

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2013

課題番号：22253007

研究課題名(和文)大規模電離圏電流の観測に基づく太陽圏-磁気圏-電離圏-大気圏結合過程の研究

研究課題名(英文)Study on the Couplings of Heliosphere-Magnetosphere-Ionosphere-Atmosphere by Global Sq Current Observation

研究代表者

湯元 清文(YUMOTO, Kiyohumi)

九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター・教授

研究者番号：20125686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,500,000円、(間接経費) 10,650,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題の目的は、超高層大気中を流れる大規模電流系の短期的・長期的変動を調査し、太陽地球系における太陽圏-磁気圏-電離圏-大気圏結合過程を定量的に理解することにあつた。この目的に沿って、多点磁場ネットワーク観測網データから、グローバルな電離層Sq電流の太陽活動度(F10.7)、季節、月齢、地方時依存性、Sq電流及び、赤道ジェット電流系の地域依存性について、アフリカ域とアジア域、南米域の相互比較の観点から明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Under geomagnetically quiet conditions, a daily record of the geomagnetic field at ground observatories is known to show a regular daily variation, which is primarily composed of 24, 12, 8 and 6-hour spectral components. The regular daily variation has been extensively studied for more than one hundred years in order to investigate its source currents (see Campbell [1989a]). However, in order to understand electromagnetic coupling between magnetosphere-ionosphere-atmosphere and Earth(MIAE) electromagnetically system, we have to clarify the electro-magnetic response of iono-magnetosphere to various solar wind changes, and the penetration and propagation mechanisms of DP2-ULF range disturbances from the solar wind region into the equatorial ionosphere. In this study we carefully investigate a short and long-term response of MIAE system for various space disturbances and for local dynamo disturbances relating climatological phenomena by using MAGDAS/CPMN data.

研究分野：数物系科学A

科研費の分科・細目：超高層物理学

キーワード：宇宙天気 極域擾乱 赤道域ネットワーク 物質・流入過程 宙空環境変動 環太平洋地磁気ネットワーク観測 太陽風変動 IHY/CAWSES

1. 研究開始当初の背景

近年の研究の進展により、地上で観測される磁場変動現象には宇宙空間(磁気圏)を横切って直接電離圏・地上へと伝達される擾乱成分以外に、一旦極域に集中した電磁エネルギーが電離圏を介して全球へと再分配される「面的結合」、気象変動などの下層大気擾乱により励起された重力波や潮汐波が電離圏まで到達し、有限な磁場振幅を励起する「上下結合」の情報が重畳していることが明らかにされつつある。しかしながら、電磁エネルギーと力学的エネルギーの変換・伝達メカニズムは理論的には殆ど解明されておらず、観測的にも面的結合現象についてはその伝達経路の分布・構造が未整理なままである。更に、上下結合現象については、その実在に関して僅かな報告 (Iyemori et al., 2005) がなされているだけである。こうした各種擾乱の緯度間・経度間結合、及び上下結合の様相を短期的・長期的変動に分けて観測的に明らかにすることは、地球電離圏をモチーフとした強磁場弱電離気体系の学理構築のみならず、磁気圏を含む超高層・熱圏・下層大気擾乱の相互作用、それらが複合した系での地球大気の長期な進化過程の解明、更にはその人類社会基盤に対する影響を評価する上で非常に重要であり、その実証にはグローバル且つ稠密な観測網が必須である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、超高層大気中を流れる大規模電流系の短期的・長期的変動を調査し、太陽地球系における太陽圏-磁気圏-電離圏-大気圏結合過程を定量的に理解することにある。この目的を達成するために、多点磁場ネットワーク観測網で得られたデータの解析から、グローバルな電離層Sq電流の太陽活動度(F10.7)、季節、月齢、地方時依存性、グローバルな電離層Sq電流及び、赤道ジェット電流系の地域依存性について、アフリカ域とアジア域、南米域の相互比較の観点から明らかにする。

3. 研究の方法

以下の研究計画・方法に従った海外学術調査を行った:(1)赤道ジェット電流を含む電離圏グローバルSq電流系が導出できるリアルタイム観測データを取得するための、既存のMAGDAS(210度磁気子午線域、96度磁気子午線域、磁気赤道域、電離圏電場観測レーダー観測点の再整備・強化。(2)この観測データに基づく、太陽地球系における太陽圏-磁気圏-電離圏-大気圏結合過程を定量的に理解するための解析研究の実施。(3)得られた研究成果の公開。

4. 研究成果

全球的規模のMAGDASリアルタイムデータ収

集及び電離圏レーダー観測網の再整備のための海外観測を実施により、既存の210度磁気子午線沿いのカムチャツカ、フィリピン、インドネシア、オーストラリア、磁気赤道域のアフリカと96度磁気子午線沿いのアフリカ15観測点において、非常に微弱な磁場環境を精密に計測できるMAGDAS磁力計の保守整備と新設と、210度磁気子午線沿いのカムチャツカ、篠栗、フィリピンの電離層電場レーダーの保守点検を実施した。

上記観測点で得られたデータの解析から、グローバルな電離層Sq電流の太陽活動度(F10.7)、季節、月齢、地方時依存性が定量的に解明できた。また、グローバルな電離層Sq電流及び、赤道ジェット電流系の地域依存性について、アフリカ域とアジア域、南米域の相互比較の観点から集中的に調べられ、こうしたグローバルな電離層電流系に対して強い地域性が存在することが確かめられた。この結果は大陸毎の気象条件の違いが超高層大気現象如何に結びつくかという、上下結合問題へと発展させることが期待される。また、極域と磁気赤道域のグローバルな結合電流系を精査した結果、午前中に強い電流集中がおり、午後には相対的に弱くなるという強い非対称性があること発見され、この現象は周期数十秒程度のULF波動から数十分程度のDp2変動現象において共通の特徴であることが発見された。

これらの成果はAGU, AOGS, ISWI等の国際会議で発表され、JGR等の国際誌に掲載された。

(研究発表参照)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計79件)

Bello, A.B. Rabi, K. Yumoto, E. Yizengaw, Mean Solar Quiet Daily Variations in the Earth's Magnetic Field Along East African Longitudes (2013), Advances in Space Research, S0273-1177(13)00761-8, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2013.11.058>, JASR 11629, 2013 査読有

Adebesin, B. O.; Adeniyi, J. O.; Adimula, I. A.; Reinisch, B. W; Yumoto K., F2 layer characteristics and electrojet strength over an equatorial station, ADVANCES IN SPACE RESEARCH, Vol: 52, No: 5, pp:791-800, DOI:10.1016/j.asr.2013.05.025, SEP 1 2013 査読有

Bolaji, O. S.; Adimula, I. A.; Adeniyi,

J. O.; Adeniyi, J. O; Yumoto K., Variability of Horizontal Magnetic Field Intensity Over Nigeria During Low Solar Activity, EARTH MOON AND PLANETS, Vol: 110, No: 1-2 pp: 91-103 DOI: 10.1007/s11038-012-9412-0, FEB 2013 査読有

Hafez Ali G.; Ghamry Essam; Yayama Hideki, Yumoto Kiyohumi, Un-decimated discrete wavelet transform based algorithm for extraction of geomagnetic storm sudden commencement onset of high resolution records, COMPUTERS & GEOSCIENCES, Vol:51, pp:143-152, DOI: 10.1016/j.cageo.2012.07.008 ,FEB 2013 査読有

Rabiu, A.B.; Onwumechili, C.A.; Nagarajan, N, Yumoto K., Characteristics of equatorial electrojet over India determined from a thick current shell model, JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS, Vol.92 pp105-115, DOI:10.1016/j.jastp.2012.10.014, JAN 2013 査読有

Yamazaki, Y., K. Yumoto, D.J. McNamara, T. Hirooka, T. Uozumi, T. Kitamura, S. Abe, and A. Ikeda, Ionospheric current system during sudden stratospheric warming events(2012), J. Geophys. Res., 117, A03334, DOI:10.1029/2011JA017453 査読有

Yamazaki Y., A.D. Richmond and K. Yumoto, Stratospheric warmings and the geomagnetic lunar tide: 1958-2007(2012), J. Geophys. Res., 117, A04301, DOI: 10.1029/2012JA017514 査読有

Takla, E. M., Yumoto K., Ishitsuka, J., Rosales, D., Dutra, S., Uozumi, T., Abe S. (2012), Geomagnetic variations possibly associated with the Pisco earthquake on 15 August 2007, Peru,

TECTONOPHYSICS, Vol. 524, pp.29-36, DOI :10.1016/j.tecto.2011.12.008, Feb. 20, 2012 査読有

Yumoto K., H. Hayakawa, T. Obara, S. Watari and STPP Sub-Committee of Japan (2011), Update on Japan 's Contribution to the ISWI, SUN and GEOSPHERE Vol.6, No.2, pp.71-78., http://newserver.stil.bas.bg/SUNGEO/00SGArhiv/SG_v6_No2_2011-pp-73-80.pdf 査読有

Yumoto K. (2011), Capacity Building of MAGDAS, SUN and GEOSPHERE Vol.6, No.2, pp.79-82., http://newserver.stil.bas.bg/SUNGEO/00SGArhiv/SG_v6_No2_2011-pp-81-83.pdf 査読有

Yamazaki, Y, Yumoto K (2012), Long-term behavior of annual and semi-annual S-q variations, EARTH PLANETS AND SPACE, Vol. 64, No. 6, pp. 417- 423, DOI: 10.5047/eps.2011.01.014 査読有

Maeda, G., 他 13 名、K. Yumoto 2 番目, S. Abe 8 番目, (2011), Deployment of MAGDAS in Africa, SUN and GEOSPHERE Vol.6, No.2, pp.55-59., http://newserver.stil.bas.bg/SUNGEO/00SGArhiv/SG_v6_No2_2011-pp-58-62.pdf 査読有

Rabiu, A.B., K.Yumoto E.O. Falayi, O. R.Bello, MAGDAS/CPMNGroup(2011), Ionosphere over Africa: Results from Geomagnetic Field Measurements During International Heliophysical Year IHY, SUN and GEOSPHERE Vol.6, No.2, pp.61-64., http://newserver.stil.bas.bg/SUNGEO/00SGArhiv/SG_v6_No2_2011-pp-63-66.pdf 査読有

Takla, E.M., K. Yumoto, J.Y. Liu, Y. Kakinami, T. Uozumi, S. Abe and A. Ikeda (2011), Anomalous geomagnetic variations possibly linked with the Taiwan Earthquake (Mw= 6.4) on 19

December 2009, Intl. J. Geophys., Vol. 2011, p.1-10, doi;10.1155/2011/848467.

査読有

Takla, E.M., K. Yumoto, M. G. Cardinal, S. Abe, 他 19 名 (2011), A study of latitudinal dependence of Pc 3-4 amplitudes at 96 magnetic meridian stations in Africa, SUN and GEOSPHERE Vol.6, No.2, pp.65-70., http://newserver.stil.bas.bg/SUNGEO/0OSGARhiv/SG_v6_No2_2011-pp-67-72.pdf

査読有

Uozumi, T., K. Yumoto, T. Tokunaga, S. I. Solovyev, B. M. Shevtsov, R. Marshall, K. Liou, S. Ohtani, S. Abe, A. Ikeda, K. Kitamura, A. Yoshikawa, H. Kawano, and M. Itonaga (2011), AKR modulation and Global Pi 2 oscillation: Jan. 24, 1997 event, J.Geophys. Res., VOL. 116, A06214, 15PP., doi:10.1029/2010JA016042. 査読有

Yamazaki, Y., K. Yumoto, 他 17 名, S. Abe17 番目, A. Yoshikawa19 番目 (2011), An empirical model of the quiet daily geomagnetic field variation, 116, A10312, J.Geophys.

Res., doi;10.1029/2011JA016487 査読有

Bolaji, O.S., A.B. Rabiou, I.A. Adimula, J.O. Adeniyi, and K. Yumoto (2010); Interhemispheric trans-equatorial field-aligned currents deduced from MAGDAS at equatorial zone, Space Res. J. ISSN 1819-3382, pp.1-11. 査読有

Ikeda A., Yumoto K., Uozumi T., Shinohara M., Nozaki K., Yoshikawa A., Bychkov V.V., and Shevtsov B.M. (2010a); Phase relation between Pi 2-associated ionospheric Doppler velocity and magnetic pulsation observed at midlatitude MAGDAS station, J. Geophys.

Res., 115, A02215, doi10.1029/2009JA014397, pp.1-7. 査読有

Yumoto, K. and the MAGDAS/CPMN Group (2010); A Review of MAGDAS/CPMN Project during IHY, Nigerian Journal of Space Research (ISSN 0794-4489), Vol. 8, March 30, 2010, DEUTCHETZ Publishers, pp.349-390. http://www.cbss.nasrda.gov.ng/Journals/Vol%208/349_390_Yumoto%20_A%20review%20of%20MAGDAS%20etc.pdf 査読有

[学会発表](計133件)

Yoshikawa A., Technical presentation on the "International Center for Space Weather Science and Education", Kyushu University, 第52回国連宇宙平和利用委員会、2014年2月10-21日、国連ウィーン本部、ウィーン、オーストリア

Abe, S., "Rebuild of data distribution service for MAGDAS/CPMN project", International CAWSES-II Symposium, 11-21-2013, Nagoya, Japan

Yoshikawa A., Modeling of 3-fluid dynamic and generalized Ohm's law for understanding ionospheric dynamics, JSPS Core-to-Core Program, 2013 ISWI and MAGDAS Africa School, 23 - 27 September, 2013, Abuja, Cote d'Ivoire

Yoshikawa A., (2013), ICSWSE/MAGDAS project, United Nations / Austria Symposium on "Space Weather Data, Instruments and Models: Looking Beyond the International Space Weather Initiative" 16-18 September 2013, Graz, Austria Academy of Sciences, Institute for Space Research, Graz, Austria

Abe S., Global characteristics between

the equatorial electrojet and neutral wind in the Mesosphere Thermosphere Ionosphere region, VI International Conference<<Solar-Terrestrial Relations and Physics of Earthquake Precursors>>, September 10, 2013, Paratunka, Kamchatskii krai, Russia

Yoshikawa A., (2013), Technical presentation on the "International Center for Space Wather Science and Education", Kyushu University, 第50回国連宇宙平和利用委員会、2013年2月11-22日, 国連ウィーン本部, ウィーン, オーストリア

Yoshikawa A., (2012), Establishment of International Center fot Space Science and education, United Nations/Ecuador Workshop on the International Space Weather Initiative (20th Workshop of the United Nations Basic Space Science Initiative), 8 - 12 October 2012, Quito, Ecuador

Yoshikawa A., Modeling of 3D Sq current system, JSPS Core-to-Core Program, 2012 ISWI and MAGDAS School on Space Science, 17 - 26 September, 2012, Cianjur, Indonesia

Shuji Abe, Space Weather, 2012 ISWI & MAGDAS School, 25 September, 2012, Cianjur, Indonesia

Kiyohumi Yumoto, Simultaneous ground satellite observation of Pi 2 pulsations associated with upward/downward FACs of the substorm current wedge, AGU Fall Meeting 2011, Dec. 7, 2011, San Francisco, USA

Kiyohumi Yumoto, Study of Sun-Earth Coupling using Data from MAGDAS/CPMN Project, UN/Nigeria Workshop on ISWI,

Oct. 18, 2011, Abuja, Nigeria

Kiyohumi Yumoto, Update on MAGDAS Activities in Asia-Oceania Around the Globe during ISWI, Asia Oceania Geosciences Society 2011, Aug. 12, 2011, Taipei, Taiwan

Kiyohumi Yumoto, MAGDAS Project at SERC for Space Weather during IHY/ISWI (2007-2012), IUGG General Assembly 2011, Jul. 7, 2011, Melbourne, Australia

Kiyohumi Yumoto, Japan and ISWI (International Space Weather Initiative), COPUOS 科学技術小委員会 第48会期, Feb. 11, 2011, Vienna, Austria

Kiyohumi Yumoto, Study of Geomagnetic Anomalies Related to Earthquakes at Pisco Peru 2007 (M=8.0) and at Taiwan 2009 (M= 6.4), AGU Fall Meeting 2010, Dec. 15 2010, San Francisco, USA

Kiyohumi Yumoto, Magnetic Data Acquisition System (MAGDAS), ISWI UN/NASA/JAXA Workshop, Nov. 7, 2010, Helwan, Egypt

Kiyohumi Yumoto, ULF Waves Observed at MAGDAS Stations as Probes for Litho-Space Weather Study, COSPAR 2010, July 22, 2010, Bremen, Germany

Kiyohumi Yumoto, Observations of Geomagnetic Anomalies Related to the Taiwan Earthquake, December 2009, AOGS 2010, July 6, 2010, Hyderabad, India

Kiyohumi Yumoto, Study of Geomagnetic Anomalies Related to Tectonic Activities: Case study: Earthquakes at Pisco Peru 2007, 2010 Western Pacific Geophysics Meeting, June 24, 2010, Taipei, Taiwan

〔その他〕

ホームページ

<http://www.serc.kyushu-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

湯元 清文 (YUMOTO, Kiyohumi)

九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター・教授

研究者番号：20125686

(2) 研究分担者

吉川 顕正 (YOSHIKAWA, Akimasa)

九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター・講師

研究者番号：70284479

阿部 修司 (ABE, Shuji)

九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター・特任助教

研究者番号：60437762

北村 健太郎 (KITAMURA, Kentaro)

徳山工業高等専門学校・機械電気工学科・准教授

研究者番号：60380549

篠原 学 (SHINOHARA, Manabu)

鹿児島工業高等専門学校・一般教育科・教授

研究者番号：10403982

(3) 連携研究者

河野 英昭 (KAWANO, Hideaki)

九州大学・国際宇宙天気科学・教育センター・准教授

研究者番号：60304721

田中 良昌 (TANAKA, Yoshimasa)

国立極地研究所・宙空圏研究グループ・特任助教

研究者番号：50425766