

中国・四国地方および紀伊半島でのネットワーク MT 観測
— 観測の概要と成果のレビュー —

山口 覚 (大阪市立大学大学院理学研究科)
ネットワーク MT 西日本グループ

Network-MT surveys in the Chugoku-Shikoku district and in the Kii peninsula.
- The general outlines of the surveys and brief review of the resistivity structure -

Satoru YAMAGUCHI (Graduate School of Science, Osaka City University)
Network-MT group in Western Japan

Abstract

Some continental scale magnetotelluric surveys, such as USarray and SinoProbe, are proceeding. A new magnetotelluric survey project which covers the Japanese archipelago and surrounding area of sea, has been proposed by members of the Conductivity Anomaly group in Japan, too. It is important first step to share information of already doing magnetotelluric and deep geomagnetic sounding surveys to start the new project.

The Network-MT survey is one of representative regional scale magnetotelluric survey project in Japan and has been made in the Hokkaido, Tohoku, Chubu, Chugoku, Shikoku, Kyusyu districts, and in the Kii peninsula.

In this paper, we showed the general outline of the Network-MT surveys in the Chugoku-Shikoku district and the Kii peninsula with brief review of the regional resistivity structure of the areas.

1. はじめに

近年 いくつかの国で、大陸スケールの 3 次元地下比抵抗構造を明らかにするプロジェクト (例えば USarray, SinoProbe) が進められている。日本においても、陸上と周辺海域を含めた広い地域の地下比抵抗構造を明らかにし、基盤データのひとつとしたいとの気運が高まりつつある。一方、日本列島および周辺海域では、Conductivity Anomaly (CA) 研究会のメンバーを中心として、多くの観測が、すでにおこなわれている。新しいプロジェクトを進めるにあたり、すでに得ているデータについて、それらの情報 (観測方法、観測点の位置、観測機器、周期帯、サンプリング間隔など) をグループのメンバーが、広く共有することが望ましい。

本稿では、中国・四国地方および紀伊半島におけるネットワーク MT 観測について、観測の概要とこれらデータを用いた成果について、そのいくつかを紹介する。

1. 中国・四国地方でのネットワーク MT 観測

(1)観測について

中国・四国地方での観測は、1994年11月から2000年3月までの間で、いくつかの地域や期間に分けて行った。ここでは、NTT (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) の中心局や中継局の局舎アース、およびこれらをつなぐ局舎間中継線を用いて電位差を測定した (Fig.1)。電位差データは SES93 (AD system 社) を用いて10秒間隔で収録し、モデムを介して研究室のパソコンに記録した。本観測方法では、いくつかの局舎アース (または、自作電極) および、これらをつなぐ電話専用回線の組をネットと呼ぶ。また、2組の電位差測定基線で形づくられる三角形または、四角形の領域をエリアと呼ぶ。観測を展開した地域と測定期間を Table1 に、観測点の分布を Fig.2 に示す。

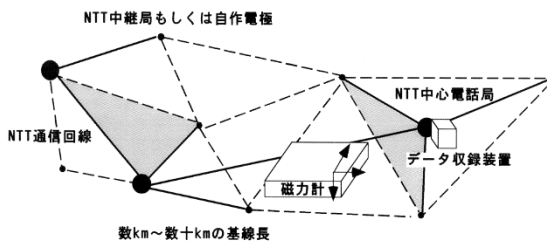


Fig.1 A sketch of the experimental design of the Network-MT method

Table1 中国・四国地方のネットワーク MT 観測

四国地方	
東部Ⅰ期	1994年11月~12月
東部Ⅱ期	1995年2月~5月
東部Ⅲ期	1995年7月~10月
北西部	1999年10月~2000年3月
西南部	2000年4月~12月
中国地方	
南部	1995年7月~10月
東部	1995年12月~1996年3月
北西部	1999年10月~12月
西南部	1999年12月~2000年3月

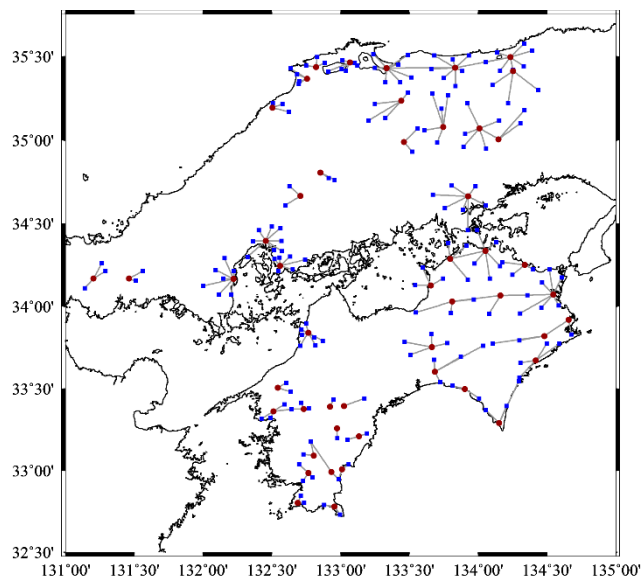


Fig.2 Spatial distribution of Nets throughout the Chugoku-Shikoku district.

(2)これまでの成果

ネットワーク MT 観測によって得られたデータから決められた広域地下比抵抗構造の成果として、塩崎ら (1998), Yamaguchi *et al.* (1999), 首藤 (2002) など挙げられる。ここでは、後者2つについて簡単に報告する。

Yamaguchi *et al.* (1999) は、四国東部の7つのネット (Fig.3) の MT 応答関数を基に、

2次元フォワード計算によって四国東部を横切る2次元比抵抗断面 (Fig.4) を提示している。この比抵抗モデルは、フィリピン海プレートに対応する高比抵抗領域とその上面に位置し、北端が中央構造線の位置と対応する顕著な低比抵抗領域の存在が特徴的である。

首藤(2002)は、中国・四国地方を横切る測線を設定し、その測線が通過するもしくは、近くに位置するネット (Fig.5) のMT応答関数から、2次元比抵抗インバージョンモデルを提示した (Fig.6)。このモデルは、四国地方、中国地方の両方の地下に存在する高比抵抗領域で特徴付けられ、西南日本弧に沈み込むフィリピン海プレートと解釈されている。

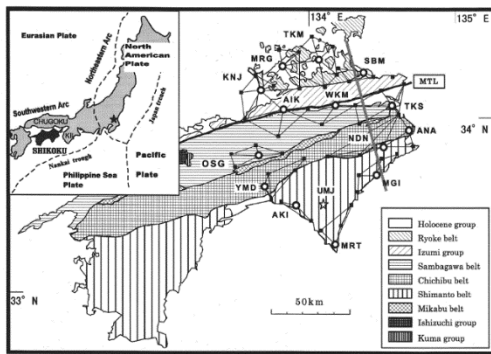


Fig.3

Location of the comprising the Network-MT in the eastern part of the Shikoku district southwestern Japan and geology of the area.

The gray line indicates the location of the cross section for the two-dimensional model. Open circles with abbreviated location names represent the central stations and closed squares show the telephone branch stations. (after Yamaguchi *et al.*, 1999)

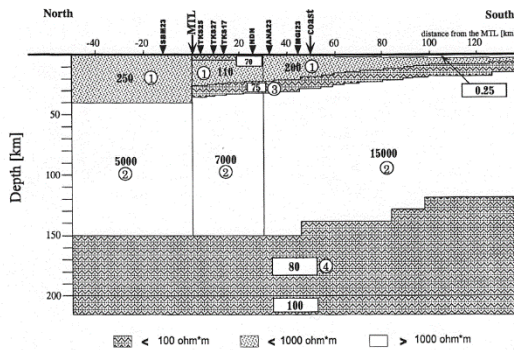


Fig.4

Two-dimensional resistivity cross section derived from forward modeling of the Network-MT data beneath the eastern part of the Shikoku district. (after Yamaguchi *et al.*, 1999)

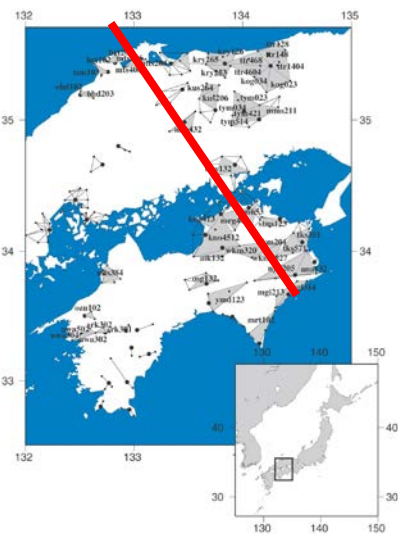


Fig.5

The spatial location of the comprising the Network-MT in the Chugoku and Shikoku district, southwestern Japan

The red line indicates the location of the cross section for the two-dimensional model. Open circles with abbreviated location names represent the central stations and closed squares show the telephone branch stations. (after Sutoh, 2002)

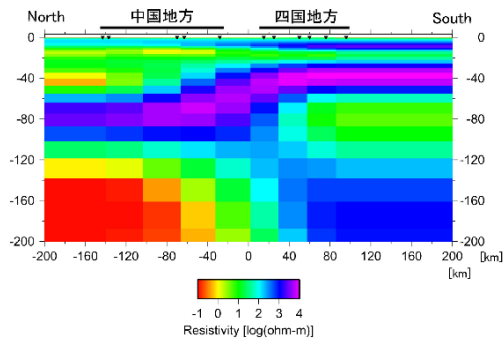


Fig.6

Two-dimensional resistivity cross section derived from inversion modeling of the Network-MT data beneath the Chugoku and Shikoku district. (after Sutoh, 2006)

2. 紀伊半島におけるネットワーク MT 観測

(1) 観測について

紀伊半島での観測は 2002 年 9 月から 2004 年 3 月まで行った。この頃までに NTT の局舎間を結ぶ中継線の光ファイバー化が進み、局舎間中継線を電位差測定に使用することが不可能となった。しかし、ある局舎とその局舎が担当している地域（ローカルサービスエリア）内の加入者を結ぶメタル線は使用可能であった。そこで、各ローカルサービスエリア内で、互いにできるだけ離れるように選定した 3~4 地点に自作電極を埋設し、それら電極と局舎間の電位差を測定する方式（modified Network-MT method）に変更した（Fig.7）。1 つのネットがカバーする範囲が従来よりも小さくなり、それに伴いネット数は 54、電極点数は 193 点と多くなっている。観測を展開した地域と測定期間を Table2 に、観測点の分布を Fig.8 に示す。

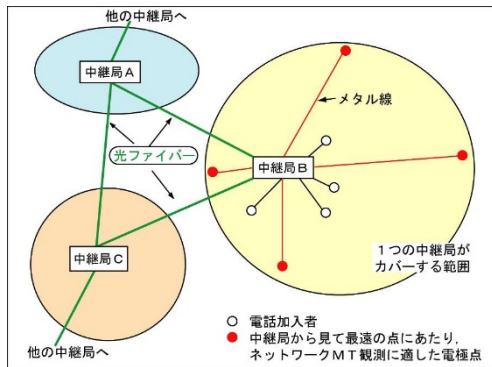


Fig.7

A sketch of the experimental design of the modified Network-MT method.

和歌山県	
I 期	2002 年 9 月~2003 年 1 月
II 期	2003 年 1 月~7 月
三重県	
I 期	2002 年 3 月~9 月
II 期	2003 年 12 月~2004 年 3 月
奈良県	
I 期	2003 年 7 月~11 月
II 期	2003 年 11 月~2004 年 3 月

Table 2

紀伊半島におけるネットワーク MT 観測

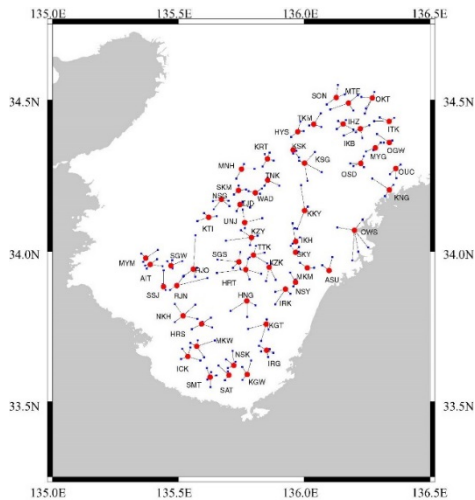


Fig.8
Spatial distribution of Nets throughout the Kii Peninsula
The red and blue circles indicate the telephone stations and electrode points, respectively.

(2) これまでの成果

ネットワーク MT 観測によって得られたデータから決められた広域地下比抵抗構造の成果として, Yamaguchi *et al.* (2009), 長野 (2006)が挙げられる。

Yamaguchi *et al.* (2009) は, 紀伊半島中央部を横切る測線上の 5 つのネットの MT 応答関数から 2 次元比抵抗インバージョンモデルを求めている。Fig.9 に比抵抗モデルと震源を重ねた図を示す。彼らは, 顕著な低比抵抗領域が, 深部低周波微動 (例えば, Obara, 2000) の震源域, および V_p/V_s が高い地域 (Matsubara *et al.*, 2008)とも対応することから, 深部低周波微動の発生には, 流体が大きく関与していることを指摘した。

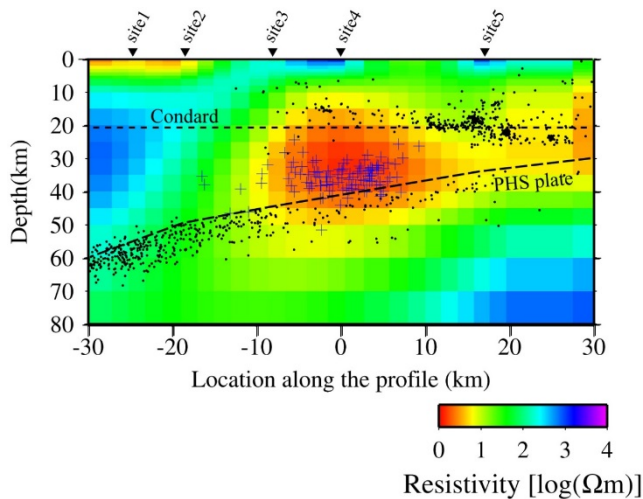


Fig.9
2-D resistivity cross-section and seismicity along the transect A-A'.
Two types of hypocenters are shown here: hypocenters of deep low-frequency tremors (blue 'plus' symbols) and those of regular earthquakes (black dots).
(after Yamaguchi *et al.*, 2009)

長野(2006)は, 紀伊半島西部を横切る測線に沿って MTU-5 (Phoenix Geophysics Ltd. カナダ) や U43 (テラテクニカ社, 日本) を用いた広帯域 MT 観測を行った (Fig.10)。これらの観測点のうち, ネットワーク MT 観測のネット内に位置する観測点では, 短周期側は広帯域 MT の, 長周期側はネットワーク MT の応答関数を用いて 2 次元比抵抗インバージョンモデルを求めた(Fig.11)。彼らのモデルでも深部低周波微動の震源域と低比抵抗領域の

対応が明瞭に認められている。

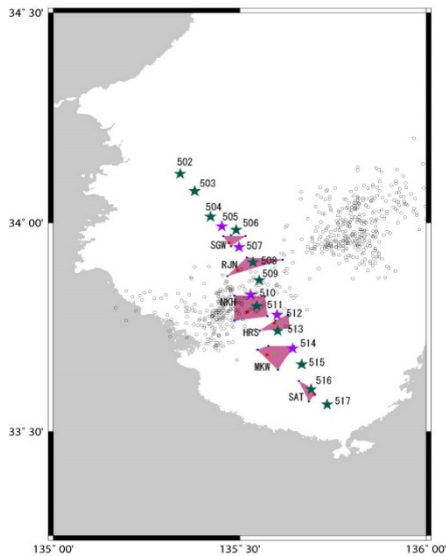


Fig.10

Spatial distribution of observation points of in the western part of the Kii Peninsula conducted by Nagano (2006)

MT response are obtained at the points of the wide-band MT (stars) and pink Areas. (after Nagano, 2006)

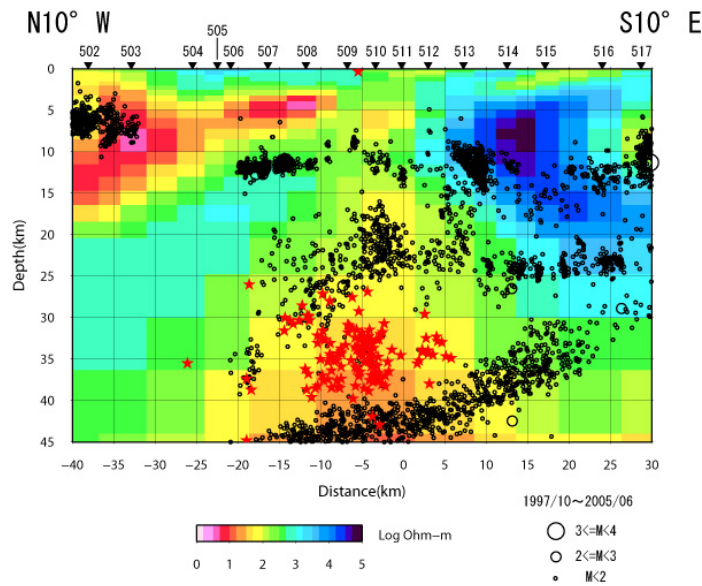


Fig.11 2-D resistivity cross-section and seismicity along the transect A-A'.
Two types of hypocenters are shown here: hypocenters of deep low-frequency tremors (red stars) and those of regular earthquakes (circles).
(after Nagano, 2006)

おわりに

ネットワーク MT データの解析および本稿の作成にあたり，記録媒体のトラブルにより，わずかではあるが，一部の電子化されたデータが失われている事が明らかになった。今後大きなスケールのプロジェクトを進めるにあたり，長い機関にわたって，容易にデータ解析が行えるように，データフォーマット，保存場所（機関）を明確にして，長い期間に渡って保存できるような体制を整えることが重要であろう。

謝 辞

本観測を実施するにあたって，多大な援助を頂いている NTT 関係各位の方々に，厚く感謝の意を表します。

参考文献

塩崎一郎，西垣俊宏，山口高広，村上英記，大志万直人，上嶋誠，山口覚，歌田久司，西田良平，住友則彦，中国地方におけるネットワーク MT 法観測，*東京大学地震研究所彙報*，73，319-344，1998.

Yamaguchi, S., M. Uyeshima, H. Murakami, S. Sutoh, D. Tanigawa, T. Ogawa, N. Oshiman, R. Yoshimura, K. Aizawa, I. Shiozaki, and T. Kasaya, Modification of the Network-MT method and its first application in imaging the deep conductivity structure beneath the Kii Peninsula, southwestern Japan, *Earth Planets Space*, **61**, 957–971, 2009.

Yamaguchi, S., Y. Kobayashi¹, N. Oshiman, K. Tanimoto, H. Murakami, I. Shiozaki, M. Uyeshima, H. Utada, and N. Sumitomo, Preliminary report on regional resistivity variation inferred from the Network MT investigation in the Shikoku district, southwestern Japan, *Earth Planets Space*, **51**, 193–203, 1999.

長野雄大，紀伊半島の深部低周波微動発生域周辺の比抵抗構造，京都大学大学院理学研究科，修士学位論文，2006.

首藤史郎，電気伝導度から見た中国・四国地方の深部構造，神戸大学大学院自然科学研究科，修士学位論文．2003.