

# 2005年春に着目した中国から日本へのオゾン越境汚染の事例解析

毛家村友里子<sup>1</sup>、林田佐智子<sup>1,2</sup>、中里真久<sup>3</sup>、永井智広<sup>4</sup>

1:奈良女子大学 大学院、2:奈良女子大学 研究院 自然科学系、3:気象庁 観測部、4:気象研究所



## 1) 研究の背景と目的

1990~2011年の、日本におけるオゾン前駆物質の排出量は年々減少傾向にあったが、光化学オキシダントの平均濃度(昼間)は、どの地域においても上昇傾向であった(環境省、2013)。その一方で、中国のNO<sub>x</sub>の排出量は1980~2003年において、単調に増加しており[Ohara et al., 2007]、日本の光化学オキシダントの増加は、中国からの越境汚染によるものではないかと考えられている。

本研究では、気象研究所のオゾンライダーのデータを用いて、対流圏オゾンが中国から日本へ長距離輸送されている実態を明らかにする。

## 2) 解析したデータと使用したツール

### ・オゾンライダー

差分吸収法で、地上から大気オゾンの鉛直分布を観測する測器。気象研究所のオゾンライダーは、従来に比べて短い波長を用いて観測を行っているため、太陽光の影響を受けにくく、昼夜連続での観測が可能となった。ただし、観測は晴天時に限る[Nakazato et al., 2007]。

### ・流跡線解析ツールSPIRAL

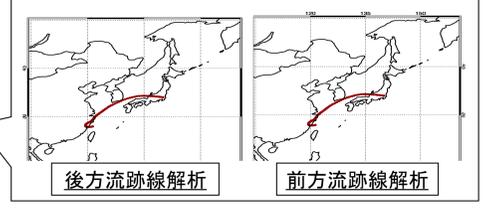
本研究では、NCEP/NCARの再解析データ(高度・気温・鉛直風・水平風)を用いている。時間増分を15分、時間積分方法を4次のルンゲ・クッタ法、高度決定法を3次元法に設定して計算を行った。SPIRALの信頼性は検証済みである。

### ・OMI (Ozone Monitoring Instrument)

EOS-Auraに搭載。観測対象は、O<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、OCIO、BrO、エアロゾル。観測時間は13:45。地球大気による太陽の後方散乱光を観測している。X.Liuら(2010)では、紫外スペクトルから直接対流圏オゾンの鉛直分布を導出しており、大気を24層に区切った詳細なO<sub>3</sub>鉛直分布を得ている(対流圏は下の3~7層)。本研究では、2005~2008年における最下層のO<sub>3</sub>データから、晴天時およびデータ質が良好であるものを選別して(Cloud\_Fraction < 0.2, フィッティング残差と観測誤差の相関 < 2.4)解析した。また、本研究の解析では、X.Liu氏によってグリッド化されたO<sub>3</sub>のデータに加えて、NASAによって一般に公開されているNO<sub>2</sub>とSO<sub>2</sub>の気柱量データを流跡線解析結果の参照として用いた。

### ・MOZAIC (The Measurement of Ozone and Water Vapor by Airbus InService Aircraft)

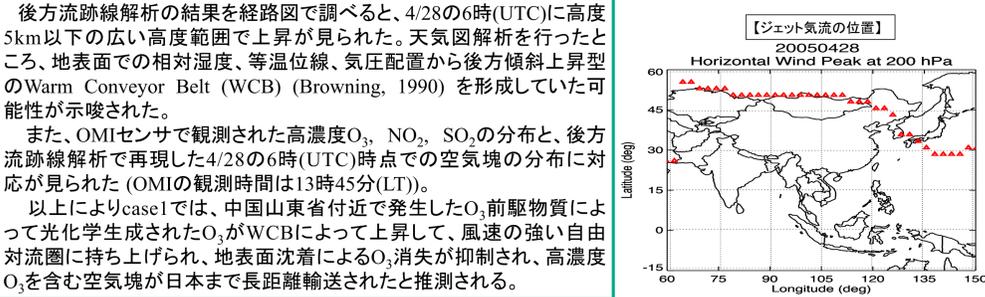
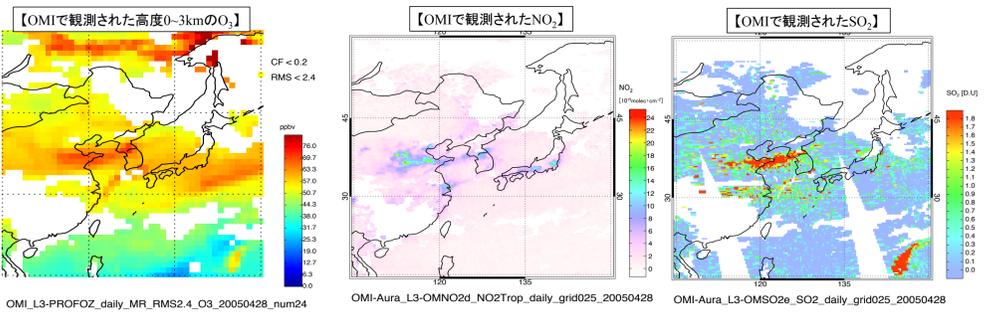
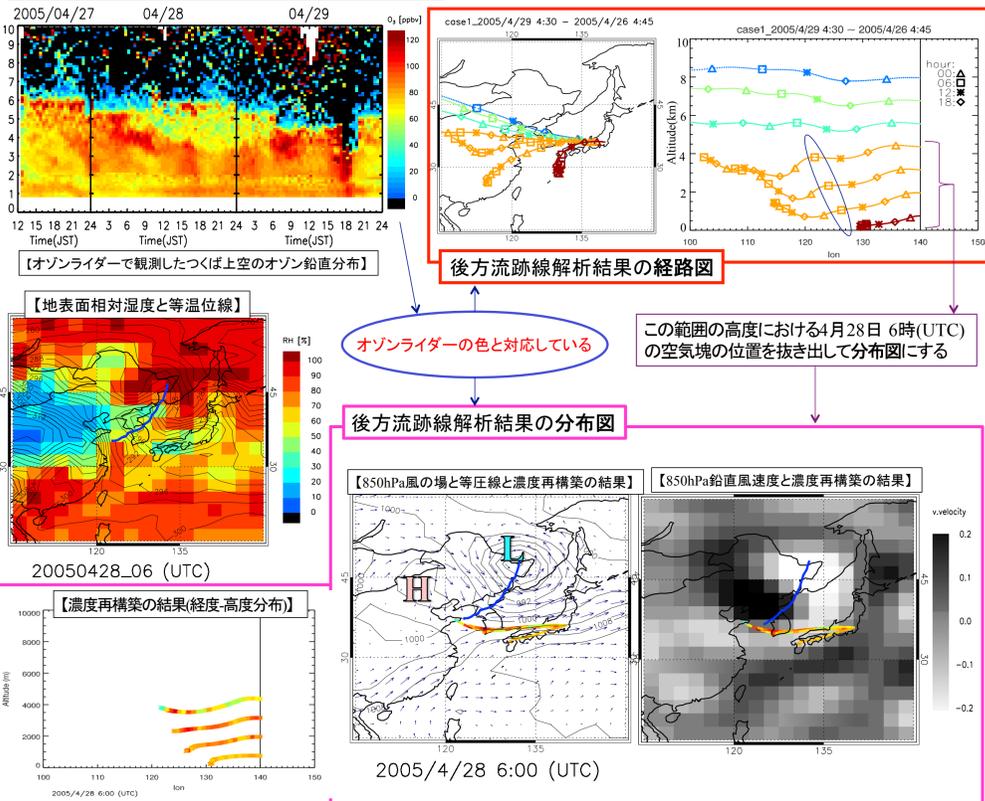
ヨーロッパの研究者と航空旅客機の製造会社、航空会社を中心として立ち上げられた航空機観測プロジェクトである[Marenco et al., 1998]。1994年8月から観測が開始され、O<sub>3</sub>、水蒸気、CO、NO<sub>y</sub>の直接観測を行っている[IGAC Newsletter No.37 November 2007]。大気微量成分の鉛直分布を離着陸時に観測している。



## 3) 解析手法

OMIとオゾンライダーの両者において、同日同時刻に観測データが得られた日は61日あった。そのうち、日本の環境基準である60ppbvを超えるO<sub>3</sub>がオゾンライダーで2日間連続的に観測され、越境汚染が疑われる極めて異例な2事例に着目し、15分毎に3日間の後方流跡線解析を行った。初期位置は北緯36°東経140°(つくば)、高度については747mから1200m毎に8個の空気塊を設定した。空気塊の輸送経路を確認した後、空気塊の分布を確認するため、後方流跡線解析の結果を用いてマップの再構築を行った。その際には、O<sub>3</sub>の寿命が数日であることから、本研究の解析期間であれば、O<sub>3</sub>の濃度は保存されると仮定し、流跡線解析の開始時刻に対応するオゾンライダーの配色を用いて濃度情報を付加した。

### 4.1) 解析結果 (case1: 4/27~4/29)

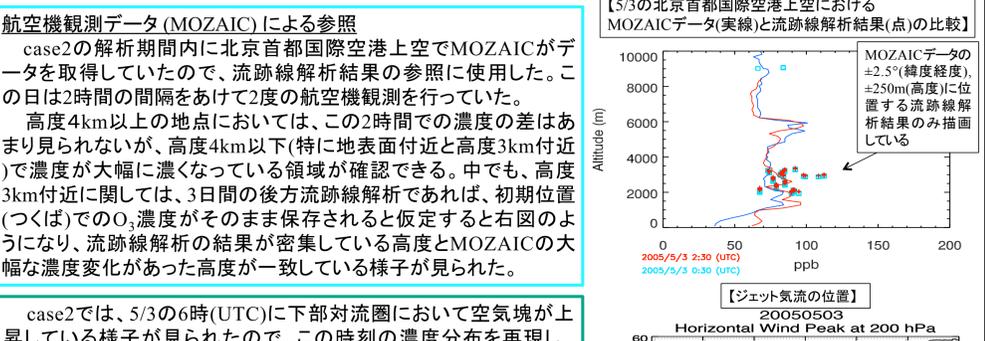
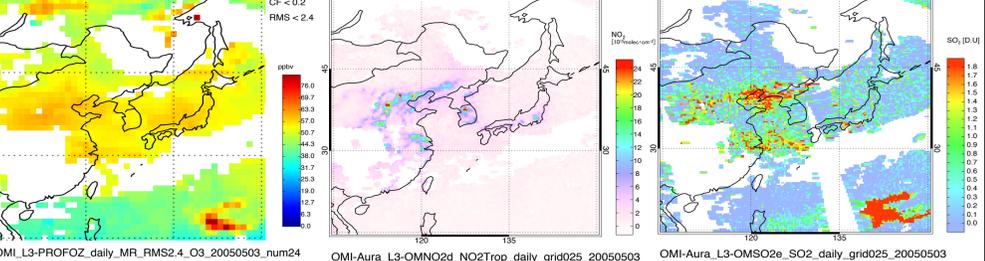
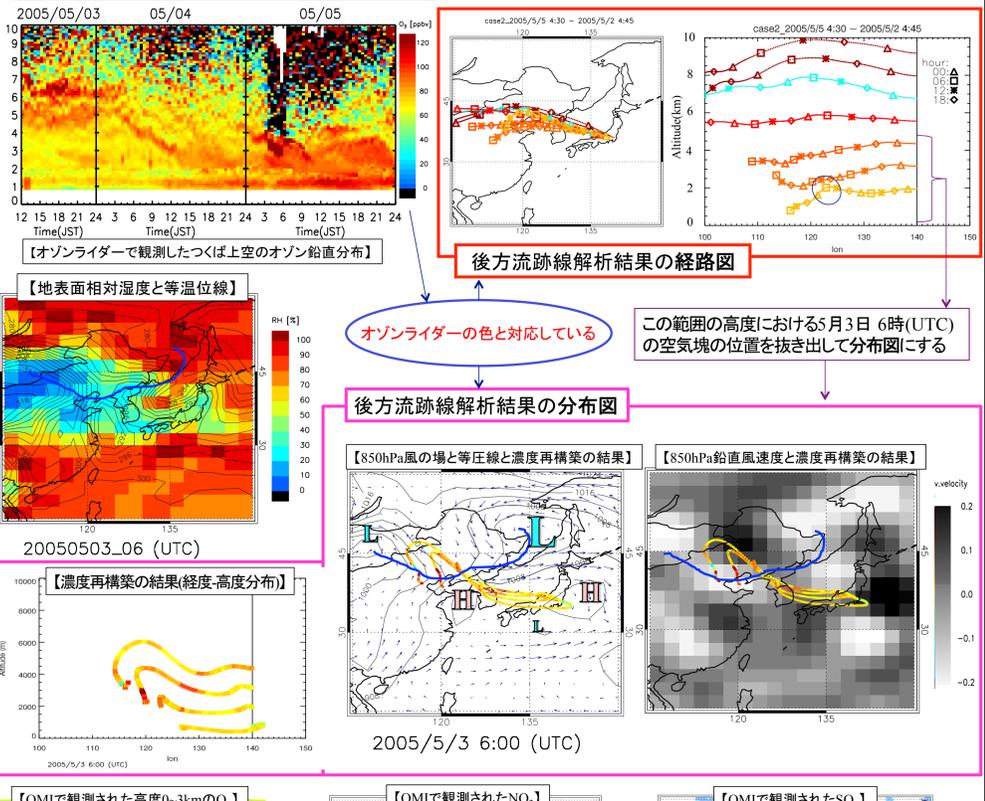


## 5) まとめと今後の展望

後方流跡線解析の結果を分布図で示すと、case1では山東省付近に高濃度O<sub>3</sub>域が再現され、OMIのデータとも対応が見られた。case2については、北京周辺に高濃度O<sub>3</sub>域が再現されたが、MOZAICのデータより北京より風上の地点にO<sub>3</sub>の生成源がある事が推測された。

今後は両事例について、粒子の拡散を考慮した流跡線解析ツールFLEXPARTを用いることで、より現実大気に近い予測を行いたい。またcase2については、MOZAICの高度3kmの地点から後方流跡線解析を行い、空気塊の起源を推定する予定である。

### 4.2) 解析結果 (case2: 5/3~5/5)



case2では、5/3の6時(UTC)に下部対流圏において空気塊が上昇している様子が見られたので、この時刻の濃度分布を再現し、case1と同様の比較を行ったところ、北京付近の高度約3kmの地点に高濃度O<sub>3</sub>の分布が再現され、実際に北京のMOZAICデータでも同じ高度に高濃度O<sub>3</sub>が分布していた。さらに、高度3km地点に比べて地表での濃度が低いことから、case2の高濃度O<sub>3</sub>の生成源は北京より風上の地点であると推測される。また、再現したO<sub>3</sub>濃度分布とOMIのO<sub>3</sub>濃度分布の対応がcase1ほど顕著ではなかったが、これは風のシアが大きかったためではないかと考えられる。