

(1) 実施機関名：

九州大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）内陸地震域の比抵抗構造再調査と地震発生ポテンシャル評価の有効性検証

（英文）Resistivity structure around the zones of large inland earthquakes — revisited

(3) 関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

イ. 内陸地震

(4) その他関連する建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

イ. 内陸地震の長期予測

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

(5) 本課題の5か年の到達目標：

過去25年に日本で発生したM6.5以上の内陸地震のうち、半数以上は対応する活断層が地表に見えない地域で発生した。活断層調査のみでは内陸地震の空間ポテンシャル評価に限界があることは明らかである。本課題では比抵抗構造が内陸地震の規模も含めた空間ポテンシャル評価に真に使えるかどうか結論を得ることを目的とする。以下の作業仮説を2つ設定する。1. 大きな地震の破壊は選択的に低比抵抗体の端部付近から開始する。2. 大きな地震の破壊は別の低比抵抗体の端部で終わる。作業仮説の検証には、地震すべり分布の推定に加え震源断層の端部まで含めた広域の比抵抗構造推定が必要であるが、そのような探査が行われている例は少ない。また、規模の大きい地震の破壊が選択的に低比抵抗体の近傍から開始しているかどうか調べるためには、精度の高い震源分布に加え、空間分解能が高い比抵抗構造推定が不可欠であるが、両者がそろった研究例は少ない。日本ではHi-net, K-net, KiK-net整備以降、規模の大きな内陸地震が発生すると、すべり分布と、精度の高い余震分布が推定されるため、過去25年間の規模の大きな内陸地震は貴重な研究対象である。本課題ではそうした地域を対象に、内陸地震空間ポテンシャル評価が可能かどうかの目をもって比抵抗構造再調査を行う。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

2024～2026年にかけて、太陽活動の11年周期は極大期を迎える。これは比抵抗構造推定のためのSN比が飛躍的に向上することを意味し、人工ノイズを懸念してこれまで探査に及び腰であった地域の再調査を行う絶好の機会である。本課題では2000年鳥取県西部地震、2004年新潟県中越地震、2018年北海道胆振地震、これらの震源域周辺で広帯域MT再調査を行う。既にMT調査が行われ論文が出版されているが、いずれも本課題の作業仮説の検証を行うには不十分である。本課題では観測が行われていなかった地域で新規に観測を行い、既存データと統合し3次元比抵抗構造を推定する。

何年度にどこでMT探査を行うかという計画の進め方は、解析担当者の学生、配分された予算等を考慮して決定する。現在はR6-7 鳥取西部、R7-8新潟県中越、R8-9北海道胆振を計画している。北海道胆振はノイズ環境が比較的良好なため5か年の後半に設定している。いずれにせよ太陽活動が極大なR6-8年度に主たる調査を行い、R9-10年は補充調査の期間にあてる。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2000年鳥取県西部地震

今年度は、まず先行研究であるUmeda et al. 2011 JGRで使用された52点の広帯域MTデータの入手整理と、国際誌に未発表であった12点の広帯域MTデータ

(<https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/hapyo/04/p56.pdf>)の入手整理、さらにそれら統合した3次元比抵抗構造解析を行った。その結果、先行研究では本震の震源の南西深部に低比抵抗体がイメージングされたが、統合解析では低比抵抗体が本震震源直下にイメージングされ異なる結果となった。様々なテスト計算の結果、12点の未発表データの追加、ならびに地磁気応答関数の使用が、構造の違いをもたらしていることが分かった。

先行研究の応答関数は周期1sより長周期側で質が高くなく、深部構造を拘束することが困難である。長周期側で質の高い応答関数を得るため、2024年10月29日から12月12日にかけて、既存点の隙間をうめるように35点の観測点を配置し、広帯域MTもしくは地電位データの取得を行った(図1)。1観測点あたり通常より長い3週間データを取得することで、地磁気活動が活発な時期のデータ取得に成功し、長周期まで信頼できる応答関数を推定することができた。次年度は、既存データも含めノイズ処理に工夫をすることで、長周期側の応答関数の質を向上させる。その後、既存点も含めた約100点の解析により3次元比抵抗構造を推定し、2000年鳥取県西部地震の破壊の開始と停止との空間的な関係を調べる。

1997年鹿児島県北西部地震

今年度は2024年4月2日から5月8日まで、既存点の隙間をうめるように22点の観測点を配置し、広帯域MTもしくは地電位データの取得を行った。先行研究であるUmeda et al. 2014 Tectonophysicsで使用された41点の広帯域MTデータの入手整理、ならびに前計画、前々計画で九州大学を中心として取得した23点の広帯域MTデータの整理も併せて行った。以上全てをあわせた合計86観測点のデータを用い3次元比抵抗構造解析を行い、1997年鹿児島県北西部地震のすべり分布(Horikawa 2001 BSSA)と比較した。その結果、3月の本震(M6.3)は低比抵抗体の端部で開始し、破壊が西側に進行したが、最終的に別の低比抵抗体の存在によって停止したことが分かった(図2)。5月の地震(M6.2)についても、すべり量は3月の地震に比べ小さいものの似た結果を示した。以上の結果は2016年熊本地震で得られた結果(Aizawa et al. 2011 EPS)と同様であり、内陸大地震の破壊の開始と停止が、低比抵抗体に支配されている事例と判断した。

1995年兵庫県南部地震

2024年12月12日から2025年1月8日にかけて、余震域上の3点において広帯域MTデータを取得した。この観測の目的は人工ノイズの影響が顕著であると想定される大都市神戸周辺において、本課題の目的にかなうMTデータが得られるか事前評価することであった。その結果、2025年1月前半の磁気嵐発生によりSN比が飛躍的に向上し、さらにその時期の夜間のデータのみ使用すれば、比抵抗構造解析に使用できる質の応答関数が得られることが確認できた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

1－(5)－イ 内陸地震

比抵抗構造と、すべり分布や震源分布等との比較により、1997年3月の鹿児島県北西部地震は低比抵抗体の西端部で開始し、破壊が西側に進行したが、最終的に別の低比抵抗体の存在によって止まったことが分かった。これは2016年熊本地震で得られた結果と同様であった。今後、MT観測により別の地域での事例を蓄積する。

6－(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

2000年鳥取県西部地震震源域での広帯域MT調査について、解析担当者の大学院生を選定し、観測のための用地交渉、観測準備、観測の実行や連絡、さらに得られたデータの整理、解析まで、一連の作業全てに携わってもらった。全て主体的に責任を持って実行したため、ただ作業に参加するだけでなく、全体をマネジメントしながら調査を行う貴重な経験となった。

(8) 令和6年度の成果に関連の深いもので、令和6年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

Nakamura, K., Aizawa, K., Asamori, K., Oshiman, N., Shiozaki, I. and The 2001 Research Group for Crustal Resistivity structure, 2024, Re-analysis of broad-band magneto-telluric data in the focal region of the 2000 Western Tottori Earthquake (Mj=7.3), 26th EM Induction Workshop Beppu, Japan, 7-13 September 2024 (ポスター).

Matsunaga K., Aizawa K., Asamori K., Ogawa H., Utsugi M., Yoshimura R., Yamazaki K., Uchida K., Yamaguchi M., Inoue T., Okuda Y., Yonemori K., Shigematsu H., Sunagawa H., 2024, Three-dimensional resistivity structure of the epicenter area of the 1997 Kagoshima earthquake doublet, Japan, 26th EM Induction Workshop Beppu, Japan, 7-13 September 2024 (ポスター).

(9) 令和6年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和7年度実施計画の概要：

MTデータの解析。中越もしくは兵庫県南部での広帯域MT観測。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

相澤広記（九州大学）

他機関との共同研究の有無：有

上嶋誠（東京大学）, 臼井嘉哉（東京大学）, 吉村令慧（京都大学）, 市原寛（名古屋大学）, 橋本武志（北海道大学）, 塩崎一郎（鳥取大学）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：九州大学地震火山観測研究センター

電話：

e-mail：

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：相澤広記

所属：九州大学地震火山観測研究センター

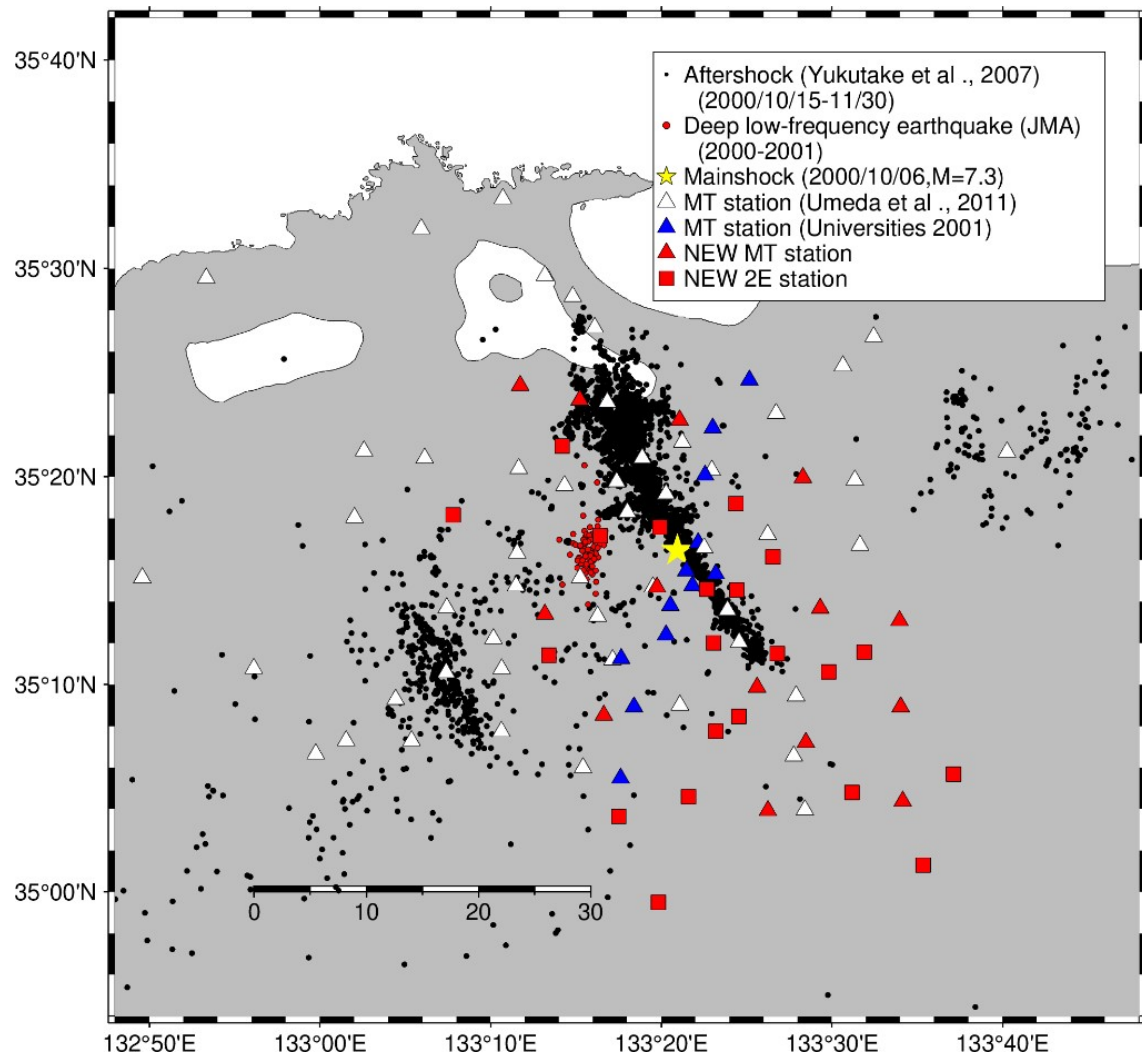


図 1

2000年鳥取県西部地震震源域周辺での広帯域MT観測点分布図。赤のシンボルが本課題において2024年10月29日から12月12日に観測を実施した観測点。青いシンボルは2000年に大学連合が行った広帯域MT観測点を示す。

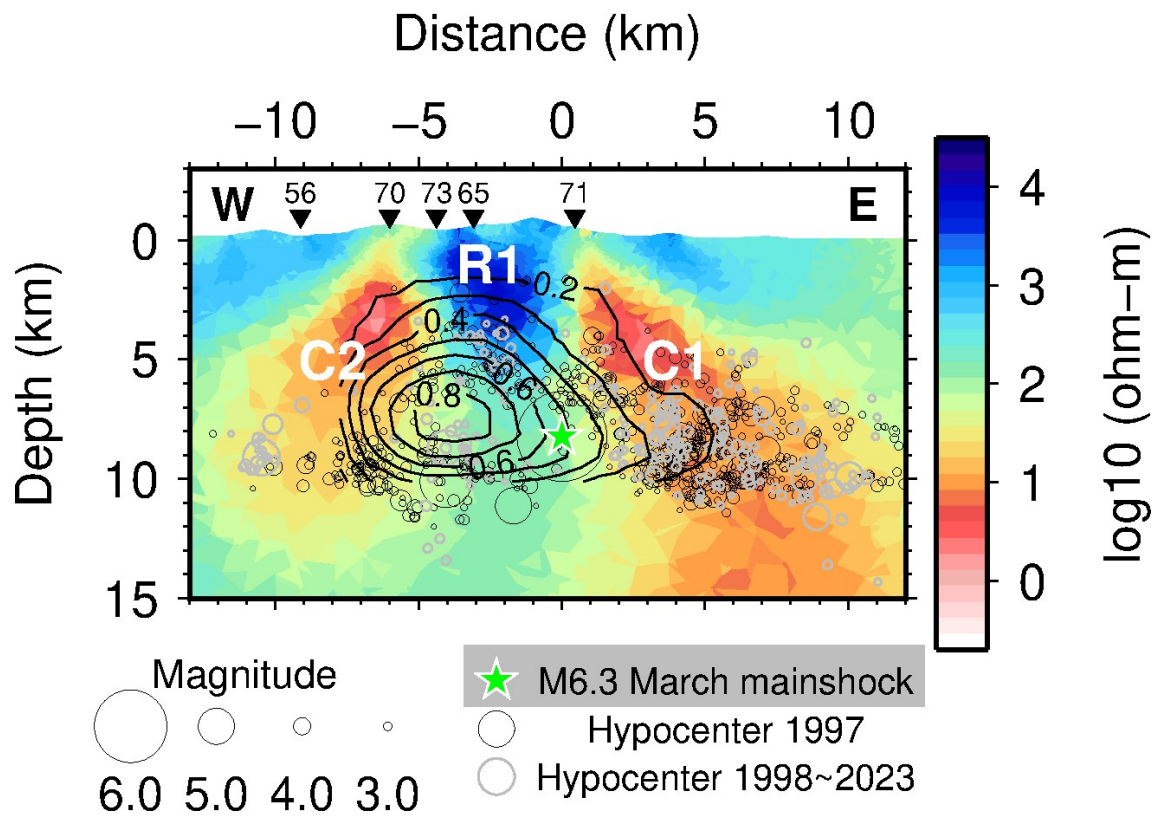


図 2

1997年3月の鹿児島県北西部地震の破壊面に沿った比抵抗断面。Horikawa 2001によるすべり分布 (単位はm)を併せて示す。地表の逆三角は断面近傍の観測点の位置を示す。