

地震予知の電磁波ノイズ波形検出に関する研究

山本 勲 ・ 伊代野 淳* ・ 越智 信彰** ・ 阿座上 孝***

岡山理科大学工学部情報工学科

*岡山理科大学総合情報学部コンピュータシミュレーション学科

**岡山理科大学シミュレーション科学センター

***元 岡山理科大学工学部情報工学科

(2003年11月7日 受理)

1. はじめに

平成12年(2000年)10月6日に起きた鳥取県西部地震(M7.3、震度6強)は、ユーラシアプレートに対して東から押し寄せる太平洋プレートの力が震央地下の岩盤を西方向に圧縮したことにより内陸の活断層がずれて岩盤破壊にいたり発生した内陸型である[1]と考えられている。つまり、地球の全表面は鉄成分を含む硬い岩石のプレートで覆われていて、この厚さは略70~150km、広さは大きいもの7枚(ユーラシア、太平洋では10,000km²)と、それらの隙間を埋め尽くす小さいもの(フィリピン海、アラビア海など2~3,000km²)によって構成されている。これらは大陸プレートと海洋プレートの二つに大きく分類されるが、これらプレート上部の地上に近い場所を地殻といい、比較的硬い岩盤からできており、それぞれ、大陸プレート(厚さ30~70km、成分:花崗岩)、および海洋プレート(厚さ5~10km、成分:玄武岩)で構成されていると考えられ、この深さの範囲を岩石圏と呼んでいる。各々のプレートは一年間に1~10cmの速さで動いており、それぞれ相隣るプレートの縁端は上下に重なり合っていたり(収束型:海溝)、突き合わさったり(発散型:海嶺)或いは場所によればすれちがったり(トランスフォーム断層)している。これらは経年変化の結果、相隣るプレート間に内部応力的ストレスが蓄積され、結果的に各種形式の地震発生に繋がると考えられている。地震が起こる時は、プレート地殻内の岩盤での微小な破壊(micro-fluctuation)が誘発する。現在、地球上各地面の年間の移動変化状態は上記の数値に見られる様にかなり高精度にGPS(Global Positioning System; 汎地球測位システム)などによって観測されている。

他方、プレート移動によるこの種の地震に対し、同年8月18日におこつたところの伊豆諸島・三宅島噴火における地震発生のメカニズムは、上述のものとは異なるものであって、この場合は、硬いプレート岩盤の下の高温(~1,500°K)で半固溶体のようなものからできている上部マントル帯(400~660kmの深さの間)が構成されていて、その中の地下200~300kmの場所に成長するところのマグマ(鉄を含んだ岩石で推定温度300~1,100°Kの半固溶体)のかたまり(マグマだまり)がその直上の2km程度の位置で地下水により成長した熱水のかたまり(熱水釜)の冷却作用を受けて収縮した結果、このマグマだまり内の圧力の急上昇をきたし、上部の最弱箇所を破壊し、爆発性的水蒸気ガスと溶岩を地上に噴出したものである[2]と解釈されている。

近年、計測技術の急速な進展とともに、日本列島周辺では、アムールプレート、オホーツクプレート、フィリピン海プレートおよび太平洋プレートの各プレートどうしがそれぞれ互いに接していることが明らかとなり、海溝型地震の多発地域と考えられるようになり、このため2001年には専門委員会が内閣府中央防災会議により設けられ、現在、之の対応策を検討中である。

2. 予知検出方法の現況

現在、地震予知の研究には、①測地学的傾斜、②宏観異常現象、③地球化学的前兆シグナル、および④電気磁気学的シグナルなど各種方策のものが試行されている。これらの中で、④はさらに、直流電流ノイズ、磁氣的ノイズ、低周波・高周波のノイズを測定する方法などに大別される。いずれにしても、予め地震の起こる場所(震央)・時刻・規模を特定することが必須事項となり、この観点からすると、④は他の方法と比較して、震央の位置を比較的少ない観測点でもってベクトルの的に特定しやすいというメリットとともに、特にFMバンドのような周波数領域を用いる場合においては、構造学的なトレンチ法や長距

離的な VAN 法などと較べて測定器具やシステムの取り扱い容易、観測装置の廉価とともに軽量・小型化が期待できる [3][4][5][6][7]。

3. Epicenter Quick-Setting Ionization (EQSI) layer の仮説

——地震前兆の地殻破壊に伴う電荷の生成と地表面大気圏 (≒13,000m) の電磁気環境について——

S. Chapman(英 1900 年)は、太陽輻射によってオーロラや磁気嵐の天文・地球物理学の周期的変化現象が起こることを理論的に提唱し、次いで、上層大気中 (≒500km) に電離層が形成されることを実験的に確かめた[8]。ところで、宇宙線や流星などの大気圏突入に際し短期間に電離ダクトやバーストが発生し、近年、電波通信路中の電磁波ノイズの振る舞いと地震予知における電磁波ノイズとの関連が取り沙汰されるようになってきた[9]。

一方、前述の硬い岩盤の地殻は、地上から 30~40km の深さに向かってこの区間を大陸地殻とも呼ぶが、ここの岩石の成分は SiO_2 (珪酸塩鉱物) が 55% 程度含まれている。この地殻の中に日本名では 石英、長石、雲母、輝石、電気石、柘榴石、ジルコン、オパール などの名称で取り扱われている結晶体は、加熱や加圧により 圧電性、焦電性、光電性 を顕すという特性を持っているものが存在している[10]。また、最近の超高压実験の結果では、上部マントル内の圧力は 10~20GPa と推定されており、さらに 100GPa を越すと想定される下部マントルの内部では溶融鉄と珪酸塩との遷移金属化合物は電子の殻構造転移のため NiAs 構造に相転移し、電気伝導度も金属のそれに近くなるのではないかと報告されている[11]。

兵庫県南部地震 (通称、阪神・淡路大地震 M7.2、震度 7、1999・01・17) 前後の宏観異常現象についての証言内容を類型的に整理した報告 [12]、ならびに地震発生時前後における震央近辺におけるラドン、トロンなどの放射性微粒子を含む帯電エアロゾルを捕集・計測し、それらの濃度についての時間変化を調査し、地震との関係を示した報告 [13] を享けて、筆者らは地震前兆期の短期間に震央電離層(Epicenter Quick-Setting Ionization (EQSI) layer)なるものが形成されることを思考し、提唱するものである。

また昨今、地球の温暖化により、中国では激しい砂嵐が発生し、黄砂の舞い上がり理論が喧伝されている。粒子径 $10\mu\text{m}$ 程度の均等砂粒の集団が風速 10m/s のエネルギーを受けて 10km 付近の上空で漂流し、この発生持続期間は平均 4~5 日と報ぜられている[14]。筆者らは既に同様な漂流理論の下に、トリウム壊変系列のラドン (^{224}Ra 3.66 d) やトロン (^{220}Tn 55.6s) の半減期を考慮して、地震 (M7.0 クラス) 発生時の放射性粒子を含む荷電エアロゾル ($1\sim 25 \times 10^{-3} \mu\text{m}^{\phi}$) の大気中拡散領域は震央から半径約 15km で 0.3~10km の大気圏上空に、予知的に地震 20~50 時間前から EQSI 層が形成されると想定しており、これらの実証を急いでいる。

Fig. 1 に震央電離層発生による FM 放送波など電磁波の散乱現象の模式図を示す。

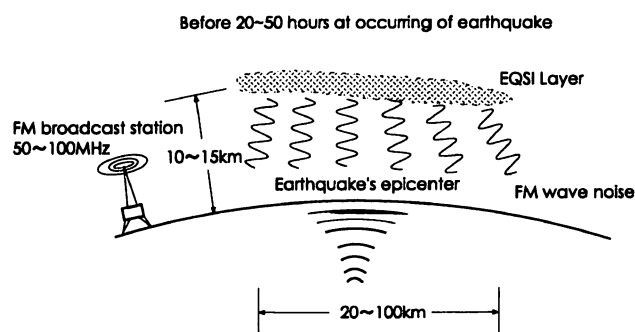


Fig. 1 A diagrammatic illustration of the scattering phenomena for FM wave by occurring of the EQSI layer

4. 岡山理大地震観測センター (Okayama Ridai Seismic Observation Center, ORSOC) の立ち上げと初観測データ

“なぜ電磁気で地震の直前予知ができるか” [15] にも幾度も繰り返して記してあるが、筆者らにおいても現状までの測

定結果をまとめて極論すれば、“地震前後のノイズの受信事例を成るべく多く集め予知波形のフォーマットを出来るだけ速く作成すること”に尽きる。とくにこの場合、電磁波形と地震前兆波形の関係が明確でないので、事例についてそれら一つずつ吟味する事が重要であるとともに FM 散乱ノイズの出所・原因を究明し、例えば高度・範囲などを含めてそれらの性質を明らかにして置く事が肝要であるとおもわれる。

さて、1995 年秋、筆者らの一人山本は標記 ORSOC を主宰し、爾来、地震予知の研究に関し精力的に新機軸の立案・指導の下、幾多の成果を得ている [16]・[17]・[18]・[19]・[20]・[21] ところであるが、前述の震央電離層の形成想定を踏まえて、新たにジャイレーション形八木・宇田アンテナ (Fig.2) を発案し、2002 年夏より EQSI 層からの FM 電磁波ノイズの観測を行っている。ここで、Fig.2 は市販の 5 素子八木・宇田アンテナを 4 組一体としたものを示しており、 ξ (仰角) および ϕ (方位角) をそれぞれ各回転方向に手動出来る様にしてある。屋上床面からメインマストとサブマストとの交又する回転支持点 G までの高さは 5m である。このジャイレーション型アンテナにおいて 4 組のそれぞれアンテナ出力端子の+と-の接続方法を任意に選べば、受信の総合ゲイン値は特性として各様にも取り出しが可能である。Fig.3 は測定システムの入力ライン図を示しており、入力信号はブースタを介して A、B の二周波に分波されている。ここで、A グループならびに B グループはそれぞれ FM 放送信号を含むものと比較的含まないものとの周波数を使用して測定する。Fig.4 は 4 組のアンテナ出力端子を直並列複合接続したときの受信強度により指向特性を示した一例である。なお、このデータにおいては想定する震源の区域を東南海・南海域と限定しているため、便宜上、岡山理大地震観測センター (ORSOC [17]) に対し北方向からの入射波の測定は省略してある。また、パラメータとして ξ (仰角) を採用し、10 度毎の方位角変位の測定所要時間は 5 分である。Fig.5 は第 5 号館屋上に設置したジャイレーション型アンテナの概観を示す。

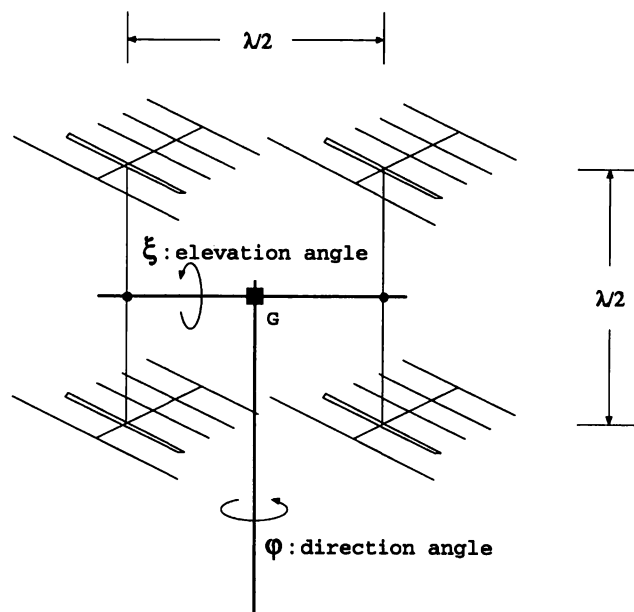


Fig. 2 Horizontally polarized wave Gyration type Yagi-Uda antenna

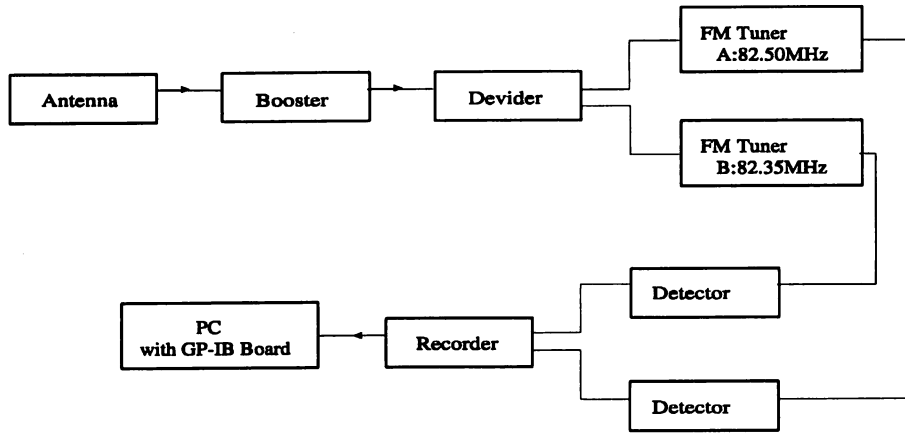


Fig. 3 Diagram of connection circuit to input signals

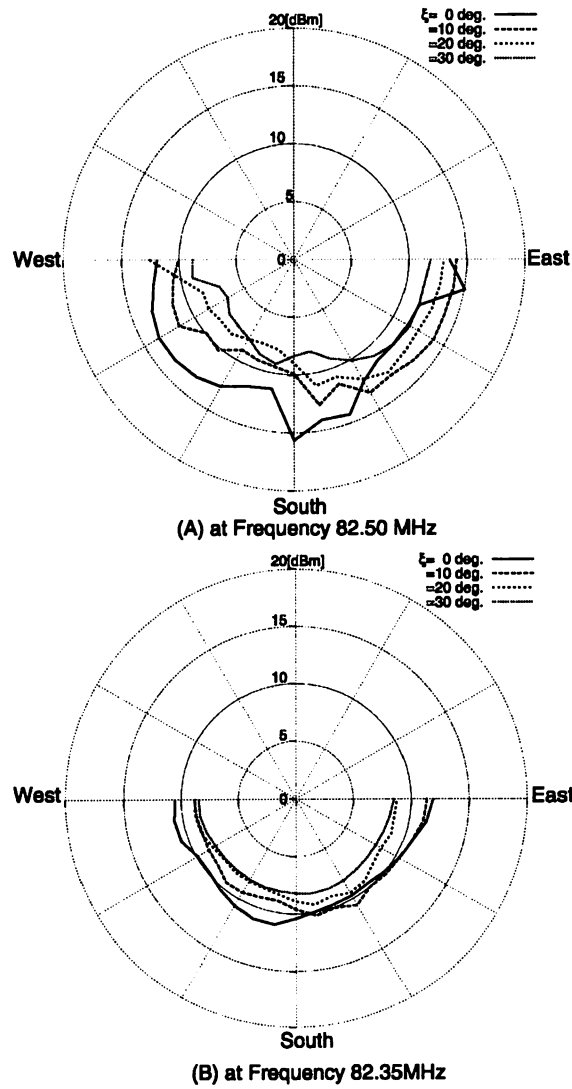


Fig. 4 Noise signal characteristics received by the horizontally polarized wave Gyration type Yagi-Uda antenna

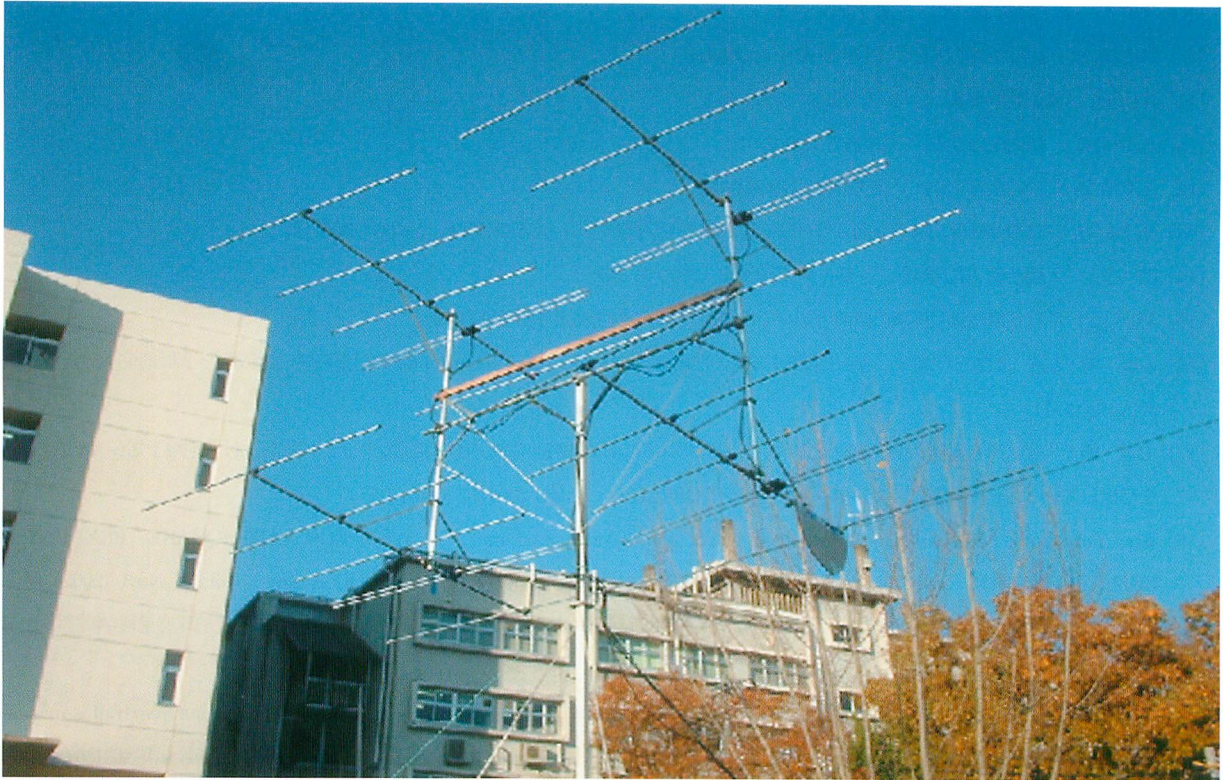


Fig. 5 Gyration type Yagi-Uda antenna has been shown at the states established on the building roof

ところで、このように受信アンテナを設置し、地震予知に絡むデータに就いて吟味してみると、①太陽面活動状態 ②天候不順 ③流星の出現 ④航空機など飛行体の浮遊 ⑤落雷 などの諸原因により、FM 散乱ノイズと震央上空に発生停滞する電離層 (EQSI 層) による FM 散乱ノイズとの間の波形的識別が困難であることが明らかとなって来た。

5. おわりに

筆者らがこれまでに地震予知観測の目的のため設営してきている電磁波ノイズ受信アンテナはすべて八木・宇田形式の変形に過ぎず、このような受動的エネルギー測定法では本来目標とする震央の場所、地震発生の時刻およびマグニチュードの大きさを的確かつ早期に測定することは困難である。

このため、手動レーダ方式で測定データを集める一方、自動化とする様に計画を進めている。

本稿を措くにあたり、測定データの整理に協力を惜しまなかった山本・伊代野両研究室の卒研学生諸君に感謝する。

参考文献

- [1] 大中 康誉・松浦 充宏：“地震発生の物理学”，東京大学出版会（2002-09）
- [2] 神沼 克伊・溝上 恵・島村 英紀・杉原 英和・泊 次郎・平田 光司：“地震予知と社会”，古今書院（2003-05）
- [3] 尾池 和夫：“地震”，ナツメ社（2001-12）
- [4] 茂木 清夫：“地震のはなし”，朝倉書店（2001-08）
- [5] 力武 常次・相田 勇・井野 盛夫：“地震予知がわかる本”，オーム社（1995-05）
- [6] 早川 正士：“最新・地震予知学”，祥伝社（1996-11）
- [7] 山下 輝夫：“大地の躍動を見る”，岩波書店（2000-10）

- [8] 北川 信一郎・河崎 善一郎・三浦 和彦・道本 光一郎：“大気電気学”、東海大学出版会（1996-06）
- [9] 串田 嘉男：“地震予報に挑む”、PHP 研究所（2000-09）
- [10] 片山 他：“新版地学辞典（2）”、古今書院（1991-07）
- [11] 八木 健彦：“超高压の世界”、岩波書店（2002-01）
- [12] 弘原海 清：“前兆証言 1519!”、東京出版（1996-06）
- [13] 弘原海 清：“鳥取県西部地震の直前九〇日間に何か起き何が問題か”、ACADEMIA、No.65（2000-12）
- [14] 泊 次郎：“太陽活動 再び論議に”、朝日新聞科学欄（2003-07-16）
- [15] 早川 正士：“なぜ電磁気で地震の直前予知ができるか”、日本専門図書出版（2003-04）
- [16] 山本 勲・友森 悠智・阿座 上 孝：“電磁波方式の地震予知に用いる Yagi-Uda antenna の分散特性の近似解”、岡山理科大学紀要第 36 号 A（2000-11）
- [17] 山本 勲・久我 清・岡林 徹・阿座 上 孝：“VHF バンドによる地震前兆波ノイズ観測システムの立ち上げ～地震予知システムの実現を目指して～”、信学技報、TECHNICAL REPORT OF IEICE、EMCJ 2001-17（2001-05）
- [18] Isao Yamamoto, Kiyoshi Kuga, Tbhru Okabayashi and Takashi Azakami：“SYSTEM FOR EARTHQUAKE PREDICTION RESEARCH IN THE REGION OF VHF FREQUENCY BAND”、Journal of Atmospheric Electricity、Vol.22、No.3（2002）
- [19] 山本 勲・伊代野 淳・越智 信彰・阿座 上 孝：“VHF 帯ノイズの発生源の分類—地震予知を目指して—”、地球惑星科学関連学会 E 074（2003-06）
- [20] Isao Yamamoto, Atsushi Iyono, Nobuaki Ochi and Takashi Azakami：“Distinguishing the pre-seismic phenomena from confusing noise in the region of FM frequency band”、XXIII General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics JSS01/30A/D-069（June 30-July 11, 2003）
- [21] 山本 勲：“地震予知技術”、岡山県生涯学習大学「岡山を科学する」、平成 15 年度 第 16 回予稿集、pp.148～153（2003-09）

Study on the detection for waveform composed by the electromagnetic noise to prediction of the earthquake

Isao Yamamoto, Atsushi Iyono*, Nobuaki Ochi** and Takashi Azakami***

Department of Information & Computer Engineering, Faculty of Engineering,

**Department of Computer Simulation, Faculty of Informatics,*

***Simulation Science Center,*

****ex-Department of Information & Computer Engineering, Faculty of Engineering,*

Okayama University of Science

Ridai-cho 1-1, Okayama 700-0005, Japan

(Received November 7, 2003)

The authors propose a new system for earthquake prediction research in the region of VHF band. The system will allow us to observe the sporadic radiated FM radio noise scattered by the Epicenter Quick-Setting Ionization layer as the pre-seismic phenomena. This system of receiving antenna consists of two manually rotating orthogonal shafts by the Gyration type Yagi-Uda antenna.