

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2010～2014

課題番号：22253006

研究課題名(和文) 中間圏・下部熱圏における大気波動のレーダーネットワーク観測

研究課題名(英文) Study of atmospheric waves in the mesosphere-lower thermosphere (MLT) region with a radar network

研究代表者

津田 敏隆 (Tsuda, Toshitaka)

京都大学・生存圏研究所・教授

研究者番号：30115886

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,100,000円

研究成果の概要(和文)：高度60-150 kmの中間圏・下部熱圏(MLT)領域における大気波動の活動および平均風の長期・短期変動に着目し、大気圏上下結合過程を研究した。アジア・太平洋の赤道域に設置された流星・中波帯(MF)レーダーによる長期間連続観測で蓄積された観測データベース(IUGONET)を活用した。MLT領域での大気重力波活動の季節変化が熱帯対流圏の積雲対流と相関していることを示した。平均風が半年・1年・準2年・季節内周期で振動する特性を解析し、これらの周期的・不規則変動の生成には大気重力波と平均流の相互作用による効果が重要であることを示した。また平均南北風が10年スケールの長期トレンドを持つことが分かった。

研究成果の概要(英文)：We studied the behavior of atmospheric waves as well as long-term variations of the monthly mean winds in the Mesosphere-Lower Thermosphere (MLT) region at 60-150 km altitude, focusing on the coupling processes between different atmospheric layers due to upward propagating waves. We utilized archived data-sets (IUGONET) collected by a number of meteor and medium frequency (MF) radars operated continuously for many years since 1990's at low latitudes in Asia and Pacific regions. We investigated seasonal variations of the atmospheric gravity activity in the tropics, and found its relation with cloud convection in the lower atmosphere. Monthly mean zonal and meridional winds exhibited peculiar variations with semi-annual (SAO), annual, quasi-biennial (QBO), and intra-seasonal periods. Our analysis suggested importance of interaction of atmospheric waves with the mean flow to drive these regular and irregular variations. The mean meridional winds showed a trend with a decadal time scale.

研究分野：地球惑星科学

キーワード：中間圏・下部熱圏領域 大気圏上下結合過程 赤道大気 大気重力波 波動・平均流相互作用 流星レーダー 中波帯(MF)レーダー

1. 研究開始当初の背景

中層大気(高度 10-100km)における風速場および温度構造が太陽放射加熱のみでは説明できず、下層から上方伝搬する大気波動による力学的摩擦効果が本質的に重要であることが 1980 年代に理論予想され、1990 年代にかけて MU レーダー等の観測で検証されてきた。下層の対流圏で力学・熱力学過程で励起された大気波動が上層へ伝搬する際に運動量とエネルギーを輸送し、様々な不安定現象を介して碎波・減衰することで、背景の平均流にドラッグを与える。この大気波動と平均流の相互作用は中間圏・下部熱圏(Mesosphere and Lower Thermosphere: MLT)(高度 60-150km)で最も顕著になる。

本研究で着目する熱帯域では、強い太陽放射と豊富な水蒸気により積雲対流活動が強く、大気波動の励起も活発である[e.g., Dutta et al., 2008; Alexander et al., 2008]。また、コリオリ力の水平成分が弱く慣性周期が長くなるため、存在しうる大気波動の周期が広い。その結果、周期 3-20 日の赤道ケルビン波や混合ロスビー重力波といった赤道域特有の波動が生成される[e.g., Sridharan et al., 2006]。さらに、大気重力波では最長周期が数日にも伸び、短い方では数分周期まで連続した周波数スペクトルが現れる。また、1日およびその高調波の大気潮汐も強く励起される。これらの多様な大気波動の特性についてレーダーを主とした地上観測および衛星データを用いて解明し、全球の大気大循環への影響を調べる研究が進められてきた。

我々は 1977 年に国内(信楽)で流星レーダーを開始したが、これを 1992 年にインドネシア(ジャカルタ郊外)に移設した。その後、インドネシアの 3 か所に流星レーダーおよび中波帯(MF)レーダーを追加し、現在まで長期観測を継続している。観測結果を解析し、赤道 MLT 領域における風速変動の特性を解明してきた。

MLT 領域の平均東西風には、半年周期変動(Semi-Annual Oscillation; SAO)があり、さらにそれが約 2 年周期で変動する。これは成層圏下部の準 2 年周期振動(Quasi-Biennial Oscillation; QBO)、および成層圏上部の SAO の変動イベントとの同時性が認められ、下層大気と MLT 領域の長周期変動には因果関係があることが分かった[Tsuda et al., 2002; Sridharan et al., 2007]。しかし、単に下層大気の長周期変動が上方に直達するのではなく、大気波動が介在すると思われる、そのメカニズムの解明が必要である。

インド洋～西太平洋域の対流圏で特徴的な周期 20-100 日の雲活動(Madden Julian Oscillation; MJO)と、MLT 領域の東西風の季節内振動(Intra-Seasonal Oscillation; ISO)の相関が認められた。対流圏での波動励起が MJO 周期で変調を受け、その結果 MLT 領域に到達する大気波動の強度にも

その周期性が現れると考えられる[Isoda et al., 2004]。さらに、レーダー観測により波動による平均流加速を定量的に評価することが課題である。

- MLT 高度の南北風には夏半球から冬半球に向かう子午面循環があり、1 年周期で変化する。しかし、2001-2 年にはその 1 年周期変動が消滅した。また、南北流の年平均値が 10 年スケールの長期トレンド、あるいは太陽活動 11 年周期と思われる変動が認められた[Sridharan et al., 2007]。この長期変動について、地球温暖化の影響と太陽活動の影響を識別する必要がある。
- MLT 高度で卓越する 1 日周期大気潮汐波が、エルニーニョが起こった 1997-1998 年に増大した[Gurubaran et al., 2005]。大気潮汐の励起源である水蒸気の経度分布が、エルニーニョに伴って変動したと考えられる。対流圏と MLT 領域の変動を相互比較し関係を解明する研究が重要である。

2. 研究の目的

本研究は前節で述べた MLT 領域における力学過程の未解決問題の解明を目的とする。まず、日・豪・米・印等がアジア・太平洋域で長期間にわたり運用している約 20 台の流星レーダーや MF レーダーをネットワーク化し、MLT 領域における風速変動を国際協同観測する。なお、この観測網を補完するために、インドネシアのピアク島で新たに流星レーダーを設置した。また、過去の観測結果も含めて大気レーダーのデータベースを構築し、特に、MLT 高度の力学過程を支配する大気波動の長期変動特性を国際共同で解析する。長期間の MLT 領域における風速データを解析することで、10 年スケールの自然不規則変動、温暖化トレンド、太陽活動の影響などを検出し、相対的重要度を研究する。

3. 研究の方法

(1) 国際レーダー観測ネットワーク構築

アジア(インド、インドネシア)および太平洋域で運用されている流星・MF レーダーを図 1 に示す。本研究では特に赤字で示す

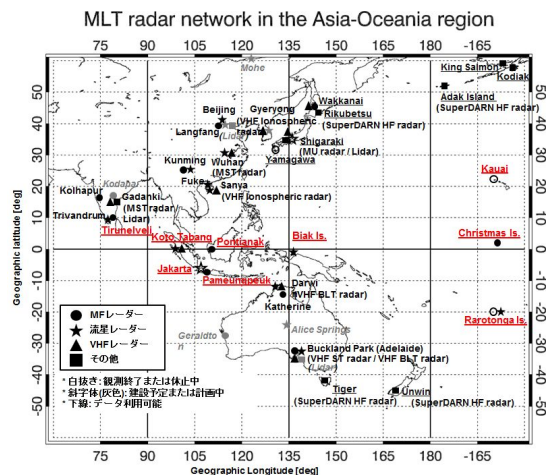


図 1. アジア オセアニア域で運用されているレーダー観測点。本研究で主に用いた流星・MF レーダー観測点を赤字で示す。

レーダーを解析対象とした。我々は 1992 年以來、インドネシア航空宇宙庁(LAPAN)と共同でインドネシアの 3 点で流星・MF レーダーを運用してきた。

さらに、本研究で日本～豪州の南北ネットワークと、インド～太平洋域に至る赤道ネットワークの交差点に当たるピアク島の LAPAN 観測所に流星レーダーを 2011 年 5 月に移設した。情報通信研究機構(NICT)が小金井市で長期間運用してきた流星レーダーを活用したが、この装置は 2002 年 11 月から連続観測を行っているコトバパン流星レーダーと同じシステムである。そのため、これら 2 台の流星レーダーの観測結果では、精度や分解能の差異を軽減できる。これらインドネシアの東西端で約 4,000 km 離れた 2 点間で MLT 高度の風速変動の比較が可能になった。

### (2) データベースシステム

国際レーダーネットワークから得られた観測データを交換し、各国の研究者が容易に相互利用できるように整理統合したデータベースシステムを構築した。流星レーダーと MF レーダーのそれぞれについて、標準データ解析ソフトウェアを定め、解析後の 2 次データを標準データフォーマット(テキスト、および netCDF 形式)で格納した、均質で使いやすいデータベースを構築し、インターネット経由で取得できるようにした。さらに、1970 年代から日本や各国で運用されていた流星・MF レーダー観測のメタデータを抽出し、大学間連携プロジェクト「Inter-University Upper atmosphere Global Observation NETWORK: IUGONET」(2009～)で開発されたメタデータ検索システムに登録した。また、観測データの可視化や統計解析のデータ解析ソフトウェアを作成し、多くの研究者が観測結果を統合解析できる研究基盤を構築した[5 - 雑誌論文、 ]。

### (3) 大気力学過程の解明

長期間のレーダーデータおよび解析システムを用いて MLT 高度における風速の統計解析を行い、力学過程で重要な各種の大気波動の変動特性を調べた。数値モデル等も参照し、赤道域の大気波動・風系の大気上下結合過程を研究した(次節で詳述)。また、国際ワークショップをインドおよびインドネシア等で開催し、研究成果の情報交換を進めた。一方、IUGONET データ解析システムの利活用に関する講習会も行った。

## 4. 研究成果

IUGONET により長期間のレーダーデータ、関連地上観測および衛星データを統計解析できるようになった。これを駆使して赤道大気の大気力学過程に関する以下の研究テーマを研究した。(i) 対流圏から中層大気さらに MLT 領域における大気重力波の特性(活動度の水平分布、長期変動など)[5 - 雑誌論文、

、 、 ]、(ii) MLT 領域における大気潮汐波の特性[5 - 雑誌論文 ]、(iii) 対流圏の積雲対流による波動励起とその MLT 領域への影響[5 - 雑誌論文、 、 、 、 ]、(iv) 中間圏 SAO の特性およびその 2 - 3 月の西向き風が 2 - 3 年ごとに急増する現象(MQBE)[5 - 雑誌論文、 、 、 ]、(v) 平均風の長期トレンド[5 - 雑誌論文、 ]、(vi) 成層圏・対流圏における温度場の長期変動[5 - 雑誌論文、 ]。これらの研究成果のうち、以下に主要な結果を述べる。

### (ア) 赤道 MLT 領域における大気重力波の活動度の変動と下層大気の擾乱の関連

南インドのティルネリベリおよび西ジャワのパンプク MF レーダーの風速データを基に、20-120 分周期の東西風速分散のスペクトルを解析し背景風との相関解析を行った。図 2 に示す周波数スペクトルでは、風速分散と背景風がともに大気潮汐波の周期(24, 12 時

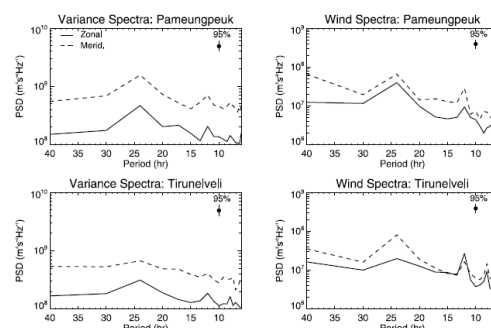
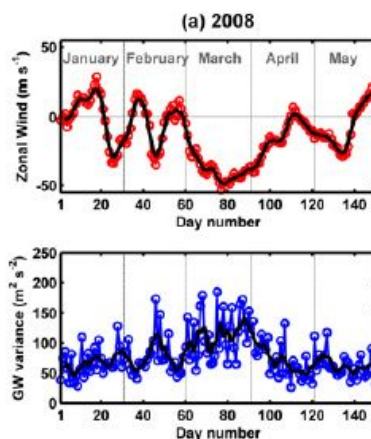


図 2. ティルネリベリ(左)、およびパンプク(右)における 2 時間ごとの風速分散と平均風のスペクトル。図中の実線と点線は、それぞれ東西、南北風を表す。

間)でピークを示した。大気重力波が大気潮汐波の影響を受けていることを示唆する。一方、重力波活動度の雲頂温度および降水強度とはそれぞれ負、正相関であった。下層大気の積雲対流の変動が MLT 高度における大気重力波の活動に影響を及ぼすと考えられる。



### 3. パンプクにおける 1 日平均値した東西風と周期 20 - 120 分変動の風速分散。

一方、パンプクにおける短周期(20-120 分)の大気重力波の活動度と平均風の間を

図3に示すが、中間圏SAOの西向き成分が強くなった際に東西風速分散の値が大きくなることを発見した。中間圏SAOの西向き加速に重力波が関係することを示唆している。しかし、それを検証するには運動量フラックス( $u'w'$ )を測定する必要がある。2007年以降にSAOの振幅が増加することも分かったが、原因は未解明である[5-雑誌論文、]。

(イ) 2台の流星レーダーによる赤道MLT領域での運動量フラックスの測定

赤道MLT領域に現れる様々な東西風速変動(SAO, AO, QBO)の発生機構や大気循環の力学過程を理解するには、背景風の加減速に関連する大気波動に伴う $u'w'$ を知る必要がある。

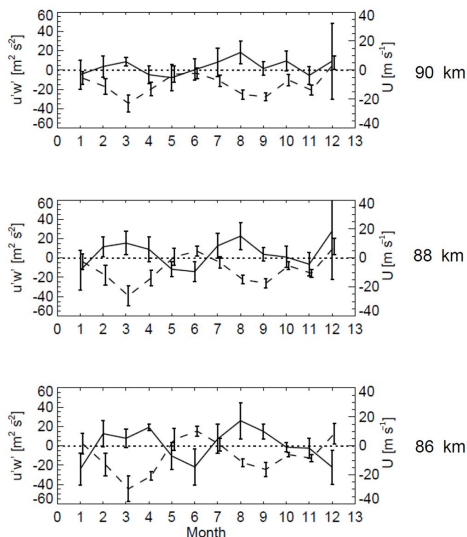


図4. コタバタンにおける高度86-90 kmの $u'w'$ と東西風の季節変動。左右の軸はそれぞれ、 $u'w'$ と東西風を表す。

近年、小型の流星レーダーを用いた $u'w'$ の測定法が提案された[Hocking, 2005]。まず、東西4,000km離れたインドネシアのピアクとコタバタンに設置された2台の同一の流星レーダーの観測データを用いて $u'w'$ 測定の精度検証を行った。その結果、データ数が十分に大きい期間に対して、両観測点における $u'w'$ の変動が非常によく一致した。従って、十分なデータ数がある場合、 $u'w'$ 計測の新手法の有効性を検証できた。さらに、コタバタンにおける約11年分の長期データを統計解析した結果(図4)、 $u'w'$ と東西風がともに半年周期で変動し、お互いに反相関の関係にあることを発見した[5-雑誌論文、]。

(ウ) 赤道MLT領域における平均風の不規則変動と長期トレンド

約20年にわたり複数のレーダーで得られたMLT域の平均風について、不規則変動とその長期トレンドについて解析を行った。図5では2-3年の不規則間隔で2-4月のみに東西風の西向き成分が強くなる現象(M-QBE)を見出した。これは異なる経度域でも同時に観測されており[5-雑誌論文、]、M-QBEが全球規模で発生していることを意味する。また、2002年以降はM-QBEが認められなくなったが、2008年以降に再び出現している。今後は、M-QBEの発生機構とその不規則性を定める条件を追求していく必要がある。

一方、東西風と南北風についての長期トレンドの有無について調べた結果、南北風についてのみ明瞭な負のトレンドが存在することを見出した[5-雑誌論文]。長期トレンドの原因には、10年スケールの自然変動、太陽活動、温暖化、成層圏突然昇温等中高緯度の変動の影響が考えられるが、未解明である。

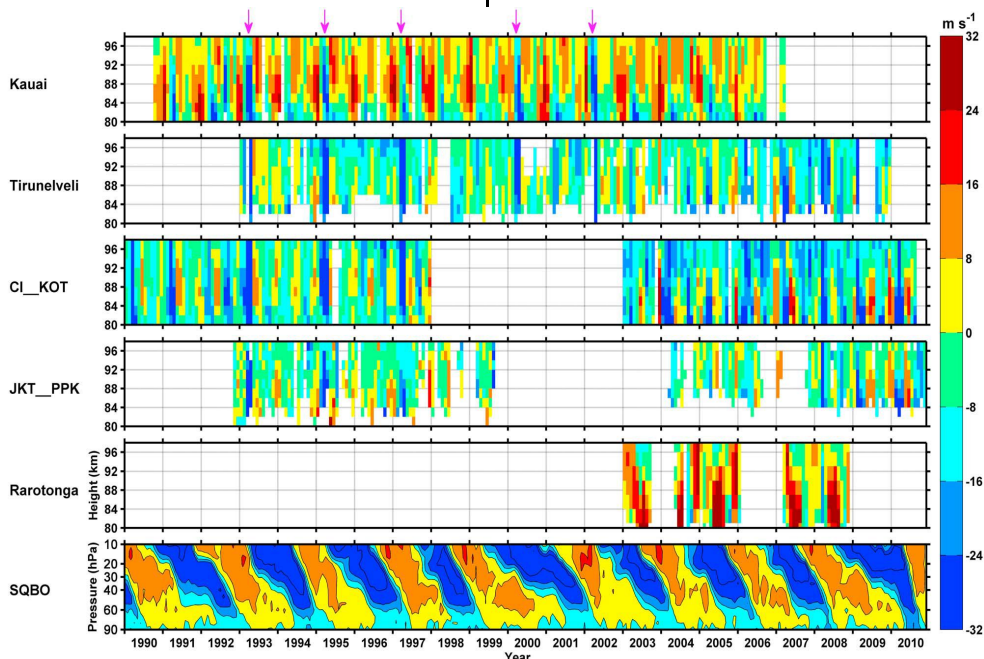


図5. 図1に示した7つのレーダーで得られたMLT域の平均東西風(上5パネル)および気球観測による成層圏の東西風。

## 5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 20 件)(全て査読有)

Noersomadi and T. Tsuda, Global distribution of vertical wavenumber spectra in the lower stratosphere observed using high-vertical-resolution temperature profiles from COSMIC GPS radio occultation, *Ann. Geophys.*, **34**, 203-2013, doi:10.5194/angeo-34-203-2016, 2016.

Riggin, D. M., T. Tsuda, and A. Shinbori, Evaluation of momentum flux with radar, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, **142**, 98-107, doi: 10.1016/j.jastp.2016.01.013, 2016.

Matsumoto, N., A. Shinbori, D. M. Riggin, and T. Tsuda, Measurement of momentum flux using two meteor radars in Indonesia, *Ann. Geophys.*, **34**, 369-377, 2016, doi:10.5194/angeo-34-369-2016, 2016.

Mehta, S. K., M. Fujiwara, T. Tsuda, and J.-P. Vernier, Effect of recent minor volcanic eruptions on temperatures in the upper troposphere and lower stratosphere, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, **129**, 99-110, doi:1016/j.jastp.2015.04.009, 2015.

Shinbori, A., et al., Long-term variation in the upper atmosphere as seen in the geomagnetic solar quiet daily variation, *Earth, Planets and Space*, **66**, doi:10.1186/s40623-014-0155-1, 2014 .

Shridhar, K., T. Tsuda, et al., Intercomparison of various SA techniques on wind estimation using multi-receiver phased array radar, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, **118**, 25-34, doi:10.1016/j.jastp.2014.05.004, 2014.

Realini, E., K. Sato, T. Tsuda, Susilo and T. Manik, An observation campaign of precipitable water vapor with multiple GPS receivers in western Java, Indonesia, *Progress in Earth and Planetary Science*, 1:17, doi: 10.1186/2197-4284-1-17, 2014.

Tsuda, T., Characteristics of atmospheric gravity waves observed using the MU (Middle and Upper atmosphere) radar and GPS (Global Positioning System) radio occultation, *Proceeding of the Japan Academy, Series B, Physical and Biological Sciences*, **190**, 12-27, 2013.

Hayashi, H., A. Shinbori, et al., Inter-University Upper Atmosphere Global Observation Network (IUGONET), *Data Sci. J.*, **12**, WDS179-WDS184, doi:http://dx.doi.org/10.2481/dsj.WDS-030,2013 .

Tanaka, Y.-M., A. Shinbori, et al., Analysis software for upper atmospheric data developed by the IUGONET project and its application to polar science, *Adv. Polar Sci.*, **24**, 231-240, doi:10.3724/SP.J.1085.2013.00231, 2013.

Sarma, T. V. C., P. Srinivasulu, and T. Tsuda, Preliminary observation of temperature profiles by radio acoustic sounding system (RASS) with a 1,280 MHz lower atmospheric wind profiler at Gadanki, India, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, **5**, 4447-4472, doi:10.5194/amtd-5-4447-2012,2012.

Rao, N.V., T. Tsuda, et al., Long-term variability of mean winds in the mesosphere and lower

thermosphere at low latitudes, *J. Geophys. Res.*, **117**, A10312, doi:10.1029/2012JA017850, 2012.

Rao, N.V., T. Tsuda and Y. Kawatani, A remarkable correlation between short period gravity waves and semiannual oscillation of the zonal wind in the equatorial mesopause region, *Ann. Geophys.*, **30**, 703-710, doi:10.5194/angeo-30-703-2012, 2012.

Chang, L. C., T. Tsuda et al., Comparison of diurnal tide in models and ground-based observations during the 2005 equinox CAWSES tidal campaign, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, **78-79**, 19-30, doi:10.1016/j.jastp.2010.12.010 , 2012.

Rao, N.V., Y. Shibagaki, and T. Tsuda, Diurnal variation of short-period (20-120 min) gravity waves in the equatorial Mesosphere and Lower Thermosphere and its relation to deep tropical convection, *Ann. Geophys.*, **29**, 623-629, doi: 10.5194/angeo-29-623-2011, 2011.

Tsuda, T., H. Hayashi, et al., Analysis of vertical wave number spectrum of atmospheric gravity waves in the stratosphere using COSMIC GPS radio occultation data, *Atmos. Meas. Tech.*, **4**, 1627-1636, doi:10.5194/amt-4-1627-2011, 2011.

Kovalam, S., T. Tsuda, and S.Gurubaran, High-frequency gravity waves observed in the low-latitude mesosphere-lower thermosphere (MLT) region and their possible relationship to lower atmospheric convection, *J. Geophys. Res.*, **116**, D15101, doi:10.1029/2011JD015625, 2011.

Sarma, T. V. C., Y. Kodama and T. Tsuda, Characteristics of atmospheric waves in the upper troposphere observed with the Gadanki MST Radar-RASS, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, **73**, 1020-1030,doi:10.1016/j.jastp.2010.08.010, 2010.

Rao, N.V., T. Tsuda, et al., On the occurrence and variability of the terdiurnal tide in the equatorial Mesosphere and Lower Thermosphere and its comparison with the Kyushu-GCM, *J. Geophys. Res.*, **116**, D02117, doi:10.1029/2010JD014529, 2011.

Sridharan, S., T. Tsuda, and S. Gurubaran, Long-term tendencies in the mesosphere/lower thermosphere mean winds and tides as observed by medium-frequency radar at Tirunelveli (8.7°N, 77.8°E), *J. Geophys. Res.*, **115**, D08109, doi:10.1029/2008JD011609, 2010.

[学会発表](計 28 件)

Tsuda, T., Equatorial MU Radar (EMU) Equatorial fountain in the middle and upper atmosphere over Indonesia, The 5th International Symposium for Sustainable Humanosphere (ISSH) A Forum of Humanosphere Science School (HSS) 296th RISH Symposium, 9/29-30, 2015, Jakarta (Indonesia).

Tsuda, T., Study of Coupling Processes in the Solar-Terrestrial System, 2015 URSI-JRSM (Japan Radio Science Meeting), 9/3-4, 2015, Tokyo Institute of Technology (Tokyo).

Tsuda, T., A Feasibility Study on Measurement of

Temperature Profiles Using the EMU Radar with RASS, AOGS2015, 8/2-7, 2015, Suntec Singapore Convention Center (Singapore).

Shinbori, A., Long-Term Variation in the Upper Atmosphere as Seen in the Geomagnetic Solar Quiet Daily Variation, 8/2-7,2015, Suntec Singapore Convention Center (Singapore).

Shinbori, A., Long-term variation in the upper atmosphere as seen in the geomagnetic solar quiet daily variation, 6/22-7/2, 2015, Prague (Czech Republic).

津田敏隆, 赤道ファウンテン, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 5/24-28, 2015, 幕張メッセ(千葉市).

津田敏隆, 太陽地球系結合過程, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 5/24-28, 2015, 幕張メッセ(千葉市).

新堀淳樹, IUGONET メタデータデータベース及び解析ソフトを用いた超高層大気の長期変動研究, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 5/24-28, 2015, 幕張メッセ(千葉市).

Shinbori, A., Characteristics of long-term variation in the amplitude of the geomagnetic solar quiet (Sq) daily variation using the Inter-university Upper atmosphere Global Observation Network (IUGONET) data analysis system, AGU2014, 12/15-19, 2014, San Francisco (USA).

Shinbori, A., Long-term variation in the upper atmosphere as seen in the geomagnetic solar quiet (Sq) daily variation, AOGS2014, 7/28-8/1,2014, Royton Sapporo Hotel (Sapporo, Japan).

津田敏隆, 太陽地球系結合過程の研究基盤形成, JpGU2014大会, 4/28-5/2, 2014, パシフィコ横浜(横浜市).

新堀淳樹, 超高層大気研究への IUGONET データ解析システムの貢献, JpGU2014大会, 4/28-5/2, 2014, パシフィコ横浜(横浜市).

Tsuda, T., Characteristics of Atmospheric Gravity Waves Observed Using the MU (Middle and Upper Atmosphere) Radar and GPS Radio Occultation, International Symposium on Earth-Science Challenges 2013, 10/3-5, 2013, Kyoto University Kihada Hall (Kyoto).

Tsuda, T., Atmospheric coupling processes in the equatorial region, 2013 Whole Atmosphere Coupling during Solar Cycle 24, 7/14-17, 2013, Jhongli City (Taiwan).

Shinbori, A., Contribution of the IUGONET Data Exchange System and Data Analysis Software to Space Weather and Climatology Researches, AOGS2013, 6/24-28,2013, Brisbane (Australia)

津田敏隆, 大気重力波の中間圏・下部熱圏への影響について, JpGU2013大会, 5/19-24,2013, 幕張メッセ(千葉市).

Tsuda, T., Atmospheric Coupling processes II, ISWI & MAGDAS School on Space Science, 9/17-26, 2012, Cianjur (Indonesia).

Tsuda, T., Long-term Variability of Mean Winds in the MLT Region at Low Latitudes, AOGS2012,

8/13-17, 2012, Singapore (Singapore).

津田敏隆, Inter-University Upper Atmosphere Global Observation Network (IUGONET), JpGU2012大会, 5/20-25, 2012, 幕張メッセ(千葉市).

津田敏隆, 赤道ファウンテン, JpGU2012大会, 5/20-25,2012, 幕張メッセ(千葉市).

②① 新堀淳樹, IUGONET で開発されたメタデータデータベース・統合解析ツールを用いた超高層大気研究, JpGU2012大会, 5/20-25,2012, 幕張メッセ(千葉市).

②② Hayashi, H., Metadata database and data analysis software for the ground-based upper atmospheric data developed by the IUGONET project, AGU2011, 12/5-9, 2011, San Francisco (USA).

②③ 林寛生, IUGONET プロジェクトの進捗報告-平成23年度-第130回地球電磁気・地球惑星圏学会, 11/3-6, 2011, 神戸大学(神戸市).

②④ Hayashi, H., Inter-university Upper atmosphere Global Observation Network (IUGONET), The 1st ICSU World Data System Conference, 9/3-6, 2011, Clock Tower, Kyoto University (Kyoto).

②⑤ Hayashi, H., Inter-university Upper atmosphere Global Observation Network (IUGONET), 2011 IUGG, 6/28-7/7, 2011, Melbourne (Australia).

②⑥ Hayashi, H., Inter-university Upper atmosphere Global Observation Network (IUGONET), AGU2010, 13-17, Dec, 2010, San Francisco (USA).

②⑦ 林寛生, IUGONET プロジェクトの進捗について, 第128回地球電磁気・地球惑星圏学会, 10/30-11/3, 2010, 沖縄県市町村自治会館(那覇市).

②⑧ 林寛生, Inter-University Upper atmosphere Global Observation Network (IUGONET), JpGU2010大会, 5/23-28, 2010, 幕張メッセ(千葉市).

〔その他〕

講習会: Shinbori, A., How to use the IUGONET data analysis software (UDAS), Workshop on mini-training of the IUGONET data analysis, Oct. 21-22, 2015, Bandung (Indonesia).

ホームページ: <http://www.iugonet.org> (超高層大気の地球地上ネットワーク観測・研究)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

津田 敏隆 (TSUDA, Toshitaka)

京都大学・生存圏研究所・教授

研究者番号: 30115886

### (2) 研究分担者

林 寛生 (HAYASHI, Hiroo)

京都大学・生存圏研究所・准教授

研究者番号: 70447936

橋口 典子 (HASHIGUCHI, Noriko)

京都大学・生存圏研究所・研究員

研究者番号: 70452480

新堀 淳樹 (SHINBORI, Atsuki)

京都大学・生存圏研究所・研究員

研究者番号: 30555678