

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 3日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22740294

研究課題名（和文）

直流電車からの漏洩電流を用いた次世代比抵抗調査法の開発研究

研究課題名（英文）

Development research on new method for resistivity imaging using artificial electric noise caused by DC-railway leakage current

研究代表者

吉村 令慧（YOSHIMURA RYOKEI）

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号：50346061

研究成果の概要（和文）：

地表電磁場観測において除去の対象であった直流電車からの漏洩電流ノイズを用いた新たな比抵抗構造調査法を開発することを目的に、既存の多点同時観測データの精査によりその特性を把握し、信号源として使うための課題の抽出を行った。また、テストフィールドとして検討の対象とした2007年能登半島地震震源域周辺の電磁場観測データから、3次元比抵抗構造を推定した。

研究成果の概要（英文）：

In order to develop new method for underground resistivity imaging using artificial electric noise, which should be removed in ordinary electromagnetic surveys, caused by DC-railway leakage current, we revealed the characteristics of the DC-railway leakage currents by careful scrutiny of existing multipoint and simultaneous observed electromagnetic data and clarified the issues in case of using leakage currents as active sources. In process of the careful scrutiny, we obtained three-dimensional resistivity image around the focal region of the 2007 Noto Hanto earthquake.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：観測手法・比抵抗構造

1. 研究開始当初の背景

地震発生域の場の理解のために、重要な知見をもたらす比抵抗構造の把握を目的に、自然信号を用いた電磁探査が広く実施されている。電磁探査には、都市ノイズとりわけ直流電車からの漏洩電流が致命的な悪影響を及ぼすため、ノイズリダクションや探査の信号となる磁気擾乱が大きい期間を狙った観測が実施されてきた。都市部周辺には多くの活断層の存在が知られており地下構造の解明に大きな期待が寄せられているものの、電磁ノイズも大きいため S/N の向上には限界がある。このような電磁的高ノイズ域では、人工信号による電磁探査が有用とされているが、大出力の信号源を用意しても、遠方まで信号を送信することは非常に困難である。

電磁気学的な調査研究では、直流電車からの漏洩電流に起因する広範な電磁ノイズが観測されることが多い。漏洩地点から数 10km 以上離れた地点でも観測される。このような漏洩電流を物理探査の信号として用いることは、過去にも試みられているが（たとえば、笠谷他[1996]、丹保他[2002]）、3次元比抵抗構造を求めるまでには至っていなかった。測定器材の制約から、多点同時測定が困難であったため、漏洩電流信号の面的把握ができないことが主因であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、直流電車からの漏洩電流信号を用いた新たな比抵抗構造調査法を開発することを目標に、その特性を面的に把握することを、ならびに人工探査の信号として用いる際の課題を抽出することを目的とする。

3. 研究の方法

2007年能登半島地震の陸域震源域周辺において既に取得済みの多点同時の電磁場データ (Yoshimura et al. [2008]:図1) を精査することにより、データ中に含まれる直流電車からの漏洩電流の面的な特性を明らかにする。また、数値計算と実データとの対比を行い、構造探査の信号源として利用する際に必要となる情報の確認を行う。また、検討の基礎情報となる3次元比抵抗構造を従来の解析手法を用いて推定する。

4. 研究成果

直流電車からの漏洩電流信号の特徴を把握するために、既にアレイで取得済みの広域 MT 観測データの精査を行った。精査を行ったデータセットは、計 20 点で同時に取得

された電磁場記録からなる (図1)。各観測点は、直近の漏洩点と考えられる地点から 10~40km の距離差があるが、同時刻に信号が確認できた (図2)。

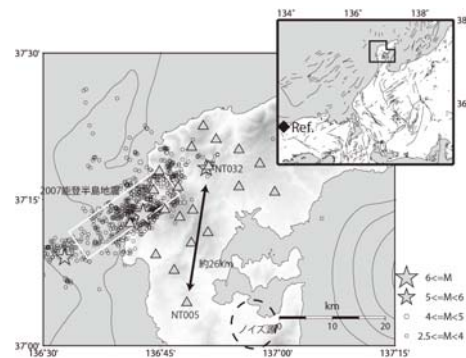


図1：既存データの観測点分布(△)

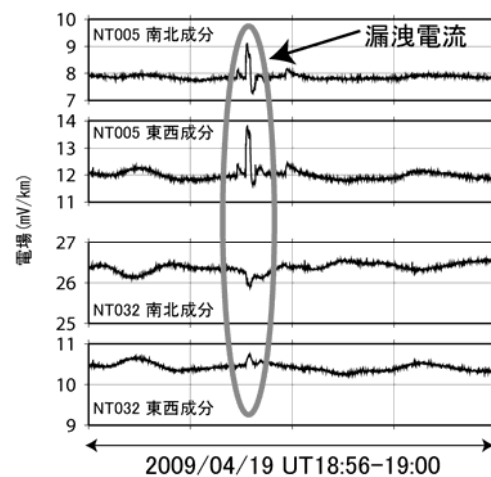


図2：漏洩電流信号例

しかしながら、ほぼ同じ位置での電流源とみなすことができる始発時間帯に着目して、日ごとの信号の差異や、その発生位置が容易に特定することが困難な日中の漏洩電流信号との比較を行った結果、受信観測網の広さに対して信号源と観測網の距離が同程度か短い場合には、単純にある受信点のデータで規格化してスタッキング処理を行うことは難しく、かなりの精度で信号源位置を推定イベントごとの処理・解析が必要であることが分かった。新たな探査手法の確立に向けてのデータ取得上の問題点が明らかになったことを受けて、漏洩電流信号源の直近での観測データを収録することによる信号源の位置推定精度の向上、受信観測網の広がりに対して十分に遠方の信号の利用を進めるかの二者について有効性を評価する追試が必要である。

多点同時電場観測のための手法開発の一

環で、新規に電極の改良を行った。品質管理を簡便にするため、銅—硫酸銅電極を採用し、大地との接触部となる底面セラミックに複数素材で室内比較試験・長期計測試験を行った結果、安定した電場データの取得が可能となる電極が構成できた。野外において既製品の鉛—塩化鉛電極と比較して同程度の品質の地電位差データを取得できることも確認した。

既に関済済みの電磁誘導問題に対するフォワードソルバー (Yoshimura and Oshiman [2002]) を直流法に適用可能なように、またローカルな3次元構造解析に対応可能なように変更を加えた。Dey and Morrison [1979] などの広範に使用されている比抵抗法コードとの比較・検討をシンプルな構造に対して行った。今後、後述する現実的な地下構造や、地形・海陸分布を反映したモデルに対して順計算を行い、観測値を説明するか否か検討を進める必要がある。

テストフィールドとして用いた 2007 年能登半島地震震源域周辺陸域の電磁場データを用いて、Magnetotelluric (MT) 法に基づく3次元構造解析を行った。海陸分布のモデルへの組み込み方、初期モデル・優先モデルの逐次更新によるモデルの精緻化などにより、結果として本震破壊領域ならびに余震活動域下部に低比抵抗領域が推定され、その空間的広がりも地震活等に対応することが確認された (図3)。加えて、震源断層の北東端の構造不均質が明らかになり、破壊域が構造により特徴づけられている可能性が示された。

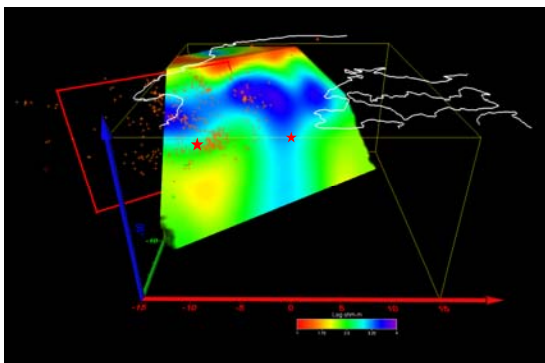


図3：従来の MT 法に基づいて逆解析により推定された 2007 年能登半島地震震源域周辺の3次元比抵抗構造。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計4件)

1. 吉村 令慧・大志万 直人, 比抵抗からみる内陸地震震源域周辺の不均質構造-2007年能登半島地震を中心に, 京都大学防災研究所研究発表講演会, 2013年2月20日(京都).
2. Ryokei Yoshimura, Naoto Oshiman, Hiroshi Ichihara, and Makoto Uyeshima, Three-dimensional resistivity structure around the 2007 Noto Earthquake, Japan, and its relations to seismicity and slip distribution, 21st EM Induction Workshop, 2012年7月30日, ダーウィン(オーストラリア).
3. Ryokei Yoshimura, Naoto Oshiman, Hiroshi Ichihara, and Makoto Uyeshima, Three-dimensional electrical resistivity structure around the 2007 Noto Hanto Earthquake, JpGU Meeting, 2012年5月25日(千葉幕張).
4. Ryokei Yoshimura, Naoto Oshiman, Hiroshi Ichihara, and Makoto Uyeshima, Imaging Heterogeneous Electrical Resistivity Structures around the 2007 Noto Hanto Earthquake, the XXV IUGG General Assembly, 2011年7月2日, メルボルン(オーストラリア).

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
 発明者：
 権利者：

種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉村 令慧 (YOSHIMURA RYOKEI)
京都大学・防災研究所・准教授
研究者番号：50346061

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし