

SCG069-01

会場:304

時間:5月24日 16:30-16:45

地震に関連する電離圏異常に関する研究 Ionospheric anomalies possibly associated with large earthquakes

紺 晋平¹, 市川 卓¹, 廣岡 伸治¹, 西橋 政秀², 服部 克巳^{1*}

Shimpei Kon¹, Takashi Ichikawa¹, Shinji Hirooka¹, Masahide Nishihashi², Katsumi Hattori^{1*}

¹ 千葉大学理学研究科地球生命圏科学専攻, ² 気象庁気象研究所

¹Department of Earth Science, Chiba Univ, ²Meteorological Research Institute, Japan

近年、様々な地震活動に先行する電磁気現象が報告されており、非地震学的な手法による地震短期予測の可能性が指摘されている。その中でも、地震に先行する電離圏総電子数 (Total Electron Content; TEC) 異常の調査・研究は短期地震予知の有力な候補として注目を集めている。これまでの先行研究によって、台湾、インドネシア、中国などの地域で、地震とそれに先行する TEC 異常の関係が事例的、統計的に調査され、その有意性が示されてきた。しかしこれら3つの地域は低磁気緯度に位置し、電離圏の赤道異常 (Equatorial ionization anomaly; EIA) の影響を受ける。そこで本研究の目的は、日本をはじめとした中磁気緯度で発生した地震と TEC 異常との関係性を調査、研究することである。

本研究では、日本を対象として、12年間にわたる長期の全球の TEC グリッドデータである GIM (Global Ionosphere Maps) を用いて、地震に関連する TEC 異常の事例的・統計的な解析を行った。統計解析の結果、中緯度地域の M_s 6.0 の地震の1-5日前に正の TEC 異常が統計的に有意に出現することが初めて明らかとなった。また、これらの TEC 異常の出現は、地震のマグニチュードおよび震央からの距離に依存することが明らかとなった。

キーワード: Total Electron Content, 電離圏, 地震, 地震予知研究, Global Ionosphere Maps, Superposed Epoch Analysis

Keywords: Total Electron Content, Ionosphere, earthquake, earthquake precursor, Global Ionosphere Maps, Superposed Epoch Analysis

SCG069-02

会場:304

時間:5月24日 16:45-17:00

鹿児島垂水観測点における ULF 磁場データの方位測定 Direction finding of ULF geomagnetic data at Tarumizu station, Kagoshima Prefecture

石黒 雄基^{1*}, Han Peng¹, 服部 克巳¹, 湯元 清文²
Yuki Ishiguro^{1*}, Peng Han¹, Katsumi Hattori¹, Kiyohumi Yumoto²

¹ 千葉大学大学院, ² 九州大学宙空環境研究センター

¹ Chiba University, ² SERC, Kyushu University

1997年に発生した鹿児島県北西部地震に関して ULF 磁場変動が報告されている [Hattori et al., 2002]. また, 報告された磁場変動を含む 14 年間の磁場データを解析したところ, 地震と地震発生の約 20 日前の磁場変動についての関連性が示唆された. そこで磁場変動の到来方位を調査した.

本研究では, 鹿児島県垂水観測点の 1995 年 1 月から 2006 年 12 月までの磁場水平成分 B_x , B_y の夜間 (LT00:00~04:00) データ, 特に 0.01Hz の周波数帯について解析を行う. 方位測定の手法としてはゴニオメーター法/リサーチ法を用いた. また, 信号の強度が月ごとの中央値よりも大きく, 直線偏波であることを確認し方位測定を行った. 信号の到来方位は $\theta = \arctan(B_x/B_y) + 90^\circ$ で表される. ゴニオメーター法には 180° の不確実性があるため, θ と $\theta + 180^\circ$ は区別できない.

解析の結果, 地震発生の 17, 18 日前の震央方向から到来する信号の増加は確認できた. しかし, その有意性まで証明することはできなかった. 原因として, 震央方向に鹿児島市が存在し, 都市雑音の影響や都市ノイズ, 垂水観測点が海岸付近に位置しているためにおこる海岸線効果の影響が考えられる. 今後の課題としては, 都市ノイズを取り除くため解析する時間帯をより限定して解析を行うことやフラクタル解析なども併用することなどが考えられる.

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG069-03

会場:304

時間:5月24日 17:00-17:15

Natural Time による砂山崩しの解析 Natural time analysis for sandpile model

上野 真広^{1*}, 鴨川 仁¹, 上田 誠也¹

Masahiro Ueno^{1*}, Masashi Kamogawa¹, Seiya Uyeda¹

¹ 東京学芸大学物理学科, ² 日本学士院

¹Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., ²Japan Academy

Seismicity as a critical phenomenon has been actively discussed by many authors (e.g., Bak and Tang., 1989; Turcotte, 1997; Sornette, 2000; Rundle et al., 2003; Keilis-Borok and Soloviev, 2003). It has been shown that seismic electric signals (SES) and EQs reveal dynamic evolution characteristic to critical stage when their time series is analyzed in the framework of natural time, which was introduced by the Varotsos' group (e. g., Varotsos, 2005; Varotsos et al., 2002). The possible usefulness of natural time analysis in predicting catastrophic events has been demonstrated not only for the subjects of our immediate concern, but also for other critical phenomena, including sudden cardiac death (Varotsos et al., 2004; Varotsos et al., 2005). Here we investigate sandpile experiment by using natural time analysis.

キーワード: ナチュラルタイム, 地震活動, 臨界現象

Keywords: Natural Time, Seismicity, Critical phenomena

SCG069-04

会場:304

時間:5月24日 17:15-17:30

地中で検出される電磁波パルスの3次元到来方位 Three dimensional arrival directions of electromagnetic pulses in the earth

筒井 稔^{1*}, 神谷 宗利¹, 中谷 太環¹, 長尾 年恭²

Minoru Tsutsui^{1*}, Munetoshi Kamitani¹, Taka Nakatani¹, Toshiyasu Nagao²

¹ 京都産業大学, ² 東海大学

¹Kyoto Sangyo University, ²Tokai University

地震に関連していると考えられる地中電磁波パルスの検出のために、地理的に異なった場所で深さ 100 m のボアホールを確保して、そこに電磁波到来方位測定用のセンサーを挿入して観測を続けてきた。この一連の観測により、検出する電磁波パルスの殆どが雷放電で励起された電磁波である事が明らかとなった。そして電気伝導度の高い堆積層から成る海岸付近に構築したボアホール内底部での観測では、地上からの電磁波の減衰が大きい事が確認された。これは地中励起の電磁波の観測に有利と考えられるが、それでも雷が多い特に梅雨の時期には、一日当たりの雷放電に起因した電磁波パルスの検出個数は 10000 個に近い数となっている。これは地中励起の電磁波を検出しようとする研究の障害となっている。

その様な環境の中で、大量の観測データの解析を進めてきたところ、雷放電起因のパルスとは異なる波形をした振幅の小さい電磁波パルスを見つけた。それは一日当たり 10~20 個検出されていた。そして 100 m ボアホールの底部と地上の両方に設置した水平方向磁界サーチコイルを用いて検出されたその種の電磁波パルスの波形を比較したところ、位相と振幅関係から、地中から地上に伝搬している状況を表わしているデータを見つけた。そこで 2010 年の連合大会では「地球起源の電磁波パルスを発見した」と発表した。しかし、それは間違っていた事が判明した。まず、この種の電磁波パルスの検出時刻についての定量解析を行った結果、それらは午前 7 時前後と午後 5 時以降に集中している事が判った。即ち、これらは人間活動に関係しているものと判断でき、その有力な源は商用電源である可能性が強いとの感触をもった。

電磁波パルスの上下伝搬方向の確認のために、データを定量的に調べた結果、地上から地中に向かって伝搬しているような波形も見つかった。この状況を更に明確にするために、3次元方向の磁界成分を検出できるように3軸磁界サーチコイルを地上と地中の両方に設置し、磁界ベクトルの偏波の比較解析を行った。その結果、微小振幅パルスの偏波は地上では直線偏波をしているが、地中では垂直面内において楕円偏波をしている事が判明した。この事は、この種の電磁波パルスは地表面に沿って水平に伝搬してきた表面波である事が考えられ、上記の検出時刻の状況と合わせて考えると、それは地中で励起された電磁波パルスでは無く、電力に関係して発生した人工電磁波雑音であるとの結論に至った。

このように、地中での電磁波観測で、上下方向に距離を隔てた複数の検出点での波形での位相比較のみでは伝搬方向を決めることは出来ない事が明らかとなった。これを受けて検討した結果、電磁波の到来方位を決定する方法としては、電磁波のポインティングベクトルを求める以外に方法が無い事が判明した。そこで本研究では、それを実現すべく、新たな電磁波到来方位測定装置の開発を開始した。

ポインティングベクトル \mathbf{P} とは電磁波の電界 \mathbf{E} 、磁界 \mathbf{H} がベクトルで表わされ、それが時間的に振動している時、その電磁波エネルギーの流れは $\mathbf{P}=\mathbf{E}\times\mathbf{H}$ の形のベクトルで表わされる。このため、媒質内での電磁波伝搬方向を決めるにはこの \mathbf{P} の方向を求めればよい。即ち、ポインティングベクトルの方向はその成分比 P_y/P_x および P_z/P_x が求められれば決定されるので、電磁界センサーの3次元方向での検出成分の比のみで電磁波の到来方向を決める事ができる。

この方法による検出電磁波パルスの到来方位の決定を実現するためには、地中ボアホール内で電界および磁界の3軸方向成分の検出を実現させなければならない。磁界については既に実現しているが、電界についてはボアホールの内径が最大でも 20cm 程度であり、水平ダイポールアンテナ素子を十分に長く展開できないため、水平電界成分の感度を十分に得られないという問題があった。そこで京都産業大学の研究室ではこの問題を解決するため、新たな水平電界成分を感度良く検出する方法を開発した。開発した水平電界検出方式については現在、特許出願の準備を進めているので、その詳細についてここでは紹介できないが、学会当日はその方式と観測結果について報告できるものと思われる。

キーワード: 電磁波パルス, 地中伝搬, 到来方位検出, 検出システム開発

Keywords: electromagnetic pulses, propagation in the earth, detection of arrival direction, development of detection system

SCG069-05

会場:304

時間:5月24日 17:30-17:45

ULF 電磁場変動の信号弁別に関する研究 Signal Discrimination of ULF Electromagnetic Data with Using Singular Spectrum Analysis and Principal Component Analysis

齋藤 翔太^{1*}, 服部 克巳¹
Shota Saito^{1*}, Katsumi Hattori¹

¹ 千葉大学大学院理学研究科
¹Geophysics, Chiba University

地震や火山活動などの地殻活動に関連する様々な電磁気現象が、直流領域から HF 帯にかけて報告されている。なかでも、地表における ULF 帯 ($f < 10\text{Hz}$) での自然電磁場観測は、電磁波の表皮深度が地殻活動の発生する深さに匹敵し、地球内部で発生する電磁放射や電気伝導度の変動を地上で直接に検出できる可能性を有することから、地殻活動を監視するための手段として最も有望視されている。しかし、ULF 帯の電磁場データには太陽風 - 地球磁気圏の相互作用により生じる地磁気擾乱や、直流電車からの漏洩電流 (電車ノイズ)、降雨の影響による変動など、突発的な変動が重畳している。一般に、地殻活動に関連する電磁場変動の強度は、これらに比べると極めて小さい。したがって、強度が大きい突発的な変動をいかに弁別するかが重要な課題となる。

そこで本論文では、ULF 電磁場データに存在する強度の大きい既知の信号 (地磁気嵐や電車ノイズ、降雨) を自動で検知及び除去するための手法を開発した。具体的には、主成分解析 (PCA) と特異スペクトル解析 (SSA) を適用した。その結果、地磁気嵐については概ね検知でき、さらにその影響を軽減できることが示された。電車ノイズと降雨による変動については、除去は実用レベルには至らなかったが、自動検知が可能であることが分かった。特に電車ノイズの検知により昼間のデータの時系列解析が可能になった。

キーワード: ULF, 電磁場, 特異スペクトル解析, 主成分解析, 電車ノイズ, 検知

Keywords: ULF, electromagnetic field, Singular Spectrum Analysis, Principal Component Analysis, train noise, detection

SCG069-06

会場:304

時間:5月24日 17:45-18:00

火成岩の不均一な圧縮に伴う起電力の発生とゼーベック係数の変化 Generation of Electromotive Force and Changes of Seebeck Coefficient on Igneous Rocks under Non-uniform Stress

竹内 昭洋^{1*}, 藍壇 オメル², 佐柳 敬造¹, 長尾 年恭¹
Akihiro Takeuchi^{1*}, Omer Aydan², Keizo Sayanagi¹, Toshiyasu Nagao¹

¹ 東海大・海洋研・地震予知研究センター, ² 東海大・海洋学・海洋建工
¹Tokai Univ, Earthquake Predict Res Cent, ²Tokai Univ, Dept Marine Civil Engin

地震に関連すると期待される様々な電磁気現象のメカニズムを研究するため、岩石試料を用いた室内実験を行ってきた。これまでに行ってきた実験によれば、自然乾燥させた火成岩のブロック状試料の一端を一軸圧縮すると、圧縮部から非圧縮部へ電流を流そうとする起電力が発生する。圧縮/歪みの度合いと起電力には正の相関がある。石英を含む花崗岩よりも石英を含まないハンレイ岩の方が強い起電力を示す傾向のあることから、圧電効果が主たる原因であるとは考えがたい。この起電力を説明するため、火成岩構成鉱物内に最も普遍的に含まれる格子欠陥の一つである過酸化架橋（石英の場合： $O_3Si-OO-SiO_3$ ）に注目してきた。この欠陥構造が外力により歪むと、酸素対の反結合性エネルギー準位が価電子帯まで降下し、隣接する酸素部位から電子がこの準位に遷移することができるようになる。その結果、この酸素部位に正孔が発現し、歪んだ過酸化架橋に電子が捕捉されることになる。発現した正孔は、価電子帯を通過して拡散することができる。圧縮部から非圧縮部へと拡散する正孔電荷キャリアが、不均一圧縮に伴う起電力の正体であろうと考えてきたが、実証するには至っていない。そこで本研究では、同様の岩石圧縮実験中に熱起電力も計測し、ゼーベック係数の変化から正孔の発現・拡散を検証した。その結果、常圧下でのハンレイ岩試料のゼーベック係数は約0.8-1.2mV/Kであり、正孔が多数派キャリアであることが分かった。一方で、60MPaの不均一圧縮下でのゼーベック係数は、圧縮部では約0.5-0.7mV/Kに下がり、非圧縮部では約0.8-1.2mV/Kと殆ど変わらなかった。このことから、圧縮部では正孔の濃度が上昇し、非圧縮部では殆ど変化のないことが分かった。以上のことから、圧縮部において正孔が発現しているが、それら正孔の拡散は圧縮部の近傍周辺程度までであることが判明した。恐らく、非圧縮端まで到達している正孔は極わずかなのであろう。これら正孔の分布と過酸化架橋に捕捉された電子の分布の偏り（分極）が、不均一圧縮に伴う起電力の原因となっていると考えられる。圧縮の度合いが増すに従い、発現する正孔の数が増え、分極が大きくなることにより、起電力の増加に繋がっているであろう。実際の地殻内においても、断層運動前および運動中の周辺地殻応力/歪みの変化に伴い、正孔の発現と拡散が起こり、分極が変化することにより、周辺に異常電場を形成すると期待される。

キーワード: 地震電磁気, 火成岩, 起電力, 格子欠陥, 正孔

Keywords: Seismo-electromagnetics, Igneous rock, Electromotive force, Lattice defect, Positive hole

SCG069-07

会場:304

時間:5月24日 18:00-18:15

VHF地震エコーが発生する地震の震央，発信点，および受信点との時空間的關係 Time and space correlations of EQ-echo with epicenter of earthquake, emitting and observing stations

森谷 武男^{1*}, 茂木 透¹, 山下 晴之¹

Takeo Moriya^{1*}, Toru Mogi¹, Haruyuki Yamashita¹

¹ 北大理院地震火山

¹ ISV, Hokkaido Univ.

2002年から観測してきた地震前に起こるVHF異常伝播(地震エコー)現象は発生領域と地震の震央との間に時空間的な関係がある。地震エコーは時間的には地震前の数週間から数カ月に観測されるが、一定のM以下の地震には発生しない。地震エコーの総継続時間は地震の最大震度やMに関係して定量的な関係が成立する。予想される大地震の前兆を検出しようとするとき、その震源域を考慮して観測点と発信点の位置関係をどのように決めるかが問題になる。実際には限られた放送局と受信点を使つての試行錯誤が必要である。北海道の太平洋側では2003年に十勝沖地震が発生して活動的な時期へ転換したと考えられるので、青森県東方沖から根室沖にかけての海域と沿岸部の領域で起こるM4-6級の地震について地震エコーがどのように観測検出されるのか監視してきた。その結果、地震エコーを頻繁に観測した組み合わせは以下になることがわかった。

1 青森県東方沖，浦河沖，えりも沖および十勝沖西部の領域：八戸および浦河FM局，日高にある64MHz帯の中継波を札幌で監視する。

2 日高山脈の内陸部：広尾，静内および振内FM局，三石の64MHzをえりもと様似にある4カ所の観測点で監視する。振内FM局を広尾で監視する。

3 十勝・釧路沿岸域と沖の領域：釧路FMを札幌で監視，中標津，根室および厚岸FM局を広尾で監視，広尾FM局を弟子屈で監視する。2010年はこの領域の地震活動がやや高く事例が増えた。

4 釧路・厚岸・根室の沿岸と沖の領域：弟子屈，網走および根室FM局を厚岸観測点で監視，根室，中標津(サテライト)，網走および弟子屈FM局と2カ所の64MHz局を根室市落石観測点で監視する。根室沖は将来大地震が予想されているが海溝付近の起こるM5級の地震がないためにどの程度の大きさのMまで検出できるのか不明である。

5 北海道内陸部，北部：地震活動が低いため確証が得られていない。天塩付近の地震活動は中川観測点で稚内などを監視しているが6年間でわずか数例である。また2009年に観測を始めた下川観測点では試みにサハリン州のテレビ電波(83.25MHz)も監視しているが、2010年に起きたサハリン南部の地震(M3.7)の前に地震エコーを観測したのみである。また札幌付近の地震活動は札幌FM局を中川，下川およびえりも観測点で監視しているが2010年12月02日に起きた札幌の地震(M4.6)に関係した地震エコーは観測されなかった。

キーワード: VHF 散乱波, 地震前兆, 大地震予報, 北海道

Keywords: VHF scattering wave, earthquake precursor, earthquake forecasting, hokkaido

SCG069-08

会場:304

時間:5月24日 18:15-18:30

岡山における地震関連大気圏擾乱方位測定 Measurement of pre-seismic atmospheric anomalies in Okayama, Japan

山本 勲¹, 木村 正博^{1*}, 鴨川 仁²

Isao Yamamoto¹, Masahiro Kimura^{1*}, Masashi Kamogawa²

¹ 岡山理科大学工学部, ² 東京学芸大学物理学科

¹Dpt. of Info. Comp. Eng., Okayama Univ., ²Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ.

地震発生数日前に、見通し外の送信点から発信されたVHF帯電波が異常伝搬によって受信される現象がある (Fujiwara et al., Geophys. Res. Lett., 2004)。これらは震央の上空において電波の散乱ないしは反射で生じていると考えられている。もしこの現象を、VHF帯電波干渉計で測定すれば、散乱地点の詳細な決定ができると思われる。故に、山本らは、VHF帯電波干渉計を開発し、精度良く電波の到来方位を決定できるようにした (Yamamoto et al., Proc. Jpn. Acad., 2009)。この干渉計を使い、散乱地点の性質を詳しく調べるために、特定のFM放送波について垂直偏波と水平偏波の方位を同時に調べた。この結果をもとに北海道での測定を考える予定である。

キーワード: 地震, 電離圏擾乱, 大気圏擾乱, 電波伝搬, 電波干渉計

Keywords: Earthquake, Ionospheric Anomaly, Atmospheric Anomaly, EM Wave Propagation, Interferometric Measurement

SCG069-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

地震に先行する VHF 帯電波異常伝播の多点同時観測とその到来方向 Simultaneous observation of VHF radio wave transmission anomaly propagated beyond line of site prior to earthquakes in m

山下 晴之¹, 茂木 透², 森谷 武男^{2*}

Haruyuki Yamashita¹, Toru Mogi², Takeo Moriya^{2*}

¹ 北海道大学理学院, ² 北海道大学地震火山観測研究センター

¹Hokkaido Univ Faculty of Science, ²Hokkaido Univ ISV

The VHF radio wave transmission anomalies propagated beyond line of site prior to earthquakes (hereafter termed EQ-echo) have been observed more than 20 times from 2004 at the Erimo observatory (ERM) in Hokkaido, Northern Japan. A statistical relationship between magnitude of preceding earthquake (M) and total duration time of the EQ-echo (T_e) has been proposed in this area (Moriya et al.2009). To confirm a region where the EQ-echo observed for each earthquake, we installed another 3 observatories with approximately 5 km spacing in the surroundings of ERM ; Fuyushima (FYS), Rusaki (RSK) and Tohyoh (TYO).

In consequence, the EQ-echoes have been observed at least one observatories prior to 7 earthquakes (totally 9 earthquakes $M > 3.9$ occurred) between 2009 and Oct. 2010. The logarithm relationship between M and T_e for these 7 earthquakes showed similar relationship proposed by Moriya et al. (2009).

In addition, EQ-echoes were simultaneously observed at three observatories, ERM,RSK and FYS, before earthquake in Hidaka Mountains at 10 Mar. 2009 ($M=4.1$). Although the wave forms of the EQ-echoes were similar in each record, the initial time and duration time of each EQ-echo were different in some minutes each other. To detect arrival direction of the EQ-echo, six-ways antennas were installed at every 60 degree in FYS since 2009. By using this multi-way antennas, we estimated the arrival direction of EQ-echo before the earthquake that occurred at 14 Oct. 2010 ($M=5.5$). Although this method seemed capture changes of arrival direction of EQ-echoes in duration time (from 120 to 170 degrees from the north), this estimated directions were different from the direction of epicenter (about 0 degree) and the Hiroo broadcasting station (about 80 degree). These time lags of EQ-echoes and change of arrival direction may suggest the expanding or moving of scattering object which affects appearance of an EQ-echo.

SCG069-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

地震に関連する VHF 電波伝搬異常検知のための 2 周波観測干渉計システム Dual frequency interferometer system to detect for earthquake-related anomalous VHF radio propagation

刀根 優花^{1*}, 大野 望¹, 服部 克巳¹, 山本 勲²
Yuka Tone^{1*}, Nozomi Ohno¹, Katsumi Hattori¹, Isao Yamamoto²

¹ 千葉大学, ² 岡山理科大学

¹Chiba University, ²Okayama University of Science

近年地震に関連する電磁気現象が様々な周波数帯で数多く報告されている。VHF 帯においては地震に先行して異常電波伝搬(見通し外電波伝搬)が起こることが知られている。この原因として大きな地震の前には大気圏で何らかの擾乱が起こり VHF 帯電波の散乱が発生するためであると考えられている。地震と VHF 帯の電波伝搬異常の時間的な相関については報告がある。しかし空間的な相関についてはよくわかっていない。そこで、本研究では地震前駆的な大気圏擾乱の位置を同定するため、VHF 帯電波干渉計システムを製作した。このシステムは 2 本の八木アンテナ、クリスタルフィルター、位相遅延装置、FM デジタルチューナー、2 周波発振機、位相差分析器からなる。

現在千葉大学理学部 5 号館屋上にて製作した干渉計システムを用いて見通し外電波伝搬の観測を行っている。目標送信点は FM 仙台である。アンテナは FM 仙台の方向(N13 °E)に固定した。仰角は約 20 °である。また同じアンテナから信号を分配し FM 放送波の帯域で放送に使われていない 84.1 MHz を同時に観測している。これは観測された見通し外伝搬を調査する周波数である 77.1 MHz と放送に使われていない異なる周波数 84.1 MHz を比較することにより自然電磁場の変動と局電波の到来をさらに詳しく調査するためである。

SCG069-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

地震に関連するFM電波伝搬異常検知のためのVHF干渉計システムの開発 VHF interferometry system for anomalous propagation of FM radio broadcasting wave and its preliminary result

大野 望^{1*}, 刀根 優花¹, 服部 克巳¹, 鷹野 敏明², 山本 勲³

Nozomi Ohno^{1*}, Yuka Tone¹, Katsumi Hattori¹, Toshiaki Takano², Isao Yamamoto³

¹ 千葉大学大学院 理学研究科, ² 千葉大学大学院 工学研究科, ³ 岡山理科大学

¹Graduate School of Sci., Chiba Univ., ²Graduate School of Eng., Chiba Univ., ³Okayama University of Science

近年、地震活動に先行する様々な電磁気現象が報告されている。これらを観測する手法は数多くあり、VLF帯やVHF帯の局電波の異常伝搬を用いた観測は盛んに行われている。特にVHF帯電波伝搬観測においては、通常受信することのできない遠方の放送波が伝搬経路付近で発生した異常によって見通し外で受信されることを利用し測定を行う。

これまでの研究から、送信局 - 受信点間の伝搬経路付近で発生した地震(M=4.8)と地震前5日以内の大気擾乱の発生には相関があることがわかっている。しかし、従来の観測方法では見通し外電波の到来方位は求めることができない。ゆえに我々は、見通し外VHF帯電波の到来方位を精度良く求め、地震前駆的な大気圏擾乱の発生位置を詳細に調べたい。そこで我々は、千葉大学西千葉キャンパス内にVHF帯電波干渉計システムを構築した。

本発表では、システムの評価および観測された受信パターンと高層気象データとの比較により明らかになったVHF帯電波伝搬の特性について報告する。

SCG069-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

雷雲によって散乱された見通し外 VHF 帯電波 VHF anomalous transmission associated with lightning activity

大野 望^{1*}, 鴨川 仁², 藤原 博伸³, 柿並 義宏⁴

Nozomi Ohno^{1*}, Masashi Kamogawa², Hironobu Fujiwara³, Yoshihiro Kakinami⁴

¹ 千葉大院・自然科学・地球生命圏, ² 東京学芸大学物理学科, ³ 女子聖学院高校, ⁴ 台湾中央大学太空科学研究所

¹Geosys. & Biosys. Sci. Div., Chiba Univ., ²Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., ³Joshiseigakuin High School, ⁴Inst. Space Sci., National Central Univ.

VHF electromagnetic (EM) waves cannot usually propagate long distance because they penetrate through the ionosphere. They can reach far away receivers beyond the line-of-sight only when reflection and scattering due to ionospheric or atmospheric disturbances happen. According to Fujiwara et al. (Geophys. Res. Lett., 2004), appearance of anomalies in the atmosphere before earthquakes (EQs) has been verified through observation of anomalous transmission of VHF EM waves beyond line-of-sight. The cross-correlation between the EQ occurrences and the anomalies shows that the appearance of anomalies was significantly enhanced within 5 days before EQs. Preliminary one-month observation has been done in Hualien, Taiwan, for observation of VHF anomalous transmission possibly associated with EQs. Taiwan is one of best place for the statistical study of EQ-related phenomena due to active seismicity. Suitable place for FM transmission observation is restricted due to FM radio station jam. In eastern Taiwan, less artificial noise may be expected because of only small city existence. Different allocation of FM radio in Taiwan and Japan contributes to less radio wave interference. In our observation, anomalous VHF propagation beyond line-of-sight during heavy thunderstorm activities was measured. Besides non-transient (the order of minutes to hours) anomalous VHF propagation caused by Es-layer reflection and radio duct, anomalous propagation lasting for a few hours during a heavy thunderstorm was found. A calculation of ray tracing did not support this refraction due to thunderstorm-scale duct. Our further investigation implies that this reflection may be caused by scattering of VHF radio wave inside the thundercloud.

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG069-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

中部大学地震電磁気観測網におけるここ数年の成果

The summary of the research of seismo-electromagnetic phenomena observed by the observation network of Chubu University

井筒 潤^{1*}, 太田 健次², 早川 正士³

Jun Izutsu^{1*}, Kenji Ohta², Masashi Hayakawa³

¹ 中部大学地球ウォッチ・市民安全センター, ² 中部大学工学部電子情報工学科, ³ 電気通信大学 AWCC

¹EWSN, Chubu Univ., ²Dept. of Engineering, Chubu Univ., ³AWCC, Univ. of Electro-Communications

Earth Watch Safety Net Research Center of Chubu University has established electromagnetic observation network in order to study seismo-electromagnetics. We have observed ULF/ELF electromagnetic waves in order to catch the emissions from the focal region of earthquakes. And we have observed VLF electromagnetic waves at Kasugai in order to measure the change of the propagation characteristic in the ionosphere and atmosphere disturbed by the energy from the epicentral region.

In this study, we talk about the result of the observation by this network. Anomalous ULF emissions and excitations of Schumann resonances were observed at Nakatsugawa station in the case of the 2004 Mid-Niigata Prefecture and 2007 Noto Hantou earthquake. And we found some ULF emissions propagated from the direction of the epicentral area of 2007 Noto Hantou earthquake. However, in the case of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake and 2009 Suruga-Bay earthquake, we could not find anomalous ULF/ELF signals, and could not find ULF electromagnetic waves possibly propagated from the epicentral areas. But we found some changes of the propagation characteristic of VLF electromagnetic waves before these earthquakes.

The observed ULF/ELF/VLF anomalies possibly associated with earthquakes were not so convincing enough to forecast the earthquakes at this stage. These anomalies observed by ULF/ELF/VLF ranges would be only a little hint of the mechanism and scenario of the generation of the seismo-electromagnetic phenomena. And so we need more event studies, further observation and interdisciplinary research.

This multi-point observation network is now supported by Academic Frontier Project for Private Universities: matching fund subsidy from MEXT, 2006-2010.

キーワード: 地震電磁現象, ULF/ELF/VLF 帯電磁波観測, シューマン共振

Keywords: seismo-electromagnetics, ULF/ELF/VLF observation, Schumann resonance

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG069-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

地圏-大気圏-電離圏結合 (化学チャネル) についての研究 Study of the Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (Chemical channel)

大山 佳織^{1*}, 服部 克巳¹, 古屋 隆一²
Kaori Oyama^{1*}, Katsumi Hattori¹, Ryuichi Furuya²

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² コムシステム株式会社
¹Chiba Univ., ²COM SYSTEM, INC.

近年、地震に先行する電離圏擾乱が多数報告されている。この現象を説明するために、地圏で発生した地震と電離圏での異常をつなぐメカニズムの解明が求められており、そのメカニズムとして提唱されているのが、地圏-大気圏-電離圏結合 (LAIカップリング) である。LAIカップリングとして、大気重力波を担い手とするアコースティックチャネル、地表からの気体の放出に関する化学チャネル、及び電磁気チャネルの3つのチャネルが考えられている。本研究では、これらのうちの化学チャネルに注目し、東京と房総半島での大気イオン濃度及び大気電場の地上観測データを用いLAIカップリングの検証を行っている。

大気イオン濃度の観測はコムシステム株式会社製 COM-3700 大気イオン測定器を用い、東京都昭島市、千葉県鴨川市清澄及び千葉県鴨川市内浦の3地点で観測を行っている。清澄観測点では Boltek 社製 EFM-100 大気電場計及び気象測器を用いて、大気イオン濃度と大気電場及び気象状態 (気温、湿度、気圧、風) の同時観測を行っている。これらの値から、大気イオン濃度と大気電場の変動の空間的な広がりを評価することが出来ると考えられる。これらの値の変動と気象や地震との関係を現在調査中である。その結果を講演時に示す。

SCG069-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

GEONETを用いた地震に関連する電離圏異常の検出～事例解析～ Possible ionospheric anomalies associated with large earthquakes in Japan: Case study with GEONET

市川 卓^{1*}, 紺 晋平¹, 西橋 政秀², 服部 克巳¹, 大塚 雄一³

Takashi Ichikawa^{1*}, Shimpei Kon¹, Masahide Nishihashi², Katsumi Hattori¹, Yuichi Otsuka³

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 気象庁気象研究所, ³ 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹ Graduate School of Science, Chiba Univ, ² Meteorological Research Institute, JMA, ³ STELAB, Nagoya Univ

近年、様々な地震活動に先行する電磁気現象が報告されており、地震の短期予測の可能性が指摘されている。地震活動に先行する電磁気現象の中でも、地震に先行する電離圏総電子数 (Total Electron Content: TEC) 異常は、短期地震予測の有力な候補として、注目を集めている。

本研究では、2007年能登半島地震 (M6.9) と2007年新潟県中越沖地震 (M6.8) に関連する TEC 異常の検証を行い、その時空間分布を推定した。TEC の算出には GEONET (国土地理院 GPS 連続観測システム) を使用し、GIM (Global Ionosphere Maps) のデータよりも高い解像度の解析を行った。TEC には大きな日変動があるので日変動を除去するために、過去15日間の同時刻の移動平均 $TEC_{mean}(t)$ を引き、その標準偏差 $\sigma(t)$ で規格化した TEC^* を定義した; $TEC^*(t) = (TEC(t) - TEC_{mean}(t)) / \sigma(t)$ 。

能登半島地震の震央付近では、 TEC^* が地震の5,13日前に-3 という閾値を下回り、その負の異常は数時間に及んでいた。また、 TEC^*_{map} を作成し負の TEC 異常の時空間分布を推定したところ、5日前の-3 を下回るような異常は狭い範囲に集中して分布していることがわかった。+3 を超える断続的な正の異常は地震の12,17,18日前にみられた。空間分布から12日の異常は広範囲に及び、17,18日前の+3 を超える異常は狭い範囲に集中して分布していることがわかった。

中越沖地震の震央付近では、 TEC^* が地震の5,12,17日前に+3 を超える正の異常がみられた。また、その異常が検出された日において+2 を超える異常は断続的なものであり、空間分布を解析したところ、最大で日本全土を覆うような正の異常があることがわかった。反対に-3 を下回るような異常は地震の前、数日の間には検出されなかった。

能登半島地震前後、中越沖地震前後において GIM から求めた TEC と GEONET から求めた TEC には相関がみられた。