忠師、筒井智樹、坂中伸也、網田和宏(秋田大学工学資源学部)

他機関との共同研究の有無：有

北大(茂木・橋本)、東北大(市來)、東大(上嶋・小河・小山・長谷)、東京工大(小川・神田)、大阪市大(山口)、京大(大志万・吉村・山崎)、鳥取大(塩崎)、高知大(村上)、九大(相澤)

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：工学資源学部地球資源学科

電話：018-889-2381

e-mail：nisitani@ipc.akita-u.ac.jp

URL：http://dips11.akita-u.ac.jp/

(12) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名：西谷忠師

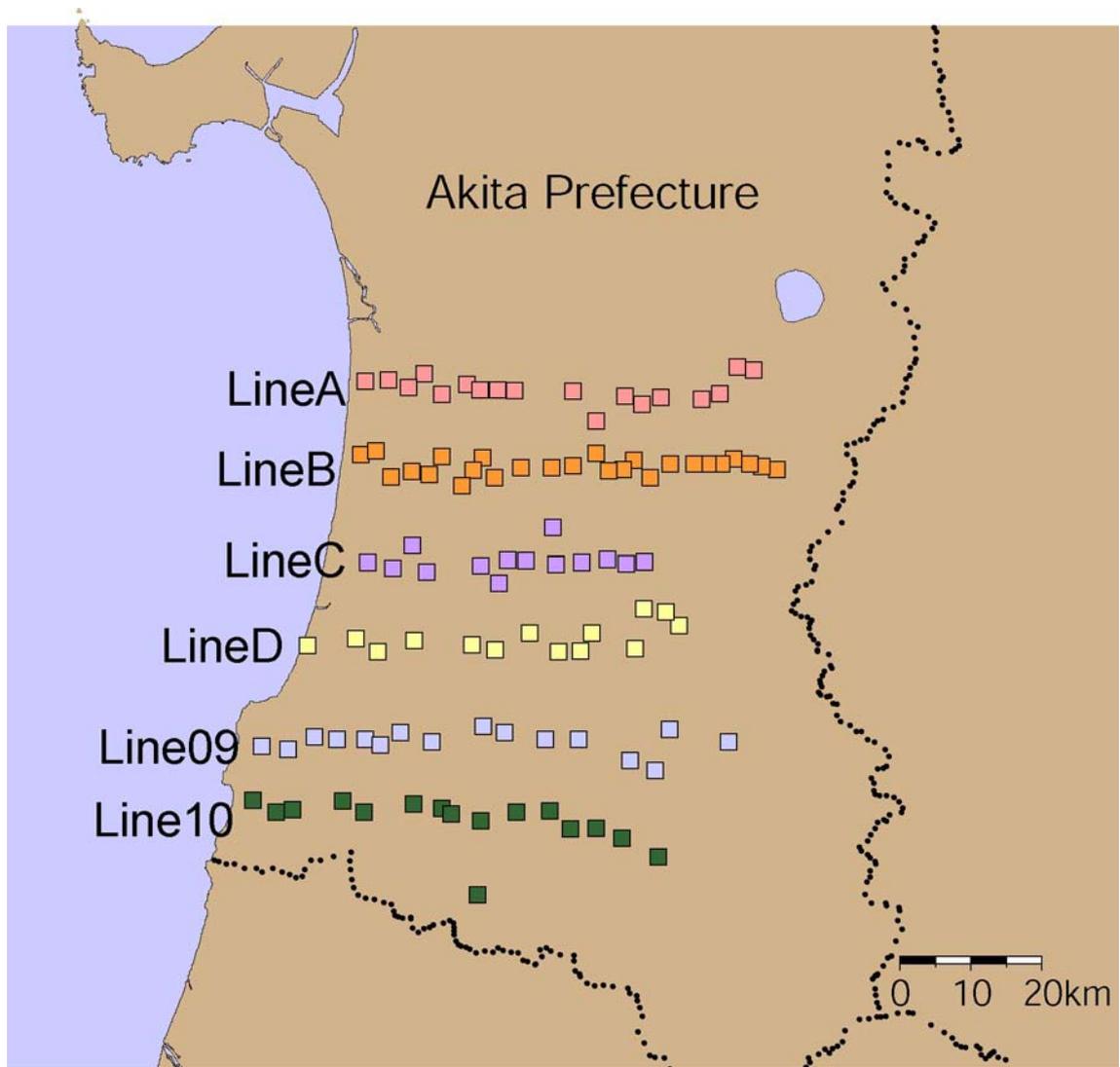


図1  
秋田県中南部における MT 観測測線

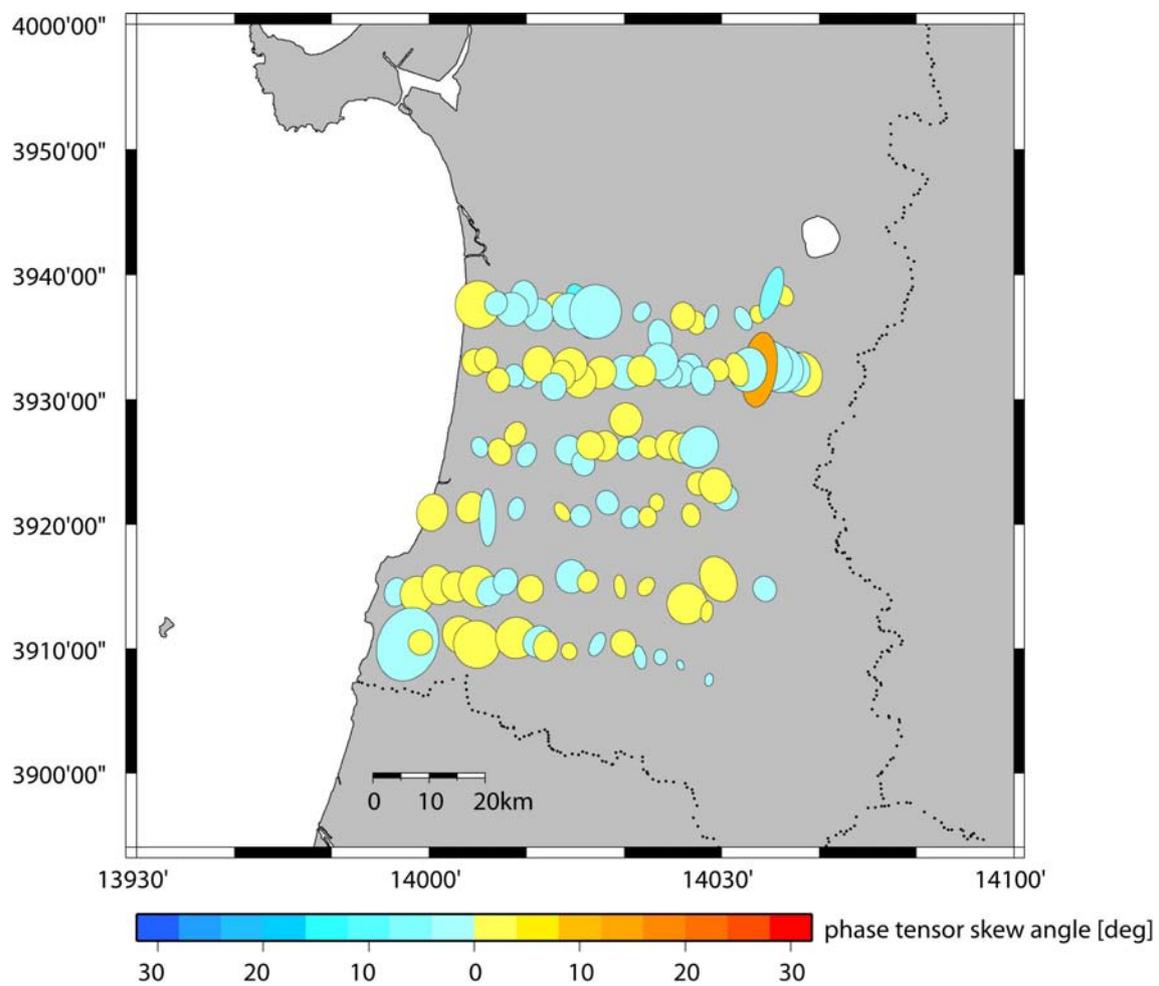


図2  
10Hz~100Hz 帯域の電磁場における phase tensor 分布

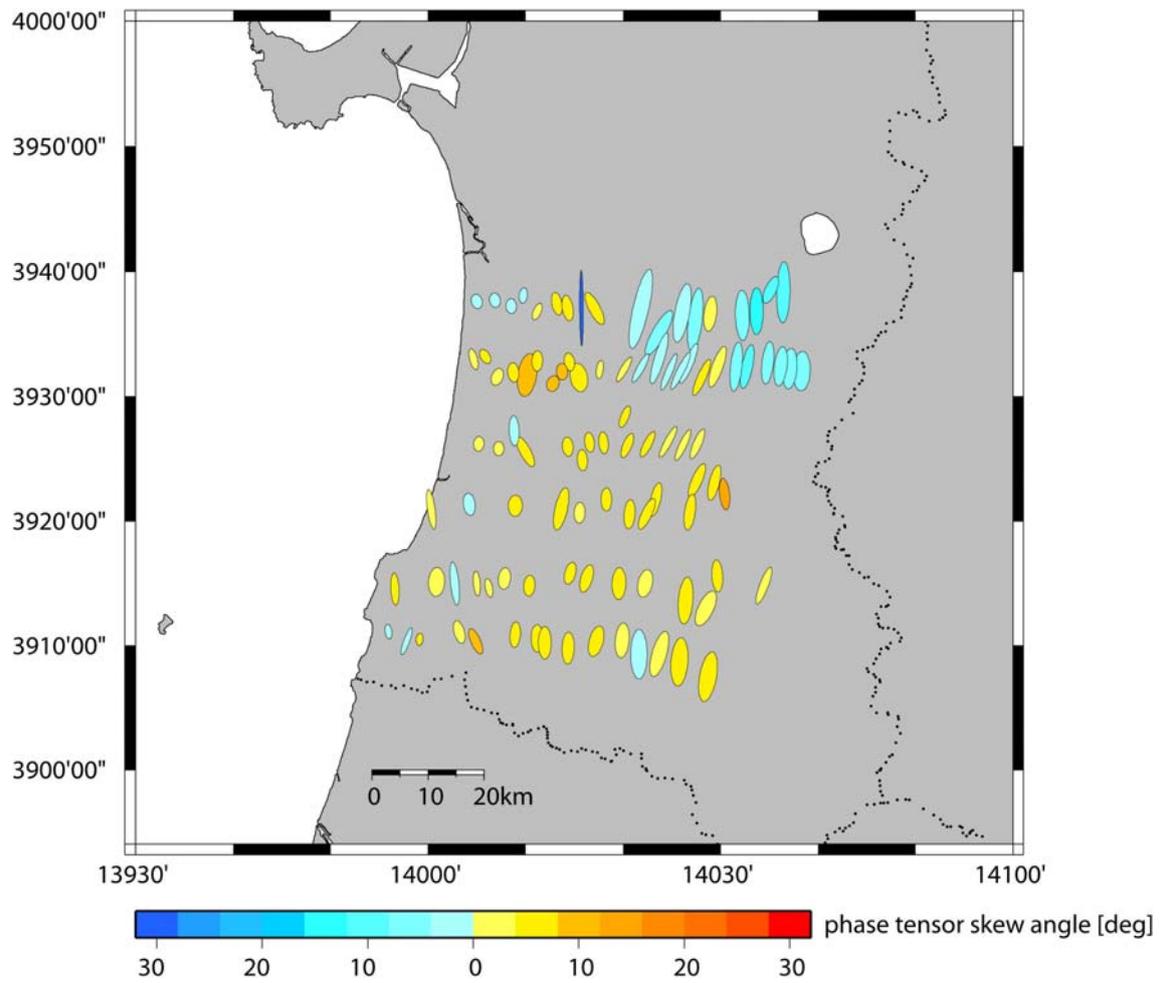


図3  
0.01Hz~0.1Hz帯域の電磁場における phase tensor 分布

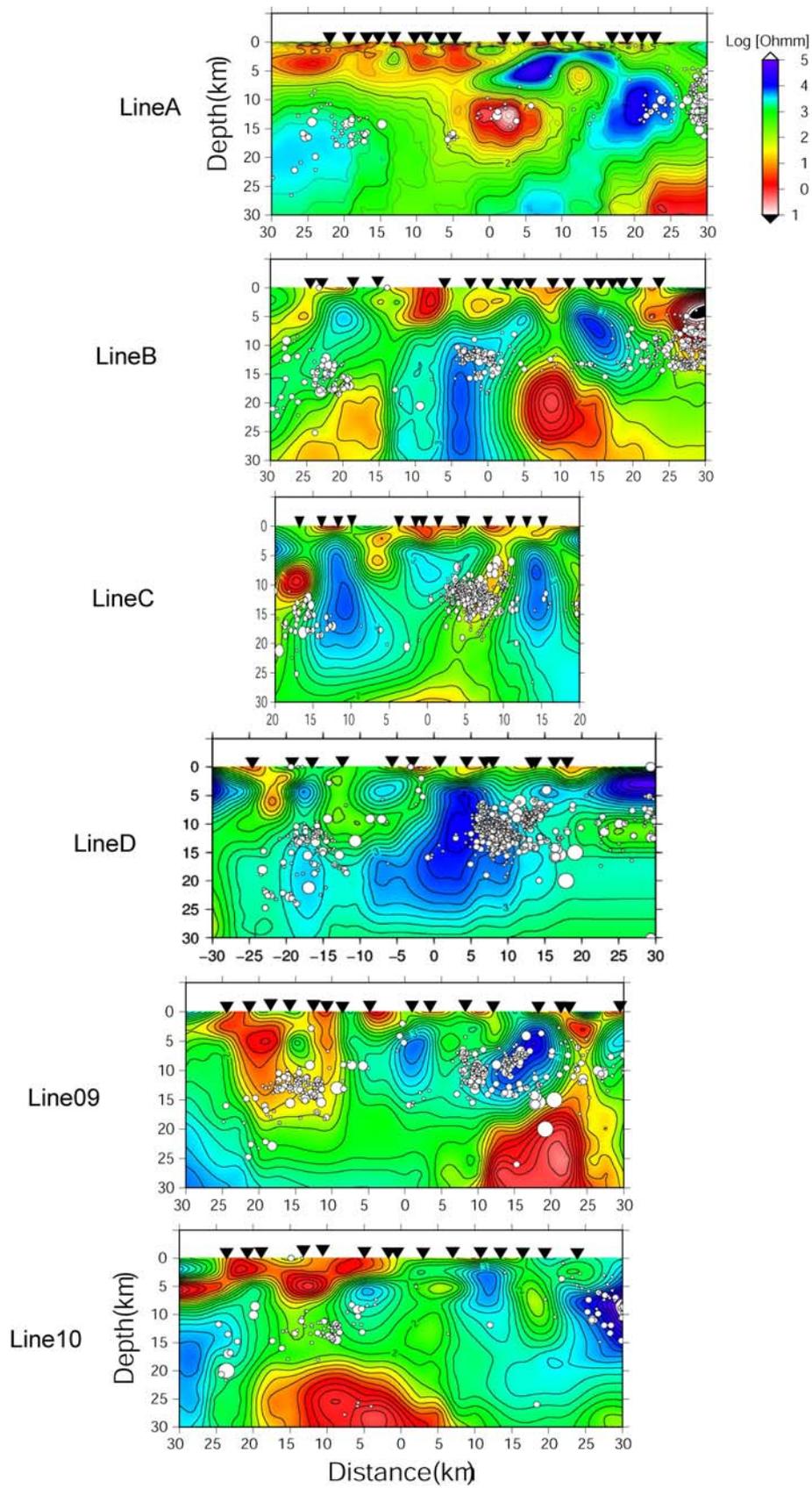


図4  
秋田県中南部における各側線ごとの2次元比抵抗構造 (TM + TE モード) と震源