

MIS026-01

会場:201B

時間:5月24日 08:30-08:45

A study of the morphology of winter sprites in the Hokuriku area of Japan in relation to cloud charge height

A study of the morphology of winter sprites in the Hokuriku area of Japan in relation to cloud charge height

K. Myokei<sup>1</sup>, Y. Matsudo<sup>1</sup>, T. Asano<sup>1</sup>, 鈴木 智幸<sup>2</sup>, 芳原 容英<sup>1</sup>, K. Mochimoto<sup>3</sup>, 早川 正士<sup>1\*</sup>

K. Myokei<sup>1</sup>, Y. Matsudo<sup>1</sup>, T. Asano<sup>1</sup>, Tomoyuki Suzuki<sup>2</sup>, Yasuhide Hobara<sup>1</sup>, K. Mochimoto<sup>3</sup>, Masashi Hayakawa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学, <sup>2</sup> 防衛庁, <sup>3</sup> 防衛大学校

<sup>1</sup>UEC, <sup>2</sup>Air Weather Group, Japan Air Self-Defense, <sup>3</sup>National Defense Academy

Continuous observations of sprites in the Hokuriku area of Japan were performed from two optical sites during the three winter periods. The purpose of this observation is to study the major effect in appearance of sprites and in determining the morphology of sprites (columns or carrots). Detailed analysis is performed based on the estimation of the height of -10°C at the time of sprite occurrence. When the height of -10°C is lower than 1,800m, the occurrence of sprites is infrequent, and the dominant shape is column. Then while when it is increased (1,800 to 3,000m), a new situation takes place; that is, the occurrence of sprites is very enhanced and more spectacular shapes like carrots tend to be frequently observed in addition to column sprites. These sprite characteristics are first compared with those of parent lightning in the Hokuriku area and with our latest computer simulations on sprite initiation.

Keywords: sprites, winter lightning, Hokuriku area, cloud charge height

MIS026-02

会場:201B

時間:5月24日 08:45-09:00

## 冬季雷活動時に観測される高エネルギー放射線の発生位置の特定 Energetic radiation associated with winter thunderstorm activity.

鳥居 建男<sup>1\*</sup>, 杉田武志<sup>2</sup>, 鴨川 仁<sup>3</sup>, 渡辺 泰行<sup>3</sup>

Tatsuo Torii<sup>1\*</sup>, Takeshi Sugita<sup>2</sup>, Masashi Kamogawa<sup>3</sup>, Yasuyuki Watanabe<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup> 科学システム研究所, <sup>3</sup> 東京学芸大学物理学科

<sup>1</sup>Fugen Decommissioning Eng. Center, JAEA, <sup>2</sup>SSL, <sup>3</sup>Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ.

Intense gamma rays likely associated with lightning and/or thunderstorm activities have been detected in recent years, at various altitudes ranging from the ground level to the ionosphere. However, neither the source of this radiation nor its nature has been clarified. We have identified a migrating source of gamma rays lasting for several minutes attributed to a winter thunderstorm in Japan. Our findings indicate that the gamma rays were emitted continuously from a downward hemispherical surface, the bottom of which was about 300 m above sea level, and this source of gamma rays moved from north to south above the observation site at a speed of about 7 m/s. The radiation source probably moved along with the charged region of the cloud at a height of around 1 km, because the estimated migration of the radiation source was consistent with the observed movement of atmospheric electric field variation between ground-based observation sites and with the wind speed and direction at about 1 km altitude. This movement implies that the intense electric field produced by the charged region in the thundercloud generated a radiation source beneath the charged region. The observation helps explain not only the relation between the locations of the charged region and the radiation source, but probably also the lightning initiation urged by the radiation.

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS026-03

会場:201B

時間:5月24日 09:00-09:15

## 北陸地方の冬季雷 Winter Thunderstorms in Hokuriku district, Japan

道本 光一郎<sup>1\*</sup>

Koichiro Michimoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 防衛大学校 防衛学教育学群

<sup>1</sup>National Defense Academy

北陸地方をその代表とする日本海側の寒候期、特に冬季の雷現象について、その電氣的な雷放電活動の状況は、上空の大気温度構造などの気象要素等と密接に関連していることが解明された。

本発表においては、上記内容について、著者の過去20年以上にわたる冬季雷研究の成果を要約するとともに、最新の観測結果を解析した結果についても併せて示す予定である。

キーワード: 冬季雷, 日本海, 雷放電活動, 気象学的条件

Keywords: Winter Thunderstorm, The Sea of Japan, Lightning Activity, Atmospheric Meteorological Condition

## 日本の冬季雷の性質に関する最近の知見 Recent progress of research on characteristics of winter lightning in Japan

石井 勝<sup>1\*</sup>

Masaru Ishii<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学生産技術研究所

<sup>1</sup>IIS, The University of Tokyo

日本の冬季雷については、構造物からの上向き雷が多く発生する、正極性落雷が多いといった特徴が知られている。また、雷放電位置標定システム (Lightning Location System; LLS) で観測される落雷数が夏季より大幅に少ないにもかかわらず、送電線、風力発電用風車といった高構造物の雷による被害件数が夏と同程度であり、被害様相も夏と異なるという経験から、落雷様相、雷電流の性質が異なることも推測されていた。近年、風力発電用風車の雷による被害に関心が持たれ、冬季雷の落雷様相、雷電流の観測データが集積されるのに伴い、新たに多くの知見が判明してきている。

冬季の送電線故障発生と同時に観測された、雷放電に伴う電磁界変化波形を調べたところ、数 kHz ~ 数百 kHz の広帯域で観測された波形の大部分は、よく知られている帰還雷撃に伴う電磁界変化波形とは異なっていた。この周波数帯域の放射電磁界は、雷の大電流の波形と密接に関連している。また放射源の位置が推定できれば、観測された電磁界の強度から、放射源の雷電流の大きさを推定することができる。その結果、送電線に冬季に故障を発生させた落雷のピーク電流は、絶対値 200kA 級で、電流波形は夏季のよく知られた波形とは異なること、それらは送電線鉄塔からの上向きリーダで開始する雷放電であることを突き止めることができた。このタイプの雷放電に伴う大電流パルスは、雷雲からの下向きリーダに続いて発生する帰還雷撃とは違うメカニズムで発生するので、それを帰還雷撃と区別するため GC (Ground-to-cloud) stroke と呼ぶ [1]。帰還雷撃と同様、正極性、負極性の GC stroke が発生するが、極性による特性の違いも、帰還雷撃同様に大きい。極性は、中和される雲中の電荷の極性である。

一方、日本海沿岸に風力発電設備が多数建設されたことに伴って、合成樹脂製の風車のブレードが冬季の落雷によって損傷する事故が多発した。夏季にも同種の事故は発生するが、日本の冬季雷地域での発生割合の方が格段に高い。これらは経験的に、通過電荷量が多い雷電流が関与すると見られている。送電線の故障を引き起こす大電流パルスとは異なった性質の雷電流が、やはり冬季には高い割合で発生していることが明らかである。

冬季雷では大電流パルスの発生確率が夏季にくらべてかなり高いことが、LLS による観測で明らかになった。また、ここ数年の、風力発電用風車における雷電流の直接観測により、通過電荷量の大きい雷電流の発生確率も、夏季にくらべて高いことが明らかになった。夏季にくらべて LLS で観測される落雷数がかなり少ないにもかかわらず、送電線、風力発電用風車での雷による事故数が夏季とあまり変わらない理由は、数十 m 程度の構造物からも、上向きリーダで開始する落雷が発生するためである。

これらの冬季雷放電の特徴は、冬季の雷雲の電荷構造に起因するであろうことが、VHF 放射源位置、落雷により中和される電荷の位置の観測により明らかになっている。1980 年代の研究論文による、冬季の雷雲の中の正負の電荷も夏季と同じ温度高度に存在し、冬季の正極性落雷は、上部の -30 領域の正極性電荷が源であるという主張が長らく信じられていたが、近年の観測によれば、冬季の正極性落雷で中和される電荷も負極性落雷で中和される電荷も、ほとんどが -10 領域に存在していたことが明らかになった [2]。

雷雲の中の -10 領域に、冬季の落雷に密接に関係する電荷が蓄積されているとすれば、その物理的な高度は地上電界に大きく影響する。実際、風力発電用風車に落雷が観測された日の、-10 の温度領域の物理的の高度は、ほとんどが 2500m 以下だったことが判明している。標高が高い場所では、さらに雷雲内の電荷位置と地表の距離が近くなり、上向きリーダで開始する落雷が発生し易くなると推測される。これらの知見から、冬季雷による高構造物への落雷リスクを示すリスクマップを作成することができる。また、冬季の雷雲内の電荷分布状況の夏季との違いのほか、落雷の放電路が夏季にくらべてかなり短いことが、冬季の落雷の電流パラメータが夏季と異なってくる原因と考えられる。

### 参考文献

[1] M. Ishii, and M. Saito, " Lightning Electric Field Characteristics Associated with Transmission-Line Faults in Winter ", IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 51, No. 3, pp.459-465, 2009.

[2] M. Ishii, M. Saito, J. Hojo, and K. Kami, " Location of charges associated with positive C-G flashes in winter ", Proc. 12th Int. Conf. on Atmospheric Electricity ", Versailles, pp. 151-154, June 2003.

キーワード: 冬季雷, 雷電流, 雷放電

Keywords: winter lightning, lightning current, lightning discharge

MIS026-05

会場:201B

時間:5月24日 09:30-09:45

## Ku 帯広帯域レーダネットワークの開発 Development of the Broadband Radar Network at Ku-band

牛尾 知雄<sup>1\*</sup>, 吉川 栄一<sup>1</sup>, 若山直彦<sup>1</sup>, 吉田智<sup>1</sup>, 森本 健志<sup>1</sup>, 河崎善一郎<sup>1</sup>

Tomoo Ushio<sup>1\*</sup>, Eiichi Yoshikawa<sup>1</sup>, Naohiko Wakayama<sup>1</sup>, Satoru Yoshida<sup>1</sup>, Takeshi Morimoto<sup>1</sup>, Zen-Ichiro Kawasaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学

<sup>1</sup>Osaka University

A new high resolution Ku-band Doppler radar with fast scanning capability for meteorological applications has been developed. With the new system design, the radar can accurately measure the radar reflectivity factor with 4-m resolution at the lowest usable height of 60 m from short distance to 15 km (e.g., min. det. refl. at 15km is 20dBz) for 10 W power using a pulse compression technique. Concept of the system design, signal processing algorithm, and data acquisition procedures are described. This small radar system operates at Ku-band and can acquire the 3-D reflectivity image within 1 minute with less than 10m resolution in a short range (less than 15 km in radius).

Initial observation was carried out to demonstrate the potential capability of the system. In addition to the radar system, the equipments for lightning observations were also installed at the radar site. The results of the initial observation show that our radar system can successfully measure the precipitation structure within thunderstorm at high resolution. This comparison clearly shows that the observations by the Ku-band broad band radar reveal the rain structure in much more detail than the conventional C-band radar does. This small rain structure tends to be obscured in the C-band radar observation, indicating that the observation by the Ku-band broad band radar are well suited for fine scale measurements of precipitation from low altitude to the top of the cloud. During the field campaign, F0 scale tornado was also detected by the radar, the detail of the observation will be presented at the presentation.



キーワード: 積乱雲, 雷放電, レーダ

Keywords: Thunderstorm, Lightning, Radar

MIS026-06

会場:201B

時間:5月24日 09:45-10:00

## 中間圏発光現象に伴う電離層擾乱：実測値との比較 Ionospheric disturbances associated with TLEs: Modeling and observations

岩本 真彦<sup>1\*</sup>, 芳原 容英<sup>1</sup>, 太田 健次<sup>2</sup>, 大津山 卓哉<sup>3</sup>, 早川 正士<sup>1</sup>

Masahiko Iwamoto<sup>1\*</sup>, Yasuhide Hobara<sup>1</sup>, Kenji Ohta<sup>2</sup>, Takuya Otsuyama<sup>3</sup>, Masashi Hayakawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学, <sup>2</sup> 中部大学, <sup>3</sup> 電子航法研究所

<sup>1</sup>The Univ. of Electro-Comms., Japan., <sup>2</sup>Chubu Univ., Japan., <sup>3</sup>ENRI., Japan.

This paper reports on the direct comparison between experimental and numerical results of the ionospheric disturbances associated with red sprites in the mesosphere. The ionospheric disturbances due to the sprite ionization column are observed by a continuous monitoring of the amplitude and phase of distant VLF transmitter signals at several locations in Japan, whilst the numerical computation to calculate the spatio-temporal dependence of the observed VLF waves is performed by using a two-dimensional finite-difference time-domain (FDTD) method. As a result, the observed maximum scattered amplitude and phase changes are in close agreement with the numerical results for both carrot and column sprites. The distance variation of the scattered amplitude from the numerical simulation is found to strongly depend on the spatial dimension of the sprite ionization column (practically the nearest sprite ionization column to the transmitter) due to the different scattering mechanisms. The forward scattering amplitude is significantly larger than that for back scattering for the carrot sprite indicating the nature of Mie scattering, while the amplitude of both backward and forward scatterings are comparable for a column sprite showing the nature of Rayleigh scattering.

Keywords: TLE, VLF, Ionospheric disturbances



MIS026-07

会場:201B

時間:5月24日 10:00-10:15

## 雷放電に伴う VLF/LF 帯電磁波放射源位置標定に関する研究

### Research on location method based on VLF/LF bands EM source associated with lightning discharges

高柳 裕次<sup>1\*</sup>, 秋田 学<sup>3</sup>, 中村 佳敬<sup>3</sup>, 吉田 智<sup>1</sup>, 森本 健志<sup>1</sup>, 牛尾 知雄<sup>1</sup>, 河崎 善一郎<sup>2</sup>

Yuji Takayanagi<sup>1\*</sup>, Manabu Akita<sup>3</sup>, Yoshitaka Nakamura<sup>3</sup>, Satoru Yoshida<sup>1</sup>, Takeshi Morimoto<sup>1</sup>, Tomoo Ushio<sup>1</sup>, Zen-Ichiro Kawasaki<sup>2</sup>

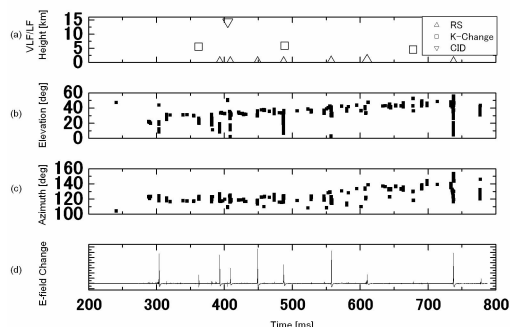
<sup>1</sup> 大阪大学, <sup>2</sup> エジプト日本科学技術大学・大阪大学, <sup>3</sup> 大阪大学, 日本学術振興会

<sup>1</sup>Osaka Univ., <sup>2</sup>E-JUST, Osaka Univ., <sup>3</sup>Osaka Univ., JSPS

We have been designing and developing a new type of a 3D lightning location system based on broadband digital interferometry in VLF/LF bands. The VLF/LF interferometer consists of four or more observation stations which detect electromagnetic (EM) waves in a wide frequency range from 1kHz to 150 kHz associated with lightning discharges. Since EM waves in VLF/LF radiated by lightning discharges propagate a long distance, the VLF/LF interferometer locates lightning discharges a few hundred kilometers away from the VLF/LF interferometer. During the summer season in 2009, we had conducted lightning observation campaign with a use of a prototype of the VLF/LF interferometer, which consisted of four stations in Darwin, Australia, to validate the system.

The observation results are compared with the observations of VHF interferometers which enable us to visualize leader developments associated with lightning discharges. The VLF/LF interferometer mainly located EM waves associated with return strokes, K events, and compact intracloud lightning discharges (CIDs), which are energetic breakdowns within thunderclouds. The upper figure shows the time series variation of lightning discharges in 3D location, (a) heights obtained from the VLF/LF band interferometer, (b), (c) 2D mapping which coordinate system uses elevation and azimuth obtained from VHF band interferometer, and (d) E-field change.

The VLF/LF radiation sources associated with the return strokes are located near the ground surface. The recoil streamers in K-events and the CID are located near the 5-8 km and 13-16 km in altitudes, respectively. The clear difference of VLF/LF radiation source altitudes is applicable to decide effective criterion whether cloud to ground discharges or cloud discharges. In addition, we succeed in locating K-events that involved pulse bursts, although it was difficult for other VLF/LF location system to locate them.



キーワード: 広帯域干渉法, 位置標定, 雷放電

Keywords: Broadband Interferometry, EM Source Location, Lightning Discharge



MIS026-08

会場:201B

時間:5月24日 10:15-10:30

## ELF帯トランジェントを用いたガンマ線バーストを引き起こした落雷の特性に関する研究 TGF producing lightning properties deduced from ELF transient

藤木 佑太<sup>1\*</sup>, 芳原 容英<sup>1</sup>, ロバート ホルツワース<sup>2</sup>, 早川 正士<sup>1</sup>  
Yuta Fujiki<sup>1\*</sup>, Yasuhide Hobara<sup>1</sup>, Robert Holzworth<sup>2</sup>, Masashi Hayakawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>電気通信大学, <sup>2</sup>ワシントン大学

<sup>1</sup>The Univ. of Electro-Comms., Japan., <sup>2</sup>University of Washington, USA.

近年、衛星観測において地球上起源の線が観測されている。その線 (terrestrial gamma ray flashes(TGF)) については様々な研究がなされているが、多くはTGFと落雷との関連や、TGF発生に関する条件などであり、TGFを発生する落雷の特性については未だ明らかになっていない。そこで今回は落雷発生により生じ、ほぼ減衰せずに長距離伝搬するELF帯電磁波を用いてTGFを伴う落雷の諸特性を導出し一般の落雷特性と比較する。

Keywords: Terrestrial gamma ray flashes, ELF transient, Charge moment change, Current moment, RHESSI

MIS026-09

会場:201B

時間:5月24日 10:45-11:00

## 正・負イオン再結合によるエアロゾル生成 Aerosol formation by positive and negative ion recombination

長門 研吉<sup>1\*</sup>

Kenkichi Nagato<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 高知高専 機械工学科

<sup>1</sup> Kochi National College of Technology

大気中に存在している安定な正・負のクラスターイオンは、再結合によってより大きな中性クラスターを形成し粒子に成長する可能性が指摘されている。しかしながら正・負イオン再結合による微粒子生成を実験的に検証した例はほとんどない。本研究ではSO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/Airの混合ガス中で、正および負極性のコロナ放電を利用して正・負イオン再結合による微粒子生成実験を行った。正極のみまたは負極のみのコロナ放電を行った場合の生成粒子数の総和にくらべて、正極・負極同時放電を行った場合の生成粒子量は大幅に増加した。これはイオン再結合によって微粒子の生成が起こったことを示していると考えられる。また、NH<sub>3</sub>を加えることにより、イオン再結合による微粒子生成は促進された。したがって、イオン再結合による微粒子生成はイオンの化学組成に大きく影響されることが分かった。

キーワード: 大気イオン, 大気エアロゾル, イオン再結合

Keywords: atmospheric ion, atmospheric aerosol, ion-ion recombination

MIS026-10

会場:201B

時間:5月24日 11:00-11:15

## 庄内平野での大気電気観測とそれに関連する平面校正の報告 Report of atmospheric electric field observation in Shonai area and calibrations for the observations

長町 信吾<sup>1\*</sup>, 源 泰拓<sup>1</sup>, 西橋 政秀<sup>2</sup>, 楠 研一<sup>3</sup>, 足立 啓二<sup>4</sup>

Shingo Nagamachi<sup>1\*</sup>, Yasuhiro Minamoto<sup>1</sup>, Masahide Nishihashi<sup>2</sup>, Kennichi Kusunoki<sup>3</sup>, Keiji Adachi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 気象庁地磁気観測所, <sup>2</sup> アルファ電子/気象研究所, <sup>3</sup> 気象研究所, <sup>4</sup> 東日本旅客鉄道

<sup>1</sup>kakioka magnetic observatory, <sup>2</sup>Alpha-denshi Co.,Ltd./MRI, <sup>3</sup>Meteorological Research Institute, <sup>4</sup>East Japan Railway Company

### 1. はじめに

フィールドミル回転集電器では、回転遮蔽板の位置での電場 (V/m) を測定するが、測器により感度が異なることが知られている。また、筐体や三脚の影響で、センサー周辺の電場は測点ごとに異なる擾乱が存在する。したがって、複数点の大気電場観測値を比較するためには、各測器の感度と測点の校正係数を定め、測定値を補正する必要がある。

我々は、雷を発生させる雷雲にともなう大気電場の観測・解析的研究を行うため、庄内平野における5点に電界計を設置し観測を行なっている。本稿では、観測点の展開にあたり、大気電場観測値の相互比較を可能にするために実施した校正係数導出のための手順とその観測結果について紹介する。

### 2. 感度校正

感度校正は測器により異なる感度を補正する係数を求めるものである。今回は2機のフィールドミル回転集電器を地磁気観測所(茨城県石岡市)に作成した大型の平行板コンデンサー型の装置内に設置し、平行板の間に定電圧をかけて、フィールドミル回転集電器出力と与えた電場 (V/m) を比較することによって行った。

### 3. 平面校正

平面校正は、センサー周辺の電場状況による出力の違いを補正するための係数を求めるもので、実際の観測点近傍で行う必要がある。筐体や支持脚による大気電場の乱れを避けるため、地表に用意した穴に回転遮蔽板を上向きにしてフィールドミル回転集電器を設置し、測定した電場を大気電場の定常観測値と比較することによって係数を定めた。

### 4. まとめ

各観測点で平面校正係数を求めることができたが、晴天時の大気電場の変動に比べ、雷雲通過時のそれは数kV/m程度で十倍のオーダーとなる。そのため、雷雲通過時のような大きな電場での観測を考えると、電場の変動がある程度大きいほうが平面校正係数の信頼性は高い。今回の観測では比較的電場変動が小さかった観測点が多く、5点中3点で電場変動が200V/m程度であった。このような電場変動が小さかった点で得られた係数の妥当性について引き続き検討を要する。

MIS026-11

会場:201B

時間:5月24日 11:15-11:30

## 富士山頂および東京神楽坂で測定した大気電気伝導率

### Atmospheric electrical conductivity measured at the summit of Mt. Fuji and in Tokyo

三浦和彦<sup>1\*</sup>, 梶川 藍<sup>1</sup>, 飯沼和久<sup>1</sup>, 武田真憲<sup>1</sup>, 永野勝裕<sup>2</sup>, 小林 拓<sup>3</sup>, 保田 浩志<sup>4</sup>

Kazuhiko Miura<sup>1\*</sup>, Ai Kajikawa<sup>1</sup>, Kazuhisa Iinuma<sup>1</sup>, Masanori Takeda<sup>1</sup>, Katsuhiko Nagano<sup>2</sup>, Hiroshi Kobayashi<sup>3</sup>, Hiroshi Yasuda<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京理科大学理学部, <sup>2</sup> 東京理科大学理工学部, <sup>3</sup> 山梨大学, <sup>4</sup> 放射線医学総合研究所

<sup>1</sup>F. Sci., Tokyo University of Science, <sup>2</sup>F.Sci.Tec., Tokyo University of Science, <sup>3</sup>University of Yamanashi, <sup>4</sup>National Institute of Radiological Sci.

近年、宇宙線強度と雲量の間に関連があることが指摘されたが、その原因としてイオン誘発核による粒子生成が考えられる。イオン誘発核生成は、既存粒子が少なく、小イオン濃度が高い環境で起こると予想されるが、定量的な報告は少ない。そこで、富士山山頂において、小イオン濃度と同時に、エアロゾル粒子の数ナノメートルからの粒径分布、ラドン濃度、宇宙線強度の同時測定を行った。また、比較のため、東京神楽坂においても同様な観測を行った。これらの値を過去のデータと比較検討した。

観測期間は、富士山頂は2010年7月29日～8月25日、東京は10月30日から12月31日である。小イオン濃度はゲルディエン型カウンター（コムシステム COM-3400）を用いて測定した。限界移動度は $0.7 \text{ cm}^2/\text{V/s}$ に設定し、正負イオンを10分毎に交互に測定した。走査型移動度分析器（SMPS）と光散乱式粒子計数器（OPC KR12）を用いて $4.4\text{--}5000 \text{ nm}$ にわたる粒径分布を測定した。ラドンは、フィルターに捕集したエアロゾルから放射する線を計数し、放射平衡を仮定して求めた。

小イオンは宇宙線、地殻からの放射線、大気中ラドン及びその娘核種から放射される放射線による電離で生成され、正負の小イオンは再結合する事により消滅する。またエアロゾルに付着し電荷を受け渡し大イオンとなる。電荷を失ったクラスターはバラバラの分子となり消滅する。

$$\frac{dn}{dt} = q - n^2 - nN$$

ここで $n$ :小イオン濃度、 $N$ :エアロゾル濃度、 $q$ :イオン対生成率（電離量）、 $\alpha$ :再結合係数、 $\beta$ :付着係数である。都市では $N \gg n$ なので、 $\frac{dn}{dt} = q - nN$ となる。平衡状態では $q = nN$ となり、 $q$ が一定であれば、 $n$ は $N$ と反比例する。しかし、海洋や山岳では粒子濃度が低いし、かつ山岳では宇宙線強度が強いため電離量が多い。大気電気伝導率は小イオン濃度の代表移動度 $k$ を $1.3 \text{ cm}^2/\text{V/s}$ として $\sigma = enk$ より求めた。

富士山頂の電気伝導率の平均値は関川（1960）の値の約 $1/3$ となった。一方、東京の平均値は柘（1990）の測定した値とほぼ同じオーダーとなった。各時刻の平均値は、過去のデータと同様、富士山頂、東京とも、明け方に高く夕方に低い日変化パターンを示す事が多かった。電気伝導率と粒子濃度との相関は、東京で負の相関を示し、富士山頂でも弱い負の相関を示した。電気伝導率とラドン濃度とは相関が見られなかった。イオン誘発核生成の可能性は一例だけ観測された。

#### 謝辞

本研究はNPO法人「富士山測候所を活用する会」が富士山測候所の施設の一部を気象庁から借用管理している期間に行われた。本研究の一部は科研費基盤研究(C) (No. 22510019)の助成のもとに行われた。

#### 参考文献

関川俊男、天気、7、65-71、1960

柘 尚人、修士論文、東京理科大学理学研究科物理学専攻、pp31、1996

キーワード: イオン, イオン誘発核生成, バックグラウンドエアロゾル, ラドン, 宇宙線

Keywords: ion, ion induced nucleation, background aerosol, radon, cosmic ray

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS026-12

会場:201B

時間:5月24日 11:30-11:45

## A statistical study on the AGW modulations in subionospheric VLF/LF propagation data A statistical study on the AGW modulations in subionospheric VLF/LF propagation data

笠原 康詩<sup>1</sup>, 中村 崇司<sup>1</sup>, 芳原 容英<sup>1</sup>, 早川 正士<sup>1\*</sup>, A. Rozhnoi<sup>2</sup>, M. Solovieva<sup>2</sup>, O. A. Molchanov<sup>2</sup>

Yasushi Kasahara<sup>1</sup>, takashi nakamura<sup>1</sup>, Yasuhide Hobara<sup>1</sup>, Masashi Hayakawa<sup>1\*</sup>, A. Rozhnoi<sup>2</sup>, M. Solovieva<sup>2</sup>, O. A. Molchanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学, <sup>2</sup>Institute of Physics of the Earth

<sup>1</sup>UEC, <sup>2</sup>Institute of Physics of the Earth

Though there have been several papers suggesting the important role of atmospheric gravity waves (AGWs) in the generation mechanism of seismo-ionospheric perturbations, no reports have appeared on the statistical study of the AGW effect. Based on the data over nine years and for many propagation paths in and around Japan, this paper presents the first statistical result on the role of AGW in seismo-ionospheric effects. The conclusion by means of superimposed epoch analysis is that the AGW modulation (fluctuation) is rather enhanced about 10 days only for shallow (depth < 40km) earthquakes, but its significance level is just close to the conventional 2sigma (sigma: standard deviation) level. So that, we can conceive that the AGW channel is the most dominant hypothesis for seismo-ionospheric perturbations, but an alternative channel such as chemical (+ electric field) channel is also operative either simultaneously for an EQ or may be dominant for a small number of earthquakes.

Keywords: VLF/LF subionospheric propagation, earthquakes, seismo-ionospheric perturbation, AGW modulation

MIS026-13

会場:201B

時間:5月24日 11:45-12:00

## 地震関連する GPS-TEC 異常

## Ionospheric anomalies possibly associated with $M > 6.0$ Earthquakes in Japan area

服部 克巳<sup>1\*</sup>, 紺 晋平<sup>1</sup>, 西橋 政秀<sup>2</sup>

Katsumi Hattori<sup>1\*</sup>, Simpei Kon<sup>1</sup>, Masahide Nishihashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 気象研究所

<sup>1</sup>Chiba University, <sup>2</sup>mri-jma

Recent studies have shown that there were precursory electromagnetic signals observed on the ground and in space associated with large earthquakes. The major question, still widely debated in the scientific community is whether such signals systematically precede major earthquakes. To address this problem we have started to validate the anomalous ionospheric signals during the occurrence of large earthquakes. In this paper, we examine pre-earthquake ionospheric anomalies in time series and perform a statistical test by using total electron content (TEC) derived from global ionosphere maps (GIM) around the Japan area for the first time. The normalized GIM-TEC (GIM-TEC\*), which is computed based on 15 days backward running mean of GIM-TEC, have been investigated for minimizing possible confounding effects of consecutive earthquakes and identify the abnormal signals. Meanwhile, to reduce the effect of strong geomagnetic activities such as geomagnetic storms, a criterion for removing the GIM-TEC data have been adapted; that is Dst index exceeds  $-60\text{nT}$ . Temporal variations of GIM-TEC\* for large and destructive earthquakes in Japan have been studied; which are the 2004 mid-Niigata Prefecture Earthquake ( $M6.8$ ), the 2007 offshore mid-Niigata Earthquake ( $M6.8$ ), and so on. Although there are some positive and negative TEC anomalies before and after the four earthquakes, there is a tendency that positive TEC anomalies appear 1-5 days before all the above earthquakes even in the quiet geomagnetic condition. Superposed epoch analysis has been performed for statistical analysis of TEC anomalies associated with  $M > 6.0$  Earthquakes during the 12-year period of May 1998 - May 2010. The statistical result indicates the significance of the positive TEC anomalies 1-5 days before earthquakes within 1000 km from the epicenter around Japan.

Keywords: Ionospheric anomalies, Earthquake, GIM-TEC, Statistical analysis, case study

MIS026-14

会場:201B

時間:5月24日 12:00-12:15

## 伊豆清越で観測された地震に伴う ULF 帯磁場の統計的解析 Statistical analysis of the ULF magnetic field data linked to Izu Island earthquake swarm.

芳原 容英<sup>1\*</sup>, 鴨居 俊明<sup>1</sup>, 早川 正士<sup>1</sup>  
Yasuhide Hobara<sup>1\*</sup>, Toshiaki Kamoi<sup>1</sup>, Masashi Hayakawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学

<sup>1</sup>The Univ. of Electro-Comms., Japan.

There have been many reports on ULF magnetic anomalies in relation with local powerful seismic activities. Most previous works have been dealt with seismo-ULF signatures based on the physical principle such as fractal and polarization analyses, whilst there are only few works based on the statistical analysis. In this paper, we aim at extracting the properties of seismo-ULF signatures and to address their physical mechanisms by using the statistical analysis. The statistical properties (i.e. cumulative probability distribution function) are calculated by using each half-hour period in a number of frequency band ranging from 1mHz to 2Hz for the time period of about three years around Izu Island earthquake swarm (the year of the quake, one year before and after the quake). As a result, the remarkable change in the shape of cumulative probability distribution starts about one month before the swarm particularly at the frequency band of 6.7mHz to 0.01Hz. After the swarm, the distribution returns to the original distribution, For other two years (before and after the swarm), the cumulative probability distribution does not show systematic dependence as is seen for the year of the swarm, which indicates that the observed changes of the distribution is due to the swarm.  
Keywords: ULF, earthquake, statistical analysis, seismo electromagnetics



MIS026-15

会場:201B

時間:5月24日 12:15-12:30

## DEMETER衛星を用いた電離層擾乱の解析 Statistical study of the ionospheric perturbation observed by low-altitude satellite

中村 遼平<sup>1\*</sup>, 芳原 容英<sup>1</sup>, 早川 正士<sup>1</sup>, Parrot Michel<sup>2</sup>

Ryohei Nakamura<sup>1\*</sup>, Yasuhide Hobara<sup>1</sup>, Masashi Hayakawa<sup>1</sup>, Michel Parrot<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学, <sup>2</sup> フランス国立環境物理化学宇宙研究所

<sup>1</sup>The Univ. of Electro-Comms., Japan., <sup>2</sup>LPC2E/CNRS, Orleans, France.

Using electric field power observed on board DEMETER satellite, we have performed the statistical analysis of the local ELF electric field enhancement located at the side of the equatorial anomaly crest for the time period of one year (Jan.1 to Dec. 31, 2005). Among 7576 half orbits during a year, 363 half orbits contain the local electric field bursts corresponding to the ionospheric perturbation and their peak electric field intensity are obtained. As a result distribution of the peak intensity is symmetrical about the magnetic equator and increases with increasing the magnetic latitude. This latitudinal dependence of the peak intensity is much clearer in daytime than nighttime. Then we study the connection between ionospheric perturbation and powerful seismic events ( $M > 6$ ) occurred over the orbits (within 15 deg in longitude) and before 10 days from the perturbed orbits. Although the statistical error is relatively large, the median value of the peak intensity of the ionospheric burst events above land earthquakes is much larger than those for ocean earthquakes, which implies the lithosphere-atmosphere-ionosphere coupling due to the powerful earthquakes.

Keywords: ionospheric perturbation, DEMETER, equatorial anomaly, earthquake

MIS026-P01

会場: コンベンションホール

時間: 5月24日 14:00-16:30

## 落石岬におけるエアロゾル粒子の粒径分布の通年観測 A Year-round Observation of Size Distribution of Aerosol Particles at the Cape Ochiishi, Japan

三浦 和彦<sup>1\*</sup>, 河田 綾<sup>1</sup>, 向井人史<sup>2</sup>, 橋本 茂<sup>2</sup>, 植松光夫<sup>3</sup>  
Kazuhiko Miura<sup>1\*</sup>, Ryou Kawata<sup>1</sup>, Hitoshi Mukai<sup>2</sup>, Shigeru Hashimoto<sup>2</sup>, Mitsuo Uematsu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京理科大学, <sup>2</sup> 国立環境研究所, <sup>3</sup> 東京大学大気海洋研究所

<sup>1</sup> Tokyo University of Science, <sup>2</sup> National Institute for Environ. Studies, <sup>3</sup> AORI, The University of Tokyo

海洋生物起源粒子の生成プロセスを調べるため、基礎生産性の高い海域に面した北海道落石岬において、エアロゾル粒子の粒径分布の無人通年観測を行った。

北海道根室にある国立環境研究所落石モニタリングステーションにおいて、2008年5月22日～6月18日、2009年10月16日～2010年9月7日に連続観測を行った。屋上のシェルターに設置した走査型易動度分析計 (SMPS, TSI 3034) と光散乱式粒子計数器 (OPC, RION KC01D または KC01E または KR12A) を用いて 10～5000nm にわたる粒径分布を測定した。無人観測のため、拡散ドライヤーは使わず、リボンヒーターにてチューブを暖め、試料空気を 40% 以下に乾燥させた。測定器インレット直前のチューブ内の温湿度を測定した。地上とタワーにおける高度 10, 30, 50m の気温の鉛直分布から逆転層の有無を求めた。また、化学天気予報 (CFORS) により硫酸塩、有機エアロゾル (OC)、黒色炭素粒子 (BC) の飛来を推定した。

粒径分布を見ると 100～200nm にピークが観測されることが多いが、時々、10～30nm にピークが見られる。3時間以上続いて 20nm 以下の粒子濃度が高濃度となるイベントが観測期間中 36 回観測された。そのうちの 7 回は初夏に、残りは秋か冬に観測された。新粒子生成に特徴的なバナナシェイプの変化 (粒子の成長) がわずかではあるが、21 回見られた。CFORS の予想によると、硫酸塩、OC、BC の飛来はそれぞれ 11, 26, 30 回あった。これらと気圧配置、地上風向、後方流跡線解析の結果をもとにエアマスの起源を推定したところ、26 回が大陸性起源だった。明らかに海洋起源と判断できるイベントはなかったが、海洋起源と思われるイベントは年中観測された。

### 謝辞

本研究の一部は科研費特定領域研究 (代表 植松光夫, No.18067005) の助成のもとに行われた。観測の設置、データ転送、撤収にあたり、(財)地球人間環境フォーラムの島野富士雄氏と宮下電気 (株) の千石勝好氏に大変お世話になった。記して感謝する。

キーワード: 粒径分布, 新粒子生成, 化学天気予報

Keywords: size distribution, new particle formation, CFORS

MIS026-P02

会場: コンベンションホール

時間: 5月24日 14:00-16:30

## 衛星観測で得られた雷放電に伴う VHF 帯電磁放射の特徴と波形解析 Lightning observations by the satellite and the characteristics of the electromagnetic waveforms

菊池 博史<sup>1\*</sup>, 田中 竜太郎<sup>1</sup>, 吉田 智<sup>1</sup>, 森本 健志<sup>1</sup>, 牛尾 知雄<sup>1</sup>, 河崎 善一郎<sup>2</sup>

Hiroshi Kikuchi<sup>1\*</sup>, Ryuutaro Tanaka<sup>1</sup>, Satoru Yoshida<sup>1</sup>, Takeshi Morimoto<sup>1</sup>, Tomoo Ushio<sup>1</sup>, Zen-Ichiro Kawasaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学, <sup>2</sup> エジプト日本科学技術大学, 大阪大学

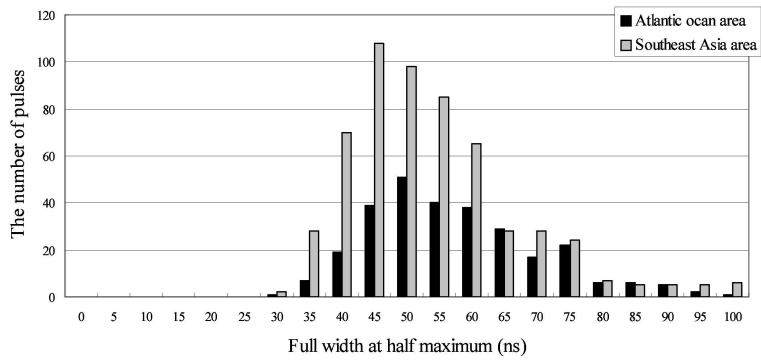
<sup>1</sup>Osaka University, <sup>2</sup>E-JUST, Osaka University

The well-developed thundercloud causes local downpours and tornadoes accompanied with the lightning discharge. These climatic phenomena in a short period of time are difficult to monitor in real time with an existing system. The monitoring of the thunderstorm activities is useful to prevent the weather disasters. The present study aims to monitor the thunderstorm activities from space. In our research group, the Broadband Digital Interferometer (DITF) has been already used to observe the lightning activities above ground. The DITF is a system to locate the sources of impulsive VHF radiation based on the digital interferometric technique. In other words, the DITF is a equipment to visualize lightning channel by VHF radio observations. The remarkable feature of the DITF is its bandwidth (from 25 MHz to 100 MHz) and implicit redundancy for the direction-of-arrival (DOA) estimation. The fairly high resolution and the compactness of the system are great advantage to be the spaceborne system. The goal of this study is to realize the spaceborne DITF and to monitor constantly the thunderstorm activities with the satellites. The Mado-1 observed the lightning discharges from February to October 2009. We indicated the recorded data with the Mado-1 above Southeast Asia area and the Atlantic Ocean area. The pulse width and the number of the pulses are thought to be highly affected by the propagation length through the ionosphere and the lightning activity level, respectively.

We calculated the change of the pulse width with the electromagnetic wave propagation in the ionosphere. The pulse width grows wider in the medium because the short duration VHF pulse with lightning activity has the wide band frequency characteristic. We conducted the propagation simulation in order to understand the change of the waveform. The ionospheric model was developed to calculate the change of the pulse width in the ionosphere. It was divided into the multi-layered media to consider the altitude distribution of the electron density. The model assumes that the ionosphere and the earth are the spherical shape with their origin at the center of the earth. The each layer has the thickness at 10 km. The values of the electron density are used the international reference ionosphere 2007 (IRI-2007) model. In the each layer, the value of the electron density and the refractive index stay constant. The full width at half maximum (FWHM) changed about the tens of nanoseconds. Next we compared to the pulse width of the received pulses by the Mado-1 satellite at the two observation areas. The results in the Atlantic Ocean area had the greater FWHM than those in the Southeast Asia area. The deference of the FWHM was about 5ns. The results had a similar finding for the ground-based observations.

Then we discussed the relationship between the number of the received pulses and the lightning activity. The relationship was calculated by using the observation results of the Mado-1 and the WWLLN. As the first step, the lightning activity factor is defined as the lightning detected number of the WWLLN. The lightning detected number indicates the number which the WWLLN detected the lightning activity in the satellite observation range and in five minutes around the time of the satellite observation. Second, the received pulse number by the Mado-1 was counted using the fitted pulses with the LogisticCum function. Then, we compared the detected number by the WWLLN with the received pulse number by the Mado-1. This result indicated the clear link between the number of the received pulses by the Mado-1 and the detected number by the WWLLN.

We concluded that the pulse width and the received pulse number with the VHF lightning satellite observation indicated the probability of the reference indexes for monitoring the lightning activities.



キーワード: 電磁波, 電波伝搬, 雷放電, 衛星観測

Keywords: Electromagnetic wave, Radio propagation, Lightning discharges, Satellite observation

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS026-P03

会場: コンベンションホール

時間: 5月24日 14:00-16:30

## 全球落雷位置標定装置 WWLLN による地中海域における雷活動の季節変化 Seasonal variability of lightning activity in the Mediterranean using the World Wide Lightning Location Network

中村 佳敬<sup>1\*</sup>, Heba Gamal<sup>2</sup>, 森本 健志<sup>1</sup>, 牛尾 知雄<sup>1</sup>, 河崎 善一郎<sup>3</sup>

Yoshitaka Nakamura<sup>1\*</sup>, Heba Gamal<sup>2</sup>, Takeshi Morimoto<sup>1</sup>, Tomoo Ushio<sup>1</sup>, Zen Kawasaki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学, <sup>2</sup> エジプト日本科学技術大学, <sup>3</sup> エジプト日本科学技術大学, 大阪大学

<sup>1</sup>Osaka University, <sup>2</sup>E-JUST, <sup>3</sup>E-JUST, Osaka University

The Mediterranean Climate is the dominant climate in the Mediterranean region, and there are typically dry summers and wet winters. For this feature, the intensity of lightning activity in winter is stronger than one in summer in the Mediterranean region. In particular, winter thunderstorms are different from summer thunderstorms in terms of charge distributions for low altitudes of the tropopause. Thus, it is thought that the frequency of upward cloud-to-ground (CG) lightning flashes and the positive CG lightning flashes, transferring the large charge to ground, is high in winter than in summer. To fully understand lightning discharges in the Mediterranean region, we must recognize characteristics of their lightning activities. The World Wide Lightning Location Network (WWLLN) operated by the University of Washington has more than 50 sensors in the world and locates lightning discharges on the globe in real-time. In this study, we estimate monthly lightning distribution maps in the Mediterranean from 2007 to 2010 using the WWLLN. The lightning activity observed over the Mediterranean Sea in March moves to the European Continent from April to June. In July and August, we detect lightning flashes over inland of the northern Mediterranean and Algeria. Meanwhile, there is no lightning activity over the greater part of the Mediterranean Sea. The lightning distribution on the European Continent moves south from September to October. From November to March, we detect lightning flashes over the Mediterranean Sea. Meanwhile, there is no lightning activity on the greater part of the inland south European Continent and inland North Africa. In this presentation, we will show some case examples in winter, and compare them with winter lightning in Japan and sea surface temperatures of the Mediterranean Sea.

キーワード: 冬季雷

Keywords: winter lightning

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS026-P04

会場: コンベンションホール

時間: 5月24日 14:00-16:30

## 日本における静穏日大気電場の経年変化 Long-term trend of global geomagnetic Sq field

竹田 雅彦<sup>1\*</sup>

Masahiko Takeda<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京大理 地磁気センター

<sup>1</sup> DACGSM, Fac. of Sci., Kyoto Univ.

1958年から2008年までの期間についての柿岡と女満別における静穏日大気電場の長期変化をその季節変化・地方時変化と共に調べた。柿岡の大気電場は1980年に最大になった後は一貫して減り続けており、それはほぼどの季節、どのUTについても見られ、特に1997年以降は減少が加速しているのに対し、女満別の大気電場は柿岡とは傾向が異なり1970年頃が極大でそれ以降1995年頃まではほぼ一定であるが、1997年以後はこちらも減少していることが分かった。さらに季節変化や地方時変化のパターンにも長期変化に変化が見いだされたが、詳しくは学会時に議論する予定である。

キーワード: 大気電場, 長期変化, 季節依存性, 地方時変化

Keywords: atmospheric electricity, potential gradient, long term trend, seasonal dependence, local time variation

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS026-P05

会場: コンベンションホール

時間: 5月24日 14:00-16:30

## バルーン観測用小型大気電場測定装置の開発 Development of small-size field mill for balloon measurement

藤原 博伸<sup>1\*</sup>, 阪井 陸真<sup>3</sup>, 稲崎弘次<sup>2</sup>, 鴨川 仁<sup>3</sup>  
Hironobu Fujiwara<sup>1\*</sup>, Rikuma Sakai<sup>3</sup>, Koji Inazaki<sup>2</sup>, Masashi Kamogawa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 女子聖学院高校, <sup>2</sup> NEC システムテクノロジー, <sup>3</sup> 東京学芸大学物理学科  
<sup>1</sup> Joshiseigakuin High School, <sup>2</sup> NEC system technology, <sup>3</sup> Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei

We developed a small-size field mill equipped with a data logger for balloon measurement. Purpose of this system is to monitor atmospheric electric field variation generated by thunderstorm and non-thunderstorm. The system is operated not only by battery without a commercial electric power but also in low temperature. In the presentation, we introduce a performance of our system and preliminary observation results.

キーワード: 大気電場, フィールドミル, 大気イオン  
Keywords: Atmospheric electric field, Field mill, Ion-aerosol