

Spatial and temporal variations of upper mesospheric winds inferred by using successive images of noctilucent clouds observed in Iceland.

山下 遼馬¹、*鈴木 秀彦¹

Ryoma Yamashita¹, *Hidehiko Suzuki¹

1. 明治大学理工学部物理学科

1. Department of physics, Meiji university

Injection of momentum through dissipations of gravity waves propagated from lower atmosphere and active productions of minor constituents caused by precipitation of energetic particles are known as dominant sources of disturbances in upper mesosphere. Since some of these disturbances occur locally and intermittently, it is important to know time constant (i.e. diffusivity) against such impulsive fluctuations on momentum and concentration of minor constituents to understand the energy and mass budgets in the upper mesosphere. One of the straight methods to know the amplitude of the eddy diffusion is to measure the spatial distribution of wind field with high temporal resolution. In this study, derivation of spatial and temporal variation of upper mesospheric winds by tracking a motion of noctilucent cloud (NLC) observed by a ground-based color digital camera in Iceland is conducted. The procedure for wind field estimation consists with 3 steps; (1) projects raw images to a geographical map (2) enhances NLC structures by using FFT method (3) determines horizontal velocity vectors by applying template matching method to two sequential images. In this talk, a result of the wind derivation by using successive images of NLC with 3 minutes interval and ~1.5h duration observed on the night of Aug 1st, 2013 will be reported as a case study.

キーワード：夜光雲、風速場、中間圏界面、上部中間圏

Keywords: Noctilucent cloud, wind field, mesopause, upper mesosphere

電離圏下部領域における電子密度自動推定アルゴリズムの開発

Development of the electron density automatic estimation algorithm in the ionosphere lower region

*三宅 壮聡¹、中澤 涼太¹、芦原 佑樹²

*Taketoshi Miyake¹, Ryota Nakazawa¹, Yuki Ashihara²

1. 富山県立大学工学部情報システム工学科、2. 奈良工業高等専門学校

1. Department of Informatic system, Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University, 2. National Institute of Technology, Nara College

電離圏下部領域の電子密度高度分布を推定する手法として、ロケット観測による直接観測が有効であると考えられているが、高度 40km~80km のノーズコーンを開くことのできない高度ではプローブなどによる直接観測が不可能である。この高度域では、地上からの電波強度高度分布を観測してその減衰特性から電子密度高度分布を推定する、という電波吸収法が現在最も有効な電子密度観測方法であると考えている。電波吸収法は次のような手順で電子密度推定を行う。まず仮定した電子密度高度分布から Full wave 法を用いて電波強度の理論値を計算する。次にロケット実験で得られた観測値と比較して電波強度の理論値と観測値が一致すれば、仮定した電子密度が妥当であると判断できる。一致しなかった場合、比較して得られた結果にもとづいて電子密度高度分布を修正し、電波強度の観測値と理論値を徐々に一致させて電子密度を推定する。この手順のうち、電波強度の観測値と理論値の比較および電子密度高度分布の修正を手作業で行っており、電子密度の修正に専門的な知識と多くの時間が必要という欠点がある。また、観測値と理論値を比較する際に定量的な基準がないという問題点もある。

過去の研究において電波吸収法の自動化アルゴリズムを開発し、これを用いて電離圏電子密度推定を行った結果、推定領域全体の誤差が1.2dB以内の精度かつ短時間での推定を実現した。しかし、自動推定された電子密度には低高度域において自然現象とは考えられない電子密度の急激な変動が発生していた。そこで、より現実的な推定結果を出すようにアルゴリズムの検討、改良を行った結果、低高度域における不自然な電子密度変化を取り除いた自然な電子密度推定を行うことに成功した。

キーワード：電離圏下部領域、Full-wave法、電子密度高度分布

Keywords: ionospheric lower region, Full-wave method, altitude profile of electron density

宮城県大崎市川渡で観測された雷によるELF帯磁場変動の東西方向成分と南北方向成分の違い

Difference between North-South and East-West components of ELF magnetic disturbances associated with lightning detected at Kawatabi, Osaki, Miyagi, Japan

*中川 朋子¹、高橋 翔太¹、西山 洸太郎¹

*Tomoko Nakagawa¹, Syota Takahashi¹, Kotaro Nishiyama¹

1. 東北工業大学工学部情報通信工学科

1. Information and Communication Engineering, Tohoku Institute of Technology

東北工業大学では1998年より宮城県大崎市川渡にインダクション磁力計を設置し、1[Hz]から20[Hz]の下部ELF帯の磁場変動観測を行っている。この周波数帯には地球磁気圏の太陽風に対する応答であるpc1帯地磁気脈動や、雷に起因する電磁波の空洞共鳴であるシューマン共振などが検出されるが、それらを凌駕する強さで雷による磁場変動が観測される。本研究では、この雷と思われる磁場変動の南北成分（NS）と東西成分（EW）の違いについて報告する。

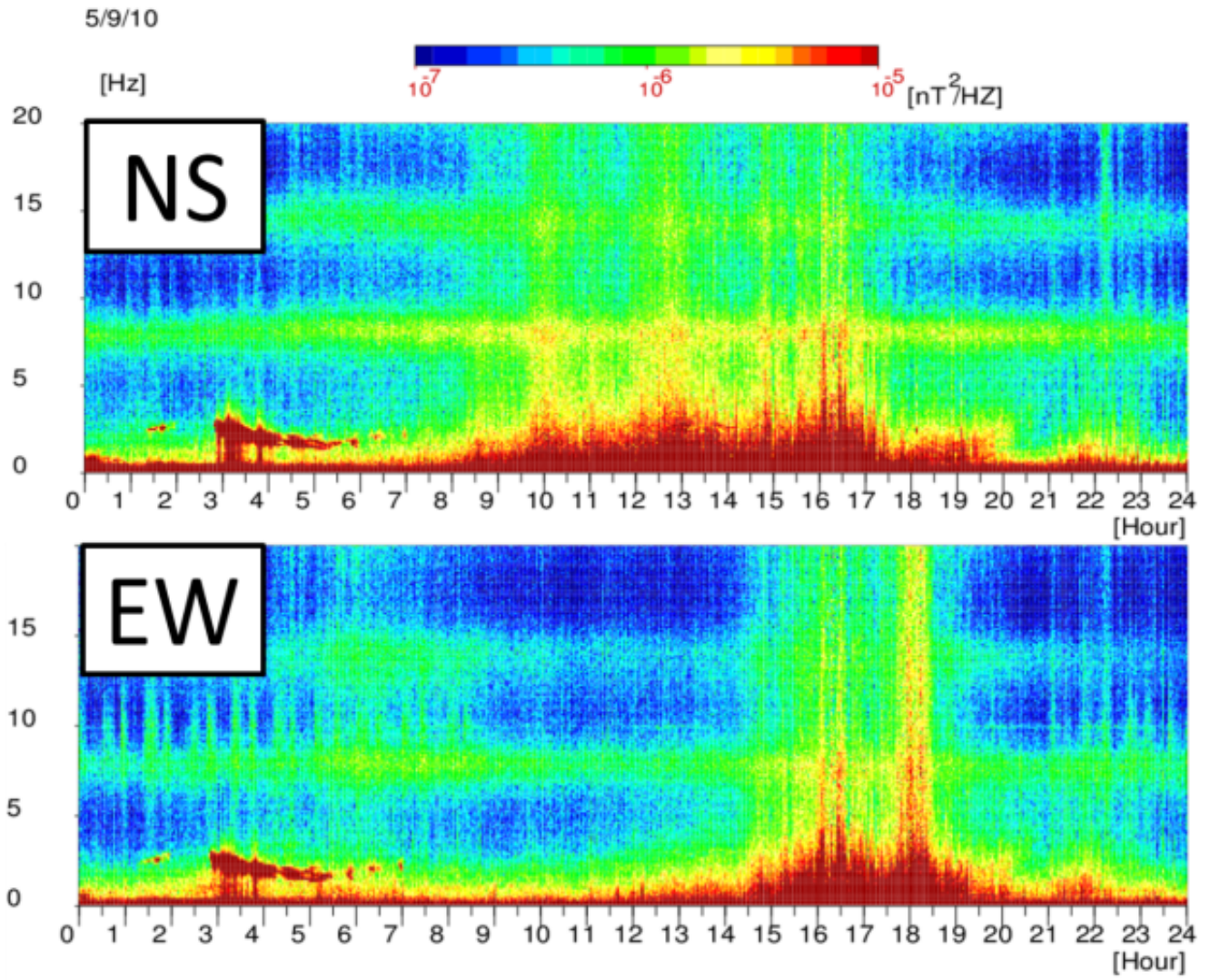
観測はテラテクニカ社製のインダクション磁力計で行っている。センサーはコアにパーマロイを使用した巻き数3万回のインダクションコイルである。信号は128Hzでサンプリングされる。磁力計の感度の周波数依存性が大きいので、フーリエ変換後に感度補正を行う。こうして得られるスペクトル中、雷によると思われる信号は、0.1-20 Hzの観測周波数全域にわたり強度が上がる。特に強いピーク周波数はこの帯域では見られない。この観測システムでは、生波形はインパルス的な強い信号ののちに減衰振動を伴う形で観測される。夏の午後に多く、短時間のノイズが次々現れる形で観測される。

南北方向、東西方向に隣接して独立に設置された2つの観測システムのスペクトルを比較すると、一方向だけに雷に特徴的な磁場変動が見られ他方には全く見られないケースが見つかった。2005年9月10日の16時0分の例では、東西方向成分に広い周波数にわたり、雷の特徴を持つ強い磁場変動があるのに、南北成分には3Hz以上には強い磁場変動が見られなかった。

このような例が2001年から2005年、及び2011年のデータ中から8例見つかリ、そのうち6例で東西成分だけに磁場変動が見られた。これは観測地の近隣の雷の発生位置の方向を反映していると推察される。

キーワード：ELF、雷、磁場変動、東西成分、誘導磁力計、方向

Keywords: ELF, lightning, magnetic variation, East-West, induction magnetometer, direction



Low cost applications in astronomy, atmospheric science and communications using radio waves forward scattering from meteor trails

*Waleed Madkour¹, Masa-yuki Yamamoto¹

1. Kochi University of Technology

The forward scattering of VHF radio signals by meteor ionized trails incorporates unique characteristics for usage in various applications. The oblique incidence of radio signals off the meteor trails enables the detection of fainter meteors using low-power transmitters. The relatively long duration of the scattered signals reflects the meteor trails behavior in relation to the atmospheric conditions near the meteor altitude region. It can also be used in communication of short bursts of data between distant locations on earth. In this research work, the usage of the forward scattering of radio waves by the meteor ionized trails in astronomy, upper atmospheric science and communication is presented. The developed meteor observation system follows the classical forward scattering setup commonly used worldwide. A methodology using locally developed software applications and interferometry technique to track the direction of each meteor echo is described as a fundamental step towards trajectory observations and hence meteor origins determination. Through using the same setup and software, the role of the secondary mesospheric ozone layer in oxidizing the meteor ionized trails was examined through meteor echoes duration distribution analysis during two meteor showers; the Perseids and the Geminids. Preliminary observations of the indirect link between solar cycle sun spot activity level and the meteor echo duration analysis is also presented. The observational research approach relies on extending the capabilities of the amateur basic setups by software automation in an attempt to fill the wide gap between the amateur systems and the professional ones. The gap that is mainly due to the difference in the amount of observational data each system can provide, can be partially filled through automation to provide enough data for statistical analysis. The methodology along with sample observational results for each application is described in detail as a proof of concept. The sample observational results in astronomy and upper atmospheric science applications are generally in agreement with the fundamentals of meteor science. Nevertheless, more statistical results are still required for further verification. In line with the observational activities, a practical meteor burst communication (MBC) study was performed to explore the feasibility of using modern technologies such as D-STAR ham-radio network and Android to simplify the MBC system. Although no positive results were obtained, the concept needs to be examined by higher power transmitters to compensate for the higher frequency used in the 144 MHz range. The three presented applications are not isolated from each other and the overlaps between them are highlighted. The low cost system setups introduced can be a model for low budget institutes planning to build a practical setup for educational as well as scientific purposes. The developed software applications are made free for use worldwide in order to support similar research themes.

Keywords: Meteor ionized trails, Radio Forward scatter, Interferometry

The development of software defined FMCW ionosonde based on the GNU Radio (2)

*石橋 弘光¹、津川 卓也¹、近藤 巧¹、石井 守¹

*Hiromitsu Ishibashi¹, Takuya Tsugawa¹, Takumi Kondo¹, Mamoru Ishii¹

1. 独立行政法人情報通信研究機構

1. National Institute of Information and Communications Technology

We are developing a GNU Radio based software defined FMCW ionosonde system.

The initial result has been already presented at the SGEPS 2016 fall meeting: as for the receiving system, we successfully got ionograms using the transmitting system of current FMCW ionosonde in Kokubuji and the

Ettus Research USRP N210. One of the main purposes of this work is to inherit peripheral units of current FMCW ionosonde system, which is currently operated in the Southeast Asia low-latitude ionospheric network (SEALION).

So, we have adopted X300 USRP instead of N210 and updated programs which is suitable for X300.

The additional frontend unit necessary to inherit peripheral units of current FMCW ionosonde system is being manufactured now.

This presentation is a subsequent follow-up report for these past 6 months.

1周波GPS信号計測による電離層TEC観測の拡大

Expansion of ionospheric TEC observation from measurements of single frequency GPS signals

*後藤 由貴¹、Win Zaw Hein¹、松井 睦¹、笠原 禎也¹

*Yoshitaka Goto¹, Win Zaw Hein¹, Atsushi Matsui¹, Yoshiya Kasahara¹

1. 金沢大学大学院自然科学研究科

1. Graduate School of Natural Science and Technology

衛星測位システム(GNSS)の信号の高密度な観測網を利用した電離層TEC (total electron content) の測定が国内外で積極的に進められている。一方、こうした観測網は中緯度地域に多く、プラズマの変動が大きい低緯度地域において、今後どのように観測網を展開するかが課題となっている。本研究では、通常のTEC測定に利用される2周波受信機ではなく、1周波受信機を連携させることによってTEC分布を測定する手法を確立し、低コストで観測網を展開することを目的としている。

1周波GPS受信機からコード疑似距離と搬送波疑似距離が観測量として得られる。これらの観測量において、電離層遅延の影響は正負反転するため、差分をとることでバイアス誤差を含む電離層遅延の値が得られる。バイアスは、搬送波疑似距離の位相測定における整数値アンビギュイティに拠るものである。このバイアスの求解のために、電離層TECの空間分布に多項式モデルを仮定し、多項式の係数と衛星毎のバイアス値をパラメータとして、複数受信機の観測値に対して最小二乗法を適用する。求解の際、衛星軌道および衛星のクロック誤差をInternational GNSS serviceが提供する精密軌道暦から算出し、対流圏遅延はHopfieldモデルにより除去している。本手法をGEONETのデータに適用して精度検証を行ったところ、2周波の信号から算出したTECと比較して、コード疑似距離の測定値のばらつきに相当する数TECUの精度でバイアス値の求解が可能であることが分かった。

現在、Rawデータを出力できる複数の1周波GPS受信機を用いて、受信機からサーバにデータを集約しTEC推定を行う観測ソフトウェアの整備を進めている。今後、低緯度地域へ展開することを予定している。

キーワード：1周波GPS信号、電離層TEC、バイアス推定

Keywords: Single frequency GPS signal, Ionospheric TEC, Bias estimation

オーロラスペクトログラフによる上部電離圏 N_2^+ の共鳴散乱光観測

N_2^+ resonant scattering light observation in the sunlit topside ionosphere with the auroral spectrograph

*遠藤 友¹、坂野井 健¹、小川 泰信²、鍵谷 将人¹

*Yu Endo¹, Takeshi Sakanoi¹, Yasunobu Ogawa², Masato Kagitani¹

1. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ大気研究センター、2. 国立極地研究所

1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. National Institute of Polar Research

イオンアップフロー現象の光学リモートセンシングのために、今回我々はロングイヤービン・スパーバルにおけるオーロラスペクトログラフ(ASG)の13年間分のデータ解析から上部電離圏 N_2^+ 共鳴散乱光を明らかにした成果を報告する。*Störmer* [1955], *Bates* [1949]は高度700-1100 kmの日照領域における N_2^+ 共鳴散乱光を報告した。近年、より高高度に存在する N_2^+ 発光がMSX衛星[*Romick et al.*, 1999]やReimei衛星によって観測され、電離圏高度からの重イオンアップフロー現象として注目されている。電離圏F領域主成分である O^+ などのイオンは地磁気擾乱時に磁気圏に流出していくことがよく知られている[*Moen et al.*, 2004, *Abe et al.*, 1993]。一方、 N_2^+ などの分子イオンもAkebono衛星等により高度10,000 km付近で観測されている[*Yau et al.*, 1993]。しかし、電離圏E領域に主に存在する重い分子イオンがどのように上昇していくかは未解明である。現在私たちはWallace and McElroy [1966]が主張している O^+ と N_2 分子の電荷交換反応によって N_2^+ が電離圏F領域で生成され、地磁気擾乱に伴い上昇していくのではないかと考えている。

そこで本研究では、分子イオンアップフロー現象を明らかにするために、ノルウェー・ロングイヤービン(地磁気緯度75.2度、経度16.04度)におけるオーロラスペクトログラフの13年間の観測データから地磁気擾乱時かつ地上は日陰で電離圏よりも高高度が日照となっている場合を選び、電離圏 N_2^+ 共鳴散乱光を調べた。

オーロラスペクトログラフは魚眼レンズ、スリット、グリズム、冷却CCDカメラから構成される。波長範囲は420 nmから730 nm、波長分解能2.0 nm、視野角180度(磁気南北方向)である。観測は2000年から現在(2017年)までの冬季に行われているが、 N_2^+ 427.8 nmが波長範囲に含まれるのは2004年以降の観測データである。また、これまでの研究から N_2^+ アウトフローは地磁気擾乱時($Kp > 4$)に発生する確率が高いことが知られている[*Mizuno et al.*, 2005]。従って、本研究では2004年から2016年の観測日で、地上が日陰時かつ Kp 指数が9時間以上にわたり4以上であった65日間をすべて解析した。ここで、シンプルな単一アーク状のオーロラが磁気南方向に出現したと仮定すると、オーロラスペクトログラフの仰角分布はオーロラ高度分布とみなすことができる。この場合、同時に観測される酸素原子557.7 nm発光や630.0 nm発光ピークから発光高度を概ね知ることができる。酸素原子557.7 nm発光は降下電子によるオーロラのみと考えられるため、557.7 nm発光と比較して427.8 nmが557.7 nm発光よりも高高度(より大きな仰角)に分布する場合は、この高高度領域の N_2^+ 共鳴散乱光を捉えたと解釈される。そのようなイベントを5例見いだした。この5例それぞれにおける Kp の値は4-, 2+, 3+, 4-, 6-, 5であり、地磁気擾乱時と静穏時の2つの場合があることが分かった。2014年12月21日0700 UT($Kp=2+$)頃には、最大400 Rの N_2^+ 発光が観測されたが、これに関連するDst指数変動は約-10 nT(N_2^+ 発光観測の1時間前)であった。この時の N_2^+ 発光ピーク高度を630.0 nm発光高度を250 kmと仮定すると380 kmと見積もられた。一方、2015年12月21日0100 UTにはDst指数変動は-150 nT程度の地磁気嵐が発生し、これに伴い0830 UT($Kp=5$)頃に最大800 Rの N_2^+ 発光が観測された。この時の N_2^+ 発光ピーク高度を同様に推定した結果、340 kmであり、200 R以上の発光が高度1,000 km以上までであることが分かった。5例のうち4例は発光ピーク高度が300~400 kmに存在し、200 R以上の発光が続く高度は地磁気擾乱に伴い、より高高度まで達していることが分かった。この結果は地磁気擾乱時でなくても電離圏F領域下部では N_2^+ が生成され、それが地磁気擾乱とともに上昇していくことを示唆している。これは先行研究の衛星観測による結果と整合的である。

キーワード：オーロラ、窒素分子イオン、アップフロー
Keywords: aurora, nitrogen molecular ion, up flow

国際宇宙ステーションからの観測による大気光の大規模構造の推定 Estimation of global scale airglow structure by observation from International Space Station

*北村 佑輔¹、齊藤 昭則¹、坂野井 健²、大塚 雄一³、山崎 敦⁴、穂積 裕太¹

*Yusuke Kitamura¹, Akinori Saito¹, Takeshi Sakanoi², Yuichi Otsuka³, Atsushi Yamazaki⁴, Yuta Hozumi¹

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Institute of Space and Astronautical Science / Japan Aerospace Exploration Agency

国際宇宙ステーションからのIMAP/VISIの観測データを用いて波長630nmの夜間の大気光の大規模構造の地方時・緯度・経度への依存性について解析しIRIの全電子数やIRIとMSISによる大気光のモデルと比較した。

IMAP/VISIは2012年9月から2015年8月までの約3年間国際宇宙ステーションに搭載された大気光の観測器で、真下方向を向いて波長630nmの大気光を観測している。波長630nmの大気光は高度250km付近で酸素原子による発光であり、酸素イオン量が発光輝度を決めている。そのため、電子密度の高い赤道異常帯で最も明るく発光している。この大気光の地方時、緯度、経度への依存性、季節変化を調べ、先行研究と比較した。赤道付近では赤道異常によって南北の緯度が15度付近で極大になる様子が見られた。赤道異常は夜から朝にかけて弱くなって、消えていくが、観測では真夜中付近で明るくなっているのが見られ、Midnight temperature maximumのようなものも確認された。また、季節変化の南北半球での非対称性も確認された。赤道異常の影響が少ない緯度が南北40度付近でも同様の非対称性が見られた。

さらに、これらの結果と電離圏のモデルであるIRIモデルによる全電子数データや、IRIモデルと大気モデルであるMSISモデルから計算される波長630nmの大気光の発光強度を比較・検証した。

ポーラーパッチならびにブロブの電子密度分布と極冠イオン対流速度の関係

Relationship between electron density height profile and convection flow speed in the polar cap patches and blobs

*吹澤 瑞貴¹、坂野井 健¹、小川 泰信²、田中 良昌²、細川 敬祐³、田口 聡⁴、Thomas Evan⁵

*Fukizawa Mizuki¹, Takeshi Sakanoi¹, Yasunobu Ogawa², Yoshimasa Tanaka², Keisuke Hosokawa³, Satoshi Taguchi⁴, Evan Thomas⁵

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星プラズマ・大気研究センター、2. 国立極地研究所、3. 電気通信大学大学院情報理工学研究科、4. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、5. Dartmouth College
1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. National Institute of Polar Research, 3. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, 4. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 5. Dartmouth College

今回我々は、2016年1月11日にEISCATレーダーならびに全天イメージャーで観測されたポーラーパッチならびにブロブのイベント解析結果を報告する。ポーラーパッチは昼間側磁気圏界面における磁力線再結合に伴う極冠域の拡大などによって日照領域のプラズマを極冠域に吸い込むことにより発生し [Lockwood and Carlson, 1992], 高密度のプラズマを $E \times B$ ドリフトで夜側まで輸送する特徴がある。また、パッチが夜側の閉じた磁力線の太陽方向フロー領域で観測されるものをブロブと呼ぶ。これらの現象の研究は、高緯度電離圏 F 領域における電子密度変動の物理過程の理解のために重要である。この現象は過去に Zhang et al. [2015] により研究され、Dungey サイクルがポーラーパッチやブロブの形成に与える影響について分かってきた。しかし、ポーラーパッチやブロブの電子密度分布についてはよく分かっていない。本研究では、2016年1月11日 17:30-22:30 UT (20:00-01:00 MLT) に ESR により捉えられた、電離圏 F 領域の電子密度上昇に着目した。このとき、電離圏 E 領域における電子密度上昇や、F 領域におけるイオン温度上昇は存在せず、オーロラ電子降下や摩擦加熱の影響でないと解釈された。このときの IMF の B_z 成分は 15:30-16:40 UT, 17:30-18:20 UT, 19:30-23:50 UT の時間帯に南向きであった。さらに、ロングイヤービン (78°09'N, 16°03'E) における同時の全天イメージャー (LYR-ASI) による OI (630.0 nm) 発光強度に、パッチ状の発光を見いだした。以上から、この現象をポーラーパッチ現象と解釈し、解析を進めた。ESR と LYR-ASI の比較から、11 個のポーラーパッチを同定した。それぞれの電子密度高度分布を詳細に調べた結果高度 300-500 km の電子密度が高い場合と、高度 250-350 km の電子密度が高い場合の 2 つの種類があることがわかった。また、Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) レーダーによって観測されたイオン速度より、後者の方が前者に比べてイオン速度が大きいことが分かった。ポーラーパッチ内の 2 つの電子密度分布の違いの原因として、下記に示すとおり、極冠域におけるイオンの対流速度の違いが考えられる。すなわち、イオン速度が大きいと中性大気速度との差が大きくなり、摩擦加熱によってイオン温度が上昇する。そして、イオン温度の上昇に伴い、イオン原子交換反応の反応係数が大きくなり [Schunk et al., 1976], F 領域の O^+ が NO^+ , O_2^+ に変化する。その後、 NO^+ , O_2^+ と電子が解離再結合することで電子密度が減少したと考えることができる。また、高高度では、イオン温度の上昇により NO^+ , O_2^+ のスケールハイトが上昇し、 NO^+ , O_2^+ の密度が上昇したと考えられる。この解釈は、今回観測された 2 種類のポーラーパッチ内電子密度高度分布と整合的である。

加えて、EISCAT Tromsø UHF Radar で同時の電離圏電子密度を調べたところ、同日 20:37-21:00 UT (22:00-22:30 MLT) に電離圏 F 領域の電子密度上昇を見いだした。同時の GPS-TEC マップより、この電子密度上昇はポーラーパッチが極冠域から閉じた磁力線領域に移った結果のブロブと解釈された。この時間帯はサブストーム回復相であり、極冠域が縮小したことによって Tromsø が 2 セル対流パターンの午後側セルの太陽方向の対流領域に位置するようになり、その結果ブロブが Tromsø 上を通過したと考えることができる。

キーワード：ポーラーパッチ、ブロブ

Keywords: polar patch, blob

3次元スペクトル法を用いた中規模伝播性電離圏擾乱の成長速度の統計的推定

Statistical estimation of growth time of medium-scale traveling ionospheric disturbances by three dimensional spectral method

*池田 孝文¹、齊藤 昭則¹

*Takafumi Ikeda¹, Akinori Saito¹

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室

1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University

Medium scale traveling ionospheric disturbance is one of phenomenon in ionosphere and has been long studied. Nighttime MSTID will be caused by Perkins instability. Linear growth time(e folding time) of Perkins instability is very slow as growth time from random thermal noise . Therefore , we expect explanation of growth of MSTID by including electric filed of Sporadic E layer . However, we have not almost estimated observational growth time of MSTID.

Using this method, we statistically estimated growth rates of nighttime MSTID in japan in summer 2014 observed by GNSS. We used 3DFFT for total electron content(TEC) grid data ,and estimated propagation velocity. Using this velocity, we tracked movement of one wavefront of MSTID. We estimated the maximum growth time of each event by using wavenumber spectra when tracking. As a result, growth time is slower than 16 minutes. Propagation direction when growth time is fastest is southwestward(205° - 245°). Growth time is maximum when 240°. This magnitude is too slow as growth time of MSTID, and is within the range of one perkins instability expects. We will show the detail about the relation between this growth time and both mechanisms, and also show the solar activational and the seasonal dependence of growth time.

キーワード：中規模伝播性電離圏擾乱、GPS-TEC、パーキンス不安定性、3次元スペクトル法

Keywords: Medium-scale traveling ionospheric disturbances, GPS-TEC, Perkins instability, Three dimensional spectral method

Role of gravity waves in the upper atmospheric temperature changes in association with sudden stratospheric warming

*Changsup Lee¹, In-Sun Song¹, Hwajin Choi¹, Jeong-Han Kim¹, Geonhwa Jee¹

1. Korea Polar Research Institute

Fourier Transform Spectrometers (FTSs) at the Esrange space center (67°53'N, 21°04'E), Kiruna, Sweden and at the Dasan Korean Arctic station (78°55'N, 11°56'E), Svalbard, Norway have observed mesospheric air temperature from OH airglow emissions near 87 km height since November 2002. The FTS observations have provided simultaneous mesospheric temperature at the two different latitudes in association with elevated stratopause (ES) after major stratospheric sudden warming (SSW) events. ES-like phenomena and relevant warming have been simulated using global circulation models such as the whole-atmosphere community climate model (WACCM), but the model prediction is found to be much weaker mesospheric warming compared with the FTS and satellite observations especially in polar region such as the Dasan station. Considering that gravity waves (GWs) may have substantial impacts on the temperature and wind in the upper atmosphere, the discrepancy between observation and model may be attributed to common issues in GW parameterizations: Uncertainty in GW spectra and unrealism in GW propagation (i.e., columnar propagation). In this study, we investigate effects of the horizontal propagation and refraction of GWs on mesospheric warming associated with the ES after major SSW events using a ray-tracing model with specified GW spectra. Preliminary results for steady background flows show that the horizontal propagation and refraction increase westward GW momentum forcing near $z = 100$ km in the NH high latitudes that can induce downward motions and adiabatic warming in the NH polar regions below $z = 100$ km. Results are extended for time-varying background flows and different GW spectra to consider tidal effects and improve robustness of results, respectively.

Keywords: sudden stratospheric warming, gravity wave, ray tracing

地震による電離圏全電子数変動の空間分布

Spatial Distributions of Total Electron Content Variations Associated with Earthquakes

正村 駿¹、*中田 裕之¹、大矢 浩代¹、鷹野 敏明¹、津川 卓也²、西岡 未知²

Shun Shomura¹, *Hiroyuki Nakata¹, Hiroyo Ohya¹, Toshiaki Takano¹, Takuya Tsugawa², Michi Nishioka²

1. 千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻、2. 情報通信研究機構

1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

The coseismic ionospheric disturbances are generated by the acoustic wave and atmospheric gravity wave excited by earthquakes. In the previous studies, it is found that the perturbations of total electron content (TEC) are correlated with the magnitude of the earthquake. On the other hand, the relationship between the magnitude and the spatial distributions of these perturbations are not examined in detail. Using two-dimensional TEC maps derived from the GNSS Earth Observation Network (GEONET), in this study, we have analyzed the spatial distributions of TEC variations associated with earthquakes. First of all, the TEC distribution map is divided in grid whose size is 0.2 x 0.2 degrees. The spectral intensity of the TEC perturbations is calculated using Fast Fourier Transform. The average of the spectral intensity in each grid is determined from those in the ionospheric pierce points (altitude = 350 km) located with in each grids. After the center of the TEC variation distributions are determined from the average map, the latitudinal and longitudinal width of the TEC perturbations are estimated by fitting the perturbations with the Gaussian function. We analyzed 5 earthquakes ($M > 6.8$) whose epicenters are located at the sea around Japan since 2000. The wave recorders installed by the Japan Meteorological Agency observed the heights of tsunamis. Using these data, the heights of tsunamis in the epicenter are determined using Green's theorem, which explains the relationship between the height of tsunami and the depth of the sea. The results of the fitting shows that the latitudinal width of TEC variations is correlated with the height of tsunami, while longitudinal one is not. This is because, in the events that occurred along the coast, the height of tsunami is highly fluctuated due to the coast line. In such events, therefore, we determined the latitudinal width of TEC variations using ionospheric pierce points located on land-side. In the result, the correlation between the longitudinal distribution of TEC variations and the height of tsunami increased. Since the correlation between TEC variations and the height of tsunami is high, if events of the analysis target increase in the future, there is a possibility that the location, time and scale of the tsunami can be estimated.

キーワード：電離圏全電子数、地震

Keywords: Total Electron Content, Earthquake

GAIAの極域電場モデル改良

Improvement of high-latitude electric field model in GAIA

*埜 千尋¹、陣 英克¹、品川 裕之¹、三好 勉信²、藤原 均³、松村 充⁴

*Chihiro Tao¹, Hidekatsu Jin¹, Hiroyuki Shinagawa¹, Yasunobu Miyoshi², Hitoshi Fujiwara³, Mitsuru Matsumura⁴

1. 情報通信研究機構、2. 九州大学、3. 成蹊大学、4. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所

1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Kyushu University, 3. Seikei University, 4. Institute for Space-Earth environmental Research, Nagoya University

GAIA(Ground-to-Topside Model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy)は、大気下層に気象再解析データを入力し、対流圏から熱圏までの大気圏と電離圏の大気物理・化学過程を解くモデルである。極域から大気圏へインプットされる電場・電流は太陽風および磁気圏の状況に応じて大きく変化し、変化の大きさによっては全球の大気圏・電離圏に影響を及ぼす。日本近傍の電離圏密度の長期観測データと極域変動を含まないGAIA計算結果の比較から、太陽および磁気圏擾乱が大きい時の電離圏密度の再現精度がよくない問題が見られている。そこで、GAIAに太陽風変動に依存するWeimer電場経験モデルをインプットするモデル改良を実施した。本発表では、開発状況および初期結果について議論する。

キーワード：熱圏、電離圏、シミュレーション

Keywords: thermosphere, ionosphere, simulation