

# 大気中のオゾン等微量成分の変動の研究

Variations of ozone and related trace species in the atmosphere



准教授 村田 功  
Associate Professor  
Isao Murata

Temporal variation of total column of ethane was observed with FTIR at Tsukuba. We participated in the NDACC/IRWG meeting held at Jeju, Korea on May 30 - June 3, 2016 and presented our results of ethane observation. Balloon observation of stratospheric ozone and nitrogen dioxide with optical ozone sensor was carried out at Taiki, Hokkaido on September 5.

当研究室では、「グローバルな大気環境変動」をキーワードに、オゾン減少問題や地球温暖化など、地球規模の環境変動に関わる大気中の微量成分の観測的研究を行っている。2016年は、つくばにおけるフーリエ変換型分光器 (FTIR) によるエタン観測結果の解析や NDACC/IRWG 会議参加、光学オゾンゾンデによる成層圏オゾン観測などを行った。

我々は国立環境研究所との共同研究として、つくばにおける FTIR による観測を 1998 年より行っている。FTIR では太陽光の 2-15  $\mu$ m の赤外領域のスペクトルから大気中の多くの微量成分の高度分布等を調べることができる。FTIR を用いた同様の観測を行っている国際的な研究グループ NDACC/IRWG (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change/Infrared Working Group) では、各観測ステーションの結果を総合して地球規模の変動要因を解明する研究を進めており、昨年解析したメタンについては、ベルギーのグループを中心に NDACC/IRWG の各観測点の最近の増加傾向について解析を進めた結果が論文として発表された (Bader et al., 2017)。今年はエタン全量の経年変化を解析した。

エタンはメタンに次いで多く存在する炭化水素類であり、化学反応過程も類似した部分が多い。そのため、エタンがメタンの濃度に

影響することによる間接的な温室効果がある。また、PAN(Peroxy Acetyl Nitrate) の生成を通じて光化学スモッグ等の大気汚染、特に越境汚染として最近話題になっている長距離輸送を伴う発生源から離れた地域での汚染に寄与する。発生源は天然ガス、バイオ燃料、バイオマス燃焼等であるが、モデルが観測値を十分に再現出来ておらず、発生量を過小評価している可能性が高い。Fig.1・2 につくばで観測された 2001 - 2008 年および 2009 - 2015 年の経年変化を示す。これを見ると、2008 年まではほぼ一定値を示していたものが、2009 年以降には明らかな増加傾向を示していることがわかる。この増加の原因はまだ不明であるが、他の観測点でも増加が見られており、NDACC/IRWG で解析を進めている。

また、連携講座である地球環境変動学講座とともに昨年から進めている南極昭和基地での FTIR 観測他によるオゾンホール最盛期から回復期の解析は、今年度も引き続き論文文化に向けての作業を協力して進めている。

NDACC/IRWG では、毎年世界各国から 20 以上の研究グループが集まって観測手法や最新の結果に関する情報交換を行う会議を行っているが、今年度は韓国の済州島で 5 月 30 日から 6 月 3 日に開催された (Fig.3)。我々もこの会議に参加し、エタンの初期解析結

果の発表を行ったほか、解析手法の最適化などについて情報交換を行った。なお、FTIR の解析には NDACC/IRWG のメンバーが開発した SFIT というフィッティングプログラムを主に用いるが、これまで使用していた SFIT2 に代わる SFIT4 が開発され各グループの解析は SFIT4 に移行しつつあった。そこで、会議期間中に開発の中心メンバーである NCAR(National Center for Atmospheric Research) の Hannigan 氏と相談し、8 月に一週間ほど NCAR を訪問して SFIT4 の導入を行った。先のエタンの解析結果 (Fig.1・2) はこの SFIT4 を用いた解析の結果である。

光学オゾンゾンデは、本研究室が開発した紫外線強度の変化から成層圏オゾンの高度分布を観測する気球観測用の観測装置で、小型分光器を用いて 280-500nm のスペクトルを測定する。この装置を使った観測は宇宙科学研究所の大気球実験として以前から行っているが、前回 2013 年に観測した際には、気球上昇中の分光器温度変化により波長シフトが起こるなどいくつか問題点があった。そこで、今回は凝固点が 5°C の保冷剤を用いた温度安定機構を構成するなどの改良を

行い、2016 年 9 月 5 日に北海道大樹町の宇宙科学研究所大樹航空宇宙実験場において観測を行った。Fig.4 に観測時の外気温 (黒) と分光器温度 (赤) の時間変化を示すが、観測を行った高度 16-45 km では分光器温度はほぼ保冷剤凝固点付近で一定で 0.8°C 程度の変動に収まっていた。この結果、分光器の波長シフトや分解能変化もほぼなかったようで、Fig.5 に示す高度 15 - 16 km と 44 - 45 km のスペクトルを比較すると、15 - 16 km のスペクトルはまだ温度下降中のため若干シフトしているものの、ピクセル番号 2136 付近の太陽大気吸収線がほぼ一致していることがわかる。オゾンや二酸化窒素の解析は現在進行中であるが、かなり質のよいデータが取れているのでオゾン高度分布だけでなく二酸化窒素のカラム量なども出せると期待している。

また、村田准教授は昨年宮城県保健環境センターの評価委員をしており、今年度もこれまでに 1 回の評価委員会に出席して県保健環境センターが計画している研究計画の評価を行った。

## 発表論文

W. Bader, B. Bovy, S. Conway, K. Strong, D. Smale, A. J. Turner, T. Blumenstock, C. Boone, M. C. Coen, A. Coulon, O. Garcia, D. W. T. Griffith, F. Hase, P. Hausmann, N. Jones, P. Krummel, I. Murata, I. Morino, H. Nakajima, S. O'Doherty, C. Paton-Walsh, J. Robinson, R. Sandrin, M. Schneider, C. Servais, R. Sussmann and E. Mahieu, The recent increase of atmospheric methane from 10 years of ground-based NDACC FTIR observations since 2005, Atmos. Chem. Phys., 17, 2255-2277, doi:10.5194/acp-17-2255-2017, 2017.

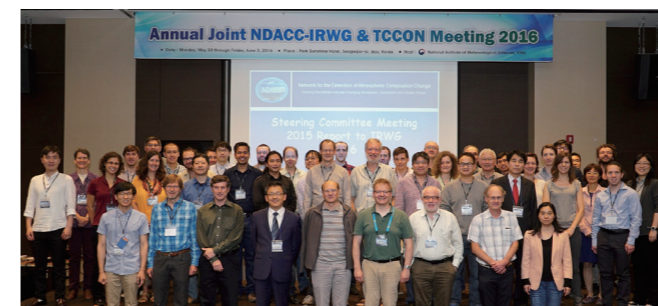


Fig.3 Group photo of NDACC/IRWG meeting held at Jeju, Korea.

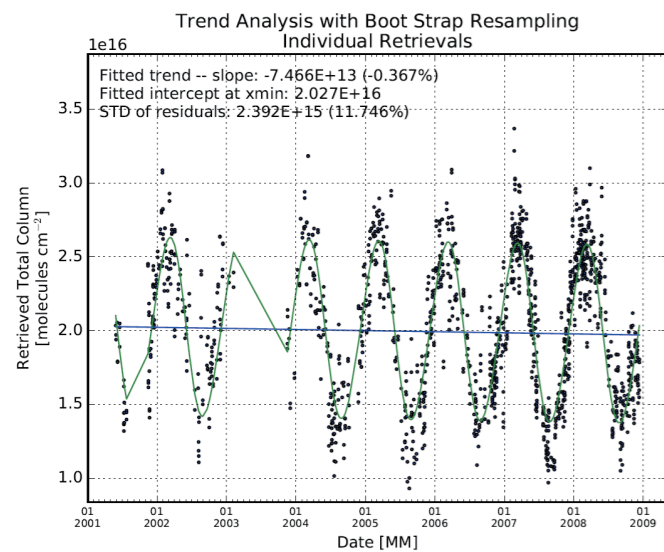


Fig.1 Temporal variations of the total column of ethane observed at Tsukuba from 2001 to 2008.

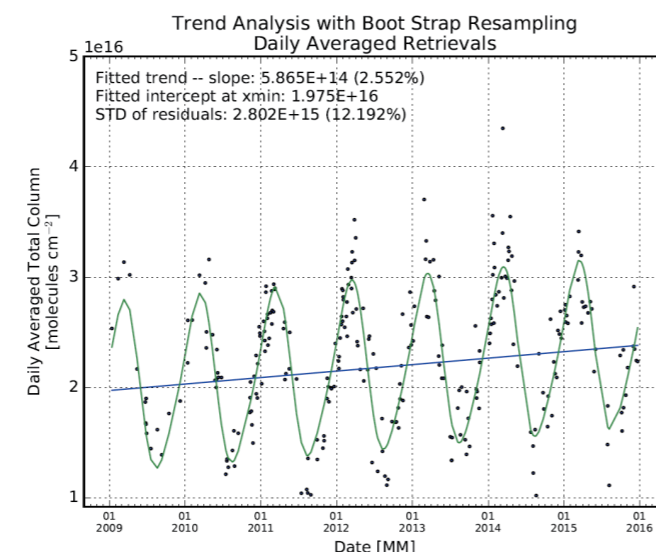


Fig.2 Temporal variations of the total column of ethane observed at Tsukuba from 2009 to 2015.

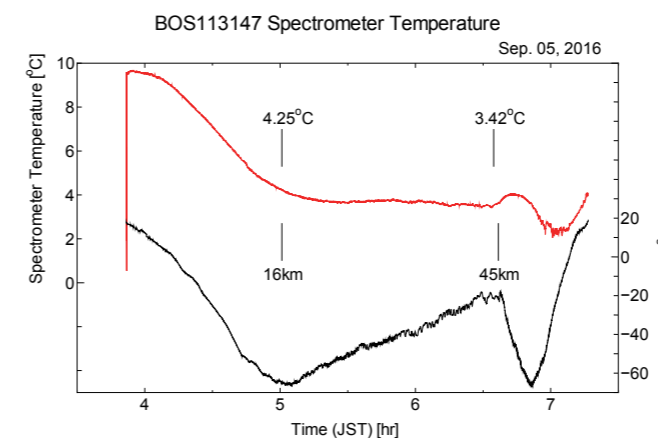


Fig.4 Temporal variations of air temperature (black) and spectrometer temperature (red) during balloon observation.

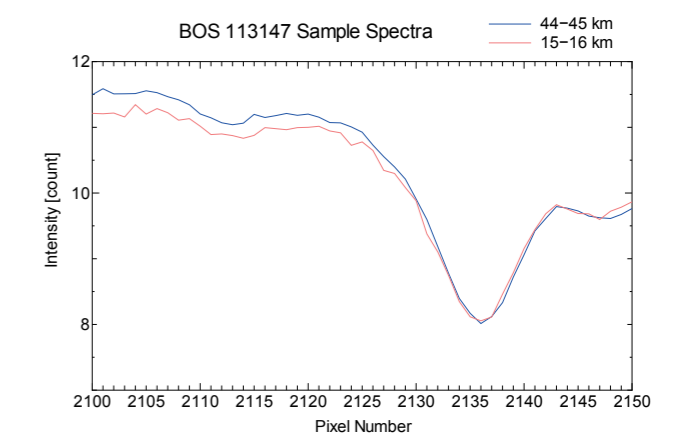


Fig.5 Spectra observed at the altitudes of 15 - 16 km (red) and 44 - 45 km (blue).