

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 3日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22310010

 研究課題名（和文）超伝導サブミリ波リム放射サウンダ衛星観測にもとづく  
 中層大気微量成分分布の解明

 研究課題名（英文）Clarifying the global distribution of minor species in the middle  
 atmosphere based on satellite measurements from the Superconducting  
 Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder

研究代表者

塩谷 雅人 (SHIOTANI MASATO)

京都大学・生存圏研究所・教授

研究者番号：50192604

研究成果の概要（和文）：超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)は、2009年9月、国際宇宙ステーションの日本実験モジュール「きぼう」に設置され、約半年間ではあったが成層圏～中間圏(中層大気)の超高感度大気観測をおこなった。SMILESが観測したオゾンおよびその収支に密接に関わる大気微量成分(特に塩素・臭素系)のデータにもとづいて、これまでにない精度でそれらの時間・空間変動の特徴を明らかにした。特にこれまで他の衛星観測からは明瞭に捉えることのできなかつたこれら微量成分の日変化をはじめて明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) was successfully launched and attached to the Japanese Experiment Module (JEM) on the International Space Station (ISS) in September 2009. Although the observation period was limited only for about six months, it had made high-sensitivity measurements in the middle atmosphere. On the basis of the observational data for minor species, such as O<sub>3</sub>, HCl, ClO, and BrO, which are critical to ozone budget in the atmosphere, we have clarified the space-time variations with unprecedented precision. In particular we found the diurnal variation of these minor species that had not been observed clearly by the former satellite observations so far.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2011年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2012年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
総計	12,800,000	3,840,000	16,640,000

研究分野：大気科学

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：中層大気，衛星観測，オゾン層，大気微量成分，物質循環

## 1. 研究開始当初の背景

成層圏における南極オゾンホールの問題は、大掴みには解決したと考えられているが、特定フロンの排出が規制されたものの、南極域のオゾン量が回復する兆しは明瞭でない。オゾン層を中心とした中層大気の将来予測モデル計算によると、オゾン量が1980年代の値に戻るのには2040年ごろと推定されているものの、それらの予測には大きなばらつき

がみられる。そのおもな要因は、塩素・臭素系微量成分の存在量およびそれらの反応の不確定性と考えられており、将来予測に向けた素過程の精緻化が要求されるようになっていく。

いっぽうで、温暖化問題を総括するIPCCレポートでは、将来予測の道具として未だ光化学的な相互作用を取りこんだ大気大循環モデルを一般的には用いていない。しかし、すでにオゾン層問題に対して中層大気のコ

コミュニティが用いているような光化学過程を相互作用的に取りこんだ大気大循環モデルの重要性について言及されており、今後、ますます大気化学的にも活性な大気微量成分の取り扱いが重要になるものと考えられる。すなわち、われわれが直面するオゾンホール問題や温暖化問題を個別の括りで取り扱うのではなく、地球大気質のダイナミックな変動という観点から、温室効果気体の増加やオゾンに代表される活性な大気微量成分の変動を包括的に捉えていくことがますます必要になってきている。

このような中で、2009年9月、国際宇宙ステーションの日本実験モジュール「きぼう」の暴露部に超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder: SMILES) が設置された。SMILESは4K冷却機と超伝導技術を利用したサブミリ波リム放射観測装置で、オゾン層破壊とその回復を定量的に見積もる際に基礎となる大気微量成分の3次元グローバル分布の超高感度観測をおこなった。装置の不具合から観測期間は約半年にとどまったが、サブミリ波の波長帯においては、これまでの衛星観測を遙かに凌ぐ高感度で良質な大気観測データが得られている。このSMILESが観測したオゾンおよびその収支に関わる大気微量成分データにもとづき、中層大気におけるオゾンの生成・消滅・輸送の過程を定量化することによって、地球大気質変動に関わる詳細な化学プロセスの解明を目指す。

## 2. 研究の目的

この研究課題では、SMILESの提供する超高感度な観測データにもとづき、中層大気中のオゾン化学に関わる大気微量成分の時空間変動の特徴を把握する。具体的には、1) これまでオゾン破壊過程の中における重要性が認識されながらも観測がほとんどなされていなかったBrOの全球的な分布を明らかにする。2) これまででない精度で得られるClOの背景値を明らかにすることによって、中低緯度におけるオゾン破壊を定量化することが可能となる。3) また、ClOに加えHCl、HOCl、HO<sub>2</sub>の同時観測データを解析することによって成層圏の塩素化学に重要な寄与ができる。

これらの微量成分がオゾン化学ひいては大気の熱収支にどのような効果を与えるかは高さによって異なる。光化学的な取り扱いによって比較的容易に変動の要因を理解できる中上部成層圏のみならず、力学的な輸送効果が効いてくる下部成層圏にも焦点を当て、たとえば春季に極域から中緯度に輸送されてきた気塊中に残存するClOによるオゾン消失への影響を定量的に検出する。これらの解析を通して、オゾン破壊にかかわる化学反応過程をより定量的に論議することが可能

となり、地球大気質変動の将来予測に対する大きな貢献が期待できる。

## 3. 研究の方法

本研究を実施するためは、大きく分けて次の3つの作業をおこなう。1. ゾンデや地上観測データ・衛星観測データとの比較・検証、2. O<sub>3</sub>, ClO, HCl, BrOなど大気微量成分の時空間分布の把握、3. 大気化学モデル結果との比較・検討。

まず、この研究で用いるSMILESデータはまだ取得されて間もないため、データの検証に十分な時間をかける必要がある。そのためにターゲットとする分子種について、既に実施されている地上からの観測あるいはゾンデ観測データ、さらに既存の衛星観測が存在する場合にはそれらのデータの収集をおこなない、SMILESデータとの比較・検証をおこなう。比較する観測データが存在しない分子種については、3.とも関連して大気化学モデルを用い、化学的に整合性のある結果となっているかどうかを確認する。これらの作業をおこなう中で、微量成分分布の時間的・空間的な変動の特性を統計的に明らかにし、2.の大気微量成分の時空間分布の把握につなげる。また、検証作業を通して、スペクトルデータからプロファイルデータに直す(リトリーブ)システムの妥当性も検証し、必要に応じてそのアルゴリズムの改訂を促す。

続いて、検証作業と並行しながらO<sub>3</sub>, ClO, HCl, BrOなど大気微量成分の時間・空間分布の把握をおこなう。特にSMILESが搭載された国際宇宙ステーションは、傾斜軌道を取っており、地方時が日々ずれていくため、結果として地方時1日分のデータを約1ヶ月の走査で取得可能である。BrOのように明瞭な日変化を示すような微量成分については、このようにして日変化を描き出す。この作業を通して新たな科学テーマの探索が促されることも期待できる。

これらの結果を統合し中層大気化学の精密化に向け、現時点で想定しうる最も高精度なSMILES観測データにもとづいて光化学過程を含む既存のモデル出力データと比較・検討する。さらに、その結果をモデルの設定にフィードバックして、将来予測モデルの高度化につなげる。

## 4. 研究成果

SMILESが測定した中層大気領域の超高感度放射輝度データは、高度なデータ処理手法によって研究者向けのデータプロダクト(Level 2 データ - 微量成分の鉛直分布をスペクトルデータから導出したもの)となる。このデータ処理においては、特に、SMILESの高感度観測を十分に生かした定量的な論議

にも耐えるように、逆問題解法の高度化などを通してデータ精度の向上を目指している。SMILES の観測とデータ処理の概要については、以下の5. 主な発表論文等[雑誌論文]にある論文(8) (以下では単に、論文(8)のように記述する)に述べられている。また、特に、オゾンに関するデータ処理手法の詳細は論文(7)に記述されている。こうやって処理された Level 2 データにもとづき、さらに SMILES が地方時1日分のデータを約1ヶ月の走査で取得可能であるという特性を生かし、以下のような科学的成果が得られている。

まず、SMILES データの中でも比較的シグナルが強い  $O_3$ ,  $ClO$ ,  $HCl$  については、既存の衛星データ等との比較・検証を精力的に進めた。 $O_3$  については、日周変動の卓越する中間圏も含めたデータ質の評価をおこない、成層圏においては約 10%, 中間圏においては約 30%の範囲で他の衛星観測データと一致していることを明らかにした(論文(2))。特に上部中間圏領域については別途精力的な比較検証をおこない、SMILES がこれまで観測の非常に少なかったこの領域においてもよい性能を発揮していることを他の衛星との比較検証で明らかにした(論文(1))。

さらに  $ClO$  についてもこれまでにない精度で下部成層圏のプロファイルが得られており、オゾンの将来予測に欠かせない総塩素量の見積もりの際に重要となる成層圏への流入量が定量的に明らかになってきている(初期的な解析結果として論文(6))。また、 $HCl$  についても同様に、中間圏の塩素量をピン留めすることで、総塩素量の定量につながる成果が得られつつある。

シグナルの弱い  $BrO$ ,  $HO_2$  などについては、比較検証すべき他の観測データそのものがほとんどない中で、SMILES の観測データが明瞭な日変化を示し、化学輸送モデルの結果と妥当な範囲で一致していることがわかっていく。特に  $BrO$  については、SMILES の観測期間とは一致しないものの、同様な測定を気球観測から得た例があり、両者の間で成層圏の鉛直分布が 2ppt 以下で一致していることが明らかになった(論文(5))。

光化学的な収支あるいは力学的な輸送効果を定量化するためには、化学輸送モデルのデータを援用することが有効である。そこで、NCAR(米国大気科学研究センター)の大気化学モデル、および環境研究所のCCSR/NIES化学気候モデルの結果を観測データと同様に処理しさまざまな比較解析をおこなっている。特に、この手法を成層圏におけるオゾンの日変化を理解するために用いた。これまで力学効果の卓越する中部・下部成層圏については、オゾンの日周変動成分は小さいとされてきた。しかし、SMILES による高感度観測から中部・下部成層圏でもオゾンの日周変動が

明瞭に検出された。これらは化学輸送モデル出力とも一致しており相補的な検証結果といえる(図 1)。この成果は、これまでの複数衛星データを利用してトレンドを論議する際に、観測時間によるバイアスが存在しうることを示すものである(論文(4))。

これら以外にも、現在進行中の研究内容として以下のようなものがある: a) 2010年1月15日に起こった(部分)日食時に SMILES は観測をおこなっており、中間圏におけるオゾンの変動をとらえた。その変動はオゾンの生成速度の観点から理解できることがわかった。b) 赤道成層圏では準2年周期振動(QBO)や半年周期振動(SAO)が卓越しており、それにもなう鉛直変動が微量成分分布にも影響を及ぼしている。SMILES の観測期間はちょうど QBO と SAO が中部成層圏領域の下降流を強化する位相になっており、その鉛直輸送の結果  $O_3$  や  $HCl$  が特徴的な分布を示していたことが明らかになった。c) SMILES データはオゾンゾンデデータとも比較・検証がおこなわれているが、その中から、特に鉛直の増加率の大きい熱帯域で、オゾンゾンデが測器の持つ応答時間により、予想以上の負バイアスを持ちうることを詳細なデータ解析から明らかにした。

SMILES の観測は残念ながら約半年間で中断したが、これまでにない高精度な大気観測をおこない、大気微量成分の全地球的な高度分布を導出した。このようにして得られたデータから、中層大気の化学と力学について様々な新しい知見が得られつつある。

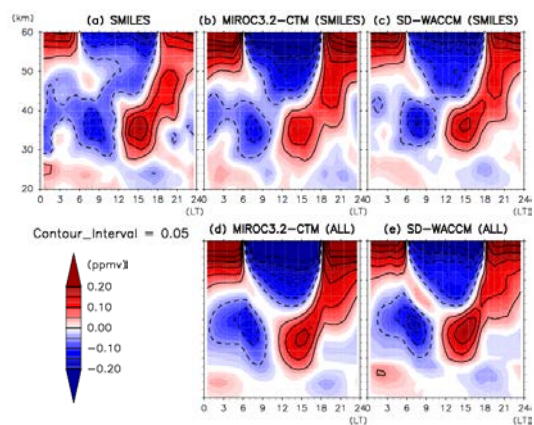


図 1: 赤道上での  $O_3$  の日周変動。左から、SMILES、化学輸送モデル(MIROC3.2-CTM, SD-WACCM)にもとづくもの。実線が正、破線が負偏差、コンター間隔 0.05ppm。モデル結果のうち、上の2枚は SMILES と同じ観測点のデータにもとづくもので、下の2枚はすべてのグリッド点を用いたもの。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

- 1) Smith, A. K., V. L. Harvey, M. G. Mlynczak, B. Funke, M. García-Comas, M. Hervig, M. Kaufmann, E. Kyrölä, M. López-Puertas, I. McDade, C. E. Randall, J. M. Russell, P. E. Sheese, M. Shiotani, W. R. Skinner, M. Suzuki, and K. A. Walker, 2013: Satellite observations of ozone in the upper mesosphere. *J. Geophys. Res.*, 118, doi: 10.1002/jgrd.50445, accepted. 査読有
- 2) Imai, K., N. Manago, C. Mitsuda, Y. Naito, E. Nishimoto, T. Sakazaki, M. Fujiwara, L. Froidevaux, T. von Clarmann, G. P. Stiller, D. P. Murtagh, P. Rong, M. G. Mlynczak, K. A. Walker, D. E. Kinnison, H. Akiyoshi, T. Nakamura, T. Miyasaka, T. Nishibori, S. Mizobuchi, K. Kikuchi, H. Ozeki, C. Takahashi, H. Hayashi, T. Sano, M. Suzuki, M. Takayanagi, and M. Shiotani, 2013: Validation of ozone data from the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES). *J. Geophys. Res.*, 118, doi:10.1002/jgrd.50434, accepted. 査読有
- 3) Millan, L., W. Read, Y. Kasai, A. Lambert, N. Livesey, J. Mendrok, H. Sagawa, T. Sano, M. Shiotani, and D. Wu, 2013: SMILES Ice Cloud Products. *J. Geophys. Res.*, doi:10.1002/jgrd.50322, accepted. 査読有
- 4) Sakazaki, T., M. Fujiwara, C. Mitsuda, K. Imai, N. Manago, Y. Naito, T. Nakamura, H. Akiyoshi, D. Kinnison, T. Sano, M. Suzuki, and M. Shiotani, 2013: Diurnal ozone variations in the stratosphere revealed in observations from the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) on board the International Space Station (ISS). *J. Geophys. Res.*, 118, 2991-3006, doi:10.1002/jgrd.50220. 査読有
- 5) Stachnik, R. A., L. Millán, R. Jarnot, R. Monroe, C. McLinden, S. Köhl, J. Puškūte, M. Shiotani, M. Suzuki, Y. Kasai, F. Goutail, J. P. Pommereau, M. Dorf, and K. Pfeilsticker, 2013: Stratospheric BrO abundance measured by a balloon-borne submillimeterwave radiometer. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 3307-3319, doi: 10.5194/acp-13-3307-2013. 査読有
- 6) Suzuki, M., C. Mitsuda, K. Kikuchi, T. Nishibori, S. Ochiai, H. Ozeki, T. Sano, S. Mizobuchi, C. Takahashi, N. Manago, K. Imai, Y. Naito, H. Hayashi, E. Nishimoto, and M. Shiotani, 2012: Overview of the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) and sensitivity to chlorine monoxide, ClO. *IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials*, 132, 8, 609-615, doi:10.1541/ieejfms.

132.609. 査読有

- 7) Takahashi, C., M. Suzuki, C. Mitsuda, S. Ochiai, N. Manago, H. Hayashi, Y. Iwata, K. Imai, T. Sano, M. Takayanagi, and M. Shiotani, 2011: Capability for ozone high-precision retrieval on JEM/SMILES observation. *Advances in Space Research*, 48, 6, 1076-1085, doi: 10.1016/j.asr.2011.04.038. 査読有
  - 8) Kikuchi, K., T. Nishibori, S. Ochiai, H. Ozeki, Y. Irimajiri, Y. Kasai, M. Koike, T. Manabe, K. Mizukoshi, Y. Murayama, T. Nagahama, T. Sano, R. Sato, M. Seta, C. Takahashi, M. Takayanagi, H. Masuko, J. Inatani, M. Suzuki, and M. Shiotani, 2010: Overview and early results of the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES). *J. Geophys. Res.*, 115, D23306, doi: 10.1029/2010JD014379. 査読有
- このほかに査読無のもの 2 件.

〔学会発表〕(計 110 件)

- 1) Suzuki, M., N. Manago, T. Sano, C. Mitsuda, K. Imai, D. Kinnison, K. Takahashi, M. Shiotani: On the reaction of ClO + HO<sub>2</sub> -> HOCl + O<sub>2</sub> in the stratosphere based on SMILES observation, Quadrennial Ozone Symposium 2012, Sheraton Center Toronto Hotel, Tronto, Canada, August 27-31, 2012.
- 2) Imai, K., M. Shiotani, M. Fujiwara, M. Suzuki, N. Manago, T. Sano, C. Mitsuda, Y. Naito: A comparison of ozone profiles between the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) and worldwide ozonesonde measurements - a possible bias of ozonesonde measurements due to the response time problem -, Quadrennial Ozone Symposium 2012, Sheraton Center Toronto Hotel, Tronto, Canada, August 27-31, 2012.
- 3) Sakazaki, T., M. Fujiwara, M. Shiotani, M. Suzuki, H. Akiyoshi, D. Kinnison: Diurnal ozone variations in the stratosphere as revealed with SMILES observations, Quadrennial Ozone Symposium 2012, Sheraton Center Toronto Hotel, Tronto, Canada, August 27-31, 2012.
- 4) Shiotani, M., T. Sano, M. Suzuki: Overview of SMILES mission and recent outcomes from its observation, 39th COSPAR scientific assembly, Narayana Murthy Centre of Excellence, Mysore, India, July 14-22, 2012. (invited)
- 5) Manago, N., M. Suzuki, T. Sano, C. Mitsuda, K. Imai, K. Takahashi, M. Shiotani: On the reaction of ClO + HO<sub>2</sub> to form HOCl in the stratosphere based upon SMILES observation, 39th COSPAR scientific assembly, Narayana Murthy Centre of Excellence, Mysore, India, July

14-22, 2012.

6) Suzuki, M., C. Mitsuda, N. Manago, N. Yoko, K. Imai, T. Sano, H. Akiyoshi, D. Kinnison, M. Shiotani: ClO at the lower stratosphere observed by JEM/SMILES, 39th COSPAR scientific assembly, Narayana Murthy Centre of Excellence, Mysore, India, July 14-22, 2012.

7) Suzuki, M., N. Manago, C. Mitsuda, K. Imai, H. Akiyoshi, T. Sano, Y. Naito, M. Shiotani: Chemistry within 2009/10 Arctic polar vortex observed by ISS/JEM/SMILES, Workshop on Stratospheric Sudden Warming and its Role in Weather and Climate Variation, Kyoto University, Kyoto, Japan, February 22-24, 2012.

8) Akiyoshi, H., T. Nakamura, M. Shiotani: ACTM simulation of chemical constituent distribution observed by SMILES, Workshop on Stratospheric Sudden Warming and its Role in Weather and Climate Variation, Kyoto University, Kyoto, Japan, February 22-24, 2012.

9) Shiotani, M.: Overview and updates of the SMILES Mission, 6th Atmospheric Limb Conference, Kyoto University, Kyoto, Japan, November 29-December 1, 2011.

10) Sakazaki, T., M. Fujiwara, M. Shiotani, M. Suzuki: Preliminary results on diurnal variations of temperature and ozone as observed with SMILES, 6th Atmospheric Limb Conference, Kyoto University, Kyoto, Japan, November 29-December 1, 2011.

11) Suzuki, M., C. Mitsuda, N. Manago, K. Imai, T. Sano, H. Akiyoshi, T. Imamura, D. Kinnison, Y. Naito, K. Takahashi, M. Shiotani: Cl/Br Chemistry found from SMILES L2 data, 6th Atmospheric Limb Conference, Kyoto University, Kyoto, Japan, November 29-December 1, 2011.

12) Shiotani, M. and SMILES Mission Team: Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES) - Middle atmospheric observations from the International Space Station, 2011 International Year of Chemistry (IYC), O3 symposium on stratospheric ozone and climate change, Ronald Reagan Building and International Trade Center, Washington DC, USA, November 7-10, 2011.

13) Shiotani, M. and SMILES mission team: Middle atmospheric chemistry and dynamics: results from the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES), EOS Aura Science Team Meeting, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland, September 13-15, 2011.

14) Suzuki, M., N. Manago, S. Mizobuchi, T.

Sano, C. Mitsuda, C. Takahashi, K. Imai, H. Ozeke, D. E. Kinnison, H. Akiyoshi, T. Imamura, T. Sakazaki, M. Fujiwara, Y. Naito, T. Kenshi, H. Hayashi, M. Shiotani: ClO, HOCl, HO<sub>2</sub>, and BrO data derived from ISS/JEM/SMILES observation, EOS Aura Science Team Meeting, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland, September 13-15, 2011.

15) Shiotani, M.: Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder - SMILES: A new satellite observation from ISS, 8th Annual Meeting AOGS, Taipei international convention center, Taipei, Taiwan, August 8-12, 2011. (invited)

16) Suzuki, M., N. Manago, C. Mitsuda, K. Takahashi, M. Shiotani: Chemistry of middle atmosphere explained from measurements of HCl, HOCl, and ClO by ISS/JEM/SMILES, 8th Annual Meeting AOGS, Taipei international convention center, Taipei, Taiwan, August 8-12, 2011.

17) Manago, N., M. Suzuki, T. Sano, Y. Iwata, M. Shiotani, M. Yamada, S. Takehiro, C. Mitsuda, C. Takahashi, K. Imai: Improved inversion algorithms for the SMILES L2 data processing, 8th Annual Meeting AOGS, Taipei international convention center, Taipei, Taiwan, August 8-12, 2011.

18) Shiotani, M.: Middle atmospheric chemistry and dynamics: results from the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES), 2011 IUGG General Assembly, Melbourne convention and exhibition centre, Australia, June 28-July 7, 2011. (invited)

19) Shiotani, M.: Overview and updates of the SMILES Mission, SMILES International Workshop, Kyoto University, Kyoto, Japan, March 14-15, 2011. (invited)

20) Naito, Y., N. Nishi, E. Nishimoto, M. Suzuki, C. Mitsuda, C. Takahashi, K. Imai, N. Manago, H. Hayashi, T. Sano, M. Shiotani: Global distribution of minor constituents observed by SMILES and its dynamical background, SMILES International Workshop, Kyoto University, Kyoto, Japan, March 14-15, 2011.

21) Naito, Y., N. Nishi, E. Nishimoto, M. Suzuki, C. Mitsuda, C. Takahashi, K. Imai, N. Manago, H. Hayashi, T. Sano, M. Shiotani: Global distribution of minor constituents observed by SMILES and its dynamical background, 91st American Meteorological Society Annual Meeting, Washington State Convention Center, Seattle, WA, USA, January 23-27, 2011.

22) Shiotani, M.: Changes in atmospheric air quality- A Japanese satellite mission (JEM/SMILES) exploring the ozone layer, 2010

ENVOL International Symposium, Ritsumeikan Asia Pacific University, Beppu, Japan, January 22, 2011. (invited)

23) Shiotani, M. and SMILES mission team: Overview and early results of the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES), EOS Aura Science Team Meeting, UCAR, Boulder, CO, USA, September 27-29, 2010.

24) Suzuki, M., C. Mitsuda, C. Takahashi, K. Imai, N. Manago, T. Sano, K. Kikuchi, S. Mizobuchi, T. Nishibori, S. Ochiai, H. Hayashi, E. Nishimoto, Y. Naito, H. Akiyoshi, M. Shiotani: Diurnal Variations of stratospheric/mesospheric trace species, ClO, BrO, and HO<sub>2</sub> by 4K cooled submm limb sounder ISS/JEM/SMILES, EOS Aura Science Team Meeting, UCAR, Boulder, CO, USA, September 27-29, 2010.

25) Shiotani, M., M. Takayanagi, M. Suzuki, T. Sano: Recent results from the Superconducting submillimeter wave limb emission sounder (SMILES) onboard ISS/JEM, SPIE Remote Sensing Conferences, Centre de Congrès Pierre Baudis, Toulouse, France, September 20-23, 2010.

26) Shiotani M. and Y. Naito: Meteorological conditions during SMILES observation, SMILES International workshop 2010 fall, JAXA, Tsukuba, Japan, September 13-14, 2010.

27) Kita, K. and SMILES Science team: Comparison of SMILES L2 and L2r products, SMILES International workshop 2010 fall, JAXA, Tsukuba, Japan, September 13-14, 2010.

28) Kikuchi, K., T. Nishibori, S. Ochiai, T. Manabe, H. Ozeki, R. Sato, T. Sano, Y. Irimajiri, M. Shiotani: Instrument overview and operation of JEM/SMILES, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Technical Commission VIII symposium 2010 Kyoto, Kyoto International conference center, Kyoto, Japan, August 9-12, 2010.

29) Suzuki, M., C. Mitsuda, C. Takahashi, T. Iwata, N. Manago, T. Sano, K. Kikuchi, S. Ochiai, K. Imai, E. Nishimoto, Y. Naito, H. Hayashi, M. Shiotani: Early results from 4K-Cooled Superconducting Submm Wave Limb Emission Sounder SMILES onboard ISS/JEM, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Technical Commission VIII symposium 2010 Kyoto, Kyoto International conference center, Kyoto, Japan, August 9-12, 2010.

30) Shiotani, M., M. Takayanagi, Y. Murayama: Overview and early results of the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission

Sounder (SMILES), 38th COSPAR Scientific Assembly 2010, Bremen exhibition & conference center, Germany, July 18-25, 2010.

31) Shiotani, M. and SMILES mission Team: Overview and early results of the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder (SMILES), European Geosciences Union General Assembly 2010, Austria Center Vienna, Austria, May 2-7, 2010.

32) Shiotani, M.: SMILES: Superconducting Submillimeter-wave Limb Emission Sounder, Symposium on Scientific Utilization of JEM Kibo on International Space Station (ISS), RIKEN, Wako, Japan, April 27-28, 2010. (invited)

このほかに国内外での学会発表 78 件.

[その他]

ホームページ等

JEM/SMILES - JAXA 宇宙航空研究開発機構  
<http://smiles.tksk.jaxa.jp/indexj.shtml>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

塩谷 雅人 (SHIOTANI MASATO)  
京都大学・生存圏研究所・教授  
研究者番号：50192604

### (2) 研究分担者

内藤 陽子 (NAITO YOKO)  
京都大学・理学研究科・助教  
研究者番号：50324603

林 寛生 (HAYASHI HIROO)  
京都大学・生存圏研究所・特定准教授  
研究者番号：70447936  
(分担者であった期間は、2010年4月1日から2012年6月30日まで)

北 和之 (KITA KAZUYUKI)  
茨城大学・理学部・教授  
研究者番号：30221914

小池 真 (KOIKE MAKOTO)  
東京大学・大学院理学系研究科・准教授  
研究者番号：00225343

鈴木 睦 (SUZUKI MAKOTO)  
独立行政法人宇宙航空研究開発機構  
宇宙科学研究所・上席研究員  
研究者番号：60142098