Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P01 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

パッチの停滞に伴うプラズマイレギュラリティの衰退
Stagnation of a polar cap patch and decay of the accompanying plasma irregularities

細川 敬祐 [1*], 塩川 和夫 [2], 大塚 雄一 [2]
Keisuke Hosokawa[1*], Kazuo Shiokawa[2], Yuichi Otsuka[2]

[1] 電気通信大学情報理工学研究科, [2] 名古屋大学太陽地球環境研究所
[1]University of Electro-Communications, [2]STEL, Nagoya University

We report an event in which a polar cap patch, as detected by an all-sky imager (ASI) at Resolute Bay, Canada, stopped its anti-sunward motion and wandered around within the field-of-view of the ASI for more than 1 h. During the wandering motion of the patch, a significant reduction of the cross-polar cap plasma convection was observed by the SuperDARN radars. 10-15 min before the stop of the patch, the IMF observed by the Geotail spacecraft showed a clear northward turning. Such a change in the IMF orientation could lead to the halt of the cross-polar cap convection and resultant stagnation of the patch.

When the patch stagnated, its luminosity decreased gradually, which allows us to investigate how the patch plasma decayed in a quantitative manner. The decay of the patch can be quantitatively explained by the loss through recombinations of O+ with ambient N2 and O2 molecules, if we assume the altitude of the optical patch to be around 295 km. The derived altitude of the patch around 295 km is much higher than the nominal value at 235 km obtained from the MSIS-E90/IRI2007 models. This is probably because the loss process was much faster in the lower-altitude part of the patch; thus, the peak altitude of the patch increased as it traveled across the polar cap due to rapid recombination at the bottomside of the F region.

During the interval of interest, one of the SuperDARN radars at Rankin Inlet, Canada observed a cluster of field-aligned irregularities (FAIs) in the region of enhanced 630.0 nm airglow associated with the patch. These patch-associated FAIs promptly decayed following the weakening of the optical patch, which was obviously due to a convolution effect of the decrease in the patch-associated density gradient and the reduction in the background convection caused by the northward turning of the IMF. However, the decay of the FAIs was much quicker than that of the optical patch. This suggests that the abrupt reduction of the convection probably played a more important role than the gradual decrease of the patch-associated density gradient in causing the prompt decay of the patch-associated FAIs. This indicates that the strength of the background electric field is very crucial in maintaining small-scale density structures in the polar cap.

キーワード: ポーラーパッチ, 極冠電離圏, プラズマ対流
Keywords: Polar Cap Patches, Polar Cap Ionosphere, Plasma Convection

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P02 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

オーロラ帯近傍における630nm大気光イメージング観測による夜間の中規模伝搬性電離圏擾乱の研究
Observations of nighttime medium-scale travelling ionospheric disturbances by 630-nm airglow imagers near auroral zone

塩川 和夫 [1*], 森 雅人 [1], 大山 伸一郎 [1], 大塚 雄一 [1], 野澤 悟徳 [1], マーチン・コナーズ [2]
Kazuo Shiokawa[1*], Masato Mori[1], Shin-ichiro Oyama[1], Yuichi Otsuka[1], Satonori Nozawa[1], Martin Connors[2]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所, [2] アサバスカ大学
[1]STEL, Nagoya University, [2]Athabasca University

We study nighttime medium-scale travelling ionospheric disturbances (MSTIDs) observed in the 630-nm airglow imagers at Tromso (69.6N, 19.2E; magnetic latitude: 67.1N), Norway and at Athabasca (54.7N, 246.7E; magnetic latitude: 61.7N), Canada. This is the first study of high-latitude MSTIDs by all-sky imagers in the European and Canadian longitudinal sectors. For Tromso we analyzed airglow images for two winters from 9 January to 2 March 2009 and from 9 October 2009 to 3 March 2010. For Athabasca, we analyzed 2-year data from September 2005 to August 2007. At both stations, the MSTIDs were observed before the midnight with the occurrence rate of more than ~30 %. The average wavelengths, phase velocities, and periods of the observed MSTIDs were 100-400 km, 50-150m/s, and 30-60 min, respectively. We found that MSTIDs at Tromso tend to show eastward motion in addition to the typical southwestward motion. At Athabasca, we recognized a tendency that southwestward-moving MSTIDs occur frequently in winter. In summer, however we found characteristic northward-moving MSTIDs at Athabasca. At both stations, some MSTIDs showed characteristic change of their directions of propagation and wave front in association with auroral activity. We report an example of sudden motion of MSTIDs at substorm onset observed at 1730 UT on December 8, 2009 at Tromso. On the basis of these results, we discuss possible cause of generation and motion of high-latitude nighttime MSTIDs.

キーワード: 中規模伝搬性電離圏擾乱, 夜間大気光, オーロラ帯, 電離圏, 熱圏, サブストーム
Keywords: medium-scale traveling ionospheric disturbance, airglow, auroral zone, ionosphere, thermosphere, substorm

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P03 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

南極昭和基地における GPS シンチレーション観測計画-概要と初期結果報告
An observation plan of ionospheric scintillations by use of GPS signals received in Syowa Station, Antarctica

北内 英章 [1*], 久保田 実 [1], 津川 卓也 [1], 石橋 弘光 [1], 長妻 努 [1], 村田 健史 [1]
Hideaki Kitauchi[1*], Minoru Kubota[1], Takuya Tsugawa[1], Hiromitsu Ishibashi[1], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1]

[1] 独立行政法人　情報通信研究機構
[1]NICT

GPS 等の衛星測位に深刻な影響を与える電離圏擾乱（GPS シンチレーション）の現象と影響の測定を行い、衛星測位の高度利活用に資することを目的に、南極・東オングル島に在る昭和基地 [69 °00’19”S,39 °34’52”E] で GPS シンチレーション観測を開始した。平成 22 年 11 月に出発した第 52 次南極地域観測隊（52 次隊）では、基地内の電離層観測小屋（サイト固有名 SYO1）と管理棟（SYO2）の 2ヶ所に GPS シンチレーション観測システムを設置した（図 1)。

観測システムは、GPS 受信装置部と観測記録装置部からなる。前者は GPS 受信機（GSV4004B）と GPS アンテナ（GPS-702-GG)、後者は Linux サーバ（Red Hat Enterprise Server）と今回新たに開発した専用の観測記録ソフトウェアから構成され、両者は RS232C-TCP/IP コンバータ（NPort5410）によって結ばれている。衛星からの電波は、GPS アンテナを通って GPS 受信機で受信され、RS232C 信号として出力される。RS232C 信号は、RS232C-TCP/IP コンバータによって TCP/IP 信号に変換され、Linux サーバに入力される。入力信号は、観測記録ソフトウェアによって生データ、RINEX（Receiver Independent Exchange Format）形式のデータ、シンチレーションデータ、TEC（Total Electron Content）データとして記録保存される。各データのサンプリングレート及びファイル保存間隔は可変であり、現在はシンチレーションが 50Hz、それ以外は 1Hz で運用されている。記録保存されたデータの一部は、リアルタイムで NICT のウェブサイトで試験的に公開されている。

http://wdc.nict.go.jp/IONO2/ANTARCTIC/SYOGS/SYO1/TEC/
http://wdc.nict.go.jp/IONO2/ANTARCTIC/SYOGS/SYO2/TEC/

53 次隊では、更にもう 1ヶ所（SYO3）観測システムを設置して都合 3ヶ所での観測体制を確立し、それぞれの受信信号変動の時間差から擾乱の伝搬速度を測定する予定である。

謝辞
観測システムの設置にあたって、第 51 次南極地域観測隊と 52 次隊および南極観測船「しらせ」乗艦の海上自衛隊の皆様にお世話になりました。特に管理棟への設置にあたって、ご尽力いただいた 51 次越冬隊電離層の中本廣氏と 52 次越冬隊庶務の市川正和氏に感謝します。そして、52 次夏隊電離層の業務全般を国内で支援してくれた永原政人氏に感謝します。

図1. 南極昭和基地に設置したGPSシンチレーション観測システム配置図

キーワード: 南極昭和基地, 電離圏擾乱, GPS 信号, 観測計画

Keywords: Syowa Station, Antarctica, ionospheric scintillations, GPS signals, observation plan

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P04 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

電波伝搬特性解析による電離圏下部領域の電子密度推定の自動化
Automated estimation of electron density profile in the lower ionosphere by the radio wave propagation characteristics

佐々木 亨 [1*], 三宅 壮聡 [1], 石坂 圭吾 [1], 岡田 敏美 [1]
Toru Sasaki[1*], Taketoshi Miyake[1], Keigo Ishisaka[1], Toshimi Okada[1]

[1] 富山県立大学
[1]Toyama Prefectural University

SRP-5 sounding rocket was launched from Poker Flat Research Range, Fairbanks, Alaska at 14:17 LT on January 10, 2009. The primary science objective of SRP-5 Project is to measure the plasma density profile of the polar D region ionosphere above Poker Flat Research Range, which was carried out with using a plasma probe, radio receivers, and other sensors. The objective of TPU (Toyama Prefectural University) radio receiver is to investigate the electron density profile in the polar D region at daytime. The electron density profile in the lower ionospheric region is estimated from the absorption of three radio waves observed by SRP-5 sounding rocket.

We observed three different radio waves, CHENA (257 kHz), KFAR (660 kHz) and KCBF (820kHz), transmitted from navigation and broadcast stations near Fairbanks, Alaska. They were successfully observed from the altitude 0 to 98 km during the ascent flight. The receiver observed magnetic field intensities and waveforms down converted to about 100 Hz. During the rocket ascent, up to about 150 seconds, the intensities of these radio waves attenuate gradually with increasing time, until they reach the system noise level of the receiver at about 110 seconds. These attenuations are due to collisions between the electrons and the neutral molecules in the lower ionosphere. On the other hand, the spectra of three radio waves are obtained by FFT (Fast Fourier Transform) from the waveforms. These spectra branch into two after launch, since the frequencies of the polarized waves are affected by the rocket spin.

The approximate electron density profile can be estimated from the comparison between these observation results and propagation characteristics calculated with Full wave method. The estimated electron density profile suddenly increase then decrease at the altitudes between about 80 and 90 km. The magnetic intensity, calculated with Full wave method from this electron density profile, are almost the same as the experimental results. In addition, we are going to distinguish the right- and left-hand polarized waves from the spectra of observed three radio waves, and estimate more detailed electron density profile in the lower ionosphere below 65 km.

This estimation process has some problems. At first, we have no clear standard for comparing observation results and propagation characteristics calculated with Full wave method. In addition, we have to iterate many times correcting the electron density profile by handwork, calculating propagation characteristics with Full wave method and comparing observation results and calculated propagation characteristics. This iteration takes too long to estimate appropriate electron density profile. To reduce these problems, we are going to develop a application to realize automated estimation of electron density profile by the radio wave propagation characteristics analysis.

キーワード: 電波伝搬特性, 電子密度, 電離圏, ロケット観測
Keywords: radio wave propagation characteristic, electron density profile, ionosphere, sounding rocket measurement

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P05 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

GPS-TEC トモグラフィを用いて、ヨーロッパ地域の電離層夜間電子密度増大現象の研究
The Ionospheric Nighttime Electron Density Enhancement by 3D Tomography Method around European Region

陳 佳宏 [1*], 齊藤 昭則 [1], Lin Charles[2], 劉 正彦 [3]
Chia Hung Chen[1*], Akinori Saito[1], Charles Lin[2], Jann-Yenq Liu[3]

[1] 京都大学大学院理学研究科, [2] 台湾成功大学, [3] 台湾中央大学
[1]Kyoto University, Japan, [2]National Cheng Kung University, Taiwan, [3]National Central University, Taiwan

The nighttime electron density enhancement of the Earth's ionosphere is characterized by the greater electron density in the nighttime than that in the daytime. Recently, this anomaly feature has intensely been studied by using satellite observations and model simulations. Results show that there are three obvious nighttime electron density enhancement regions around South American, European, and Northeast Asian. The 3D tomography method, employs GPS data observed by an network of dual-frequency GPS receivers, is used in this study to study the three-dimensional structure of the nighttime electron density enhancement around European region, where covers a lot of GPS receivers. Furthermore, we compare with the tomography results and the SAMI2 (Sami2 is Another Model of the Ionosphere) model simulation results. The results will be shown in the poster.
Keywords: 3D tomography, nighttime electron density enhancement, GPS-TEC

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P06 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

欧州の GPS 受信機網を用いた全電子数変動の観測
Observations of total electron content variations using GPS networks in Europe

大塚 雄一 [1*], 中川慎太 [1], 塩川 和夫 [1], 津川 卓也 [2]
Yuichi Otsuka[1*], Shinta Nakagawa[1], Kazuo Shiokawa[1], Takuya Tsugawa[2]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所, [2] 情報通信研究機構
[1]Solar-Terrestrial Environment Laboratory, [2]NICT

欧州における GPS 観測網データを用いて全電子数 (Total Electron Content; TEC) を算出し、TEC 変動の水平二次元分布を明らかにした。本研究では、各 GPS 衛星－受信機間で得られた TEC の時系列から 1 時間移動平均を引くことにより TEC の変動成分を抽出し、衛星-受信機間のパスが高度 300km を通る地点にプロットして TEC 変動成分の水平二次元分布を求めた。この TEC 変動の二次元分布について、2008 年一年間のデータ解析を行い、以下を明らかにした。(1) 地磁気緯度に沿って東西方向にのびる電離圏トラフの水平二次元構造を明らかにした。統計解析を行い、トラフの出現頻度は、春・秋の日没後から真夜中にかけての時間に高いことを明らかにした。この結果は、トラフの緯度が地磁気活動に依存し、地磁気活動が高いときに低緯度側に移動するという従来の観測結果と一致しており、トラフが低緯度側に移動したときにＧＰＳ－ＴＥＣの二次元分布で捉えられるとこを示している。(2) 昼間における MSTID は、冬季に発生頻度が高く、南向きに伝搬するものが多い。この結果は、他の観測機器によるＭＳＴＩＤの観測結果やＧＰＳ-TEC データを用いた他地域での観測結果と一致しており、従来から考えられてきたように、昼間の MSTID が大気重力波に起因するものであることを支持している。これは、電離圏プラズマは中性大気との衝突によって磁力線に平行な方向にのみ動かされるが、大気重力波による中性大気運動の磁力線平行成分は、大気重力波が赤道方向に伝搬する時に最も大きくなるためめと考えられている。また、本研究では、ＭＳＴＩＤ発生頻度の緯度依存性を明らかにするため、欧州を低緯度側と高緯度側とに分け、それぞれにおいて発生頻度を調べたが、両者に明確な違いは見られなかった。(3) 夜間において MSTID は南西方向に伝搬するものが多いことを明らかにした。この結果は、日本と南カリフォルニアにおける GPS-TEC の水平二次元分布を用いて得られた統計解析結果や、日本やアメリカ域での光学観測で得られた統計結果とも一致する。夜間の MSTID が、北西から南東にのびる波面をもつものが多いことから、夜間のＭＳＴＩＤの生成に Perkins 不安定が重要な役割を果たしていると考えられる。さらに、本研究では、MSTID の発生頻度には緯度依存性があり、高緯度では低緯度に比較して発生頻度が低いことが明らかになった。

キーワード: GPS, 全電子数, 電離圏, 電離圏トラフ, 伝搬性電離圏擾乱
Keywords: GPS, TEC, ionosphere, ionospheric trough, TID

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P07 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

北海道-陸別ＨＦレーダーによる超静穏時における中緯度域電離圏対流の研究
Study of mid-latitude ionosphere convection during super quiet period with the SuperDARN Hokkaido radar

鄒 運 [1*], 西谷 望 [1]
Yun Zou[1*], Nozomu Nishitani[1]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所
[1]STEL, Nagoya University

中緯度・サブオーロラ帯の電離圏対流特性は過去さまざまな観測手段・計算機実験等により調べられている、真夜中付近において西向きのフローの存在が確認され、Blanc et al.(1980) は擾乱ダイナモ作用が働いていると指摘した。我々のグループでは SuperDARN レーダーの 1 基であり、現在もっとも低い地磁気緯度に位置する北海道-陸別 HF レーダー（2006 年 12 月より正式運用開始）が過去 4 年間に蓄積した電離圏エコーのデータを活用し、今までにあまり解析が進んでいなかった中緯度領域 (地磁気緯度 40 度から 60 度) のプラズマ対流分布について解析を行った。そして、中緯度 (40 度から 55 度) の夜側における西向きのフローの存在を確認した。一方、Gonzales et al.(1978, JGR) は Millstone Hill レーダーを使って地磁気活動度が非常に静穏（1 日の地磁気指数Ｋｐの合計値が 14 以下）である時に、真夜中前の対流が東向きに変わることを示している。この傾向は北海道-陸別 HF レーダーの観測データを活用した前回の解析結果では見出されなかった。

最近 Kumar et al. (2010) は、オーストラリアのバンドーラ (地理緯度 145.1 °E, 37.7 °S, 磁気緯度 49 °S) に設置したデジゾンデで捕えた電離圏ドリフトデータを活用し、中程度以上の大きさ (minimum Dst<-60nT) を持つ磁気嵐が夜側中緯度電離圏に与える影響は磁気嵐開始時より最大 50 時間継続することを示した。より正確に夜側の中緯度電離圏における擾乱ダイナモ作用の発達・減衰過程を理解するためには、それ以前に発生した磁気嵐からの影響を取り除く必要がある。

今回の研究では北海道-陸別 HF レーダーで観測した地磁気指数 Kp が 0+以下の場合のデータよりそれ以前 50 時間以内に磁気嵐が発生した期間を取り除いたが、平均速度の西向き成分が弱まることが確認されたものの、真夜中前の対流が東向きに変わる傾向は見出されなかった。現在、Dst 指数が定義した磁気嵐によりレーダーで観測した中緯度電離圏対流が受ける影響について Superposed Epoch Anaysis(SEA) 手法で統計解析を行い、その性質を調べている。講演では、より詳細な解析結果について報告する予定である。

キーワード: SuperDARN, 北海道-陸別 HF レーダー, 中緯度電離圏, 擾乱ダイナモ作用, 西向きのフロー, 地磁気指数 Kp
Keywords: SuperDARN, SuperDARN Hokkaido radar, mid-latitude ionosphere, disturbance dynamo, westward flow, Geomagnetic kp Indices

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P08 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

2009 年 7 月の皆既日食時に衛星 DEMETER で観測された電子・イオン密度変動
Variation of Ne and Ni observed by DEMETER during 2009 total solar eclipse

望月 香織 [1*], 鴨川 仁 [1], 柿並 義宏 [2], Wang Xiaoni[3], Berthelier Jean-Jacques[3], 大西 健夫 [3]
Kaori Mochizuki[1*], Masashi Kamogawa[1], Yoshihiro Kakinami[2], Wang Xiaoni[3], Jean-Jacques Berthelier[3], Tatsuo Onishi[3]

[1] 東京学芸大学物理学科, [2] 台湾中央大学太空科学研究所, [3]LATMOS, France
[1]Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., [2]Inst. Space Sci., National Central Univ., [3]LATMOS, France

We investigate topside ionospheric dynamics of 2009 total solar eclipse in East Asia by using Ne/Te and Ni/Ti data of French satellite DEMETER, of which altitude is around 660 km. On July 22, 2009, one of DEMETER orbits crossed eclipse zone, and the distance closest to the total eclipse area was approximately 200km. Just after the total solar eclipse, Te decreased while Ne did not change. Before the maximum obscuration, Ne decreased and Te increased because production rate of plasma decreased under the F-region. Since strong fountain effect appeared up to +30 degree in latitude, the satellite measured the enhancement of Ne, while Te further decreased due to the eclipse. This feature differs from another eclipse case [Wang et al., JGR, 2010]. In the presentation, we discuss quantitatively ionospheric dynamics during the total solar eclipse.

キーワード: 皆既日食, イオン密度, 電子密度, 大気重力波
Keywords: Total solar eclipse, Ion density, Electron density, Gravity wave

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P09 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

2 次元 FDTD シミュレーションを用いたスポラディック E 層空間構造推定
Estimation of spatial structure of sporadic E layer with 2-dimensional FDTD simulations

黒川 貴寛 [1*], 三宅 壮聡 [1], 石坂 圭吾 [1]
Takahiro Kurokawa[1*], Taketoshi Miyake[1], Keigo Ishisaka[1]

[1] 富山県立大学
[1]Toyama Prefectural University

電離圏電子密度の解析手法として、ロケットによる直接観測、レーダによる観測、シミュレーション（Full-wave 法や FDTD 法）などがある。本研究では 2 次元 FDTD 法を用いたシミュレーションを行い、電離圏の空間構造が電波伝搬特性に与える影響について解析を行い、ロケット観測で得られる電波強度の高度分布から電離圏空間構造を推定できる可能性を検討する。FDTD シミュレーションでは自由な空間構造の解析が可能であり、本研究では電離圏下部領域における特徴的な空間構造としてスポラディック E 層と FAI を想定している。電離圏モデルとして、層状、楕円電子雲モデルを仮定し、電離圏の空間構造が電波伝搬特性に与える影響、特に周波数による影響の違いを調べた。さらに実際に行われている電離圏ロケット観測を想定して、シミュレーション結果から電波の磁界強度高度分布を求め、電離圏モデルが異なる場合の磁界強度高度分布を比較し、その特徴から逆に電離圏空間構造の推測を行えるかについて検証を行った。複数周波数の電波を同時に観測して比較することによって、スポラディック E 層や FAI 等の電離圏空間構造の推測が容易になることが期待できる。

シミュレーションの結果、層状モデルでは電離層上空で高度が上昇するにしたがって磁界強度が単調減少するのだが、楕円電子雲モデルでは電子雲中で磁界強度は減少した後、電子雲上空で再び磁界強度が増加するという違いが現れた。この磁界強度の上昇は電子雲の大きさと電波の波長（周波数）に対応しているため、磁界強度高度分布からスポラディック E 層の空間構造スケールを推定することが可能である。これらの結果を元に、電波発信源の位置や発信周波数を変化させてシミュレーションを実行して、その影響の現れ方の違いからスポラディック E 層に代表される電離圏空間構造の正確な推定が可能か検証する。

キーワード: スポラディック E 層, FDTD シミュレーション, 電離圏, 電子密度分布, プラズマ波動伝搬
Keywords: Sporadic E layer, FDTD simulation, ionosphere, electron density profile, plasma wave propagation

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P10 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

時間領域 Full wave 法を用いた電離圏下部電子密度推定に関する研究
Study on the estimation of the electron density profile in the lower ionosphere with time domain Full wave analysis

二谷 崇大 [1], 三宅 壮聡 [1*], 石坂 圭吾 [1], 村山 泰啓 [2], 川村 誠治 [2]
Takahiro Futatsuya[1], Taketoshi Miyake[1*], Keigo Ishisaka[1], Yasuhiro Murayama[2], Seiji Kawamura[2]

[1] 富山県立大学, [2] 情報通信研究機構
[1]Toyama Prefectural University, [2]NICT

MF レーダは左旋性または右旋性偏波の電波を鉛直に打ち上げ、それらの分反射情報から下部電離圏 D, E 領域の電子密度を推定している。電離圏下部領域の電子は周辺の中性大気の運動や水和イオン・窒素酸化物などを含む化学反応などと密接に関係していることから、この領域の電子密度を連続的に観測することで中間圏・下部電離圏物理における新たな科学的知見をもたらす可能性がある。しかし、D 領域高度の電子密度は 1 立方センチ当り数十〜1000 個程度と小さく、電子密度推定のためのアルゴリズムも確立されていないため、現時点では精度の高い観測を連続的に行うことは困難である。この領域の電子密度推定方法としてロケットによる電波観測を利用した電波吸収法がある。この方法で精度の高い推定を行うことは可能であるが、ロケットの打ち上げは散発的であるため、やはり連続的な観測は困難である。

本研究では MF レーダの観測手法を時間領域 Full wave 法を用いてシミュレーションし、電離層下部の電子密度を連続的に観測する方法を検討する。現在 MF レーダを用いた電離圏下部電子密度推定に用いられているアルゴリズムとして DAE 法がある。DAE 法とは電離圏 D, E 領域で分反射される左旋性偏波と右旋性偏波の反射量の違い（受信電波比）から電子密度を推定する手法である。しかし、DAE 法には電子密度を求める計算式の中に変数として電子密度が含まれているという矛盾があるなど、いくつか問題点がある。そこで、これまで単一周波数の電波しか扱えなかった Full wave 法に時間発展を取り入れた時間領域 Full wave 解析法を開発し、この手法を用いたシミュレーションによって DAE 法を再現してその問題点・改良点の検討を行った。その結果、DAE 法に用いられている反射係数 Rx/Ro の低高度部の値に問題がある事がわかり、修正を加えた。また、吸収係数 (kx-ko)/N は条件によりいくつかのパターンを使い分けることで電子密度推定精度が向上することを見出した。新しく作成した Rx/Ro と (kx-ko)/N の値を DAE 法に用いる事により、以前より精度の高い電子密度高度分布の推定が可能であると考えられる。将来的にはロケット実験等で、放送波等の連続波だけでなく、パルス波を利用したロケット実験を行うといった事が期待できる。

キーワード: 電離圏下部電子密度, Full wave 法, MF レーダ, DAE 法
Keywords: electron density in the lower ionosphere, Full wave analysis, MF radar, DAE method

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P11 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

太陽活動周期に関連したトウィーク反射高度変動
Solar cycle variations of the tweek reflection height

大矢 浩代 [1*], 塩川 和夫 [2], 三好 由純 [2]
Hiroyo Ohya[1*], Kazuo Shiokawa[2], Yoshizumi Miyoshi[2]

[1] 千葉大学大学院工学研究科, [2] 名古屋大学太陽地球環境研究所
[1]Graduate School of Eng., Chiba Univ., [2]STE Laboratory, Nagoya University

The purpose of this study is to reveal solar-cycle variations of the tweek reflection height. Tweek atmospherics are reflected at a height where the equivalent electron densities are 20 - 30 cm^{-3}. Descent (rise) of the reflection height corresponds to increase (decrease) in electron density in the ionospheric D- and lower E-regions. It is known that electron density in the sub-ionosphere depends on solar activities, although nighttime lower ionosphere has not been sufficiently investigated yet. An advantage of using tweeks is to be able to monitor variations of electron density less than 10^2 cm^{-3} along long propagation paths (several thousands of kilometers). From cut-off frequency of the first order mode on dynamic spectrum, we can estimate the reflection height. We use tweek data obtained at Kagoshima (31.5N, 130.7E), Japan, on magnetically quiet days in 1976-2010; solar cycles 21,22, 23, and the rising phase of solar cycle 24. The average and standard deviation of the reflection height were 95.9 km and +/-3.1 km, respectively. The years when the tweek reflection height was lower than 93.0 km were 1976 (solar minimum), 1979 (solar maximum), 1985 (solar minimum), 1995-1997 (solar minimum), and 2002 (solar maximum). On the other hand, the years when the tweek reflection height was higher than 99.0 km were 1977-1978 (rising phase), 1987-1991 (rising phase to solar maximum), and 2006-2009 (solar minimum). The significant peaks of the periodgram were seen to be 13.3, 3.2, and 1.3 years. We have considered possible causes of this long-term variation of the reflection height: geocorona emission, galactic cosmic ray (GCR), particle precipitation from the inner radiation belt, and the neutral atmosphere. In the presentation, we discuss possible causes of this long-term variation of the reflection height.

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P12 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

Oersted 衛星と CHAMP 衛星の磁場観測データによる電離層上層部の中・低緯度で見られる微小磁場変動周期の緯度依存性
The dependence of latitude of period of small magnetic variation in the middle and lower latitude over the ionosphere fr

中西 邦仁 [1*], 家森 俊彦 [2]
Kunihito Nakanishi[1*], Toshihiko Iyemori[2]

[1] 京都大学 SPEL, [2] 地磁気世界資料解析センター
[1]SPEL, KYOTO UNIV, [2]WDC for Geomagnetism, Kyoto Univ

1999 年から 2002 年にかけて低高度 (600 km ~ 900 km）精密磁場観測 Oersted 衛星によって観測された磁場観測データの解析から 30 秒以下の周期の微小変動がほぼ常時存在することが報告されている。この微小変動には中緯度から低緯度にかけて、磁気赤道に近づくにつれ、周期が長くなっている現象がしばしば見られる。この現象は 2000 年に打ち上げられた低高度（300km~450km）精密磁場観測 CHAMP 衛星の磁場観測データにも見られる。最大エントロピー法を用いて、この微小変動のパワースペクトルをとり、そのピークの地磁気緯度依存性を調べると、緯度が小さくなるにつれて周期が長くなることが示される。この性質は緯度が低くなるにつれて一般的には周期が短くなる地磁気脈動とは逆である。この減少が自然現象であるとすると、その原因の一つとして下層大気からの影響が考えられる。すなわち、下層大気で生じた波が上層へと伝播して、電離層でダイナモが起き、それに付随する磁場変動の空間構造を観測しているというものである。このメカニズムに従うと、ダイナモ領域での空間スケールを一様、すなわち、緯度に依存しないと仮定する場合、両衛星が飛翔する電離圏上層では低緯度ほど磁力線の緯度間隔が大きくなるため、空間スケールは大きくなる、すなわち、変動の周期は長くなり、観測データと整合性がとれる。今回の研究では上記のモデルが該当するか否か調べた結果を、Oersted 衛星と CHAMP 衛星の磁場観測データを比較しながら、観測された磁場の微小変動の周期の地域、ローカルタイムおよび季節依存性の統計的解析結果と合わせ報告する。

キーワード: 電離層, 磁場の微細振動, CHAMP 衛星, Oersted 衛星
Keywords: ionosphere, small magnetic variation, CHAMP satellite, Oersted satellite

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P13 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

高精度電気力学モデルによる中低緯度の電離圏変動の研究
Atmosphere-Ionosphere Coupling Studied with a High-Resolution Electrodynamics Model

陣 英克 [1*], 三好 勉信 [2], 藤原 均 [3], 品川 裕之 [1], 寺田 香織 [3]
Hidekatsu Jin[1*], Yasunobu Miyoshi[2], Hitoshi Fujiwara[3], Hiroyuki Shinagawa[1], Kaori Terada[3]

[1] 情報通信研究機構, [2] 九州大学, [3] 東北大学
[1]NICT, [2]Kyushu University, [3]Tohoku University

電離圏の電気力学過程は、磁気嵐時の電離圏擾乱（磁気圏対流電場の侵入や擾乱ダイナモ）の他に、地磁気静穏時の電離圏における不規則な変動や擾乱の発生において、重要な役割を果たしている。後者に関しては熱圏やより下層の大気領域に起源があると考えられている。例えば、日中においては中低緯度の電子密度を左右する赤道異常の発達があり、熱圏（まで伝搬した）変動がダイナモ過程を介しての影響と考えられている。特に最近では、赤道異常の経度分布に対流圏由来と見られる波数 4 構造が発見されている。また、日没後には宇宙天気にとって重要なプラズマバブルの発生があり日々変動する。

赤道異常やプラズマバブルの発生と熱圏（およびその下層の大気領域）とのつながりを理解するために、大気圏 - ダイナモ過程 - 電離圏結合モデルは有効な手段となる。その構成モデルの 1 つである電気力学モデル（ダイナモモデル）は、高精度化や現実的な地球磁場形状に対応するよう現在開発を行っている。これらにより、プラズマバブル発生の第一要因となる日没付近の東西電場（pre-reversal enhancement）や、より小さい空間スケールの大気波動の影響、現実的な経度依存性などが再現できる。本発表では最近の進展を報告し、今後の開発や協力について議論する。

キーワード: 電離圏, 熱圏, 下層大気, 電気力学過程, 地磁気変動, シミュレーション
Keywords: ionosphere, thermosphere, lower atmosphere, electrodynamics, geomagnetic variation, simulation

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P14 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

上層電離層低緯度の電子温度-電子密度の相互関係
Correlation of electron temperature with electron density in the low latitude topside ionosphere

林 健太 [1*], 渡部 重十 [1], 柿並 義宏 [2]
Kenta Hayashi[1*], Shigeto Watanabe[1], Yoshihiro Kakinami[2]

[1] 北海道大学理学院宇宙理学専攻, [2] 台湾中央大学太空科学研究所
[1]Division of Science, Hokkaido University, [2]National Central University, Taiwan

上層電離層低緯度の電子温度 (Te) と電子密度 (Ne) の相互関係はモデリングと衛星観測で比較した. 観測では日中の上層電離層低緯度において Te と Ne の間に正, または負の関係が表れた. この現象は赤道電離異常と関係がある. この電子温度と電子密度の分布の発生仮定を理解するには, 観測と物理モデリングや国際標準電離層モデルといった経験的なモデルと比較する必要がある.

キーワード: DEMETER 衛星, 電離圏, 電子密度, 電子温度
Keywords: Demeter satellite, ionosphere, electron density, electron temperature

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P15 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

３次元MHDモデルを用いた下層大気起源電離層電磁場擾乱の数値実験
3D MHD simulations of electromagnetic variations in the ionosphere caused by waves from the lower atmospere

松村 充 [1*], 品川 裕之 [2], 家森 俊彦 [1]
Mitsuru Matsumura[1*], Hiroyuki Shinagawa[2], Toshihiko Iyemori[1]

[1] 京都大学大学院理学研究科, [2] 情報通信研究機構
[1]Kyoto University, [2]NICT

地震などに伴って下層大気で発生した音波や内部重力波は電離層まで伝播することが、多くの観測で報告されている [e.g., Davies and Jones, 1971; Heki et al., 2006, Otsuka etal., 2006, Choosakul et al., 2009]。また、2004 年 12 月 26 日のスマトラ地震直後にはタイのピマーイで地磁気脈動が観測されている [Iyemori et al., 2005]。この地磁気脈動は地震によって生じた音波が電離層でのダイナモ作用を介して引き起こしたものと考えられているが、下層大気起源の地磁気脈動は観測例がほとんどなく、詳細な物理機構は明らかになっていない。そこで我々は数値実験によってこの現象の物理機構を推定することを目的とした。

これまでに Shinagawa ら [2007] による２次元の中性大気ー電離層モデル（中性大気は非静力学・圧縮性大気、電離層は O^+ の一流体衝突性プラズマ）を用いた数値実験で、大地震で発生した大気波動による電離層擾乱がよく再現されている。このモデルでは電磁気的変動までは考慮されていないが、今回これを３次元化し、求められたプラズマの速度から電磁場の変動を計算するモデルを開発した。下層大気起源の地磁気脈動が磁気流体波によるものである可能性を検証するため、磁場の時間変化を考慮した。

本論文では、このモデルを用いて行った計算の初期結果を報告する。スマトラ地震時の観測結果の再現性を確認する。

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P16 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

東南アジア地域における地上・衛星観測データを用いた電離圏全電子数の緯度分布と電離圏擾乱出現との相関の解明
Study on latitudinal profile of TEC and its relationship with plasma irregularity occurrence over Southeast Asia

西岡 未知 [1*], 大塚 雄一 [1], 塩川 和夫 [1], 津川 卓也 [2], Patrick. A. Roddy[3]
Michi Nishioka[1*], Yuichi Otsuka[1], Kazuo Shiokawa[1], Takuya Tsugawa[2], Patrick. A. Roddy[3]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所, [2] 情報通信研究機構, [3] 米国空軍研究所
[1]STEL, Nagoya University, [2]NICT, [3]Air Force Laboratory, MA, USA

東南アジア地域における地上 GPS 受信機網データを用いて電離圏全電子数の緯度分布を求め、赤道異常の発達度と低太陽活動度における電離圏電子密度不規則構造の出現との相関を調べた。赤道異常とは、磁気緯度 10 度から 15 度あたりに出現する局所的な高電子密度領域である。磁気赤道域の高電子密度領域が東向き電場によって持ち上げられ、そのプラズマが磁力線沿いに拡散することによって生成される。赤道異常の出現緯度は中低緯度電離圏の電子密度分布に大きく寄与するため、赤道異常の出現緯度は中低緯度電離圏のダイナミクスを示す重要なパラメータである。プラズマバブルや伝搬性電離圏擾乱などの電離圏不規則構造の出現にも赤道異常の発達度と相関があると考えられる。赤道域電離圏における電離圏不規則構造としては、春分・秋分の日没後の電離圏上昇時に多く出現するプラズマバブルが広く知られている。プラズマバブルは、電離圏の東向き電場が強い時に出現しやすいため、赤道異常が発達した時に出現しやすい。一方、低太陽活動時には、多くの電離圏不規則構造が夏至の真夜中付近で出現することが明らかになってきた。この真夜中付近に出現する不規則構造が、プラズマバブルなのか伝搬性電離圏擾乱なのかは明らかになっていない。この真夜中の不規則構造の出現と赤道異常の発達度の相関を調べることは、不規則構造の成因の解明の鍵となると考えられる。本研究では、日没後に出現する不規則構造（プラズマバブル）と、真夜中に出現する不規則構造の出現時における赤道異常の発達度の違いについて調べた。東南アジア地域には、情報通信研究機構によって SouthEast Asia Low-latitude IOnospheric Network (SEALION) が展開されている。本研究では、SEALION の地上 GPS 受信機に加え、International GNSS Service (IGS) や名古屋大学太陽地球環境研究所（Solar-Terrestrial Environmental Laboratory; STEL）が提供する地上 GPS 受信機網データを用いることで、東経 100 度における電離圏全電子数の緯度分布を得た。用いた受信機は、KUNM（IGS：東経 103 度、北緯 24 度）、CMU(SEALION：東経 99 度、北緯 18 度)、CUSV（IGS：東経 101 度、北緯 13 度）、KMI（SEALION：東経 101 度、北緯 13 度）、 CPN(SEALION：東経 99 度、北緯 10 度),、SAMP（IGS：東経 99 度、北緯 3 度）、NTUS（IGS：東経 104 度、北緯 1 度）, KTB2（STEL：東経 100 度、北緯 0 度）XMIS（IGS：東経 106 度、南緯 10 度）, COCO（IGS：東経 97 度、南緯 12 度）である。これらの受信機を用い、2010 年全ての日について全電子数の緯度分布を調べた所、春と秋に赤道異常が顕著に見られ、夏至・冬至には赤道異常は顕著でないことがわかった。そこで、赤道域電離圏観測衛星である C/NOFS 衛星の電子密度観測によって同定される日没後の不規則構造（プラズマバブル）と真夜中の電子密度不規則構造出現時それぞれについて、全電子数の緯度分布を事例的に調べた。CNOFS 衛星によって経度 100 度付近にプラズマバブルが観測された 2010 年 2 月 27 日と、プラズマバブルが観測されなかった 2 月 26・28 日の全電子数の緯度分布を調べたところ、赤道異常は 2 月 27 日に最も発達していたことがわかった。一方、真夜中の不規則構造が観測された 6 月 4・6 日と、真夜中の不規則構造が観測されなかった 6 月 5 日の全電子数の緯度分布を調べたところ、赤道異常は 6 月 5 日に最も発達していた。このことから、プラズマバブルと赤道異常の発達の相関は、真夜中の不規則構造のそれと異なることがわかった。

キーワード: 電離圏全電子数, 緯度分布, 赤道異常, 電離圏不規則構造, プラズマバブル
Keywords: Total Electron Content, latitudinal profile, Equatorial Ionization Anomaly, ionospheric irregularity, plasma bubble

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P17 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

Comparison between B0 retrieved from FORMOSAT-3 measurements and ground-based observations at equator

Comparison between B0 retrieved from FORMOSAT-3 measurements and ground-based observations at equator

Yu-Jung Chuo[1*]
Yu-Jung Chuo[1*]

[1]Depart. of INSA, Ling Tung University
[1]Depart. of INSA, Ling Tung University

This study presents the results of a comparison of three ionospheric profile parameters, B0, NmF2, and hmF2, derived from measured ionograms and the FORMOSAT-3 radio occultation measurements collected over Jicamarca during the low-solar-activity period from May 2006 to April 2008. The results show that the B0 values are generally in good agreement with those derived from the true electron density profiles. In addition, correlation analysis revealed seasonal and diurnal variation in B0, which is more pronounced during an equinox and daytime (0800-2000), respectively. A comprehensive discussion on the difference between the values of B0, NmF2, and hmF2 derived from two sources is provided in this paper.

キーワード: B0, COSMIC, Ionospheric dynamics
Keywords: B0, COSMIC, Ionospheric dynamics

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P18 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

静止衛星振幅シンチレーションを用いた電離圏擾乱の高度の推定
Amplitude of ionospheric disturbance heights estimated by scintillations of geostationary satellite signals

谷山 裕彰 [1*], 冨澤 一郎 [1], 工藤　誠実 [1]
Hiroaki Taniyama[1*], Ichiro Tomizawa[1], Satomi Kudo[1]

[1] 電気通信大学 宇宙・電磁環境研究センター
[1]Center for Space Science and Radio Engin

電気通信大学 宇宙・電磁環境研究センター (菅平) では、静止衛星 1.5GHz 帯測位電波を用いて電離圏擾乱による振幅シンチレーションを観測している。ETS-VIII 衛星 (東経 146 °) の信号を 50m~80m 離れた 3 地点で受信し、波形の時間差を求めることで電離圏擾乱の水平移動速度を導出している。この速度を元にして以下の 2 つの方法で電離圏擾乱の高度を推定し、比較することで精度を確認したことを報告する。

(1)2 衛星法は 2 つの衛星の受信伝搬路を不規則構造が横切るとき、2 衛星の受信波には時間的にずれをもってシンチレーションが観測されること使う。この時間ずれ dt、不規則構造の移動速度 v から距離 z を計算し、衛星の仰角 El により擾乱高度 h を推定できる。ETS-VIII 衛星 (東経 146 °) とわずかに西にある MTSAT-2 衛星 (東経 145 °) を使用して観測している。

(2) スペクトル解析による高度推定は、シンチレーションの周波数領域スペクトルの特徴より擾乱のパラメータを得ることで推定する。擾乱構造を指数関数的な電子密度分布からなる単一層と仮定すると、振幅シンチレーションスペクトルは、周波数 f_F を境に高い周波数側で振動的にパワーが低下する。振動部分の n 番目の極小値 f_n と f_F は、観測点から不規則構造までの距離 z と不規則構造の移動速度 v が決まれば一意にきまる。よって v を得ることができれば z は、式から推定することができる。

2010 年 5 月 30 日 0:00 から 3:00 の時間帯にて、大きな振幅シンチレーションが発生した。これは長時間にわるランダム構造のシンチレーションである。これを 3 点観測によって不規則構造の水平速度および移動方向を 0:00 から 3:00 までの間で計算した結果、擾乱速度は 50[m/s] から 250[m/s] に変化し、移動方向は方位角 310 度で変化は見られなかった。この速度から 2:00 から 2:30 までの 30 分間の高度分布を計算した。2 衛星法では高度分布のピークは 500km であり、スペクトル解析による高度推定では 450km にあることがわかった。これより 2 つの推定法での高度は約 10%で一致している。

さらに、0:00 から 3:00 までで 30 分ごとの高度分布を計算し、それぞれのピークの推移を調べた結果、どちらの推定法でも高度が緩やかに上昇することがわかった。擾乱速度も上昇することも確認されており、対応している可能性がある。

2 衛星法は、擾乱の移動速度がわかれば精度よく高度を求められるが、相互相関がうまくとれないと推定値を多く得ることができない。一方、スペクトル解析法は 2 衛星法に比べ、多くの推定結果を出すことができるが、スペクトルが不安定になると精度が低下する。今回の観測でこの 2 つの推定方法ではほぼ一致した結果を得ることができた。2 つの方法による高度推定値を相互に参照することで、観測値の信頼性の向上を図ることができる。また、MTSAT-1R 衛星、準天頂衛星や GPS 衛星の接近時を使用し、電離圏擾乱構造解析に展開可能である。

スペクトルの不安定さおよび速度精度低下による推定高度の精度への影響の問題の解決と、フレネル周波数の自動抽出方法の検討が今後の課題である。

謝辞
ETS-　観測は JAXA の利用実験プロジェクト「電離圏像擾乱観測」によるものである。

参考文献

[1]C.H.Liu and K.C.Yeh:Model computations of power spectra for ionospheric scintillations at GHz frequencies, J.atmos.terr.Phys, Vol.39,pp.149-156,1976.

キーワード: 電離圏
Keywords: Ionosphere

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P19 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

CONTINUAL 24-HOUR OBSERVATIONS OF THERMOSPHERIC WINDS MADE WITH THE SOFDI INSTRUMENT FROM HUANCAYO, PERU

CONTINUAL 24-HOUR OBSERVATIONS OF THERMOSPHERIC WINDS MADE WITH THE SOFDI INSTRUMENT FROM HUANCAYO, PERU

Andrew Gerrard[1], John W. Meriwether[2], 桂華 邦裕 [1*]
Andrew Gerrard[1], John W. Meriwether[2], Kunihiro Keika[1*]

[1] ニュージャージー工科大学, [2] クレムソン大学
[1]New Jersey Institute of Technology, [2]Clemson University

The Second generation Optimized Fabry-Perot Doppler Imager (SOFDI), a state-of-the-art triple-etalon Fabry-Perot interferometer, has been sucessfully relocated to Huancayo, Peru and is making continual 24-hour observations. The 630-nm data, originating from layer-integrated OI emission with centroid heights of 250 km at night and 220 km during the day, are analyzed so as to obtain measurements of horizontal winds in the thermosphere. In this paper we report the most recent results from continuous 24-hour observations of these thermospheric parameters and show that the zonal wind reversals at equatorial latitudes are very much like the recent CHAMP observations.

Keywords: thermosphere, Doppler Imager, OI emission, horizontal winds, continuous 24-hour observations, low-latitude zonal wind reversals

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P20 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

東南アジア域GPS受信機網を用いた移動性電離圏擾乱の観測
Observations of traveling ionospheric disturbances using GPS networks in the Southeast Asia

津川 卓也 [1*], コンニャナット ワッサナンミーチャイ [2], 石橋 弘光 [1], 加藤 久雄 [1], 西岡 未知 [3], 大塚 雄一 [3], 齊藤 昭則 [4], 長妻 努 [1], 村田 健史 [1]
Takuya Tsugawa[1*], Kornyanat Watthanasangmechai[2], Hiromitsu Ishibashi[1], Kato Hisao[1], Michi Nishioka[3], Yuichi Otsuka[3], Akinori Saito[4], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1]

[1] 情報通信研究機構, [2] モンクット王ラカバン工科大学, [3] 名古屋大学太陽地球環境研究所, [4] 京都大学理学研究科地球物理学教室
[1]NICT, [2]KMITL, [3]STEL, Nagoya University, [4]SPEL, Kyoto University

Two-dimensional total electron content (TEC) maps have been derived from ground-based GPS receiver networks and applied to studies of various ionospheric disturbances since mid-1990s. For the purpose of monitoring and researching ionospheric disturbances which can degrade GNSS navigations and cause loss-of-lock on GNSS signals, we have developed TEC maps over Japan using the dense GPS network, GEONET. Using the GPS-TEC maps, we have revealed some severe ionospheric events such as high latitude storm-time plasma bubbles and storm enhanced density events observed over Japan. These events cause loss-of-lock of GPS signals and large GPS positioning errors. The dense GPS receiver networks would be a powerful tool for the nowcast/forecast of ionospheric disturbances.

As a part of Southeast Asia low-latitude ionospheric network (SEALION), four GPS receivers have been operated in Thailand since 2005, collaborated with KMITL, Thailand. We have found that periodic TEC fluctuations (PTF) with the periods of 15-30 minutes are often observed at these GPS stations in the spring (Apr-May) late afternoon. Based on the analysis using multiple GPS receivers in Southeast Asia, we suspect that the PTFs is a manifestation of traveling ionospheric disturbances (TIDs) which propagate at 150-200 m/s away from the equator. However, it has been difficult to reveal the spatial structures and temporal evolutions of such TIDs due to the sparse GPS receiver networks in the Southeast Asia.

We are now developing regional high-resolution TEC maps in the Southeast Asia using GPS receiver networks by installing GPS receivers and/or collecting GPS receiver data, collaborated with KMITL (Thailand), LAPAN (Indonesia), UKM (Malaysia), and HIG (Vietnam). In this presentation, we will show the preliminary results of the two-dimensional TEC observations of TIDs in the Southeast Asia. We also report the current status of future direction of ionospheric monitoring system using GPS receiver networks in the Southeast Asia.

キーワード: 電離圏, 東南アジア, GPS, 全電子数, 電離圏擾乱
Keywords: ionosphere, southeast asia, GPS, total electron content, ionospheric disturbances

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P21 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

フィリピン・セブ島における FM/CW イオノゾンデ観測：初期結果
A Preliminary Result of the Ionospheric Observation Using FM/CW Ionosonde on Cebu Island in the Philippines

石橋 弘光 [1*], 久保田 実 [1], 津川 卓也 [1], 長妻 努 [1], 村田 健史 [1], 丸山 隆 [1]
Hiromitsu Ishibashi[1*], Minoru Kubota[1], Takuya Tsugawa[1], Tsutomu Nagatsuma[1], Ken T. Murata[1], Takashi Maruyama[1]

[1] 情報通信研究機構
[1]National Institute of Information and Co

Last September, we reactivated the NICT ionospheric observation at San Carlos University on Cebu Island in the Philippines. A portable FM/CW souder has been in operation. We have already conducted ionospheric observations around western Pacific equatorial region: SEALION Observation Network (SEALION: Southeast Asia Low-latitude Ionospheric Network). Along with these, Cebu ionospheric observation will function as longitudinal network of dense ionospheric observation and contribute a great deal to our understanding physical relationship between the equatorial plasma bubble and large-scale horizontal structure.

In this presentation, we will report a preliminary result after the reactivation.

キーワード: 赤道電離圏, プラズマバブル, スプレッド F, 宇宙天気
Keywords: Equatorial Ionosphere, Plasma Bubble, ESF, Space Weather

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P22 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

地磁気 Sq 場とその季節変化の長期変化
Long trend of Sq field and its seasonal variation

竹田 雅彦 [1*]
Masahiko Takeda[1*]

[1] 京大理 地磁気センター
[1]DACGSM, Fac. of Sci., Kyoto Univ.

いくつかの観測所での月別の地磁気 Sq 場の変化を 50 年以上の長期間に亘る期間について調べた。基本的にそれらは太陽黒点数 (SSN) で代表される太陽活動度の変化に対応した電気伝導度に応じた変化をするが、季節別では必ずしもそうなっていないことがあること、さらには太陽活動度の影響を除くと長期的変化もありそうなことが明らかとなった。
学会時には、これに加えて全地球的 Sq 場を表す等価電流系の長期変化も合わせ議論する予定である。

キーワード: 地磁気, 日変化, 長期変化, 季節変化, 太陽活動度, 電離層電気伝導度
Keywords: geomagnetism, daily variation, long trend, seasonal variation, solar activity, ionospheric conductivity

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P23 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

大気大循環モデルを用いたSqおよびEEJの研究
A study of Sq and EEJ based on atmospheric general circulation model

荒牧 優衣 [1*], 宮原三郎 [1]
Yui Aramaki[1*], Saburo Miyahara[1]

[1] 九州大学
[1]Kyushu University

太陽活動静穏時の昼半球の電離圏 E 領域中には磁気赤道に対して南北一対の渦電流系である Sq 電流系が存在する。特に赤道部には赤道エレクトロジェット (EEJ) と呼ばれる強い東向き電流が現れる。Sq 電流系と EEJ は主に中性大気の潮汐運動に伴う起電力により駆動され、日々変動や季節変動することが知られている。

Kawano-Sasaki and Miyahara (2008) は赤道対称準３次元ダイナモモデルを開発し、九州大学中層大気大循環モデルの９月の中性風データを用いて電離圏電流の３次元構造を調べ、中性大気風変動に伴い Sq や EEJ が変動することを示した。

本研究では Kawano-Sasaki and Miyahara (2008) を、南北非対称成分を含むモデルに拡張し３次元電流をシミュレートした。南北非対称成分が大きくなる 6 月、12 月についてもシミュレーションを実行し、主に季節変動や日々変動と中性風変動との関連について議論する。

キーワード: Sq 電流系, 赤道エレクトロジェット, 電離圏
Keywords: Sq, EEJ, ionosphere

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P24 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

ISS-IMAP 搭載 VISI による大気光観測：開発の現状と観測シミュレーション (4)
Visible airglow observation by VISI on ISS-IMAP: Current status of development and simulation of airglow measurement (4)

坂野井 健 [1*], 山崎 敦 [2], 秋谷 祐亮 [3], 大塚 雄一 [4], 阿部 琢美 [2], 鈴木 睦 [2], 齊藤 昭則 [3]
Takeshi Sakanoi[1*], Atsushi Yamazaki[2], Yusuke Akiya[3], Yuichi Otsuka[4], Takumi Abe[2], Makoto Suzuki[2], Akinori Saito[3]

[1] 東北大学大学院理学研究科, [2] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, [3] 京都大学大学院理学研究科, [4] 名古屋大学太陽地球環境研究所
[1]Grad. Sch. of Science, Tohoku University, [2]ISAS / JAXA, [3]Grad. Sch. of Science, Kyoto University, [4]STEL, Nagoya University

The ISS-IMAP mission is one of the Japanese Experiment Module (JEM) 2nd stage plan which will be launched in January 2012 onto the International Space Station (ISS) with HTV (Konotori). The main scientific subject of this mission is to clarify the energy and physical transfer processes in the boundary region between earth's atmosphere and space with the visible spectrometer and extra ultraviolet imagers.

We have been developing a visible imaging spectrometer instrument (VISI) on ISS-IMAP. VISI will measure three nightglow emissions; O (630 nm, altitude 250 km), OH Meinel band (730 nm, altitude 87km), and O2 (0-0) atmospheric band (762 nm, altitude 95 km) with the two field-o-views which enable us to make a stereoscopic measurement of the airglows looking forward (+45 deg.) and backward (-45 deg.) to subtract contaminations from clouds and ground structures. We designed a bright (F/0.9), wide-angle (field-of-view 90 degrees) objective lens. VISI have a two-line-slit on the first focal plane to perform the stereoscopic measurement. Each slit, i.e., field-of-view, is faced perpendicular to the orbital plane, and its width is about 550 km mapping to an altitude of 100 km. The phase velocity of airglow wave structure is also estimated from the difference between forward and backward data. We will obtain a continuous line-scanning image for all emissions line from + 51 deg to -51 deg. in geographic latitude by the successive exposure cycle with a time interval of 1 - several sec.

Over the last year, we manufactured the flight model of optical system and electronics of VISI, carried out the optical test including the adjustment of focus and alignment, intensity calibration, function check, vibration and vacuum thermal tests. We finally evaluated the accomplishment of the VISI instrument. At this moment, VISI and other instruments were installed on the Multi-mission Consolidated Equipment (MCE) to make integration tests. We present the evaluated specifications of VISI, operation plan and the current status of tests.

キーワード: 宇宙ステーション, 大気光, 熱圏, 電離圏, 開発
Keywords: ISS, airglow, thermoshpere, ionosphere, development

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P25 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

可搬型共鳴散乱ライダーによる中間圏カルシウムイオンの観測
Observation of mesospheric Ca ion by mobile resonance lidar

阿保 真 [1*], 中村 卓司 [2], 江尻 省 [2], 鈴木 秀彦 [2]
Makoto Abo[1*], Takuji Nakamura[2], Mitsumu Ejiri[2], Hidehiko Suzuki[2]

[1] 首都大学東京, [2] 国立極地研究所
[1]Tokyo Metropolitan University, [2]NIPR

我々は、レーダーや各種大気光観測装置、イオノゾンデ、GPS 受信機など種々の測器との協同観測で、sporadic 層などの突発現象の成因、電離層と中性大気の相互作用、大気波動と砕波による鉛直輸送、大気光や金属層のダブルピーク現象の構造と成因解明、中緯度 PMSE の生成など多くの未解明の現象の解明を目的として、コンテナベースの可搬型の共鳴散乱ライダーを開発した。最初の移動観測として、京都大学の MU 観測所敷地内にコンテナを設置し、MU レーダーの流星観測モードによる流星の降り込みや中間圏界面領域の風分布との比較を目的として、Ca イオンの観測を開始した。sporadic 中性層と電離層の sporadic E 層との関係を観測的に調べるためには、sporadic E 層の構成要素と言われている金属イオンの直接観測が有用である。今回は初期観測結果について報告する。

キーワード: カルシウムイオン, 中間圏界面, ライダー
Keywords: Ca ion, mesopause, lidar

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P26 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

昭和基地レイリーライダーシステムによる中層大気の自動観測
Automated Rayleigh lidar observation in Syowa station, Antarctica.

鈴木 秀彦 [1*], 中村 卓司 [1], 江尻 省 [1], 阿保 真 [2], 冨川 喜弘 [1], 川原 琢也 [3], 堤 雅基 [1], 南極地域観測第 VIII 期重点研究観測ライダー班 [1]
Hidehiko Suzuki[1*], Takuji Nakamura[1], Mitsumu Ejiri[1], Makoto Abo[2], Yoshihiro Tomikawa[1], Takuya Kawahara[3], Masaki Tsutsumi[1], Members of Syowa Lidar project in the 8th term Antarctic core research project[1]

[1] 国立極地研究所, [2] 首都大学東京, [3] 信州大学
[1]National Institute of Polar Research, [2]Tokyo Metropolitan University, [3]Shinshu University

2011 年 1 月に第 52 次日本南極地域観測隊 (JARE52) によって南極昭和基地に設置されたレイリーライダーシステムでの自動観測の状況について発表する。システムは Nd:YAG 結晶を使用したレーザー（355nm）で構成される送信系と、大口径（82cm）および小口径（35cm）の２つの望遠鏡で集光された散乱光を４つの光電子倍増管（PMT）で受信する受信系によって構成されている。 これら４つのチャンネルがそれぞれ低高度、高々度からのラマン散乱光およびレイリー散乱光を受信することで、高度 15km から 80km までの大気温度の鉛直構造を同時に捉えることが可能である。　受信系には、信号受信用のチャンネルのほか、任意高度のレーザー散乱光をイメージセンサーで捉えるためのゲート付 ICCD カメラが組み込まれており、望遠鏡視野内へレーザー光を導きやすくするための工夫がなされている。　また、主に夏季に現れる極中間圏雲や成層圏雲などを検出するために、背景光を抑えるエタロンおよび偏光プリズムがレイリーチャンネルに挿入されている。それらに加え、南極という隔絶された地での長期安定運用のために、自動観測プログラムによる観測制御が行われている。本ソフトウェアは、レーザーの暖気運転および発振、冷却用チラーの運転、受信部 PMT の制御、そしてデータ収録をひとつのスケジュールファイルに基づいて制御し、現地で観測にあたる隊員の負担を軽減させるとともに、オペレーションミスによる欠測などを抑える役割を果たしている。
本発表では、ライダーシステムの詳細と、本年２月からの自動観測の状況を報告する。

キーワード: 成層圏, 中間圏, ライダー, 南極, 大気重力波, 極中間圏雲
Keywords: stratosphere, mesosphere, lidar, Antarctica, gravity wave, PMC

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P27 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

流星痕の連続画像によって示された極域中間圏における小スケールの風速擾乱
Small scale disturbance in the wind field in the polar mesopause region inferred by successive images of a meteor train.

鈴木 秀彦 [1*], 中村 卓司 [1], Sharon L. Vadas[3], 堤 雅基 [1], 田口 真 [2], 藤原康徳 [4]
Hidehiko Suzuki[1*], Takuji Nakamura[1], Sharon L. Vadas[3], Masaki Tsutsumi[1], Makoto Taguchi[2], Yasunori Fujiwara[4]

[1] 国立極地研究所, [2] 立教大学, [3]NorthWest Research Associates, [4] 日本流星研究会
[1]National Institute of Polar Research, [2]Rikkyo university, [3]NorthWest Research Associates, [4]Nippon Meteor Society

南極昭和基地のナトリウム大気光イメージャーによって、絶対等級-6 に達する明るい流星（火球）と、それに続く流星痕の変形が観測された。流星の軌道はオーロラ観測用のビデオカメラの映像から推定され、発光高度など流星のパラメータ推定が同時に行われた。流星痕は地上からの２次元画像では、初期に直線状であったものが円形に変形し、流星発生後から 9 分後には高度 92km の射影で直径 50km ほどの円状に拡大した。流星痕がほぼ円形で等方的に拡大したため、流星痕のどの部分がどの高度に対応するかが同定でき、運動の解析が可能となった。1 分間隔で撮像された計 9 フレームにわたる画像中の痕の形状変化から背景風の推定を行ったところ振幅が 30m/s、鉛直波長が 16km 程度の大気波動が中間圏界面領域にみとめられた。円形に拡大する動きは、第一にこの波動による背景風のシアによるものであると考えられるが、その拡大速度は観測期間中一定ではなく、数分スケールの細かい変動成分が運動に含まれていた。その細かい運動成分は、大気波動によって痕が拡大する方向に沿った成分が、87km 高度付近で 50~60m/s にも達し、その変動の時間スケールは 2~3 分程度であった。大気波動として考える場合、この周期はブラントバイサラ周期（5 分程度）よりも短いために、音波である可能性がある。3 分程度の周期をもつ音波は対流圏で雷などの衝撃的擾乱によって発生し、中間圏界面まで到達可能であることがモデルにより示されているが [eg. Waltersheid et al., 2003]、期待される振幅は 10m/s 程度であり、本結果に比べると小さい。一方で、上部中間圏および下部熱圏でオーロラや流星によるインパクトによって大気波動が発生する可能性は Vadas et al. [2010] のモデルによって示されており、至近擾乱源による音波や重力波が痕の細かい変動を引き起こした可能性も考えられる。ただし、今回の風速の解析は時間変動だけでなく空間変動をみているので、小スケールの空間変動を見ている可能性も大きい (e.g. Nakamura et al., 2002)。なお、中間圏界面領域での数分スケールでの風速観測結果を直接示した例は少なく、このような変動が同高度領域における典型的な風速非一様性を表している可能性もある。

キーワード: 流星, 中間圏界面, 流星痕, 大気波動, 音波, ナトリウム大気光
Keywords: meteor, mesopause, meteor train, gravity wave, acoustic wave, sodium airglow

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P28 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

流星短痕の発達と減衰 -2001 年しし座流星群成果の他流星群への応用-
Measuring of short-duration meteor trains

戸田 雅之 [1*], 山本 真行 [2], 比嘉 義裕 [3], 渡部 潤一 [4]
Masayuki Toda[1*], Masa-yuki Yamamoto[2], Yoshihiro Higa[3], Jun-ichi Watanabe[4]

[1] 日本流星研究会 流星痕同時観測チーム, [2] 高知工科大学 システム工学群, [3] 日本流星研究会, [4] 国立天文台天文情報センター
[1]Team of METRO / Nippon Meteor Society, [2]Faculty of Engineering, Kochi University, [3]Nippon Meteor Society, [4]National Astronomical Observatory

流星痕は流星本体の地球大気中における発光直後に、流星経路をなぞるように発光が継続する現象である。短いもので数秒程度の発光、長いもので数分間の発光が眼視観測でも認められ、観測機器による観測では発光が数 10 分間に渡り記録されることもある。流星痕の発生確率が高いのは毎年 11 月中旬に活動する「しし座流星群」である。しし座流星雨出現が予測された 1998 年に著者らの呼びかけに端を発した流星痕同時観測キャンペーンは、肉眼で観測可能な永続流星痕の空間／時間分解能の高い２点以上の同時観測をめざし、しし座流星群の 2001 年大出現で過去に類を見ない大量のデータ取得に成功した。

一方、イメージインテンシファイアとビデオカメラを使用した流星２点同時観測データ（Shigeno et al., 2003） に、発光継続時間が短い流星痕（以下、短痕）が多く記録されていた。我々は動体検出ソフトウェア UFOCapture（SonotaCo, 2009）の使用により、動画から短痕を抽出し、しし座流星群に属する流星起源の短痕 18 例、しし群以外の流星起源の短痕 8 例、計 26 例の短痕を測定して発光高度と継続時間を求めた。その結果わかったことは（1）短痕は平均的に 120 km から 96 km の範囲で発光。（2）短痕発生後、短痕の上端側は時間経過とともにその高度を直線的に徐々に低下させる一方で、下端側は母流星突入に伴い低高度側へ一気に成長し短痕長の最大を迎えた後、対数関数の漸近曲線的に上昇し、短痕消失直前には上端・下端側は平均高度 107 km に収れんする。（3）短痕の継続時間は短いもので 0.2 秒、最長で 4 秒。（4）母流星絶対等級と短痕の継続時間に有意な相関がある。（5）短痕の継続時間はＯＩ 557.7 nm（励起状態特性寿命 0.7 秒）を仮定すれば説明できる可能性が高い、である。

しし座流星群の短痕解析手法を他の流星群に応用することで、しし座流星群の短痕で見られたような流星体発光から時間の経過と共に短痕の上端側／下端側の発達と減衰過程を主要流星群でもあぶりだし、発光高度の違いなど対地速度別の流星痕の比較研究が期待できる。あわせて今後の流星痕観測手法の１案として、高感度デジタル一眼レフカメラを用いた固定視野撮影でシャッターを切り続ける方法の提案と、記録された流星と流星痕の観測成果も紹介する。

参考文献：

[1] 戸田雅之, 山本真行, 重野好彦, 流星の短痕を測る - イメージインテンシファイア付きビデオカメラの２点観測成果から迫る短痕の成長と減衰 -, 高知工科大学紀要, 7, 45-55, 2010.

[2] Y. Shigeno, H. Shioi, T. Shigeno,“ Radiants and orbits of 2001 Leonids, ”Inst. Space Astro. Sci. Rep. SP, Vol.15, 237-244. 2003.

[3] SonotaCo,“ A meteor shower catalog based on video observation in 2007-2008, ”WGN, Vol. 37, No.2, 55-62. 2009.

キーワード: 流星, 流星痕
Keywords: meteor, meteortrain

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P29 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

HRO 流星電波エコーの絶対受信強度較正装置の開発
Development of a calibration device for absolute reception power of HRO meteor echoes.

大和 忠良 [1*], 臼居　隆志 [2], 山崎 倫誉 [1], 山本 真行 [1]
Tadayoshi Yamato[1*], Takashi Usui[2], Tomotaka Yamasaki[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

[1] 高知工科大学, [2] 日本流星研究会
[1]Kochi University of Technology, [2]The Nippon Meteor Society

1. 背景と目的

ビーコン波の前方散乱を利用した比較的手軽な流星電波観測として HRO（Ham-band Radio Observation）がある（Maegawa, 1999）。高知工科大学では、2003 年 7 月の 6 方位 HRO（東西南北、天頂 2 偏波面）の開始を端緒として、2005 年 1 月に、およその流星出現を算出可能な 3ch 流星電波干渉計を製作し観測を開始した（堀内他, 2005）。2009 年 1 月には、より精度良く電波到来方向を求め、流星出現位置を 90 ｋｍ高度への投影として表示できる 5ch 電波干渉計を開発し観測と準リアルタイム中継を開始した（埜口, 2009）。しかしながら、これらの観測システムでは、個々の流星エコーについて受信強度の正確な絶対値（ｄ Bm）は得られておらず流星のエネルギー・質量分布やフラックス等を推定する統計的研究には不十分である。本研究は、HRO 流星エコーの絶対受信強度を測定するシステムの開発を目的とする。

2. 絶対強度較正装置

現在、流星電波エコーの受信強度は、ノイズフロアからの相対 dB 値に応じた強度グラフとして HRO 観測専用ソフトウェア HROFFT の出力画像の下部に表示され、また同出力画像上のスペクトルとしては 0 から 12 の 13 段階の色を用いて相対表示されている。HRO において流星エコーの絶対強度の予想値は-80 dBm ~ -120 dBm であり（臼居他,2004）、本研究では、その値を 10 dBm 間隔ずつ一定時間毎に約数秒間程度出力できる模擬信号発生装置を開発する。現在観測が行われている 5ch 電波干渉計の受信部に本装置を組み込み、波形表示ソフトウェア HRO_IF_View に表示させることにより、その値を目盛り代わりに使いデータ解析が可能なように改良する。

3. 開発

今回、2004 年の野辺山観測所での実験（臼居他, 2004）に基づき回路を作製した。回路には位相同期回路（PLL=Phase Lock Loop）を使用した。PLL 回路部分では、水晶振動子から出力される 16 MHz を基準信号にして、その基準信号と VCO（電圧制御型発振器）から出力される周波数の分周信号の位相を比較して、位相が同期し周波数がロックされると 860 MHz が出力される。その後、分周器を 2 つ通ることにより、16 分の 1 に分周され、最終的に HRO 観測周波数の 53.750 MH ｚが出力されるような構成である。この回路による出力値の強度は-50 dBm 前後となるので、減衰させ、計測用の信号発生器 (Aglient,33250A) による精密出力による較正を経て目的の絶対強度範囲を得る。本発表では開発の詳細と初期結果を発表する予定である。

参考文献

埜口和弥、5ch 電波干渉計による流星出現位置の精密測定と自動観測システムの開発高知工科大学大学院工学研究科, 特別研究報告,2009.

堀内洋孝, 岡本悟郎, 山本真行, 大川一彦, 前川公男, 流星電波干渉計システム 3chHRO_IF の開発, 地球惑星科学連合大会 2005,M096-011, 千葉, 2005.

臼居隆志, 中島拓, 矢口徳之, 小川宏, 前川公男, 中村卓司, 高野秀路, 前方散乱方式を用いた流星電波観測（HRO）におけるエコー強度の測定, 地球惑星科学連合大会 2005,M096-P001, 千葉,2005.

Maegawa, K., HRO : A new forward-scatter observation method using a ham-band beacon, WGN, 27, 64-72, 1999.

キーワード: HRO, 流星, 前方散乱, 受信電力, PLL, 絶対値較正
Keywords: HRO, meteor, forward-scattering, reception power, Phase locked loop, absolute calibration

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P30 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

Monthly MU radar head echo observation programme for sporadic and shower meteors: 2009 June to 2010 December

Monthly MU radar head echo observation programme for sporadic and shower meteors: 2009 June to 2010 December

Johan Kero[1], Csilla Szasz[1*], Takuji Nakamura[1], David D. Meisel[2], Toshio Terasawa[3], Hideaki Miyamoto[4], Yasunori Fujiwara[5], Masayoshi Ueda[5], Koji Nishimura[1]
Johan Kero[1], Csilla Szasz[1*], Takuji Nakamura[1], David D. Meisel[2], Toshio Terasawa[3], Hideaki Miyamoto[4], Yasunori Fujiwara[5], Masayoshi Ueda[5], Koji Nishimura[1]

[1]National Institute of Polar Research, [2]SUNY Geneseo, Geneseo, NY, USA, [3]University of Tokyo, Chiba, [4]University of Tokyo, Tokyo, [5]Nippon Meteor Society
[1]National Institute of Polar Research, [2]SUNY Geneseo, Geneseo, NY, USA, [3]University of Tokyo, Chiba, [4]University of Tokyo, Tokyo, [5]Nippon Meteor Society

Meteors, or colloquially shooting stars, are caused by particles from space that are heated up and shattered in the atmosphere. Different estimates of how much mass these meteoroids bring to our planet vary by several orders of magnitude. We conducted a systematic set of monthly meteor head echo observations from 2009 June to 2010 December (>500 h), except for 2009 August, by the interferometric Shigaraki Middle and Upper atmosphere (MU) radar in Japan (34.85 degree N, 136.10 degree E). The ultimate purpose of our observation programme is to improve the estimate of the flux of extraterrestrial material into the Earth's atmosphere and to investigate the possible flux of extrasolar meteoroids entering the solar system and crossing Earth's orbit.

Using the interferometric ability of the MU radar we have developed analysis algorithms that give precise geocentric velocities and directions of the observed meteoroids - a few hundreds of metres per seconds and a fraction of a degree, respectively. About 3000 events from a total number of about ten thousand head echoes per 24 h observation have the above mentioned accuracy. The head echoes are detected in the height range of 73-127 km. A total number of more than 100 000 meteor detections allows us to map the seasonal variation of the sporadic meteor influx, as well as its characteristics in form of geocentric velocity and altitude distribution of the deposited material. The initial altitude distribution shows clear velocity dependence, higher velocity meteoroids ablating at higher altitude.

Our data set contains both shower and sporadic meteor detections. Sporadics are those meteoroids that cannot be directly ascribed to a parent body. Sporadics are the most numerous among our observed particles, and the main contributors to the mass influx into the Earth atmosphere.

Head echoes of shower meteors are quite rare in modern high-power large-aperture (HPLA) radar data, primarily because sporadics outnumber shower meteors in the low-mass regime observable with these radar systems. The small collecting area of an HPLA radar system further limits successful observation of shower meteors. Analysis performed on a limited data set may, therefore, contain no or only a few shower meteors due simply to low statistical probability. In this work, we have estimated the MU radar collection area, calculated the flux of Orionid meteors, and show that the Orionid meteoroid stream activity could be accurately tracked with the MU radar when the radiant is at least 10 degrees above the local horizon.

キーワード: meteor, meteoroid, HPLA radar, head echo, meteor shower
Keywords: meteor, meteoroid, HPLA radar, head echo, meteor shower

Japan Geoscience Union Meeting 2011
(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

PEM032-P31 会場:コンベンションホール 時間:5 月 27 日 10:30-13:00

沖縄偏波降雨レーダ COBRA による改良型バイスタティック試験観測
An field test of an improved bistatic observation system with COBRA

川村 誠治 [1*], 杉谷 茂夫 [1], 花土 弘 [1], 中川 勝広 [1]
Seiji Kawamura[1*], Shigeo Sugitani[1], Hiroshi Hanado[1], Katsuhiro Nakagawa[1]

[1] 情報通信研究機構
[1]NICT

気象レーダで 2 次元の風速場を測定する手法の一つにバイスタティック観測がある。我々はこの手法の従来からの問題点 (受信信号強度不足とサイドローブによる疑似エコー) を克服した新しい観測システムの検討を進めている。本発表では、これまで進めてきたシミュレーション検討を踏まえた実証実験を行い、その結果について報告する。

バイスタティック観測では主レーダ (送信局) から発射されるパルス状の電波の側方散乱を受信する。受信において送信パルスを追尾するような高速なビームスキャンは困難なため、一般にバイスタティック観測では広いビーム幅の受信アンテナを用いる。従来型システムでは、これに起因する問題点が主に 2 つ存在する。ビーム幅が広いためにアンテナ利得が低く、十分な受信強度が得られないことと、サイドローブの漏れ込みによって発生する疑似エコーである。

改良型システムでは、従来システムと同等のアンテナでアレイを合成し、受信に用いる。複数素子で受信するため、従来システムで不十分だった受信感度を補うことができる。また、一般的にアレイアンテナでは素子間隔を半波長程度にしてグレーティングローブの発生を抑制するが、新システムでは敢えて素子間隔を広げてグレーティングローブを発生させる。たとえば素子間隔を 10 波長程度にすると、素子間隔半波長の場合のメインビームよりもはるかに細いビーム (グレーティングローブ) が多数同時に形成される。この細いビームが、サイドローブからの漏れ込みの低減に有効となる。送信ビームと複数の受信ビームの交点である観測地点はそれぞれ別の (送受信局を焦点とする) 楕円上に存在するため伝搬時間が異なり、送受信のタイミングが分かっていれば時間で区別が可能である。各受信ビームの間 (谷間) は観測できないが、デジタルビームフォーミングを用いて疑似的に受信ビームを走査することにより、この空白を埋めることが可能となる。

受信アンテナとして 4 素子のアレイアンテナを用い、素子間隔を 10 波長取った場合のシミュレーションでは、受信ビームが細く送信パルスの全ての電力を受信できない受信アンテナ近傍を除けば、ほぼ全ての領域において、素子数を増やした効果で従来よりも受信強度を稼げることが示されている。また、受信信号時系列のシミュレーションでは、従来システムで発生していた疑似エコーを大きく低減できることが示されている。

現在、沖縄偏波降雨レーダ (COBRA) を送信局とし、COBRA サイトから約 23.9 km 離れた恩納村の NICT 沖縄亜熱帯計測技術センターにて受信することを想定して実証実験の準備を進めている。安価で汎用性の高いソフトウェア無線装置である USRP2 を受信素子毎に 1 台ずつ受信機 (AD 変換器) として利用することを考えている。まずは 4 素子の受信アンテナアレイでの実験を想定しており、アンテナには、COBRA 従来のバイスタティック観測用受信アンテナの他に、コリニアアンテナ、無線 LAN 用の平面アンテナ、ホーンアンテナをそれぞれ複数台用意している。4 チャンネルの受信 RF 信号を IF に落とす周波数変換部、GPS 基準信号を各 USRP2 に分配する分配機などは既に完成している。本講演では、実証実験の初期結果を報告する予定である。

キーワード: 降雨レーダ, バイスタティック, 沖縄, COBRA
Keywords: weather radar, bistatic, Okinawa, COBRA