

## 平成24年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

## 1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A)     特定共同研究(B)     特定共同研究(C)     一般共同研究  
 地震・火山噴火予知研究     研究集会     国際・学際共同研究 (D)  
 国際・学際研究集会 (E)     施設・実験装置・観測機器等の利用     データ・資料等の利用

## 2. 課題番号または共同利用コード      2012-D-06

## 3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文：地形学・地震学および地球電磁気学的手法を統合的に用いた断層地下構造の解明  
—地表から起震断層まで—

英文：Integral study of subsurface structure of active faults using geomorphological, . . .  
seismological and geoelectromagnetic method  
-from the surface to the seismogenic fault -

4. 研究代表者所属・氏名 大阪市立大学大学院理学研究科 ・ 山口 覚  
(地震研究所担当教員名) 上 嶋 誠

## 5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日 数	旅費 支給
山口 覚	大阪市立大学大学院・ 理学研究科・教授	総括・地磁気地電流観 測・統合的考察	2012年7月1日～ 2013年3月31日		有
上嶋 誠	東京大学地震研究所・准教授	地磁気地電流データ解 析・統合的考察	2012年7月1日～ 2013年3月31日		有
加藤 茂弘	兵庫県人と自然の博物館・ 主任研究員	地形学的調査・統合的 考察	2012年7月1日～ 2013年3月31日		無
村上 英記	高知大学教育研究部 自然科学系・教授	地磁気地電流観測・ 地震学データの検討・ 統合的考察	2012年7月1日～ 2013年3月31日		有
窪田 高宏	大阪市立大学大学院・理学研 究科前期博士課程2回生	地磁気地電流観測 およびその解析	2012年7月1日～ 2013年3月31日		有
小田 佑介	大阪市立大学理学部4回生	地磁気地電流観測 およびその解析	2012年11月1日～ 2013年3月31日		有
大内 悠平	大阪市立大学理学部3回生	地磁気地電流観測	2013年3月1日～ 2013年3月31日	31	有
三島 稔明	大阪市立大学理学部・ 特任講師	地磁気地電流観測	2013年3月1日～ 2013年3月31日	31	有

## 6. 研究内容（コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入）

キーワード：活断層，地下比抵抗構造，断層地下構造，山崎断層，地磁気地電流法

地表の断層分布と地下断層分布が一致するのか，断層セグメントと断層セグメント間隙との構造的違いや物性的違いなどの問題を明らかにすることを目的として，西南日本を代表する横ずれ断層である山崎断層系（兵庫県）を対象として，次の4領域で地磁気地電流法（MT法）観測を行った．①山崎断層系主部北西部の大原断層東端延長部，②安富断層と暮坂峠断層の2つに分岐する領域，③主部北西部と主部南東部の境界領域，および④主部南東部の琵琶甲断層領域である．その結果，①では断層地表トレースが曖昧であるが地下には顕著な低比抵抗が存在すること，②では安富断層に沿っては，断層トレースの北側に顕著な低比抵抗領域が存在するが，暮坂峠断層では地表トレースのほぼ直下にはやや低比抵抗な領域しか存在しないこと，④では断層地表トレースを境とする比抵抗コントラストが存在するが，その比は北西部に比べて小さいことを見いだした．これらを断層地表形状に関する地形学的調査および地震学的知見と合わせて，特に，地表の断層分布と地下断層分布の関係に関する理解が深まった．

## 7. 研究実績報告（公表された成果のリスト\*<sup>1</sup>または）

(\*<sup>1</sup>論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

### 【1】公表した成果（予定も含む）

学会発表：2013年5月に開催される日本地球惑星科学連合大会に，以下の2つの講演を申し込んでいる．その発表の際には，東京大学地震研究所「国際・学際共同研究」のプログラムで行った旨を明確に述べる．

①窪田高宏，山口覚，村上英記，加藤茂弘，三島稔明，小田佑介，上嶋誠，「山崎断層分岐部（安富断層，暮坂峠断層）の地下比抵抗構造の特徴と断層活動との関係」【口頭】

セッション：S-EM37 電気伝導度・地殻活動電磁気学，発表日時：5月22日 15:00 - 15:15

②小田佑介，山口覚，窪田高宏，村上英記，加藤茂弘，三島稔明，上嶋誠，「山崎断層帯大原断層東端部および土万断層の地下比抵抗構造」【ポスター】，

セッション：S-EM37 電気伝導度・地殻活動電磁気学，発表日時：5月22日 18:15 - 19:30.

## 報告書

### 第1章 はじめに

近年，断層の地表形態や活動様式に基づいて断層セグメント区分が検討され，起震断層の設定に適用されることにより，シナリオ地震やそれに基づく強震動予測が進められている．しかし，そもそも地表の断層分布と地下断層分布が一致するのか，断層地表トレースから起震断層にいたる構造，セグメントの地下とセグメント間隙の地下との構造的違いや物性的違いなどの基本的な問題は，まだ明らかになっていない．

本研究では，地磁気地電流法を用いて断層地下構造の解明を進めた．この手法は，断層に特徴的であるが，従来の手法では検出が難しい構造（面ではなく幅をもつ構造や鉛直に近い構造）や観測が難しい深度（表層地層調査では深すぎ，地震学手法では浅すぎる深度）に対しても高い検出能力を持つ．

本研究では，西南日本を代表する横ずれ断層である山崎断層系（兵庫県）を対象として，その中でも特徴的な次の4領域を選択した．①断層地表トレース末端部である山崎断層系主部北西部の大原断層東端延長部，②断層地表トレースが大きく分岐する安富断層と暮坂峠断層との分岐部，③顕著なセグメント間隙である主部北西部と主部南東部の間隙部，および④主部北西部に比べて断層地下構造調

査が極めて少ない主部南東部の琵琶甲断層部である。これらの地域で、①、③、④では1本の、②では3本の観測測線を設定し、可聴周波数帯の電磁場変動を信号源とする地磁気地電流法(Audio-frequency Magnetotelluric method: AMT 法)を用いた観測を行った。

## 第2章 観測

はじめに、各観測測線に共通する項目を示す。

- ①Remote reference 法(Gamble et al., 1979)を用いて、高信頼度の解析を可能とするために、各観測測線から、10~20km 離れた地点に磁場参照点を設けた。
- ②人工的電磁気雑音小さく、かつ、信号強度が強い夜間にデータ取得を行った。ただし、観測機材や天候不良によって、例外的に昼間にデータ取得した場合もある。
- ③観測好適地の調査に、十分な時間と労力を払った。
- ④本研究地域では、観測予定地域内に広く水田が分布し、観測には水田を使用することが避けられない。従って、稲作中は観測ができないこと、および積雪時にも観測を行うことが困難であるので、11月と3月に集中的に観測を行った。

次に、測線毎の観測内容を示す。

### (1) 山崎断層系主部北西部の大原断層東端延長部

2012年8月21~24日に観測地点(11地点)を最終決定すると共に、土地所有者から土地使用の許可を得た。2012年11月9~13日にこれら11地点で観測を行った。観測測線長は約6kmである。

### (2) 安富断層と暮坂峠断層との分岐部

本地域は3つの測線(西測線、中測線、東測線)からなる。2012年8月22~24日に観測予定地域内で広く観測好適地を調査した。次に、2012年10月7~9日に観測地点を最終決定すると共に、土地所有者から土地使用の許可を得た。いずれの測線においても先行して行った観測点があるが、本研究で2012年11月1~5日に、西測線上の2点で、また中測線上の8点で観測を行った結果、それぞれ10点、11点、12点からなる測線が完成した。

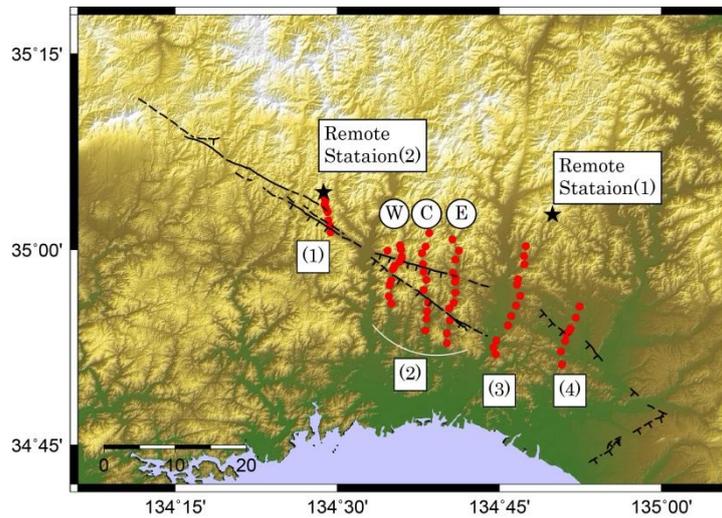
### (3) 主部北西部と主部南東部の間隙部

2012年8月22~24日に観測予定地域内で広く観測好適地を調査した。次に、2013年3月1~3日に観測地点(12地点)を最終決定すると共に、土地所有者から土地使用の許可を得た。2013年3月15~2日に11地点の観測を行った(悪天候のために、1地点の観測はできなかった)。

### (4) 主部南東部の琵琶甲断層部

この測線では先行する観測結果から、暫定的であるが断層地下比抵抗構造得られている。しかし、その結果には、観測点間隔が特に広いところに、最も特徴的な構造が表れており、モデルの信用性が高いとは言えなかった。そこで、2012年10月7~9日に追加観測点を選定し、11月1日に観測を行った。

すべての観測点分布図を第1図に示す。



第 1 図 観測点分布図

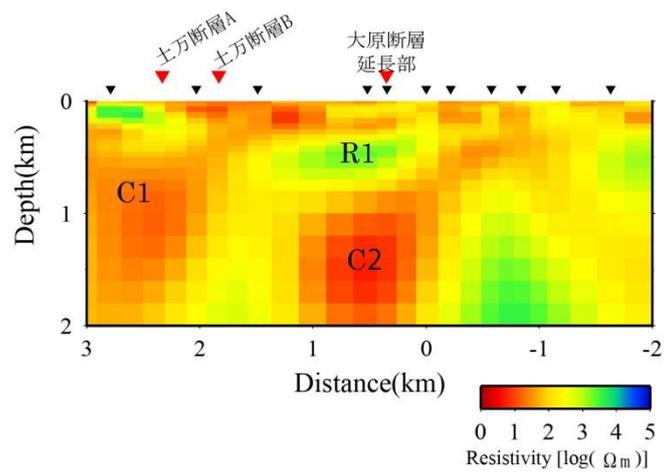
観測測線(1)は山崎断層系主部北西部の大原断層東端延長部を横切る測線を、(2)は安富断層と暮坂峠断層との分岐部を横切る 3 つの測線 (⊖: 西測線, ⊙: 中測線, ⊕: 東測線) を、(3)は主部北西部と主部南東部の間隙部を横切る測線を、(4)は主部南東部の琵琶甲断層を横切る測線を、それぞれ表す。また、赤丸は観測点を、黒の星印は磁場参照点を表す

### 第 3 章 データ解析とモデル解析

すべて点の観測点において、① 10,400~0.35Hz の MT 応答関数をソフトウェアパッケージ SSMT2000(Phoenix 社, Canada)を用いて算出した。次に、観測領域(3)を除き(現在解析中のため)、いくつかの周波数帯域の MT 応答関数は信頼度が低いと判断されたため、以降の解析には用いなかった。具体的には①自然界に信号が弱い周波数帯域(いわゆるデッドバンド)である数 kHz 周辺、②商用電源周波数である 60Hz 周辺、および③電車からの漏洩電流などの影響が大きい数 Hz 以下の帯域である。選択した周波数の MT 応答関数を基に、Phase Tensor 法(Caldwell et al., 2004)を用いて、比抵抗構造の次元性と、2次元の場合には構造の走向を決定した。いずれの観測測線も地下比抵抗構造は2次元である。比抵抗構造の走向は、1)山崎断層系主部北西部の大原断層東端延長部を横切る測線では明確に決められなかったため、断層地表トレースの走向と同じ N60W-S60E に、(2)安富断層と暮坂峠断層との分岐部の 3 測線では西から東西、N85W-S85E, N60W-S60E に、そして(4)主部南東部の琵琶甲断層部を横切る測線では N50W-S50E と判断された。

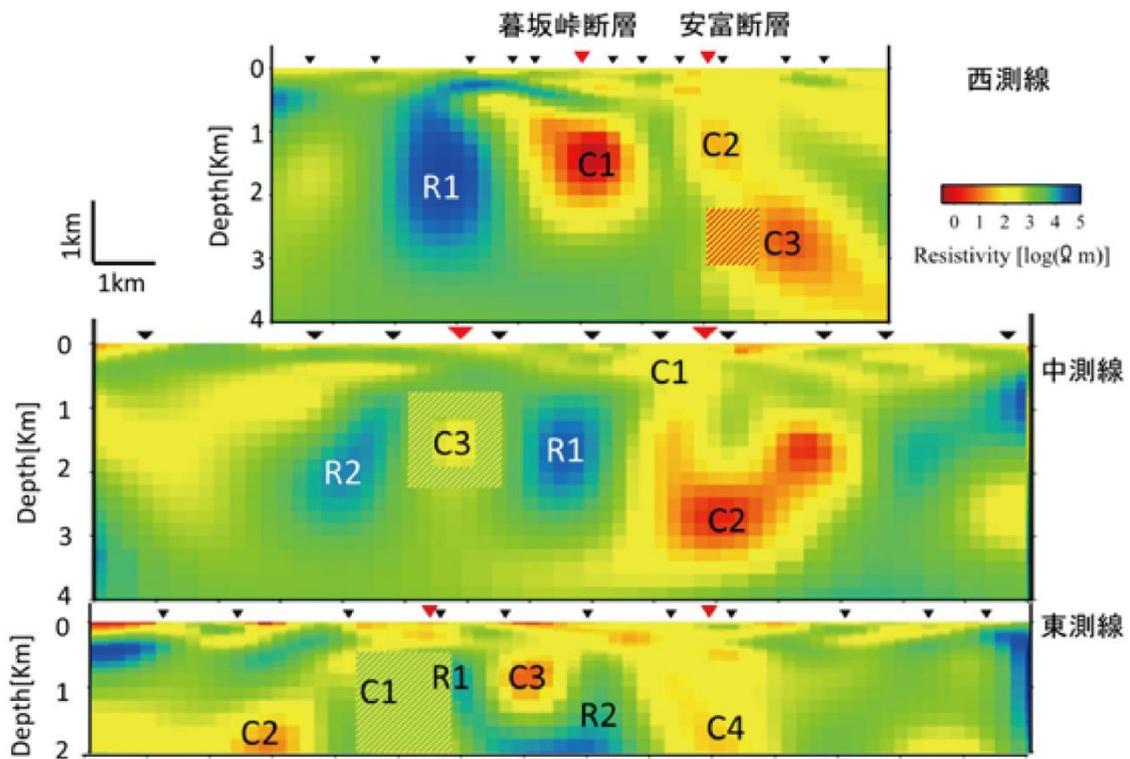
各測線毎に決定された比抵抗構造の走向方向に直交する比抵抗断面を、平滑化拘束付き 2 次元比抵抗構造インバージョンコード(Ogawa and Uchida, 1996)を用いて求めた。s の際、入力データとしては、TE、TM 両モードの見かけ比抵抗値、位相差を用いた。

第 2 図に大原断層東端延長部の、第 3 図に安富断層と暮坂峠断層との分岐部の 3 測線の、そして第 4 図に琵琶甲断層部を横切る測線の比抵抗モデルを示す。



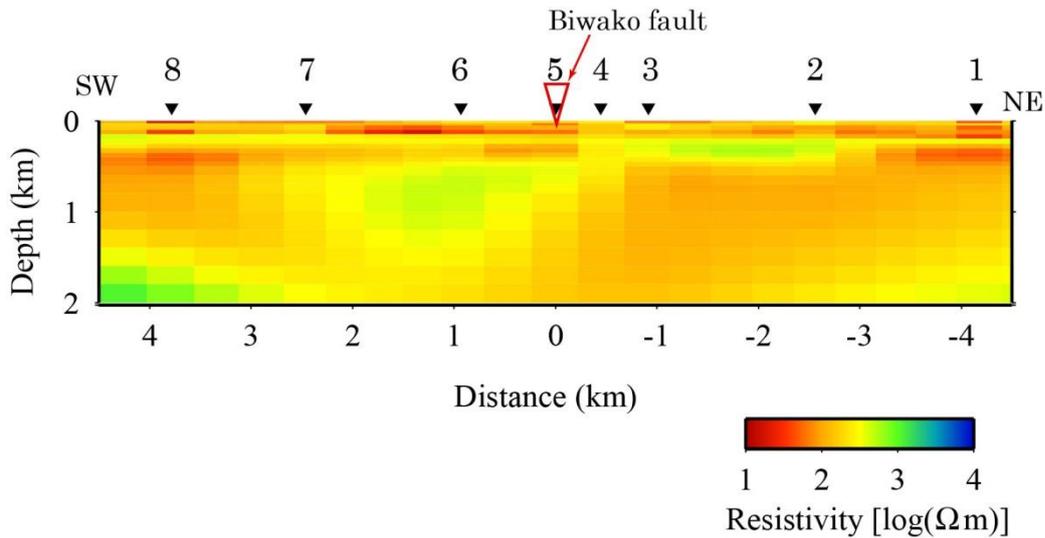
第3図 大原断層延長部の2次元比抵抗断面

黒逆三角印は観測点の、赤逆三角印は地表断層位置、またはその延長部を示す。



第4図 安富断層・暮坂峠断層の2次元比抵抗断面

黒逆三角印は観測点の、赤逆三角印は地表断層位置を示す。



第5図 琵琶甲断層の2次元比抵抗断面  
黒逆三角印は観測点の、赤逆三角印は地表断層位置を示す

#### 第4章 最後に

##### ①山崎断層系主部北西部の大原断層東端延長部

断層地表トレースが資料によって異なるなど、その地表位置は曖昧であるが、しかし、その延長上の地下に高比抵抗 (R1) と顕著な低比抵抗領域 (C1) の対の構造的特徴は、本測線より西側の大原断層の地表トレースが明確な部分と共通していることから、延長部にも大原断層が存在していることを示していると解釈した。

##### ②安富断層と暮坂峠断層との分岐部

安富断層に沿っては、断層トレースの北側の深さ2~4km付近に、顕著な低比抵抗領域が認められるが、暮坂峠断層ではやや低比抵抗な領域が、断層地表トレースのほぼ直下に認められ、両者の構造的特徴には違いがある。更に、暮坂峠断層下のやや低比抵抗な領域は分岐部末端に向かって不鮮明 (比抵抗値の増加) になる傾向が認められた。

##### ③セグメント間隙である主部北西部と主部南東部の間隙部

この部分は、地表トレースが曖昧であった。そこで一部の資料では活断層として認定されているリニアメント部分を中心に地表踏査を行った。現時点では、このリニアメントは、活断層によって生じた地形ではなく、相対的に破碎・浸食が進んだ浸食地形と判断した。ただし、その一部では、横ずれ断層に伴うような地形が見いだされたが、トレンチをするなど追加の踏査を行わないと、現時点では断定できない。

##### ④山崎断層系主部南東部の琵琶甲断層

断層地表トレースを境とする比抵抗コントラストは存在するが、その比は北西部に比べて小さく、土万断層や安富断層で認められた顕著な低比抵抗領域の存在は認められず、地下比抵抗構造においても、主部北西部と南東部に差があることが認められた。

以上