

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS020-01

会場:102

時間:5月22日 10:45-11:00

## セッション概要と最近の研究動向について An aim of this session and current status of SPARC

杉田 考史<sup>1\*</sup>, 富川 喜弘<sup>2</sup>, 塩谷 雅人<sup>3</sup>  
Takafumi Sugita<sup>1\*</sup>, Yoshihiro Tomikawa<sup>2</sup>, Masato Shiotani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 国立極地研究所, <sup>3</sup> 京都大学生存圏研究所

<sup>1</sup>NIES, <sup>2</sup>NIPR, <sup>3</sup>RISH. Kyoto University

本大会よりコンビーナの判断で「総合討論・ポスター紹介」に関する時間を割り当てられることとなった。このセッションではセッションの趣旨説明・概要、SPARC 関連の動向（2月に行われた SPARC SSG 会議等）、そして国内の大型ミッションの動向（SMILES や PANSY 等）について簡単に触れることにしたい。

キーワード: スパーク, 成層圏, 気候

Keywords: SPARC, stratosphere, climate

AAS020-02

会場:102

時間:5月22日 11:00-11:15

## 化学気候モデルMRI-CCMを用いた将来予測実験において、赤道準二年振動が北半球極渦に与える影響の将来変化

Future change in the quasi-biennial oscillation influence on the northern polar vortex simulated with an MRI chemistry

直江 寛明<sup>1\*</sup>, 柴田 清孝<sup>1</sup>

Hiroaki Naoe<sup>1\*</sup>, Kiyotaka Shibata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象研究所

<sup>1</sup> Meteorological Research Institute

The impact of climate change on the dynamics of the Holton-Tan (HT) relationship between the quasi-biennial oscillation (QBO) and the polar vortex is examined using a set of transient simulations from the Meteorological Research Institute chemistry climate model (MRI-CCM), focusing on the Northern Hemisphere extended winter (November-March). The set is an ensemble of three simulations extending from 1960 to 2100 under the REF2 scenario (i.e., reference simulations making future predictions) using model prescribed SSTs. The MRI-CCM, which includes the interaction between QBO dynamics and the ozone (i.e., heating) distribution, reproduces the QBO and the extratropical circulation. The climate change has resulted in the colder stratosphere with the decreases temperature of 6 K and a strengthening of the westerlies at high latitudes which peaks at  $\sim 4 \text{ m s}^{-1}$ . In the ensemble averages, there is considerable multidecadal variability in the composite difference of zonal wind, a striking feature is found that the centers of positive anomalies tend to be higher as the time proceeds. This result indicates that the sensitive regions of the extratropical circulation influenced by the equatorial QBO in the future climate would be different from and higher than that of the past climate. The nature of these trends suggests that climate change is responsible. Further research is required to answer the questions as to and how a multi-decadal oscillation might modulate the QBO influence on the extratropical circulation.

キーワード: QBO, 極渦, 成層圏, ホルトン・タン, 将来予測

Keywords: QBO, Polar vortex, Stratosphere, Holton-Tan, Future climate

AAS020-03

会場:102

時間:5月22日 11:15-11:30

## 地球温暖化時の赤道準2年振動 The quasi-biennial oscillation in a global warming climate

河谷 芳雄<sup>1\*</sup>, ケビン ハミルトン<sup>2</sup>, 渡邊 真吾<sup>1</sup>  
Yoshio Kawatani<sup>1\*</sup>, Kevin Hamilton<sup>2</sup>, Shingo Watanabe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 国際太平洋研究センター

<sup>1</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>2</sup> International Pacific Research Center

The effects of anticipated 21st century global climate change on the stratospheric quasi-biennial oscillation (QBO) has been studied using a high-resolution version of the MIROC atmospheric GCM. This version of the model is notable for being able to simulate a fairly realistic QBO for present day conditions including only explicitly-resolved nonstationary waves. We ran a long control integration of the model with observed climatological sea-surface temperatures (SSTs) appropriate for the late 20th century, and then another integration with increased atmospheric CO<sub>2</sub> concentration and SSTs incremented by the projected 21st century warming in a multi-model ensemble of coupled ocean-atmosphere runs that were forced by the SRES A1B scenario of future atmospheric composition. In the experiment for late 21st century conditions the QBO period becomes longer and QBO amplitude weaker than in the late 20th century simulation. The downward penetration of the QBO into the lowermost stratosphere is also curtailed in the late 21st century run. These changes are driven by a significant (30-40 %) increase of the mean upwelling in the equatorial stratosphere, and the effect of this enhanced mean circulation overwhelms counteracting influences from strengthened wave fluxes in the warmer climate. The momentum fluxes associated with waves propagating upward into the equatorial stratosphere do strengthen overall by about 10-15% in the warm simulation, but the increases are almost entirely in zonal phase speed ranges which have little effect on the stratospheric QBO, but which would be expected to have important influences in the mesosphere and lower thermosphere.

キーワード: 赤道準2年振動, 重力波, 地球温暖化  
Keywords: QBO, gravity wave, global warming

AAS020-04

会場:102

時間:5月22日 11:30-11:45

## 地表 UV-B の全球将来予測シミュレーション Global simulations of surface UV-B in a changing climate

渡邊 真吾<sup>1\*</sup>, 須藤 健悟<sup>2</sup>, 永島 達也<sup>3</sup>, 竹村 俊彦<sup>4</sup>, 川瀬 宏明<sup>3</sup>, 野沢 徹<sup>3</sup>

Shingo Watanabe<sup>1\*</sup>, Kengo Sudo<sup>2</sup>, Tatsuya Nagashima<sup>3</sup>, Toshihiko Takemura<sup>4</sup>, Hiroaki Kawase<sup>3</sup>, Toru Nozawa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>3</sup> 国立環境研究所, <sup>4</sup> 九州大学応用力学研究所

<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>Graduate School of Environmental Studies, <sup>3</sup>NIES, <sup>4</sup>RIAM, Kyushu Univ.

新しい地球システムモデル (MIROC-ESM-CHEM) を用いて、1960-2100 年にわたる全天・晴天紫外線 (UV) の全球シミュレーションを行った。従来の研究では、オゾン層破壊物質の増減や地球温暖化に伴う成層圏オゾンの長期変化のみを考慮して、地表に到達する晴天 UV の長期変化を推測していた。これに対して、MIROC-ESM-CHEM は、対流圏オゾンや、雲・エアロゾル、地球温暖化に伴って変化する海氷や雪面による反射などを合わせて考慮することにより、より包括的・直接的な全天・晴天 UV の全球長期予測を可能とした。温室効果ガスや対流圏オゾンやエアロゾルの前駆気体の排出等、将来の人間活動を記述する社会経済シナリオの選択によって、UV の長期変化が大きなインパクトを受けることが明らかになった。

キーワード: UV, オゾン, 地球システムモデル, 気候変化

Keywords: UV, ozone, earth system model, climate change

AAS020-05

会場:102

時間:5月22日 11:45-12:00

## 再解析および化学気候モデルにおける熱帯対流圏界面領域の波活動 Wave Activity in the Tropical Tropopause Layer in Reanalysis and Chemistry Climate Model Data

藤原 正智<sup>1\*</sup>, 鈴木順子<sup>2</sup>, A. Gettelman<sup>3</sup>, M. I. Hegglin<sup>4</sup>, 秋吉英治<sup>5</sup>, 柴田清孝<sup>6</sup>  
Masatomo Fujiwara<sup>1\*</sup>, J. Suzuki<sup>2</sup>, A. Gettelman<sup>3</sup>, M. I. Hegglin<sup>4</sup>, H. Akiyoshi<sup>5</sup>, K. Shibata<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> NCAR, <sup>4</sup> University of Toronto, <sup>5</sup> 国立環境研究所, <sup>6</sup> 気象研究所  
<sup>1</sup> Hokkaido University, <sup>2</sup> JAMSTEC, <sup>3</sup> NCAR, <sup>4</sup> University of Toronto, <sup>5</sup> NIES, <sup>6</sup> MRI

Sub-seasonal variability including equatorial waves significantly influence the dehydration and transport processes in the tropical tropopause layer (TTL). This study investigates the wave activity in the TTL in six reanalysis data sets (RAs; NCEP/NCAR, NCEP-DOE AMIP-II, ERA40, ERA-Interim, JRA25, and MERRA) and four chemistry climate models (CCMs; CCSRNIES, CMAM, MRI, and WACCM) using the zonal wavenumber-frequency spectral analysis method with equatorially symmetric-antisymmetric decomposition. Analysis is made for temperature and horizontal winds at 100 hPa in RAs and CCMs and for outgoing longwave radiation, which is a proxy for convective activity that generates tropopause-level disturbances, in satellite data and CCMs. Particular focus is placed on equatorial Kelvin waves, mixed Rossby-gravity waves, and symmetric eastward-moving intra-seasonal oscillations. It is found that the activities show significant difference among the RAs, ranging from ~0.5 to ~1.5 with respect to the RA average. Newer RAs tend to show greater activities. The activities in the CCMs are generally within the range of those in the RAs. It is concluded that the broad range of wave activity found in the different RAs decreases our confidence in their validity and in particular their value for validation of CCM performance in the TTL, thereby limiting our quantitative understanding of the dehydration and transport processes in the TTL.

キーワード: 波活動, 熱帯対流圏界面領域, 再解析, 化学気候モデル

Keywords: wave activity, tropical tropopause layer, reanalysis, chemistry climate model

AAS020-06

会場:102

時間:5月22日 12:00-12:15

## TIMED/SABER 衛星データおよび全球再解析データを用いた一日周期大気潮汐の研究

### Diurnal migrating tides in the troposphere to lower-mesosphere as deduced with TIMED/SABER data and six reanalysis data

坂崎 貴俊<sup>1\*</sup>, 藤原 正智<sup>1</sup>, Xiaoli Zhang<sup>2</sup>, Maura Hagan<sup>3</sup>, Jeffrey Forbes<sup>2</sup>  
Takatoshi Sakazaki<sup>1\*</sup>, Masatomo Fujiwara<sup>1</sup>, Xiaoli Zhang<sup>2</sup>, Maura Hagan<sup>3</sup>, Jeffrey Forbes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学環境科学院, <sup>2</sup> コロラド大学, <sup>3</sup> HAO、米国大気科学研究センター

<sup>1</sup>Grad. Sch. of Env. Sci., Hokkaido Univ., <sup>2</sup>University of Colorado, <sup>3</sup>High Altitude Observatory, NCAR

It is important to study the tidal variability in the troposphere and stratosphere, since it has a great impact on the mesosphere and lower thermosphere (MLT region). However, there has not been a comprehensive study of tides in this altitude region. Here, we reveal the global structure and seasonal variation of diurnal migrating tides in the troposphere to lower-mesosphere, using TIMED/SABER satellite data and six reanalysis data sets (NCEP/CFSR, NASA/MERRA, ERA-Interim, JRA-25, NCEP1, NCEP2), as well as output data from Global Scale Wave Model (GSWM09).

It is shown that MERRA, ERA-Interim and CFSR perform best in reproducing the observed features in SABER as follows. The amplitude is basically the largest in the tropics for this altitude region, except for the maximum in midlatitudes in the upper stratosphere. The amplitude maximizes in winter and in summer over the tropics, while it maximizes at solstice in midlatitudes.

Using the classical Hough mode decomposition, it is confirmed that the propagating modes are mainly excited by the tropospheric heating, while the trapped modes are excited by the heating in the troposphere and upper stratosphere. Also, numerical experiments with a linear tidal model shows that the seasonal variation of background winds/temperatures (non-classical terms) shows a non-negligible contribution to that of tidal signatures.

キーワード: 一日周期潮汐, SABER 衛星, 全球再解析, 季節変化

Keywords: diurnal migrating tides, SABER, reanalysis, seasonal variation

AAS020-07

会場:102

時間:5月22日 12:15-12:30

## 高解像度気候モデルデータに基づく鉛直波数スペクトルの全球的特徴の解析 Global characteristics of vertical wavenumber spectra based on a high-resolution climate model

高野 一生<sup>1</sup>, 佐藤 薫<sup>1\*</sup>, 渡邊 真吾<sup>2</sup>, 河谷 芳雄<sup>2</sup>  
Issei Takano<sup>1</sup>, Kaoru Sato<sup>1\*</sup>, Shingo Watanabe<sup>2</sup>, Yoshio Kawatani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東大院理, <sup>2</sup>JAMSTEC

<sup>1</sup>U. Tokyo, <sup>2</sup>JAMSTEC

It is well known by previous observational studies that, vertical wavenumber ( $m$ ) spectra of horizontal wind and temperature fluctuations are proportional to  $m^{-t}$ , and  $t=3$ . The slope of spectra,  $t$ , is considered to be constant regardless of the season, geographical location and altitude range. Smith *et al.* derived the spectral amplitude theoretically assuming saturated gravity waves. Subsequent a lot of observational studies showed that this theory accords well with observations.

However, observations are usually made in limited geographical and vertical regions. First, there are many studies in the lower stratosphere, while there are a limited number of studies in mesosphere because observational data is insufficient at such high altitudes. Second, observational stations are not distributed uniformly. Thus, it is difficult to examine global characteristics of spectra only from observations. It is also shown in a few previous studies that slope and amplitude of the spectra slightly depend on the latitude. Furthermore, vertical wavenumber spectra of vertical velocity fluctuations have scarcely been examined so far because the observation of vertical velocity is very difficult. Thus, we examine global characteristic of vertical wavenumber spectra using data from a high-resolution general circulation model (GCM) which can resolve gravity waves explicitly without any gravity wave parameterizations. Seasonal and altitude dependence of the vertical wavenumber spectra is examined by analyzing data in two months of June and December in four height regions in the stratosphere and mesosphere.

First, vertical wavenumber spectra of GCM data (hereafter referred to as model spectra) compared with observed spectra, which are calculated using data from radiosonde observation campaign to scan the stratosphere meridionally over the middle Pacific in December 2001. It is shown that model and observational spectra accord well, assuring that the model data can be analyzed as a good surrogate of the real atmosphere. Characteristics of the model spectra are summarized as follows: Slopes of temperature spectra are generally close to  $t=3$  but show significant dependence on the geographical location, season and altitude range. There are a maximum near the summer pole and weak maxima in the tropical region for the lower stratosphere. There are maxima at summer easterly and winter westerly jet regions in the lower mesosphere. Distributions of  $t$  values in December and June are almost symmetric about the equator. The characteristic vertical wavenumber of temperature spectra decrease with altitude, which is consistent with the theory by Smith *et al.* It is the theoretically expected that the relation between the spectral slopes for vertical wind ( $t_w$ ) and temperature fluctuations ( $t_T$ ) is  $t_w=t_T+2$ . However, the model spectra show that  $t_w \geq t_T+2$  at most regions.

Second, several potential factors which control the shape of spectra are examined. There is positive correlation between the temperature variance and slope of temperature spectra in the upper stratosphere and lower mesosphere, which is consistent with the theory by Smith *et al.* However, the correlation in the lower stratosphere is low. The correlation between the spectral slope and the occurrence frequency of shear instability, which is one of the mechanisms for gravity wave saturation, is not high. These results suggest that the mechanism considered by Smith *et al.* do not act anywhere in the middle atmosphere. Instead, clear positive correlation is observed between the background horizontal wind speeds and the spectral slopes in particular in the lower mesosphere. A likely mechanism is that the intrinsic horizontal phase speeds of gravity waves become large in strong background wind conditions and hence the vertical wavenumbers become small following the dispersion relation.

キーワード: 大気重力波, 鉛直波数スペクトル, 高解像度気候モデル

Keywords: atmospheric gravity waves, vertical wavenumber spectra, high-resolution GCM

AAS020-08

会場:102

時間:5月22日 12:30-12:45

## 大気短周期擾乱の周波数スペクトル Atmospheric frequency spectra of short period fluctuations

土屋 主税<sup>1\*</sup>, 佐藤 薫<sup>1</sup>, 河谷 芳雄<sup>2</sup>, 渡邊 真吾<sup>2</sup>

Chikara Tsuchiya<sup>1\*</sup>, Kaoru Sato<sup>1</sup>, Yoshio Kawatani<sup>2</sup>, Shingo Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東大院理, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>School of Sci, the Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>JAMSTEC

自由大気の力学特性に関する統計的特徴として、波数・周波数スペクトルが波数・周波数のべき乗に比例することは広く知られている (VanZandt 1982, Ecklund et al. 1985, ほか)。これは、両対数グラフ上でスペクトルが一定の傾きとなることを意味する。一方、国際地球観測年 (1957-58) 以降、密な観測網が展開され、高精度データが高い頻度で蓄積されてきたのを受け、南極昭和基地及び日本における地上気象観測データから、2時間から20年にわたる広帯域周波数スペクトルの計算が行われている。そのスペクトルは、数日周期を境に異なる二つの傾きを持っており、スペクトルの形状にはきれいな緯度依存性があることが明かとなった (Sato and Hirasawa 2007, Tsuchiya et al, submitted)。さらに、全球非静力学モデル (Satoh et al. 2008) の現実大気シミュレーションデータから計算された短周期の気圧擾乱のスペクトルを調べてみると、その傾きは、緯度30度よりも高緯度側で3よりきつく、低緯度側で1.5程度と緩やかであることがわかった。北半球夏と冬の場合を比べると、傾きが緩い領域がどちらも緯度約10度夏半球側に広がっているなどの季節依存性も明らかになった。

本研究では、これらの研究の発展として、自由大気の周波数スペクトルの形状に焦点を当て、重力波解像可能な大気大循環モデルの1時間間隔三年分の計算結果 (Watanabe et al. 2008) を解析した。まず、6時間から2日周期の地上気圧擾乱の周波数スペクトルの傾きは緯度依存性と季節依存性を持っており、全球非静力学モデルデータの特徴とよく一致することを確認した。次に自由大気の周波数スペクトルを調べた結果、対流圏においては地上のスペクトルと形状がよく似ていることがわかった。成層圏・中間圏をみると、ジオポテンシャルハイト、気温、及び風速の周波数スペクトルが、下部成層圏の熱帯、及び極域における気温や風速スペクトルを除き、慣性周波数より高周波数側で5/3程度の一定の傾きを持つ傾向にあることがわかった。

キーワード: 普遍スペクトル, 中間圏, 成層圏, 対流圏

Keywords: universal spectrum, mesosphere, stratosphere, troposphere



AAS020-09

会場:102

時間:5月22日 14:15-14:30

## オゾンホールのおおきさ・深さと南半球の波動活動 Ozone hole indices and wave activity in the Southern Hemisphere

秋吉 英治<sup>1\*</sup>, 門脇 正尚<sup>2</sup>, 山下 陽介<sup>1</sup>

Hideharu Akiyoshi<sup>1\*</sup>, Masanao Kadowaki<sup>2</sup>, Yousuke Yamashita<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>NIES, <sup>2</sup>AORI, The University of Tokyo

オゾンホールインデックス(1年中で最大のオゾンホール面積、および最低のオゾン全量値)と南半球の大気波動との関係を調べた。解析に使用したデータは、TOMS Ver.8 データのオゾン全量、JRA25 のジオポテンシャルハイト、および CCMVal で定義されたオゾン層将来予測実験の CCSR/NIES 化学気候モデルからのこれらの量のアウトプットである。化学気候モデルのアウトプットは、CCMVal-1 の REF2 実験(太陽変動、QBO、火山爆発の影響のない、ハロゲンガスと温室効果ガスの将来シナリオを使ったオゾン層将来予測実験)、CCMVal-2 の REFB2 実験、大循環モデル MIROC3.2 をベースに構築した新化学気候モデルによる REFB2 実験結果、を用いた。

オゾンホールが十分に発達した 1990-2009 年の 20 年間について、オゾンホールインデックスと大気波動の振幅との相関を調べた。その結果、観測と化学気候モデルの計算結果の両方について、その年のオゾン全量最低値と 9 月の波動の振幅との間には正相関、その年のオゾンホール面積最大値と 9 月の波動の振幅との間には負相関が認められた。これらの相関は、オゾンホールが急速に発達する 9 月により大きな波動活動があると、中緯度からオゾン、熱、NO<sub>x</sub> がより多く運ばれ、南極上空でのオゾン破壊が小さくなりその年のオゾンホールの発達が抑えられる、ということで説明可能である。しかしながら、波動の振幅が大きいのにオゾン破壊が大きい、というような例外も認められた。これらについても解析結果を示し、議論する。

キーワード: オゾンホール, 波動, 化学気候モデル, CCMVal, CCSR/NIES, 将来予測

Keywords: ozone hole, wave activity, CCM, CCMVal, CCSR/NIES, future projection

AAS020-10

会場:102

時間:5月22日 14:30-14:45

## 極成層圏雲と対流圏上層の雲の関係についての解析 A study of the relationship between polar stratospheric and upper tropospheric clouds

高麗 正史<sup>1\*</sup>, 佐藤 薫<sup>1</sup>  
Masashi Kohma<sup>1\*</sup>, Kaoru Sato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科

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

極成層圏雲 (PSC; Polar Stratospheric Cloud) は大気波動の影響を強く受ける (Kohma and Sato, 2011)。高度 20 km 付近の PSC は主にプラネタリー波、高度 12 km 付近では対流圏界面付近の総観規模波の影響が大きい。その一方で、これらの異なる高度の雲がほぼ同じ速度で東方向に伝播する事例が複数存在する。その伝播速度は背景風の速度とは有意に異なっており、大気波動の影響を示唆している。しかしながら、そのメカニズムはよく分かっていない。

本研究では、異なる高度で観測される極成層圏雲の関係を明らかにするために、CALIPSO 衛星ライダー観測データと再解析データを用いたデータ解析を行った。解析対象は、2008 年の 6~9 月の南半球と 2007/2008 の 12~2 月の北半球である。

大気波動の影響を調べるために、Ertel の渦位に基づいた解析を行った。その結果、300K 面 (~ 対流圏界面付近) の高気圧性の渦位アノマリと高度 20 km 付近の PSC に相関があることが示された。このことから、対流圏界面付近の大気波動が異なる高度の PSC を関係付けている可能性がある。

また、先行研究の衛星ライダー観測データを用いた解析から、PSC とその下の対流圏上層 (高度約 8 km) の雲に相関があることが報告されている (Wang et al., 2008; Adhikari et al., 2010)。しかしながら、冬季の極域成層圏では、高度 25km 付近に温度の弱い極小点をもつため、温度や安定度を用いて圏界面を決定することは困難であり、対流圏上層で観測されたとされる雲が実際には成層圏に存在する可能性もある。講演では、Ertel の渦位に基づいた対流圏界面を定義し、この点について詳しく調べた結果を発表する予定である。

キーワード: 極成層圏雲, 大気波動

Keywords: polar stratospheric clouds, atmospheric waves

AAS020-11

会場:102

時間:5月22日 14:45-15:00

## 成層圏循環変動へのブロッキング高気圧の影響の地域依存性 Geographical dependence observed in blocking high influence on the stratospheric variability

西井 和晃<sup>1\*</sup>, 中村尚<sup>1</sup>, Yvan J. Orsolini<sup>2</sup>  
Kazuaki Nishii<sup>1\*</sup>, Hisashi Nakamura<sup>1</sup>, Yvan J. Orsolini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科, <sup>2</sup>Norwegian Institute for Air Research

<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>Norwegian Institute for Air Research

多くの先行研究において、ブロッキング高気圧の発達によって成層圏突然昇温が引き起こされることが示唆されてきた。しかし、近年、両者の発生の上に統計的な関連性はないとする研究結果が報告された。本研究では北半球冬季において、上部対流圏での振幅の大きな準停滞性の高気圧性偏差を再解析データの各格子点の周りで抽出し、それらの合成図解析を行った。この高気圧性偏差をブロッキング高気圧と見なす。この解析により、対流圏から成層圏への上向き惑星波伝播の強弱は、ブロッキング高気圧の発達の地域に依存することが明らかになった。ヨーロッパから大西洋にかけての地域で発達するブロッキング高気圧は、成層圏への上向き惑星波伝播を強め、極渦成層圏気温を上昇させる傾向にあった。一方、西太平洋から極東上で発達するブロッキング高気圧は成層圏への惑星波伝播を抑制し、極渦成層圏の気温を下げる傾向にあった。この惑星波変動のブロッキング高気圧発達地域への依存性は、気候平均惑星波とブロッキング高気圧に伴う偏差場との干渉が重要であることが示された。成層圏突然昇温の発生直前には、気候平均惑星波の峰にあたるヨーロッパから大西洋にかけてブロッキング高気圧が観測される傾向にあり、また、極域成層圏の寒冷化イベントの直前には気候平均惑星波の谷でブロッキング高気圧が観測される傾向にあることが示された。本研究の結果は、成層圏の寒冷化をもたらすブロッキング高気圧を統計解析に含むと、成層圏突然昇温とブロッキング高気圧の統計的な関係性が弱まることを示唆している。

キーワード: ブロッキング高気圧, 成層圏突然昇温, 惑星波, 干渉

Keywords: blocking high, sudden stratospheric warming, planetary wave, interference

AAS020-12

会場:102

時間:5月22日 15:00-15:15

## 中層大気循環場に対する重力波の役割 The role of the gravity wave on the middle atmospheric circulation

岡本 功太<sup>1\*</sup>, 佐藤 薫<sup>1</sup>, 渡邊 真吾<sup>2</sup>  
Kota Okamoto<sup>1\*</sup>, Kaoru Sato<sup>1</sup>, Shingo Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東大院理, <sup>2</sup>JAMSTEC

<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>JAMSTEC

The roles of atmospheric gravity waves on both a formation of the mesospheric residual circulation and mechanisms of the maintaining and revolution of the upper flank of the polar night jet are investigated using gravity wave-resolved middle atmosphere general circulation model (GCM). The GCM has a T213 spectral horizontal resolution and 256 vertical levels with vertical intervals of 300 m. The model simulated explicitly resolved gravity waves generated by the spontaneous adjustment processes, convection, jets, topography, instability, and so on with no gravity wave parameterization.

The mesospheric residual circulation in terms of the stream function is examined by the downward control analysis. In the solstitial mesosphere, the residual circulation is one-celled, flowing from the summer hemisphere to the winter hemisphere, while the residual circulation consists of two cells of tropical upwelling and extratropical downwelling in the stratosphere. The downward control analysis reveals that the Rossby waves including the planetary scale waves and synoptic scale waves are the main driver of the stratospheric residual circulation. On the other hand, the gravity waves are the most important driver in the mesosphere and summer stratosphere. The gravity wave forcing in the mesosphere makes the meridional flow and associated upwelling in the summer hemispheric polar region and downwelling in the winter polar region, which leads to a local temperature maximum in the winter polar mesosphere at the height of 70 km by the strong adiabatic heating/cooling. The maximum descends in seasonal march and gets to the summer stratopause at the height of 50 km.

Air flows avoiding the polar night jet core: The residual velocity is poleward and downward along the upper and poleward edge of the polar night jet and poleward and upward along the upper and equatorward edge of the jet in the mesosphere. This increases the temperature gradient so that the upper flank of polar night jet weakens and then its core descends, which can affect the change in the path of the residual velocity along the edge of the jet. These changes lead to feedback to the descent in the jet core.

The jet core descent also influences the time lag in appearance of peaks in the residual velocity because the residual velocity can be large above jet core. For example, in the southern hemisphere, a peak in the meridional velocity averaged in the height region of 70–80 km is located during June or July, although a peak in that averaged in 55–70 km appears during September.

On the other hand, the residual meridional velocity is small in the lower mesosphere and large and poleward in the middle mesosphere especially in the mid-latitudes. The residual vertical velocity is large and upward in the polar region of the middle mesosphere. As in the case of winter, the residual velocity seems to curve around the middle-mesospheric easterly jet core.

In the presentation, the role of gravity waves on changes in the structure of the polar night jet, easterly jet, the residual circulation, and the relation in them are explained in detail.

キーワード: 中層大気, 残差循環, 重力波, 極夜ジェット

Keywords: middle atmosphere, residual circulation, gravity wave, polar night jet

AAS020-13

会場:102

時間:5月22日 15:15-15:30

## 新しい水平運動量の鉛直フラックスの推定法：重力波解像可能なGCMデータへの適用

### A new estimation method of the momentum fluxes associated with gravity waves

大野 知紀<sup>1\*</sup>, 佐藤 薫<sup>1</sup>, 渡辺真吾<sup>2</sup>

Tomoki Ohno<sup>1\*</sup>, Kaoru Sato<sup>1</sup>, Shingo Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>JAMSTEC

重力波は運動量を鉛直に伝播し中層大気において砕波・減衰することで、大循環の駆動また放射平衡からかけ離れた温度構造の維持に重要な役割を持つ。したがって運動量フラックスの推定は重力波の寄与を定量的に評価する上で重要である。しかし、重力波の起源は山岳や対流、ジェットフロントシステム等多様であるため、常に伝播の方向の異なる複数の重力波が重なりあっている可能性がある。このような場合、すべての物理量の場が得られていたとしても運動量フラックスの総量を見積もることは難しい。

そこで、本研究では新しい重力波の運動量フラックスの推定方法を考案した。これは、全ての物理量の分散が得られる場合に、重力波の波数及び振動数を仮定しないで推定する理論式である。ただし、この理論式は単色波を仮定しているため、波の場を単色波にまで分解する必要があるため、擾乱が単色波でない場合にはいつでも運動量フラックスを過大評価するという性質を持つ。また、同様に物理量の分散のみを用いることで、重力波の東西及び南北波数、鉛直波数、固有振動数、運動量フラックスの東西成分及び南北成分の絶対値を推定する式を導出した。重力波解像可能な大気大循環モデルの出力データを用いて運動量フラックス及び重力波の性質を示す量の推定を試みた。モデルは水平解像度 T213、地表から高度 85km まで鉛直 256 層、中層大気においては 300m 間隔の鉛直グリッドを持つ (Watanabe et al., JGR, 2008)。重力波パラメタリゼーションを使っていないので、モデル内の重力波は全て対流や山岳、不安定、ジェットフロントシステムなどから自発的に生じたものである。このモデルでは中層大気において現実的な大規模循環が再現されることが Watanabe et al. により示されている。

22 以上の全水平波数をもつ擾乱成分を重力波の場とし、これを単色波の仮定を満たす程度の異なる次の 3 つの場合において、導出した理論式を用いて運動量フラックスの推定を行った。各グリッドにおいて、1) 擾乱成分全体を単色の重力波とみなす、2) 鉛直方向にスペクトル分解する、3) 鉛直方向及び時間方向にスペクトル分解する。1) と 2) の結果において、下部成層圏において一部 40% 程度の大きな領域があったが、推定値の差は、概ね 20% 程度に納まっていた。推定値の差が大きな領域は運動量フラックスが小さい領域である。一方で、2) と 3) の結果はほぼ同じであった。すなわち運動量フラックスの推定値は 2), 3) で収束しているので、これを真値とみなすことができる。したがって、20% 程度の誤差で 1) の方法で重力波の全運動量フラックスを推定できることがわかった。この方法では時系列に対して分散を計算すれば、3 次元空間の各点での運動量フラックスが求まることになる。同様に重力波の固有振動数、水平波数、鉛直波数、全東西運動量の鉛直フラックス、全南北運動量の鉛直フラックスも推定することができる。

キーワード: 重力波, 高解像 GCM

Keywords: Gravity wave, High resolution GCM

## 2001/02-2009/10年における気象庁1ヶ月アンサンブル予報データを用いた冬季北半球成層圏の予測可能性 Predictability of Northern winter stratospheric conditions using JMA one-month ensemble predictions for 2001/02-2009/10

田口 正和<sup>1\*</sup>, 向川均<sup>2</sup>, 廣岡俊彦<sup>3</sup>, 野口峻佑<sup>4</sup>, 余田成男<sup>5</sup>

Masakazu Taguchi<sup>1\*</sup>, Hitoshi Mukougawa<sup>2</sup>, Toshihiko Hirooka<sup>3</sup>, Shunsuke Noguchi<sup>4</sup>, Shigeo Yoden<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 愛知教育大学地学領域, <sup>2</sup> 京都大学防災研究所, <sup>3</sup> 九州大学理学研究院地球惑星科学部門, <sup>4</sup> 京都大学理学部地球惑星科学専攻, <sup>5</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup>Aichi University of Education, <sup>2</sup>Kyoto University, <sup>3</sup>Kyushu University, <sup>4</sup>Kyoto University, <sup>5</sup>Kyoto University

It has been widely accepted that the troposphere and stratosphere are dynamically coupled especially in the Northern Hemisphere during its winter. There is increasing interest in applying the dynamical coupling to predictability of tropospheric and stratospheric variations.

This study investigates predictability of Northern winter stratospheric conditions for 9 winters of 2001/02 to 2009/10. One-month ensemble predictions by JMA (Japan Meteorological Agency) are compared to JMA objective analysis data. The polar stratosphere is dynamically active for each mid-winter of this period, except for 2004/05, including occurrence of stratospheric sudden warmings (SSWs).

A survey comparison using daily temperatures at the North Pole, 10 hPa of all ensemble members vividly illustrates that the character of the predictions, as seen in PDFs of differences from the analyses, varies on intraseasonal and interannual scales. Such variations are apparent, for example, in looking at two SSW events occurring in January of 2008 and 2009 (Fig. 1). The ensemble forecasts relatively well capture the occurrence of the former SSW case with a lead time of about two weeks (Fig. 1a). On the other hand, the onset of the latter case is unpredictable by the majority of the forecasts with a two-week lead time (Fig. 1b).

A systematic assessment of the predictability is made using root mean square error of weekly-mean polar temperatures. Results show that the predictability is quite different according to the signs of anomalies of the analysis temperatures. When the anomalies are positive, i.e., the polar stratosphere is warmer than normal, the predictions tend to be much lower than the analyses. For the negative anomalies, the predictions are either higher or lower, with smaller errors in magnitude. Such asymmetry is a vital feature of stratospheric predictability reflecting the occurrence of SSWs, or displacement or splitting events of the polar vortex. In contrast, tropospheric predictability is symmetric about the signs of 500-hPa polar temperatures: the error becomes similarly large with increasing temperature anomalies with either sign.

Interannual variability of the predictability is also found by comparing weeks when the analysis temperature anomalies are highest or lowest in each year. In particular, the warmest weeks in 2008/09 and 2002/03, which are closely related to the occurrence of SSWs, are the most difficult cases to predict (See Fig. 1b). The case-to-case variability is most notable for the lead time of 2 and 3 weeks. Such variability is smaller for the coldest conditions. Dynamical origins for such variations of the predictability will be studied with wave activity driving the stratospheric circulation.

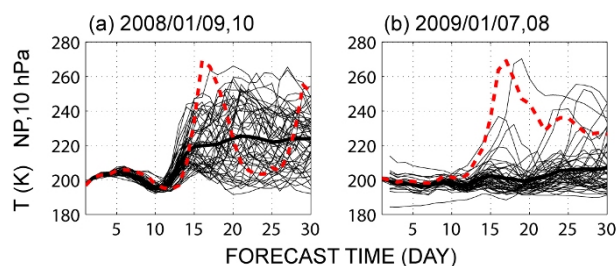


Figure 1: Daily time series of temperature at NP, 10 hPa: red broken line is for GANAL, and thin black lines for ensemble forecasts. Thick black lines denote the ensemble means. Panel (a) is for initial dates of January 9 and 10 of 2008, and (b) for those of January 7 and 8 of 2009.

キーワード: 予測可能性, 成層圏循環, 突然昇温, 1ヶ月アンサンブル予報

Keywords: predictability, stratospheric circulation, sudden warming, one-month ensemble prediction

AAS020-15

会場:102

時間:5月22日 15:45-16:00

## 高解像度気候モデルで再現された成層圏突然昇温回復時の西風加速 Westerly acceleration during the recovery of the stratospheric sudden warming in the high-resolution AGCM

富川 喜弘<sup>1\*</sup>, 渡邊 真吾<sup>2</sup>, 河谷 芳雄<sup>2</sup>, 宮崎 和幸<sup>2</sup>, 高橋 正明<sup>3</sup>, 佐藤 薫<sup>4</sup>

Yoshihiro Tomikawa<sup>1\*</sup>, Shingo Watanabe<sup>2</sup>, Yoshio Kawatani<sup>2</sup>, Kazuyuki Miyazaki<sup>2</sup>, Masaaki Takahashi<sup>3</sup>, Kaoru Sato<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>4</sup> 東京大学大学院理学系研究科

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>AORI, the University of Tokyo, <sup>4</sup>School of Science, the Univ. of Tokyo

2000年代に入って以降、冬の北極ではほぼ毎年のように成層圏突然昇温が発生している。特に、2004年1月、2006年1月、2009年1月に発生した突然昇温では、昇温発生後に新たな成層圏界面と極夜ジェットが高度80km付近に形成され、時間と共に下降してくる現象が観測された。成層圏における昇温の発生は、プラネタリ波による角運動量供給が引き起こす子午面循環に起因すると考えられるが、その後の高度80km付近の温度上昇と西風加速を引き起こす原因はわかっていない。

本研究では、高解像度気候モデル(T213L256のCCSR/NIES/FRCGC AGCM)の3年積分中に発生した成層圏突然昇温について、変形オイラー平均方程式系を用いた角運動量の収支解析を行い、西風加速に対する子午面循環と波動の役割、および空間スケールの異なる各種波動の寄与を調べた。その結果、上記3例と類似した突然昇温発生時に成層圏・中間圏の双方で東西波数1-3のプラネタリ波が角運動量収支に最も寄与するのに対して、その後の高度50km以上の領域での西風回復には子午面循環による角運動量輸送が大きく寄与していることが分かった。

キーワード: 成層圏突然昇温, プラネタリ波, 子午面循環

Keywords: stratospheric sudden warming, planetary wave, meridional circulation



AAS020-16

会場:102

時間:5月22日 16:00-16:15

## 大気環境に関する次世代実況監視及び排出量推定システムの開発 Development of a Next Generation System for Monitoring the Atmospheric Environment and Estimating the Emission Inventory

岩崎 俊樹<sup>1\*</sup>

Toshiki Iwasaki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 岩崎俊樹, <sup>2</sup> 横尾好朗, <sup>3</sup> 沢田雅洋, <sup>4</sup> 中澤高清, <sup>5</sup> 青木周司, <sup>6</sup> 柴田清孝, <sup>7</sup> 小林ちあき, <sup>8</sup> 眞木貴史, <sup>9</sup> 関山剛, <sup>10</sup> 出牛真, <sup>11</sup> 宮崎和幸, <sup>12</sup> 中村哲, <sup>13</sup> 秋吉英治

<sup>1</sup>Toshiki Iwasaki, <sup>2</sup>Yoshiaki Yokoo, <sup>3</sup>Masahiro Sawada, <sup>4</sup>Takakiyo Nakazawa, <sup>5</sup>Shuji Aoki, <sup>6</sup>Kiyotaka Shibata, <sup>7</sup>Chiaki Kobayashi, <sup>8</sup>Maki Takashi, <sup>9</sup>Tsuyoshi Sekiyama, <sup>10</sup>Makoto Deushi, <sup>11</sup>Kazuyuki Miyazaki, <sup>12</sup>Tetsu Nakamura, <sup>13</sup>Hideharu Akiyoshi

人間活動によって排出された大気微量成分が地球環境に大きな影響を与えることが懸念されている。地球環境への影響を正しく評価するため、観測データに基づき、人間活動と自然起源の排出量を正確に推定することが重要な課題となっている。

本研究では、オゾン、二酸化炭素、エアロゾルなどの大気微量成分の大気中濃度の実況監視と地表面フラックスの推定のため、化学輸送モデルを利用した4次元データ同化システムを開発する。データ同化手法は、複雑な鉛直拡散や化学反応過程も比較的容易に扱うことができる局所アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)を利用し、観測データを化学輸送-大気大循環結合モデルに同化する。大循環モデルは、大気の客観解析によって駆動される。

データ同化システムを構築し、二酸化炭素、エアロゾル、オゾンのそれぞれについて最適化を試みた。二酸化炭素については地上、航空機、GOSATについての観測システムシミュレーション実験(OSSE)および実際の観測データを用いた実験を行い、地表面フラックス推定に対する影響を評価した。エアロゾルシステムでは、CALIPSOデータの同化により、黄砂予報の改善が認められた。オゾンのデータ同化パラメータをOSSEにより最適化した。オゾンについては同じ衛星観測データを異なる化学輸送モデルに同化するマルチモデルデータ同化実験を実施している

キーワード: データ同化, 微量成分, 二酸化炭素, エアロゾル, オゾン

Keywords: Data assimilation, Minor constituent, Carbon dioxide, Aerosol, Ozone

AAS020-17

会場:102

時間:5月22日 16:30-16:45

## 中層大気の化学と力学：SMILES ミッションから得られた成果 Middle atmospheric chemistry and dynamics: results from the SMILES mission

塩谷 雅人<sup>1\*</sup>, 高柳 昌弘<sup>2</sup>, 村山 泰啓<sup>3</sup>

Masato Shiotani<sup>1\*</sup>, Masahiro Takayanagi<sup>2</sup>, Yasuhiro Murayama<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学, <sup>2</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>3</sup> 情報通信研究機構

<sup>1</sup>Kyoto University, <sup>2</sup>JAXA, <sup>3</sup>NICT

The Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) was developed to be aboard the Japanese Experiment Module (JEM) on the International Space Station. SMILES was successfully launched by the H-IIB rocket with the H-II Transfer Vehicle on September 11, 2009, was attached to JEM on September 25, and started atmospheric observations on October 12. Unfortunately, SMILES observations have been suspended since April 21, 2010 due to the failure of a critical component in the submillimeter local oscillator. However, high-sensitivity measurements of minor species had been performed by a receiver using superconductor-insulator-superconductor (SIS) mixers, cooled to 4.5 K by a compact mechanical cryocooler. Thus global and vertical distributions of about ten atmospheric minor constituents related to the ozone chemistry are derived. The mission objectives are as follows: i) To demonstrate a 4-K mechanical cooler and superconducting mixers in the environment of outer space for submillimeter limb-emission sounding and ii) To measure atmospheric minor constituents in the middle atmosphere globally in order to gain a better understanding of factors and processes controlling the stratospheric ozone amounts and those related to climate change. In this talk, an overview of the SMILES measurements will be introduced with some observational results in association with middle atmospheric chemistry and dynamics. These results demonstrate SMILES abilities to observe the atmospheric minor constituents in the middle atmosphere.

キーワード: 中層大気, オゾン化学, 大気力学, 衛星観測, 国際宇宙ステーション

Keywords: Middle Atmosphere, Ozone Chemistry, Atmospheric Dynamics, Satellite Measurement, International Space Station

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS020-18

会場:102

時間:5月22日 16:45-17:00

## Middle atmospheric winds observation from JEM/SMILES Middle atmospheric winds observation from JEM/SMILES

Philippe Baron<sup>1\*</sup>, Donal Murtagh<sup>2</sup>, Joachim Urban<sup>2</sup>, Hideo Sagawa<sup>1</sup>, Yasuko Kasai<sup>1</sup>  
Philippe Baron<sup>1\*</sup>, Donal Murtagh<sup>2</sup>, Joachim Urban<sup>2</sup>, Hideo Sagawa<sup>1</sup>, Yasuko Kasai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>Chamers Technical University, Sweden

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>Chamers Technical University, Sweden

Middle atmospheric winds have been retrieved from the JEM/SMILES measurements. The winds, observed in the line of sight direction, are retrieved from the frequency shift of the intense and spectrally resolved atmospheric lines from O<sub>3</sub> and HCl. Currently, data are available between 35 to 80 km but theoretical estimations indicate a sensitivity down to 20 km.

We will introduce the retrieval strategy and show comparisons of the measurements with data from meteorological analysis. Improvements of the retrieval algorithms will be discussed.

キーワード: SMILES, Stratosphere, Wind, Remote sensing

Keywords: SMILES, Stratosphere, Wind, Remote sensing

AAS020-19

会場:102

時間:5月22日 17:00-17:15

## SMILES による微量成分の全球的な分布の観測と QBO SMILES observation on global distribution of minor constituents and the QBO

内藤 陽子<sup>1\*</sup>, 西 憲敬<sup>1</sup>, 西本 絵梨子<sup>2</sup>, 鈴木 睦<sup>3</sup>, 光田 千紘<sup>4</sup>, 高橋 千賀子<sup>4</sup>, 今井 弘二<sup>5</sup>, 眞子 直弘<sup>3</sup>, 林 寛生<sup>2</sup>, 佐野 琢己<sup>3</sup>, 塩谷 雅人<sup>2</sup>

Yoko Naito<sup>1\*</sup>, Noriyuki Nishi<sup>1</sup>, Eriko NISHIMOTO<sup>2</sup>, Makoto Suzuki<sup>3</sup>, Chihiro Mitsuda<sup>4</sup>, Chikako Takahashi<sup>4</sup>, Koji Imai<sup>5</sup>, Naohiro Manago<sup>3</sup>, Hiroo Hayashi<sup>2</sup>, Takuki Sano<sup>3</sup>, Masato Shiotani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部, <sup>4</sup> 富士通 F.I.P., <sup>5</sup> とめ研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Kyoto Univ., <sup>2</sup>RISH, Kyoto Univ., <sup>3</sup>ISAS / JAXA, <sup>4</sup>Fujitsu F.I.P., <sup>5</sup>TOME R&D Inc.

超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES) は、オゾンや、オゾン破壊に関連する分子種 (HCl、ClO など) を主なターゲットとして、中層大気における大気微量成分の全球的 3 次元観測を行う測器である。国際宇宙ステーション (ISS) 日本実験棟 (JEM) に取り付けられ、2009 年 10 月 12 日から約半年にわたって観測を行った。測定しているサブミリ波リム放射スペクトルの波長域は、バンド A が 624.32 - 625.52 GHz、バンド B が 625.12 - 626.32 GHz、バンド C が 649.12 - 650.32 GHz である。

本講演では SMILES によって観測されたオゾンその他の分布と準二年周期振動 (QBO) の位相との関係について示す。SMILES が観測を行った期間中、赤道域成層圏では約 20 hPa 付近に東風領域がずっと留まっており、その上層の西風シアアの強さが半年周期振動 (SAO) の位相によって変動している状況であった。この変動にともなうオゾンなどの微量成分の緯度高度分布の変動を SMILES はよく捉えていた。2009 年 10 月や 2010 年 4 月頃には、西風シアアに伴う子午面循環によって赤道上の分布が下方にずれた形となり、緯度方向に極大値を二つ持つダブルピーク構造 (オゾンの場合は特に Randel and Wu (1996) によって "rabbit-ears" と呼ばれた構造) が明瞭に見られた。いっぽうで 2010 年 1 月頃には、SAO の位相が東風となり QBO 東風の上層にあった西風シアアが弱まったことを反映して、微量成分分布のダブルピーク構造も消えていた。SMILES 観測においては、月平均値だけでなく日々のマッピングデータでも、このダブルピーク構造の変遷をはっきりと見てとることができる。また、オゾンの他、HCl、さらにはもっと微量な CH<sub>3</sub>CN などにおいても同様の変動を見ることができた。

キーワード: 大気微量成分, 大気力学, 成層圏, 準二年周期振動

Keywords: Atmospheric minor constituents, Atmospheric dynamics, Stratosphere, Quasi-Biennial Oscillation

AAS020-20

会場:102

時間:5月22日 17:15-17:30

## サブミリ波リムサウンダー ISS/JEM/SMILES による ClO 観測について ClO observation by 4K cooled submm limb sounder ISS/JEM/SMILES

鈴木 睦<sup>1\*</sup>, 光田 千紘<sup>2</sup>, 高橋 千賀子<sup>2</sup>, 佐野 琢己<sup>1</sup>, 今井 弘二<sup>3</sup>, 林 寛生<sup>4</sup>, 西本 絵梨子<sup>4</sup>, 内藤 陽子<sup>4</sup>, 塩谷 雅人<sup>4</sup>  
Makoto Suzuki<sup>1\*</sup>, Chihiro Mitsuda<sup>2</sup>, Chikako Takahashi<sup>2</sup>, Takuki Sano<sup>1</sup>, Koji Imai<sup>3</sup>, Hiroo Hayashi<sup>4</sup>, Eriko NISHIMOTO<sup>4</sup>,  
Yoko Naito<sup>4</sup>, Masato Shiotani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 宇宙科学研究所, <sup>2</sup> 富士通 FIP, <sup>3</sup> とめ研究所, <sup>4</sup> 京都大学

<sup>1</sup> ISAS, <sup>2</sup> Fujitsu FIP, <sup>3</sup> Tome R&D Inc., <sup>4</sup> Kyoto U.

The Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) is one of the first instruments to use 4K mechanical cooler in space. It was successfully launched and attached to the Japanese Experiment Module (JEM) on the International Space Station (ISS) on September 25, 2009. It has been making atmospheric observations since October 12, 2009 with the 4-K cooled superconducting mixers for submillimeter limb-emission sounding in the frequency bands of 624.32-626.32 GHz and 649.12-650.32 GHz. Unfortunately, SMILES observations have been suspended since April 21, 2010 due to the failure of a critical component. On the basis of the observed spectra, the data processing has been retrieving vertical profiles for the atmospheric minor constituents and trace free radicals in the middle atmosphere, such as O<sub>3</sub> with isotopes, HCl, ClO, HO<sub>2</sub>, BrO, and HNO<sub>3</sub>.

SMILES observed ClO several times higher sensitivity compared to previous satellite programs, Aura/MLS and Odin/SMR. Validation of SMILES ClO has been carried out with Aura/MLS data, and it agreed within error bars of Aura/MLS (since MLS has lower sensitivity and larger error bar). SMILES ClO in nighttime showed small bias and histogram showed gaussian shape, and it looks SMILES ClO value is reasonable at low altitude region down to 22 km altitude. Diurnal variation of ClO was obtained from 30-45 days dataset. ClO and ClO-OC1 equilibrium is observed within arctic polar vortex in January 2009.

キーワード: サブミリ波, ClO, 成層圏, 国際宇宙ステーション, リム観測

Keywords: submm, ClO, stratosphere, ISS, Limb Observation

AAS020-21

会場:102

時間:5月22日 17:30-17:45

## SMILES によって観測された春季南極成層圏での高い HCl/Cly 比

### On the maintenance of high HCl/Cly ratio in the late spring of the antarctic vortex as measured by SMILES

杉田 考史<sup>1\*</sup>, 寺尾 有希夫<sup>1</sup>, 笠井 康子<sup>2</sup>, 林田 佐智子<sup>3</sup>, 香川 晶子<sup>4</sup>

Takafumi Sugita<sup>1\*</sup>, Yukio Terao<sup>1</sup>, YASUKO KASAI<sup>2</sup>, Sachiko Hayashida<sup>3</sup>, Akiko Kagawa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 情報通信研究機構, <sup>3</sup> 奈良女子大学, <sup>4</sup> 富士通エフ・アイ・ピー (株)

<sup>1</sup>NIES, <sup>2</sup>NICT, <sup>3</sup>Nara women's university, <sup>4</sup>Fujitsu FIP Corporation

成層圏での無機塩素化合物 (HCl, ClONO<sub>2</sub>, ClO など、総量を Cly) が絡む化学反応過程は極域春季の下部成層圏オゾン破壊のみならず全球的な広い高度範囲のオゾントレンドにも影響を与える。2000 年以降、航空機・気球・衛星からの直接あるいはリモート測定により Cly 分配に関する理解が進んできたが、特に ClO<sub>x</sub> と HO<sub>x</sub> との反応については定量的な理解が不十分である。この発表では高精度で HCl や ClO などの測定を実現した、国際宇宙ステーション「きぼう」搭載の SMILES からのデータや同時期に他の衛星から観測されたデータ、そして光化学ボックスモデル計算により、春季後半の南極高緯度における高い HCl 濃度に着目した解析を行う。SMILES の観測は 2009 年 10 月 12 日より翌年 4 月 21 日まで行われ、11 月後半には南緯 66 度までの測定が行われ、極渦内の観測が実現した。HCl 濃度は高度 19km (温位 490K) で Cly 濃度に近い 3.0ppbv に達する一方で ClO 濃度はほぼゼロであった。これらの結果は同時期・同緯度帯での MLS 観測とも良い一致を示した。より高緯度 (66-69S) ではあるが、ACE-FTS による ClONO<sub>2</sub> の観測値は 0.2-0.3ppbv 以下であった。以上、独立した 3 つの衛星観測から Cly の 90%以上が HCl で占められていることを確認した。次にこのような高い HCl/Cly 比を説明するためにモデル計算を行った。発表では HCl の生成に関わるオゾン濃度や ClO<sub>x</sub> と HO<sub>x</sub> の反応速度定数、地表アルベドなどの観点からいくつかの感度解析を行った結果を示しながら、どのようなプロセスが高濃度 HCl の維持に寄与しているのかを定量的に議論したい。

キーワード: きぼう, スマイルズ, オゾン, 塩素化合物

Keywords: JEM, SMILES, ozone, chlorine species

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS020-22

会場:102

時間:5月22日 17:45-18:00

## JEM/SMILES L2 プロダクト改定状況 Latest Updates of JEM/SMILES L2 Products

光田 千紘<sup>1\*</sup>, 鈴木 睦<sup>2</sup>, 眞子 直弘<sup>2</sup>, 岩田 芳隆<sup>2</sup>, 内藤 陽子<sup>3</sup>, 高橋 千賀子<sup>1</sup>, 今井 弘二<sup>4</sup>, 西本 絵梨子<sup>5</sup>, 林 寛生<sup>5</sup>, 塩谷 雅人<sup>5</sup>, 高柳 昌弘<sup>2</sup>, 佐野 琢己<sup>2</sup>, 谷口 弘智<sup>1</sup>

Chihiro Mitsuda<sup>1\*</sup>, Makoto Suzuki<sup>2</sup>, Naohiro Manago<sup>2</sup>, Yoshitaka Iwata<sup>2</sup>, Yoko Naito<sup>3</sup>, Chikako Takahashi<sup>1</sup>, Koji Imai<sup>4</sup>, Eriko NISHIMOTO<sup>5</sup>, Hiroo Hayashi<sup>5</sup>, Masato Shiotani<sup>5</sup>, Masahiro Takayanagi<sup>2</sup>, Takuki Sano<sup>2</sup>, Hiroto Taniguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 富士通エフ・アイ・ピー株式会社, <sup>2</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>3</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>4</sup> 株式会社とめ研究所, <sup>5</sup> 京都大学生存圏研究所

<sup>1</sup>Fujitsu FIP Corporation, <sup>2</sup>Japan aerospace exploration agency, <sup>3</sup>Graduate School of Science, Kyoto Univ., <sup>4</sup>TOME R&D Inc., <sup>5</sup>RISH, Kyoto Univ.

The Superconducting Submillimeter-wave Limb-Emission Sounder (SMILES) on International Space Station (ISS), which was planned by JAXA and NICT, had observed minor species in stratosphere and mesosphere from 2009/10/12 to 2010/04/21. The 4K-cooled Superconductor-Insulator-Superconductor mixers enabled the sensitive observation. Standard L2 Products are O<sub>3</sub>, HCl, ClO, HNO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>CN, HOCl, HO<sub>2</sub>, BrO, and O<sub>3</sub>-isotopes. The diurnal variations of ClO, BrO, HO<sub>2</sub> and mesospheric O<sub>3</sub> are observed since the ISS orbit is sun-asynchronous.

SMILES L2 Products operated by ISAS/JAXA have been released every six months. In this presentation, we introduce the latest product v1.3, which is released in this March, and next update plans.

AAS020-23

会場:102

時間:5月22日 18:00-18:15

## SMILES Level 2 処理用インバージョンアルゴリズムの高度化 Improvement of inversion algorithm for SMILES Level2 data processing

眞子 直弘<sup>1\*</sup>, 鈴木 睦<sup>1</sup>, 佐野 琢己<sup>1</sup>, 塩谷 雅人<sup>2</sup>, 山田 道夫<sup>3</sup>, 竹広 真一<sup>3</sup>, 光田 千紘<sup>4</sup>, 岩田 芳隆<sup>4</sup>, 高橋 千賀子<sup>4</sup>, 今井 弘二<sup>5</sup>

Naohiro Manago<sup>1\*</sup>, Makoto Suzuki<sup>1</sup>, Takuki Sano<sup>1</sup>, Masato Shiotani<sup>2</sup>, Michio Yamada<sup>3</sup>, Shin-ichi Takehiro<sup>3</sup>, Chihiro Mitsuda<sup>4</sup>, Yoshitaka Iwata<sup>4</sup>, Chikako Takahashi<sup>4</sup>, Koji Imai<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, <sup>2</sup> 京大生存圏研, <sup>3</sup> 京大数理研, <sup>4</sup> 富士通 FIP, <sup>5</sup> とめ研究所

<sup>1</sup> ISAS/JAXA, <sup>2</sup> RISH/Kyoto Univ., <sup>3</sup> RIMS/Kyoto Univ., <sup>4</sup> Fujitsu FIP Corp., <sup>5</sup> TOME R&D Inc.

超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES: Superconducting Submillimeter-Wave Limb Emission Sounder) は、リム観測によって上部対流圏から下部中間圏における大気微量成分の3次元分布等を測定する装置である。SMILES は国際宇宙ステーション (ISS) の日本実験棟 (JEM) に設置され、2009年10月中旬から2010年4月中旬までの約半年間に渡って観測データを取得した。SMILES は冷凍機によって受信系を4Kまで冷却することで得られる低ノイズに特長があり、オゾン、HCl、ClO 等の大気微量成分の分布をこれまでになく高精度で測定できる。

SMILES の Level2 (L2) データ処理では、Level1B (L1B) データ処理の結果得られた校正済みの観測輝度温度スペクトルと、大気の放射伝達モデルや装置モデルに基づく Forward 計算で得られる計算輝度温度スペクトルが一致するようにモデルパラメータ (大気微量成分の高度分布等) を決定する。この逆問題を解く際に、未知パラメータを全て決定するための独立な条件式が足りないために一意な解が求まらないことが問題になる (ill-posed 問題)。さらに、観測輝度温度スペクトルに含まれるランダムノイズの影響で解が振動するという問題が生じる。このような問題に対して様々な解法が考案されているが、現在、SMILES の L2 データ処理では Optimal Estimation Method (OEM) に収束因子を加えた Levenberg-Marquardt Method (LMM) を用いている。本研究では、OEM の他、Tikhonov Regularization (TR)、Maximum Entropy Method (MEM) といった Inversion 解法を比較し、SMILES の L2 データ処理に適した信頼性の高い方法を検討する。

キーワード: 衛星観測, 逆問題, 正則化, 平滑化

Keywords: satellite observation, inversion problem, regularization, smoothing



AAS020-24

会場:102

時間:5月22日 18:15-18:30

## ゾンデデータとの比較による SMILES レベル2 オゾンデータの検証 Validation of the SMILES Level2 ozone data by using ozonesonde measurements

今井 弘二<sup>1\*</sup>, 藤原 正智<sup>2</sup>, 鈴木 睦<sup>3</sup>, 眞子 直弘<sup>3</sup>, 佐野 琢己<sup>3</sup>, 塩谷 雅人<sup>4</sup>, 光田 千紘<sup>5</sup>, 高橋 千賀子<sup>5</sup>  
Koji Imai<sup>1\*</sup>, Masatomo Fujiwara<sup>2</sup>, Makoto Suzuki<sup>3</sup>, Naohiro Manago<sup>3</sup>, Takuki Sano<sup>3</sup>, Masato Shiotani<sup>4</sup>, Chihiro Mitsuda<sup>5</sup>,  
Chikako Takahashi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 株式会社とめ研究所, <sup>2</sup> 北海道大学 大学院地球環境科学研究所, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>4</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>5</sup> 富士通エフ・アイ・ピー株式会社

<sup>1</sup>TOME R&D Inc., <sup>2</sup>Faculty of Environmental Earth Science,, <sup>3</sup>JAXA, <sup>4</sup>RISH, Kyoto Univ., <sup>5</sup>Fujitsu FIP Corporation

To demonstrate the high sensitivity of 4-K cooled sub-mm limb sounders and to monitor global distributions of the stratospheric trace gases, the Japan Aerospace eXploration Agency (JAXA) launched the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) instrument to the International Space Station (ISS) in 2009 using the H-II Transfer Vehicle (HTV). SMILES has been transferred to normal operation phase on 6th November, 2009. Currently, level 2 (L2) data products of the SMILES measurements has been evaluated.

Here we show the early validation results of the SMILES L2 ozone measurements using worldwide ozonesonde sounding net work data (SOWER, SHADOZ, WOUDC). SMILES L2 ozone data in the lower stratosphere are validated using near-coincident ozone measurements by analysing volume mixing ratio profiles. The average values of the mean relative differences are consistent within the margin of error.

キーワード: SMILES, オゾンゾンデ

Keywords: SMILES, ozonesonde