

## 紀伊半島地域におけるネットワーク MT 観測

神戸大学	理学部	山口 覚
東京大学	地震研究所	上 嶋 誠
高知大学	理学部	村上 英記
京都大学	防災研究所	大志万 直人
鳥取大学	工学部	塩崎 一郎

### 1. はじめに

日本列島スケールの上部マントルに至る深部電気伝導度構造を明らかにすることを目的として、全国規模でネットワークMT観測が進められている。(e.g. Uyeshima et al., 2002)

そのうち、中国・四国地方では東部を中心とする観測が終了し、四国地方東部の2次元比抵抗断面 (Yamaguchi et al, 1999) や中国・四国両地方を縦断する2次元比抵抗断面が求められている(首藤, 2003)。しかし、中部から近畿地方は大きな空白域として残っている。この空白域の中でも、紀伊半島地域は、すでに観測が終了している四国東部と隣接しており、ここの電気伝導度構造を決定することによって、西南日本弧に沿う方向の構造変化を捕らえることが可能となる。

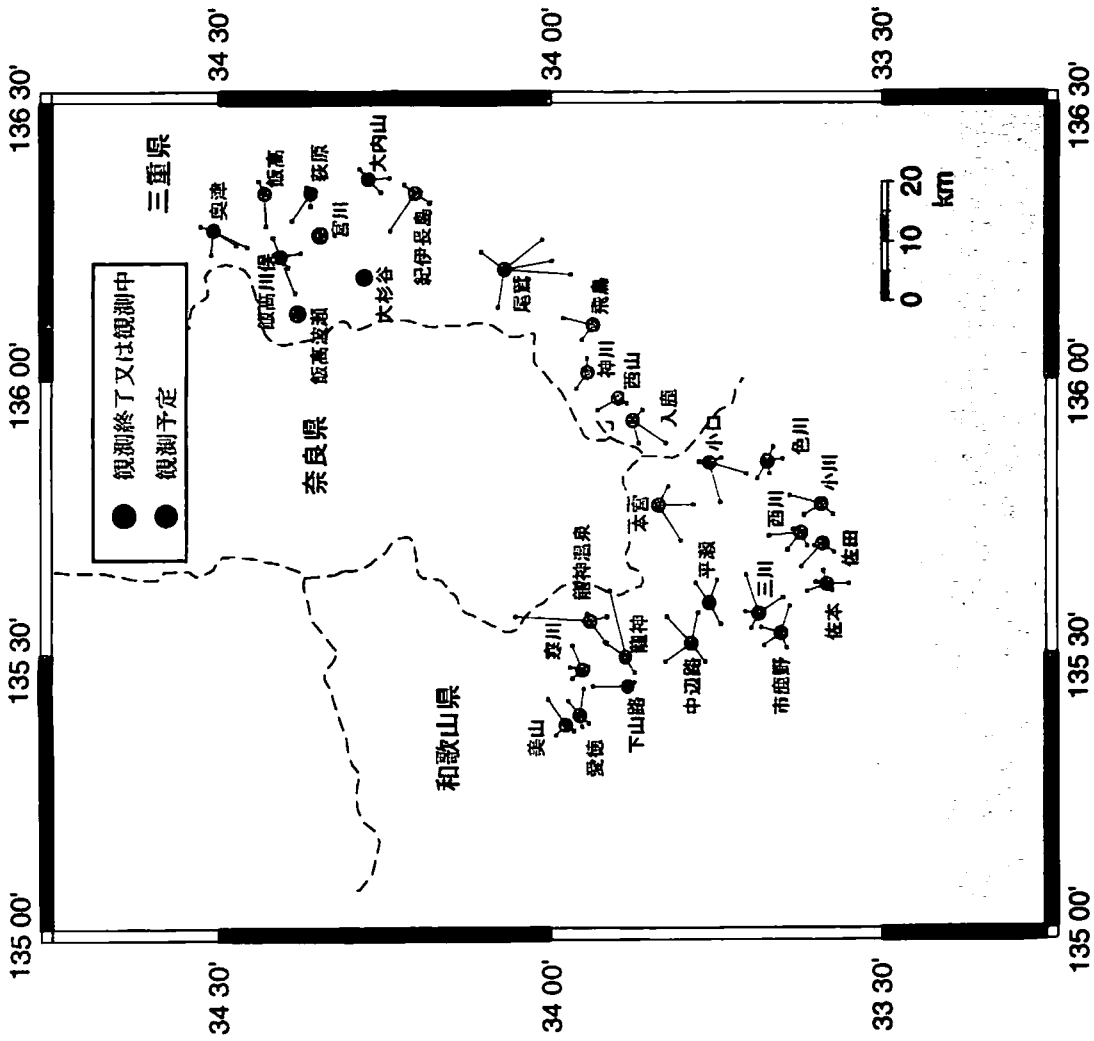
そこで、2002年度にこの地域において、ネットワークMT観測を実施した。本報告では観測の概要、予察的な解析結果を報告する。

### 2. 観 測

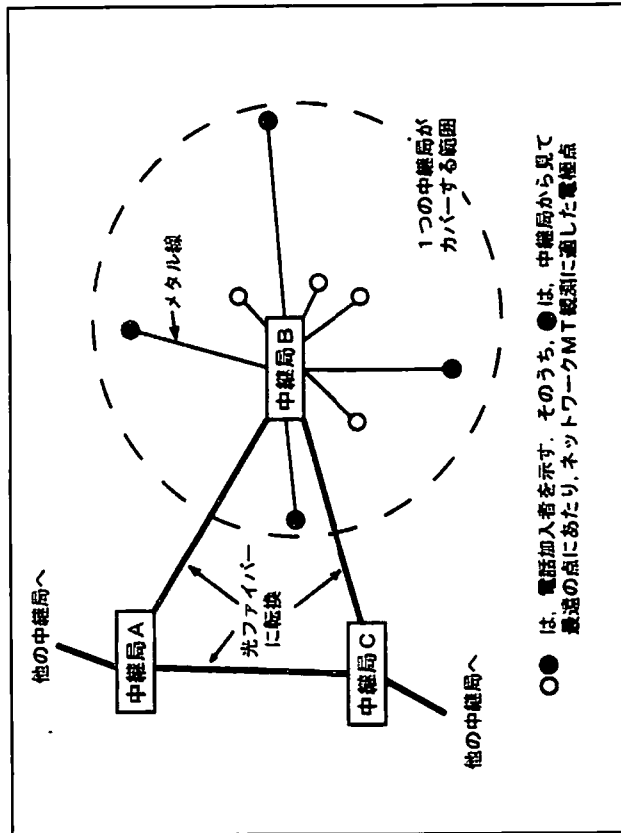
従来のネットワークMT観測では、中継局の局舎アースと中継局間をつなぐ回線を使用して、広い範囲を、隙間なくカバーする様に展開してきた。しかし、近年、中継局間の回線の殆どが、光ファイバー化され、同時に、それまでに使用されてきたメタル線は撤収されてきたために、従前の方法ではネットワークMT観測が行えない状況になってきていた。

本観測では、観測方法を次のように変更した。NTTの電話回線網の地域割りは、基本的には各市町村に、1つ又は複数の中継局があり、その中継局から末端加入者まで電話回線が敷設されている。この回線は現在もメタル線であるので、地電位差測定に用いることができる。そこで、1つの中継局がカバーする範囲の内の最も離れた電柱(基本的には東西南北4方向)に保安器の設置を依頼し、電信柱の近くに鉛-塩化鉛電極を埋設した。これら電極と中継局のアースと各電極間の地電位差を中継局内に設置した記録計で測定した(第1図)。

本観測地域の観測点分布図を第2図に示す、また、各中心局と端点の位置を第1表に示す。三重県下では中心局を11カ所、端点を35ヶ所設け、2002年2月から8月の7ヶ月間にわたって観測を行った。和歌山県下では観測地域の北部、南部に分けて観測を行った。



第2図 紀伊半島（和歌山県・三重県）のネットワーク観測点  
 黒丸は中心局を、四角は端点を示す。中心局と端点の間（実線）の電位差を測定している。

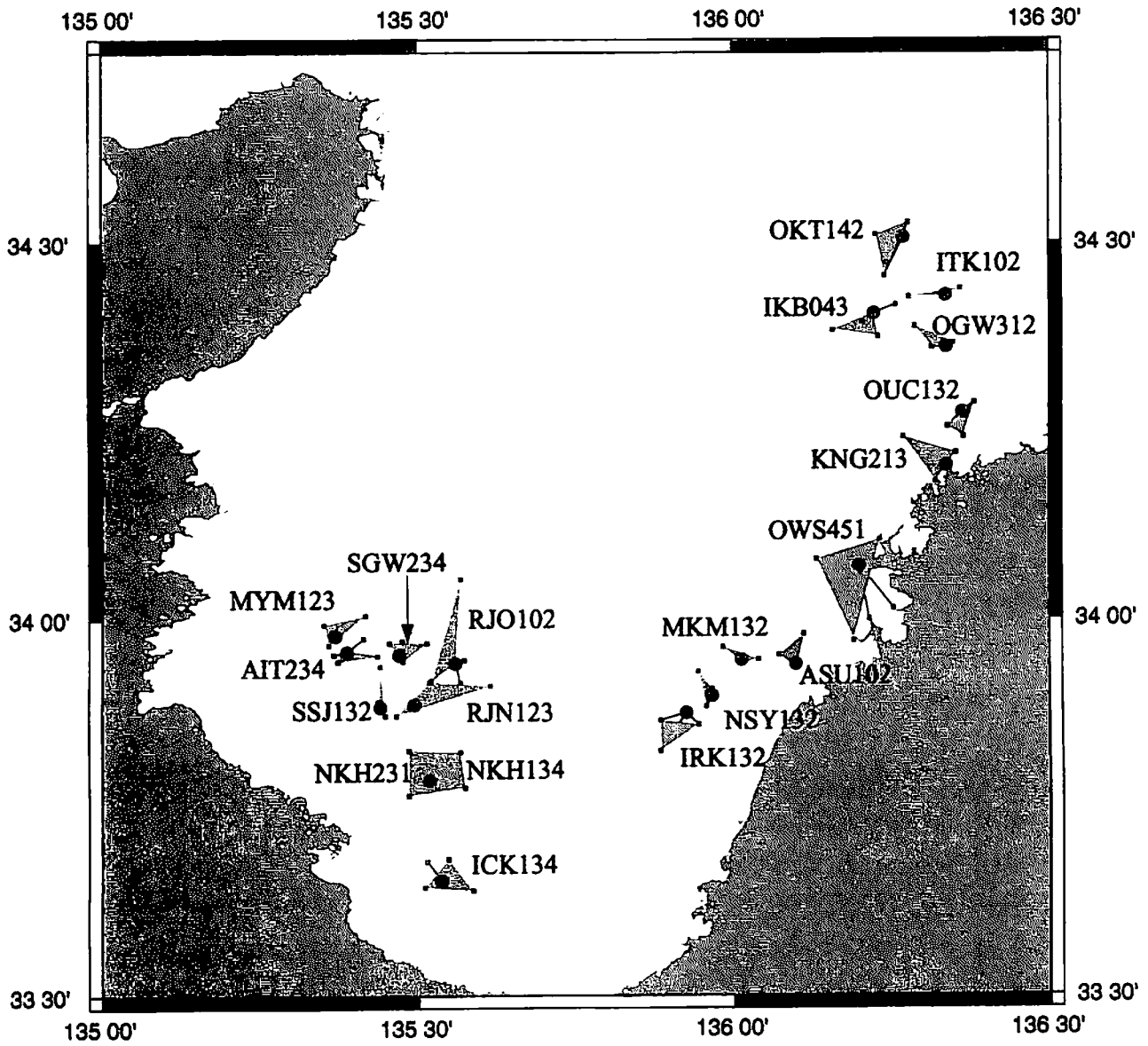


第1図 ネットワークMT観測概念図

第1表 紀伊半島(和歌山県・三重県)の中心局と端点

中心局	端点	端点 番号	緯度[度]	経度[度]	高度[m]
和歌山県					
市鹿野 (ICK)	殿山	1	33.6517	135.5377	61
	玉伝	2	33.6817	135.5481	47
	大	3	33.6774	135.5153	83
	竹垣内	4	33.6432	135.5108	12
中辺路 (NKH)	兵生	1	33.6387	135.5871	158
	水上	2	33.7866	135.5192	97
	西谷	3	33.8238	135.5672	263
	大内川	4	33.8255	135.4861	217
龍神 (RJN)	宮代	1	33.7660	135.4862	262
	柳瀬	2	33.7766	135.5749	249
	丹生	3	33.8869	135.4946	302
	丹生	3	33.9169	135.5189	339
龍神温泉 (RJO)	遠原	1	33.8727	135.4666	289
	広井	2	33.9121	135.6151	547
	三ツ又	3	33.9415	135.5600	390
	小又川	4	34.0539	135.5685	121
下山路 (SSJ)	小家	1	33.9189	135.5220	344
	手谷	2	33.9160	135.5676	512
	下柳瀬	3	33.9460	135.5732	426
	下柳瀬	3	33.8933	135.4411	-
寒川 (SGW)	瀧の上	1	33.9373	135.4409	227
	船原	2	33.8905	135.4381	274
	長子	3	33.8722	135.4487	271
	小藪川	4	33.9526	135.4704	297
愛徳 (AIT)	佐々木	1	33.9709	135.4762	393
	熊野川108	2	33.9684	135.4559	455
	熊野川65	3	33.9443	135.4766	343
	串本	4	33.9687	135.5153	496
美山 (MYM)	弥谷	1	33.9568	135.3885	228
	越方	2	33.9748	135.4150	226
	上初湯川	3	33.9536	135.3673	160
	上初湯川	3	33.9437	135.3742	166
本宮 (HNG)	本宮	1	33.9513	135.4369	241
	大瀬	2	33.9783	135.3705	-
	大瀬	3	33.9934	135.3527	-
	大瀬	4	33.9659	135.3598	129
小口 (KGT)	赤木	1	34.0049	135.4182	333
	大瀬	2	33.8366	135.7725	-
	大瀬	3	33.8400	135.7744	-
	大瀬	4	33.8030	135.7075	-
色川 (IRG)	口色	1	33.7833	135.7733	-
	口色	2	33.8219	135.8058	-
	口色	3	33.7594	135.8488	-
	口色	4	33.7747	135.8513	-
小川 (OGA)	小森	1	33.7419	135.8580	-
	小森	2	33.7036	135.8288	-
	小森	3	33.7430	135.7775	-
	小森	4	33.6721	135.8511	275
西川 (NSK)	松根	1	33.6871	135.8202	516
	松根	2	33.6690	135.8294	425
	松根	3	33.6495	135.8558	98
	松根	4	33.6640	135.8769	352
佐田 (SAT)	佐田	1	33.5913	135.7738	-
	佐田	2	33.6383	135.7888	-
	佐田	3	33.6172	135.7533	-
	佐田	4	33.5736	135.7547	-
佐本 (SMT)	西野	1	33.6222	135.7208	-
	西野	2	33.6700	135.7155	-
	西野	3	33.6416	135.6897	-
	西野	4	33.6127	135.6969	-
三川 (MKW)	向山	1	33.6344	135.7269	-
	向山	2	33.5894	135.7008	-
	向山	3	33.6019	135.6969	-
	向山	4	33.6216	135.6586	-
平瀬 (HRS)	平瀬	1	33.5722	135.6852	-
	平瀬	2	0.0000	0.0000	-
	平瀬	3	33.5833	135.6266	-
	平瀬	4	33.5991	135.6300	-

中心局	端点	端点 番号	緯度[度]	経度[度]	高度[m]
三重県					
尾鷲 (OWS)	九鬼	2	34.0703	136.1993	-
	海山	1	34.0137	136.2540	3
	北輪	3	34.1056	136.2320	2
	賀田	4	33.9993	136.2148	4
伊勢奥津 (OKT)	賀田	4	33.9708	136.1902	4
	賀田	4	34.0797	136.1309	236
	賀田	4	34.5071	136.2705	256
	賀田	4	34.5269	136.2783	290
飯高 (ITK)	川上	2	34.4560	136.2404	494
	坂本	3	34.4726	136.2447	386
	坂本	3	34.5104	136.2270	367
	坂本	3	34.4295	136.3379	147
飯高川俣 (IKB)	虹野	1	34.4387	136.3608	147
	虹野	2	34.4276	136.2798	215
	粟野	1	34.4058	136.2238	222
	粟野	2	34.4170	136.2583	198
萩原 (OGW)	粟野	2	34.3943	136.2046	246
	粟野	3	34.3839	136.1571	364
	粟野	4	34.3754	136.2302	255
	粟野	4	34.3606	136.3389	121
大内山 (OUC)	栗谷	1	34.3882	136.2888	214
	栗谷	2	34.3605	136.2157	126
	栗谷	3	34.3668	136.3493	129
	栗谷	3	34.2747	136.3636	-
紀伊長島 (KNG)	本駒	1	34.2873	136.3824	162
	本駒	2	34.2555	136.3405	238
	本駒	3	34.2421	136.3660	-
	本駒	3	34.2042	136.3385	-
飛鳥 (ASU)	焼尾	1	34.2420	136.2701	104
	焼尾	2	34.1831	136.3212	28
	焼尾	3	34.2209	136.3539	33
	焼尾	3	33.9372	136.0991	321
西山 (NSY)	大久保	1	33.9815	136.1115	381
	大久保	2	33.9545	136.0719	223
	大久保	2	33.8986	135.9661	287
	大久保	2	33.9072	135.9658	234
神川 (KMK)	八瀬	2	33.8847	135.9571	268
	八瀬	3	33.9301	135.9438	159
	八瀬	3	33.9454	136.0126	200
	八瀬	3	33.9629	135.9827	-
入鹿 (IRK)	花知	1	33.9462	136.0391	-
	花知	2	33.9415	136.0154	-
	花知	3	33.8755	135.9250	83
	花知	3	33.8253	135.8848	59



第3図 解析した三角地域

北部では中心局を9ヶ所、端点は30ヶ所設けた。南部では中心局を9ヶ所、端点を36ヶ所設けた。

地電位差データの収録には、中心局においたSES93R（アドシステムズ社製）を用いた。この装置は、従来から使用していたSES93を、NEC PC9801シリーズ対応からDOS/V対応に改造したものである。データの収録は10秒毎に行った。磁場データは柿岡地磁気観測所の毎秒値を、地電位差データと同様にやり方で、10秒値に変換したものをを用いた。

### 3. 解析

解析は3点の中心局又は端点で構成される三角地域ごとに行った。三角地域は中心局名の略語と端点の番号で表現している（第3図）。これら解析する三角地域を選ぶにあたっては、(1)中心局と端点間および端点間同士すべての組み合わせの電位差変動記録を吟味し、磁場変化と対応もよく、人工的ノイズが少ない、いわゆるきれいな記録がとれている基線を用いること、(2)できるだけ広い範囲をカバーし、極端に扁平な三角形にならないような三角地域を選択した。基本的には1つの中心局に対して、1つの三角地域を設定した。

三重県下の観測点については10日間、和歌山県下の観測点については30日間の記録を解析した。いずれもKp-indexの大きい方から、それぞれの日数分の日を選んだ。

MT応答関数の算出には、rrrmt ver8（Chave and Thomson, 1989）を使用した。解析した周期は128秒から13653秒である。更に、Groom-Bailey decomposition 解析（Groom and Bailey, 1989）を行った。第4図に三角地域毎の、かつ周期毎に決定した regional azimuth を示す。ほとんどの三角地域でN30°WまたはN60°Eの方向に regional azimuth が揃っている様子が認められる。表層地質の大局的な走向方向および紀伊半島下に沈み込むスラブの方向を考慮して、電気伝導度方向の構造をN60°Eと判断した。この方向を基にMTインピーダンスを再計算した。三角地域ごとの見かけ比抵抗曲線及び位相差曲線を第5図に示す。この図では磁場がN60°E-S60°W方向、電場がN30°W-S30°E方向に変化する組み合わせをZxy、逆の組み合わせをZyxとして表現している。

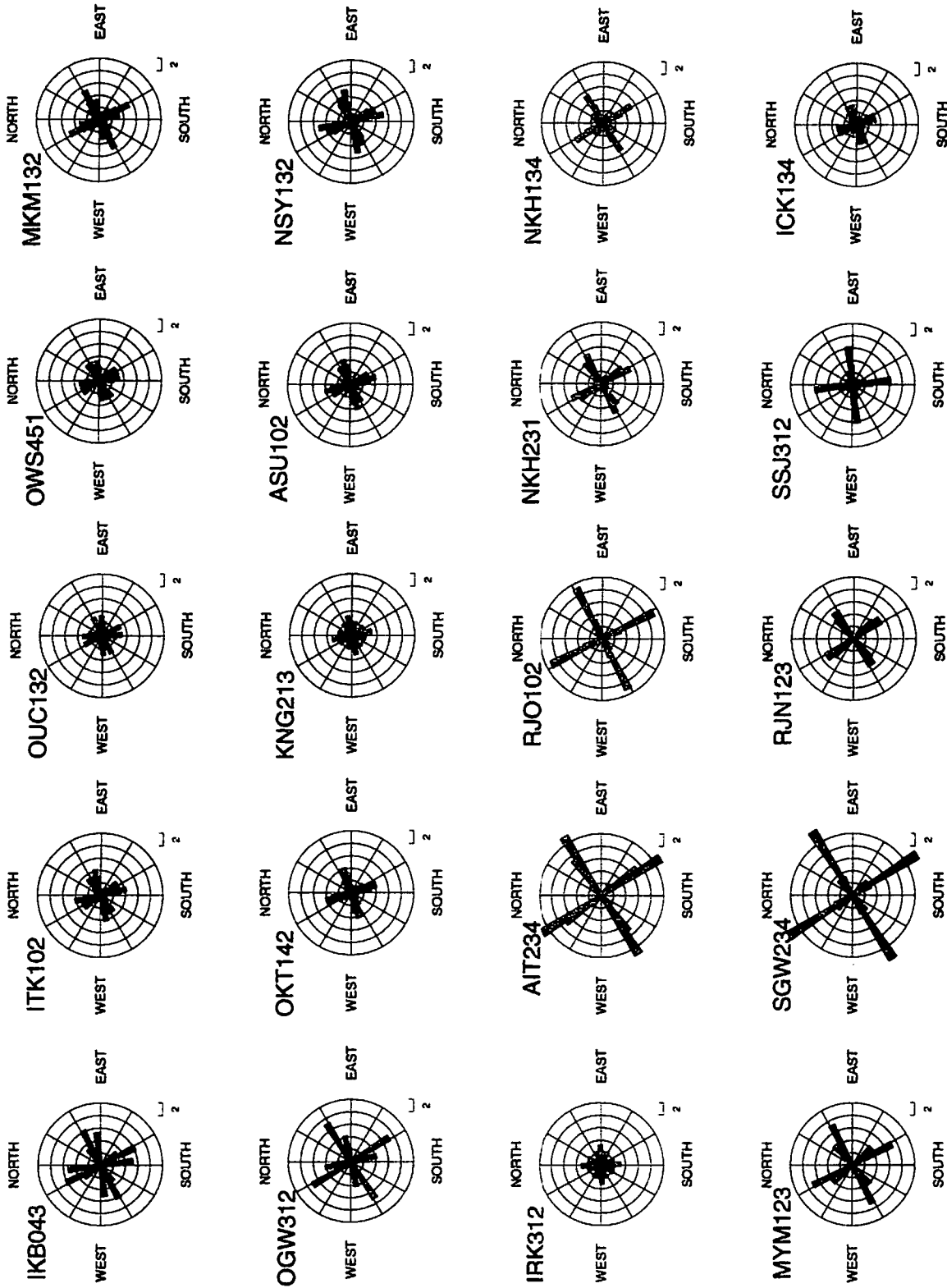
### 4. 結果

解析した三角地域の見かけ比抵抗値と位相差曲線の分布の特徴を以下に述べる。

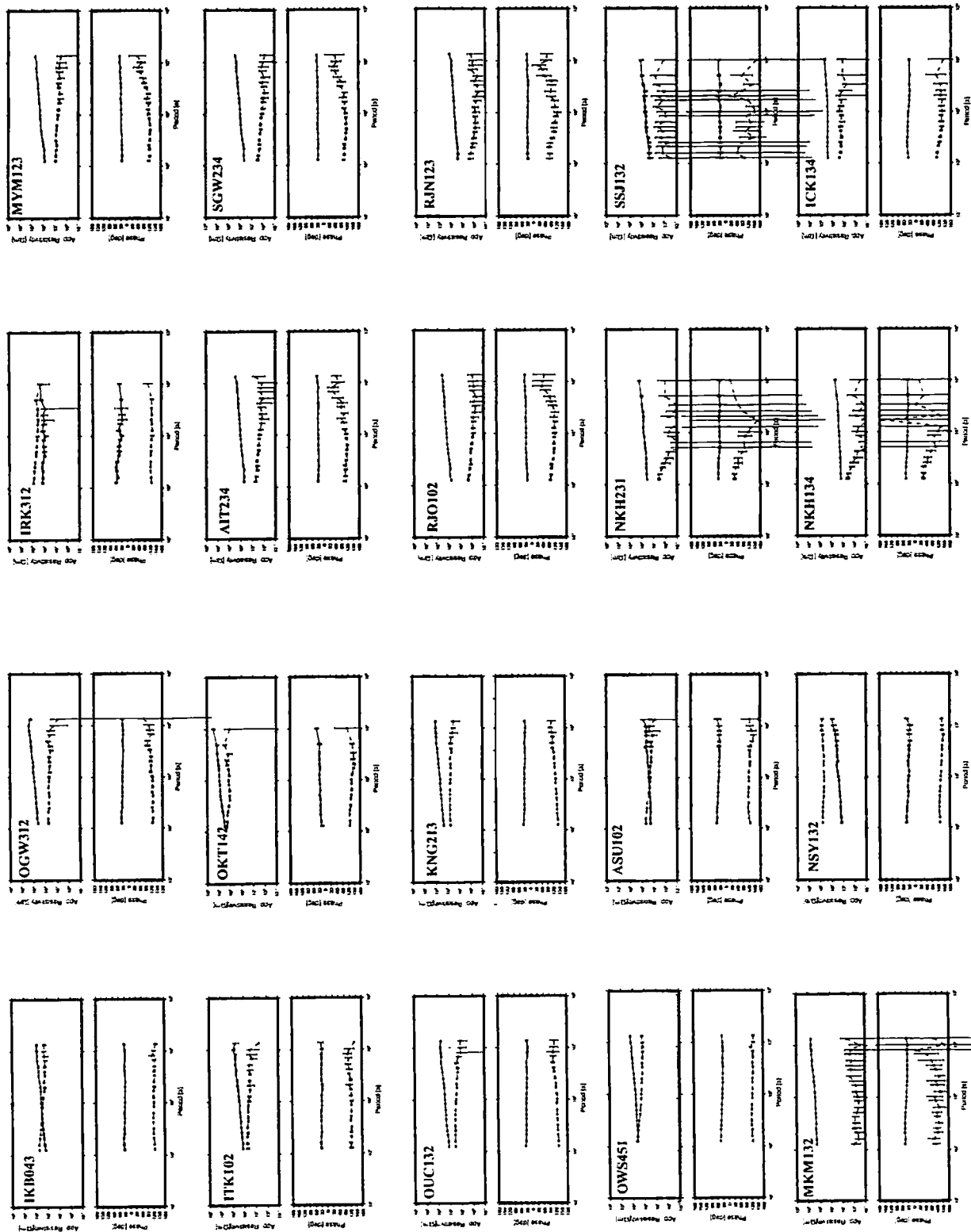
#### Zxy

##### ・見かけ比抵抗値

すべての三角地域で、周期が長くなるにつれて単調に大きくなっており、その多くは128秒から13653秒の間に5倍前後の増加を示している。絶対値に注目する。三重県下ではMKM132とOKT142では $10^3 \Omega \cdot m$ を越え、ASU102とNSY132では $10^1 \sim 10^2 \Omega \cdot m$ の範囲で変化を示しているが、残りの7三角地域は $10^2 \sim 10^3 \Omega \cdot m$ の範囲である。和歌山県下では、SSJ312, RJN123, NKH134, ICK134が $10^1 \sim 10^2 \Omega \cdot m$ の範囲で、残りの5三



第4図 三角地域ごとに決めたregional azimuth  
regional azimuthは周期毎に決定した。



Xy : solid line Zyx : broken line

第5図 各三角地域の見かけ比抵抗と位相差

角地域は  $10^1 \sim 10^3 \Omega \cdot m$  の範囲である。

・位相差

すべての三角地域で 30 度前後の値を示す。三重県下では、OKT142 だけがわずかに右上がりの傾向をしめすが、残りのすべての三角地域ではわずかに右上がりであるか、もしくは周期によらず 30 度程度の値を示すか。和歌山県下では南東部に位置する NKH134, NKH231, ICK134 の 3 三角地域はわずかな右下がりを、北部の RJO102 と MYM123 はわずかな右上がりを、そして残りの 4 三角地域はほぼ平坦な変化を示すと 3 つに分類される。

Zyx

・見かけ比抵抗値

見かけ比抵抗は全般には右下がりの傾向を示している。しかし、MKM132, SSJ132 のようにエラーバーが大きいものの右上がりの傾向を示すものや、RJO102, RJN123 (NKH134 と NKH231 も含まれるかもしれない) のように下に凸の変化を示す三角地域もある。

・位相差

和歌山県の北側に位置する 5 つの三角地域 (MYM123, AIT234, SGW234, RJO102, RJN123) では周期が約 5000 秒を超えるあたりから、急に位相が大きくなっている。このような傾向は三重県下の三角地域では顕著ではない。

5. おわりに

本報告では、ネットワーク MT 法の改良した観測方法、三重県と和歌山県北部の MT 応答関数の特徴を述べるにとどまった。

和歌山県下と三重県下の見かけ比抵抗値の差違が、本質的なものであるか、それとも人為的要因であるかは、解析手順の再検討はもちろんのこと、和歌山県南部の解析結果も検討することによって明らかになるであろう。また、低周波微動発生域とそれ以外の地域で見かけ比抵抗値や位相差が系統的に異なるか否かについては、奈良県のネットワーク MT 観測が不可欠である。

謝 辞

本観測を実施するにあたり、NTT アクセスサービスシステム研究所奥津大氏、NTT・Neomeit 東海 永瀧一彦氏、鳥飼逸郎氏、森本一史氏および NTT・Neomeit 関西 和歌山支店長・金地孝雄氏、谷口博昭氏、笠松克明氏のご協力を得た。また、電極埋設にあたっては京都大学防災研究所笠谷貴史氏 (現 海洋科学技術センタ)、相澤広記氏の協力を得た。ここに記して感謝いたします。



## 引用文献

- Chave, A.D. and D.J. Thomson, Some comments of magnetotelluric response function estimation, *J. Geophys. Res.*, 94, 14215-14225, 1989.
- Groom, R.W. and R.C. Bailey, Decomposition of magnetotelluric impedance tensor in the presence of local three-dimensional galvanic distortion, *J. Geophys. Res.*, 94, 1913-1925, 1989.
- 首藤史朗, 電気伝導度構造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, 修士論文, 2003.
- Uyeshima, M., M. Ichiki, I. Fujita, H. Utada, Y. Nishida, H. Satoh, M. Mishina, T. Nishitani, S. Yamaguchi, I. Shiozaki, H. Murakami, and N. Oshiman, Network-MT survey in Japan to determine nation-wide deep electrical conductivity structure, In *Seismotectonics at the Convergent* (Eds. Y. Fujinawa and A. Yoshida), Terra Science Publishing Company, Tokyo, 107-121, 2002.
- Yamaguchi, S., Y. Kobayashi, 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.