

## 圏界面付近での赤道ケルビン波の速度と周期 Phase speed and period of equatorial Kelvin waves around the tropopause

西 憲敬<sup>1\*</sup>, 鈴木 順子<sup>2</sup>, 濱田 篤<sup>3</sup>, 塩谷 雅人<sup>4</sup>  
Noriyuki Nishi<sup>1\*</sup>, Junko Suzuki<sup>2</sup>, Atsushi Hamada<sup>3</sup>, Masato Shiotani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 海洋開発研究機構, <sup>3</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>4</sup> 京都大学生存圏研究所  
<sup>1</sup>Kyoto University, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>University of Tokyo, <sup>4</sup>Kyoto University

We investigated period and phase speed of equatorial Kelvin waves around the tropopause. Typical cases of Kelvin waves with extremely large amplitude have different speed and period from those which are detected as a spectral peak in widely-used (e.g. Suzuki and Shiotani 2008, JGR)  $k$ - $\omega$  spectral diagram; in these cases, the period of the wave is longer (10-30 days) and speed is smaller (around 15 m/s) than those in spectral diagrams (5-10 days and 20-30 m/s).

We analyzed zonal wind at 100 hPa in re-analysis data made by European Centre for Medium-range Weather Forecast (ERA-40, 1979-2001). We can explain the difference in period by plotting the power value above the background value, instead of the significance defined by the ratio of power to the background. Peak of wave energy was found to be located in the lower frequency range than that of the significance. However, this alteration still does not account for the difference in phase speed. We traced zonal propagation of every Kelvin-wave case by using the method of Suzuki et al. (2010, JGR) and calculated the speed of waves. The average of speed is around 12-16 m/s at all longitude. The number of cases with the speed of larger than 20m/s, which corresponds to the spectral peak in a diagram, is very small.

We examined relationship between faster waves and slower waves. We found that slower waves (<20m/s) have shorter zonal wavelength, which results in a sharp shape in a zonal direction, and that they are rather confined in zonally smaller packet than faster waves (>20m/s). Therefore, they can be well traced regardless of their rather smaller power in climatological spectral diagram. In longitude-time section, both modes are seen to propagate rather independently and to be superposed almost linearly. On the other hand, Suzuki et al. (2010) has shown that both speeds are observed in a lifecycle of each wave case: slower waves initially coupled with convective activity at 200 hPa have faster speed in the eastern longitude after losing coupling several days later. The faster waves propagate further eastward and upward, and then re-couple with convection at 100 hPa and have smaller speed again. Our results indicate that, when investigating the mechanism of propagation and amplification of Kelvin waves, the relationship between two kinds of waves with different speed should be carefully examined.

キーワード: ケルビン波, 熱帯波動

Keywords: Kelvin wave, equatorial wave

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS020-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 全球化学気候モデルによる21世紀気候予測実験：ハロゲンおよび気候固定実験との比較

Simulations of 21st century climate using a chemistry-climate model: Comparison with fixed-halogen and -climate runs

出牛 真<sup>1\*</sup>, 柴田 清孝<sup>1</sup>

Makoto Deushi<sup>1\*</sup>, Kiyotaka Shibata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象研究所

<sup>1</sup> Meteorological Research Institute

Future changes in wave forcing and transport characteristics of the middle atmosphere are examined using multidecadal simulations carried out with a chemistry-climate model (CCM) developed at the Meteorological Research Institute (MRI-CCM). First, we conducted a control experiment through the 21st century under the forcing prescribed according to the CCM Validation Activity (CCMVal-2) for SPARC REF2 scenario, in which both the greenhouse gas (GHG) and ozone depleting substance (ODS) forcings vary transiently in time. In the control experiment, subtropical wave forcing strengthens in the lower stratosphere especially in both summer hemispheres. However, wave forcing over the Antarctic is decreased in spring and summer as a result of an earlier breakdown of the polar vortex in the future period. Next, we conducted two sensitivity experiments in which either GHGs or ODSs are held fixed at 1960 levels, while the other forcing varies transiently as in the control experiment. Comparing the two sensitivity experiments with the control experiment, the relative impacts of the ODS and GHG forcings on the climate of the middle atmosphere are evaluated through 21st century.

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS020-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## SMILES レベル2 プロダクトの初期検証について Early validation of the SMILES level 2 products

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

Koji Imai<sup>1\*</sup>, Makoto Suzuki<sup>2</sup>, Naohiro Manago<sup>2</sup>, Takuki Sano<sup>2</sup>, Masato Shiotani<sup>3</sup>, Hiroo Hayashi<sup>3</sup>, Eriko NISHIMOTO<sup>3</sup>, Yoko Naito<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> 宇宙航空研究開発機構, <sup>3</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>4</sup> 京都大学大学院理学研究科, <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>JAXA, <sup>3</sup>RISH, Kyoto Univ., <sup>4</sup>Graduate School of Science, 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 products of the SMILES measurements has been evaluated.

Here we compare the latest data of SMILES with coincident observations from the other satellite-borne instruments (ACE-FTS, Aura/MLS, Odin/SMR and SCIAMACHY), 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

Keywords: SMILES

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AAS020-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 成層圏水蒸気観測用準センチ波大気観測装置の開発

Development of semi centimeter-wave atmosphere observation system for stratospheric water vapor distribution

大川 勇<sup>1\*</sup>

Yu Okawa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院

<sup>1</sup> Nagoya University graduate school

成層圏水蒸気の長期変化のメカニズムや地球温暖化との関連について調べるために、成層圏水蒸気の変動の様子を明らかにすることが求められています。成層圏水蒸気の観測には、紫外分光法、赤外分光法などがあります。これらは太陽光を背景として観測するために、昼間にのみ観測が可能です。これに対して電波分光法による観測は、成層圏水蒸気が放射する22GHz帯の電磁波をアンテナで直接受信してスペクトルを得るもので、光源がらず天候の影響を受けにくいので24時間連続観測が可能です。現在、電波分光法による成層圏水蒸気の観測は世界で5か所で行われています。その理由の1つとして、装置が大型であるため設置が困難であることが挙げられます。また、受信器感度の問題から、一日に1個程度のスペクトルしか得ることが出来ません。そこで本研究では、持ち運び可能な大きさで低雑音高感度な検出部を搭載した成層圏水蒸気観測装置の開発を進めています。MMICを用いた検出器と増幅器の小型化を行い、それを冷却することで、一時間程度で十分なS/Nのデータが得られるような高感度化の実現を試みています。今回の発表では、これらの概要とこれらを用いた試験観測の結果を報告する予定です。

## JEM 搭載差分吸収ライダーによる上部対流圏 / 下部成層圏水蒸気分布観測の検討 Feasibility Study on Observation of Water Vapor between Upper Troposphere and Lower Stratosphere using DIAL on JEM

阿保 真<sup>1\*</sup>, 長澤 親生<sup>1</sup>, 内野 修<sup>2</sup>, 柴田 隆<sup>3</sup>, 永井 智広<sup>4</sup>

Makoto Abo<sup>1\*</sup>, Chikao Nagasawa<sup>1</sup>, Osamu Uchino<sup>2</sup>, Takashi Shibata<sup>3</sup>, Tomohiro Nagai<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京, <sup>2</sup> 国立環境研究所, <sup>3</sup> 名古屋大学, <sup>4</sup> 気象研究所

<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan University, <sup>2</sup>NIES, <sup>3</sup>Nagoya University, <sup>4</sup>MRI

地球大気中の水蒸気の温室効果に対する寄与は 60%と、二酸化炭素の 26%やオゾンの 8%を大きく凌いでいる。IPCC 第 4 次評価報告書によると、人為起源の CO<sub>2</sub> の増加により気温が上昇すると、飽和水蒸気量が増加することによる大気中の水蒸気量が増加し、温室効果が加速される「水蒸気フィードバック」によって、温暖化が顕著になる可能性も指摘されている。その一方で、水蒸気が増加が雲の発生量を高め、「日傘効果」による温暖化の抑制も指摘されている。しかしながら、これらの可能性は、地球大気中の水蒸気分布の精度の高いデータが不足しているために、研究者による温暖化に対する数値のばらつきが大きい。

成層圏の水蒸気量に限定すると、衛星観測データからここ 10 年間は減少傾向を示し、NOAA の Solomon et al.(2010) は、これが 21 世紀の温暖化の鈍化の原因と主張している。しかしながら、現状では温暖化の議論に耐える地球全域に亘る水蒸気分布の観測データが不足しており、精度の高い議論はできていない。

気候システムにおいて、水蒸気は中心的な役割を担っているが、その役割が十分解明されていないことが、予測精度のばらつきに現れている。気候モデルの課題の 1 つは、水蒸気プロセスを正確に説明し、現実的な三次元放射、雲、降水をパラメータ化することである。これは、個々の対流スケール現象を予測する数値予報においても同様である。更に水蒸気は、地表面の放射バランスや大気の冷却速度のような重要な天気要素に直接影響を与える。

SPARC リポート (WCRP 2000) では、世界的な水蒸気分布を上部対流圏から下部成層圏領域で得ることを求めており、特に圏界面領域では高い垂直分解能が必要であるとされている。これは、成層圏/対流圏交換の理解を向上させるために必要である。水蒸気は、OH ラジカルの生成を通して、重要な化学プロセスにも関与している。(Warneck 1988) これら水蒸気的重要性から、世界的な水蒸気分布データの質の向上が必要である。これは、長期の気候変動解析と短期の数値予報どちらにも有用である。

「きぼう」船外実験プラットフォーム (JEM) 搭載水蒸気測定用差分吸収ライダーで全地球的な水蒸気計測を行うことにより、水蒸気フィードバックプロセスの理解を進めることが科学的意義のポイントであり、これにより、地球温暖化シナリオで現実的な水蒸気増加レベルをシミュレーションすることが可能となる。

現在の水蒸気計測は、地表面や船での直接測定、ラジオゾンデ観測、地上リモートセンシングシステム (ライダー、分光計、GPS によるトータル量測定)、衛星による受動的な赤外線とマイクロ波センサーによる測定が行われているが、いずれも空間及び時間分解能に問題がある。さらにこれらを組み合わせたとしても、上部対流圏・下部成層圏の境界領域に空白域が生じる。また、衛星観測では水平方向のカバー領域は広いが、鉛直分解能が不十分である。グローバルな水蒸気循環を定量的に評価するためには、精度、垂直分解能及びカバーレンジが不足している。

また、最もデータが豊富なラジオゾンデデータは、低温領域における湿度センサーの不正確さも問題である。パッシブセンサーのバイアス除去の問題もある。地球の 3 分の 2 が海であることから、宇宙からのリモートセンシングが水平、垂直及び時間分解能を確保する唯一の方法である。しかし、従来は大気の循環を決める風と温度の計測が優先され、水蒸気の計測は進んでいない。現在の数値モデルでは、対流圏の 1 km の層を 1.5K の精度で再現できるが、対照的に比湿の 6 時間予報値の相対誤差は 20-40% になる (English 1999)。全地球大気モデルの鉛直分解能は境界層附近の 100m から成層圏の 1km の間にある。しかし、現在の水蒸気観測データはこれより荒く、逆に水蒸気や雲はしばしばこれより狭い層構造を形成する。

JEM 搭載と対流圏界面高度の水蒸気量の観測を考慮した場合は、レーザーの効率が良く、かつより吸収量の大きい 945nm 又は 1350nm 付近の吸収線を利用した水蒸気測定用差分吸収ライダーを提案する。1350nm 付近の吸収線を利用した測定誤差のシミュレーション結果によると、高度分解能 1km、地表付近から高度 20km まで、3 つの吸収線を用いることにより誤差 10% 以下で計測可能なことがわかった。

### 参考文献

1. Solomon, S., et al., Science, Dot: 10.1126 (2010).

2. Warneck, P., Chemistry of the Natural Atmosphere. International Geophysics Series, Vol.14, Academic Press, 757, 1988.

3. English, S.J., J. Appl. Meteor.,38, 1526-1541, 1999.

4. ESA, WALES -Water Vapour Lidar Experiment in Space-, ESA SP-1279(3), 2004.

キーワード: 水蒸気, 上部対流圏, 下部成層圏, ライダー, きぼう船外実験プラットフォーム  
Keywords: water vapor, upper troposphere, lower stratosphere, lidar, JEM



AAS020-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## Emission location dependent ozone depletion potentials for very short-lived halogenated species Emission location dependent ozone depletion potentials for very short-lived halogenated species

Ignacio Pizzo<sup>1\*</sup>, Peter Haynes<sup>2</sup>, Kathy Law<sup>3</sup>  
Ignacio Pizzo<sup>1\*</sup>, Peter Haynes<sup>2</sup>, Kathy Law<sup>3</sup>

<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>Cambridge University, <sup>3</sup>LATMOS/IPSL, CNRS

<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>Cambridge University, <sup>3</sup>LATMOS/IPSL, CNRS

We present trajectory-based estimates of Ozone Depletion Potentials (ODPs) for very short-lived halogenated source gases as a function of surface emission location. The ODPs are determined by the fraction of source gas and its degradation products which reach the stratosphere, depending primarily on tropospheric transport and chemistry, and the effect of the resulting reactive halogen in the stratosphere, which is determined by stratospheric transport and chemistry, in particular by stratospheric residence time. Reflecting the different timescales and physico-chemical processes in the troposphere and stratosphere, the estimates are based on calculation of separate ensembles of trajectories for the troposphere and stratosphere. A methodology is described by which information from the two ensembles can be combined to give the ODPs.

The ODP estimates for a species with a fixed 20 d lifetime, representing a compound like n-propyl bromide, are presented as an example. The estimated ODPs show strong geographical and seasonal variation, particularly within the tropics. The values of the ODPs are sensitive to the inclusion of a convective parametrization in the trajectory calculations, but the relative spatial and seasonal variation is not. The results imply that ODPs are largest for emissions from South and South-East Asia during Northern Hemisphere summer and from the Western Pacific during Northern Hemisphere winter. Large ODPs are also estimated for emissions throughout the tropics with non-negligible values also extending into northern mid-latitudes, particularly in the summer. These first estimates, whilst made under some simplifying assumptions, show larger ODPs for certain emission regions, particularly South Asia in NH Summer, than have typically been reported by previous studies for emissions distributed over land in within broad latitudinal bands.

キーワード: ozone, troposphere-stratosphere-transport, short lived species, boundary layer emissions  
Keywords: ozone, troposphere-stratosphere-transport, short lived species, boundary layer emissions