

対流圏オゾン監視予測技術向上のための対流圏オゾンライダー観測

Lidar Observations of Tropospheric Ozone
for the Improvement of the Monitoring and Prediction Technology of the Tropospheric Ozone

永井 智広^{*1}、眞木 貴史^{*2}、酒井 哲^{*1}、中里 真久^{*3}、柴田 清孝^{*2}、出牛 真^{*2}、
梶野 瑞王^{*2}、森野 勇^{*4}、奥村 浩^{*5}、新井 康平^{*5}、田久保 祥一郎^{*5}、内野 修^{*1,*4}
Tomohiro Nagai^{*1}, Takashi Maki^{*2}, Tetsu Sakai^{*1}, Masahisa Nakazato^{*3}, Kiyotaka Shibata^{*2},
Makoto Deushi^{*2}, Mizuo Kajino^{*2}, Isamu Morino^{*4}, Hiroshi Okumura^{*5}, Kohei Arai^{*5},
Shoichiro Takubo^{*5} and Osamu Uchino^{*1,*4}

^{*1} 気象研究所 気象衛星・観測システム研究部、

^{*2} 気象研究所 環境・応用気象研究部、^{*3} 気象庁 観測部、

^{*4} 国立環境研究所 地球環境研究センター、^{*5} 佐賀大学大学院 工学系研究科

^{*1} Meteorological Satellite & Observation System Res. Dep., Meteorological Research Institute

^{*2} Atmospheric Environment & Applied Meteorology Res. Dep., Meteorological Res. Inst.

^{*3} Observations Department, Japan Meteorological Agency

^{*4} Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies

^{*5} Graduate School of Science and Engineering, Saga University

Abstract

Tropospheric ozone (TrO_3) is one of the important contaminants and acts as greenhouse gases in troposphere. Recently, the TrO_3 is increasing, especially in east Asia, and has considerable effects on such as acceleration of the warming, increase of the respiratory disease and decrease of the agricultural crops. However, the understanding of the TrO_3 is not sufficient due to the few observational method in the middle troposphere with a adequate time resolution of a few hours. Lidar has advantages on the TrO_3 measurement with high vertical resolution and continuous measurement with adequate time resolution. We have a plan to make TrO_3 measurement using two lidars located at Tsukuba and Saga. The goal of the study is to understand the dynamics of the TrO_3 and improve of the monitoring and prediction technology of the TrO_3 .

1. はじめに

対流圏オゾンは強い酸化作用を持つため、メタンなどの温室効果気体に影響を及ぼし、一酸化炭素や二酸化窒素などの大気汚染物質の動態を左右するほか、オゾン自身が光化学オキシダントの主要物質であると共に、北半球では二酸化炭素に次ぐ温室効果気体でもある。この対流圏オゾンは、近年、特に東アジア地域で増加しており、その影響は、温暖化の加速、呼吸器疾患の増加、農作物の減収、電子機器や建築物などの社会資本の劣化という形で現れる。しかしながら、観測方法が限られているため、対流圏中層における数時間スケールでのオゾンの動態の把握は不十分であり、この実態を正確に調べることが必要である。本研究では、この対流圏オゾンの実態の監視や予測精度を向上させるため、数値モデルにライダー観測を組み合わせ、対流圏オゾン監視予測技術高度化の基盤の構築を行う。

2. 東アジア地域での対流圏オゾン

東アジア地域においては対流圏オゾンの増加の兆候が観測されており、また、日本において離島などでも光化学スモッグが観測されるなど対流圏オゾンの増加傾向が見られ、今後も増加する要因がいくつも指摘されている。例えば、地球温暖化による対流圏気温の上昇（光化学反応の反応速度に影響）、中国やインドの人口増加や経済発展に伴う大気質の悪化などである。このような中、東アジア地域の対流圏オゾンの実態を正確に調べようという機運が高まっており、主に数値モデルや極軌道大気化学観測衛星を用いた研究が行われるようになってきた。この他、山岳観測を含む地上観測、週1回の定常的オゾンゾンデ観測、航空機観測などが行われているが、これらの研究は比較的長時間スケールを対象としている。これに対して、オゾン高度分布の数時間スケールの連続観測手段は限られており、対流圏中層におけるオゾンの数時間スケールの動態は観測的研究の空白域である。

このような対流圏オゾンの動態は、化学輸送モデルを使った研究においても、成層圏からのオゾン侵入を直接表現することが、分解能の点で最近まで難しい状況にあった。加えて、モデルの空間解像度や精度検証は十分ではなく、特に対流圏中層において、モデルのみから信頼性の高い結果を得ることは現在でも容易でない。近年は欧米諸国や日本でも複数の研究機関が領域化学輸送モデルを用いた対流圏オゾンの予測情報を発表するなどしているが、東アジアをターゲットとした領域気象モデルと化学輸送モデル結合している例は世界中を見渡しても少ない。しかしながら、東アジアにターゲットを絞った領域化学輸送モデルの開発は、

この地域の大気汚染の深刻化とも相まって、今後は必然かつ必須の技術になると考えられる。

3. ライダー観測と領域化学輸送モデル

気象研究所では、高い距離分解能を持ち、対流圏オゾンを時間的に連続して観測することが可能なライダー装置の開発を行ってきており、定常的に安定して運用が可能な装置の開発に成功している (Nakazato et al., 2007、中里他、2007)。このライダーを用いて気象研究所のあるつくば、および、同じ技術を用いて開発され国立環境研究所により佐賀に設置されたライダー (内野他、2010) の 2 地点において対流圏オゾンの観測を行うこととしている。

領域化学輸送モデルは、気象研究所が開発を進めている領域大気質モデル (RAQM2) と、気象庁で日々の天気予報に活用されている領域気象モデル (NHM) を組み合わせたものである。境界条件等は全球化学輸送モデル (MRI-CCM2) のものを利用する。MRI-CCM2 は気象庁の大気汚染気象情報業務で現業運用しているモデルである。NHM は気象庁で日々の天気予報に活用されており、長年の開発に加えて日々の検証を通じて随時改良を加えられ、東アジアでは随一の予報精度を持っている。NHM と RAQM2 を組み合わせ、東アジアの気象現象を忠実に再現しつつ対流圏オゾンのシミュレートが可能となる画期的な領域化学輸送モデル (NHM-Chem) を開発している (梶野他、2011)。

本研究では、オゾンライダーによる連続鉛直観測データを NHM-Chem との比較検証や高濃度オゾン現象の実態把握に利用し、さらに、既存の衛星・地上観測データを統合すること (Fig. 1) によって、これまで明かされてこなかった日本付近における対流圏オゾンの立体構造や動態を世界で初めて明らかにできると期待できる。

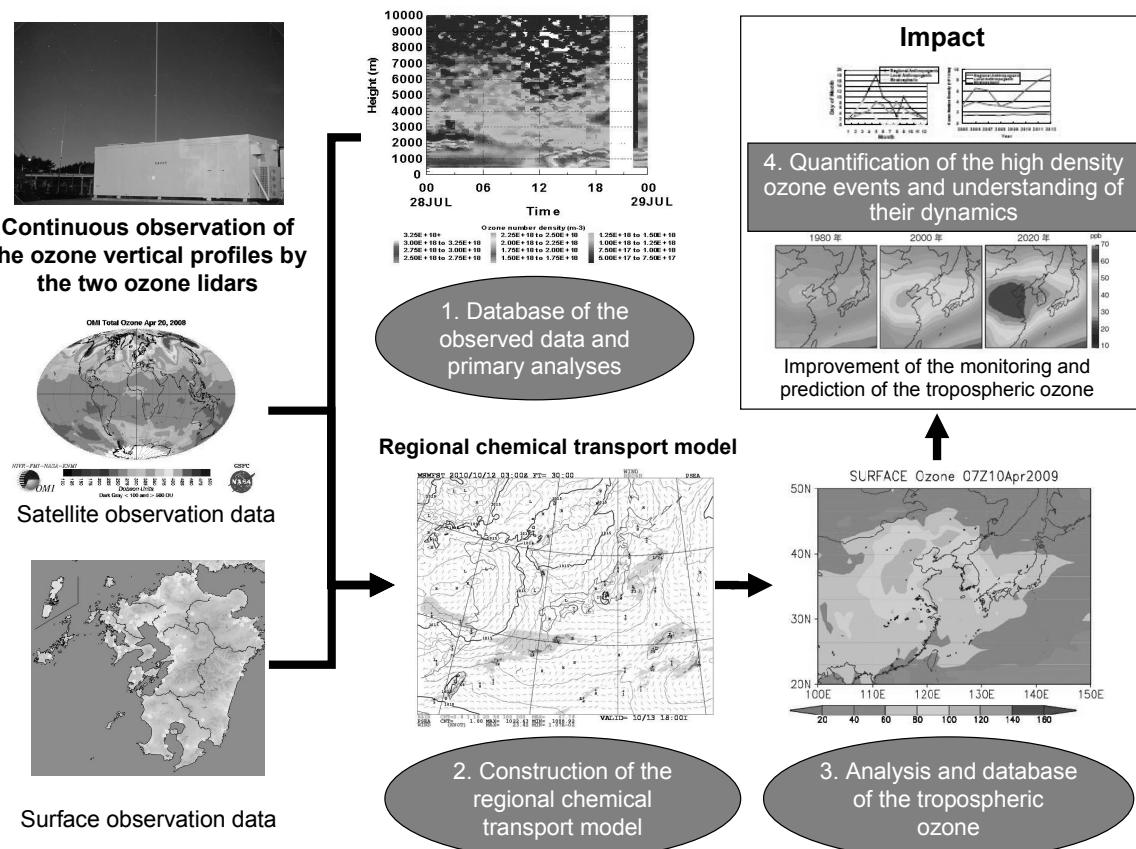


Fig. 1 Schematics of the framework of this research project.

<参考文献>

- 梶野瑞王、出牛真、眞木貴史、青柳曉典、橋本明弘、三上正男、非静力学気象化学モデル (NHM-Chem) の開発、日本気象学会 2011 年度秋季大会、投稿中、2011。
 Nakazato, M., T. Nagai, T. Sakai, Y. Hirose, Tropospheric ozone differential-absorption lidar using stimulated Raman scattering in carbon dioxide, Appl. Opt., **46**, 2269-2279, doi:10.1364/AO.46.002269, 2007.
 中里真久、永井智広、酒井哲、内野修、真野裕三、対流圏オゾンライダーで観測されたオゾン鉛直分布の季節変化、第 25 回レーザセンシングシンポジウム、予稿集 pp 93-94、2007。
 内野修、永井智広、中里真久、酒井哲、森野勇、横田達也、松永恒雄、佐藤勇城、GOSAT プロダクト検証用可搬型ライダーの開発、第 28 回レーザセンシングシンポジウム、予稿集 pp 8-9、2010。

<謝 辞>

本研究は、科学研究費補助金 (23310018) の助成を受けて行われている。