

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¹、林田佐智子^{1,2} 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

1) 研究の背景と目的

1980年代から2000年代にかけて、日本におけるNO_xの濃度は一定だったが、対流圏オゾン濃度は連続的に増加している[Ohara and Sakata et al.,2003]。一方、中国では1980～2003年において、NO_xの排出量が単調に増加している[Ohara et al.,2007]。このことから、中国で光化学生成されたオゾンが長距離輸送され、日本の対流圏オゾンが増加しているのではないかと疑われている。本研究では、気象研究所のオゾンライダーと、X.Liu氏(ハーバード大学)によってリトリバルされたOMIの2つの貴重なデータを用いて解析を行うことで、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

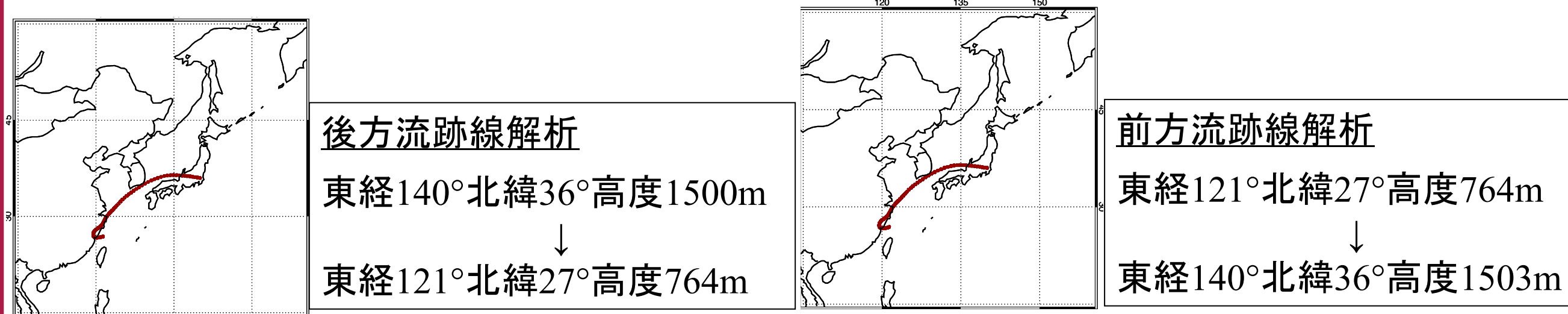
差分吸収法で、地上から大気オゾンの鉛直分布を観測する測器。気象研究所のオゾンライダーは、従来に比べて短い波長を用いて観測を行っているため、太陽光の影響を受けにくく、昼夜連続での観測が可能となった。ただし、観測は晴天時に限る。

・ OMI(Ozone Monitoring Instrument)

EOS-Auraに搭載されたオゾン観測測器。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・可視スペクトルの波長依存性を利用して、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データを得ている。そのうち対流圏は下の3層に該当し、本研究では最下層を用いて解析を行っている。晴天時およびデータ質が良好であるものの選別を行い、マップ化した。swathデータが一般に公開されているが、本研究の解析では、X.Liu氏によって、グリッド化されたデータを用いている。

・ 流跡線解析ツールSPIRAL

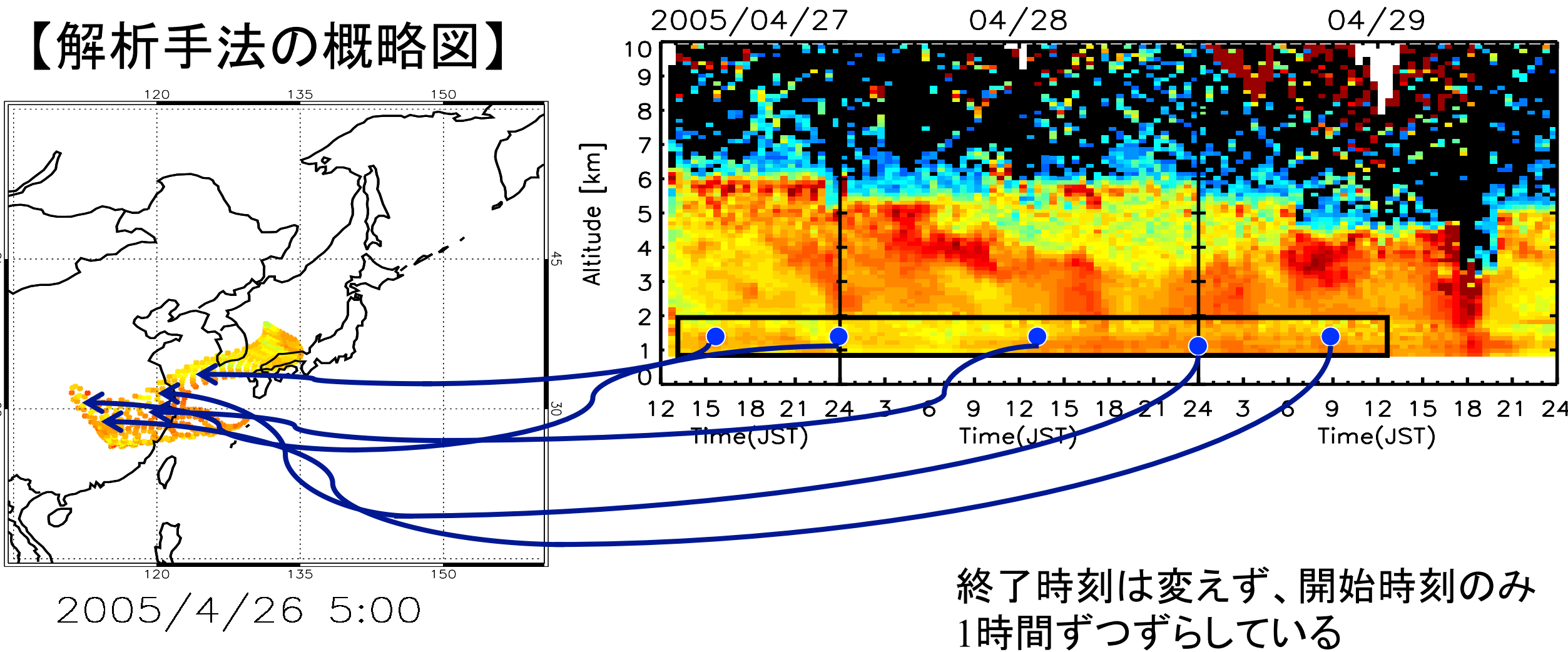
本研究では、NCEP/NCARの再解析データを用いている。時間増分を1時間、時間積分方法を4次のルンゲ・クッタ法、高度決定法を3次元法に設定し、計算を行った。また、SPIRALの信頼性の確認を行ったところ、非常に一致していた。



3) 解析手法

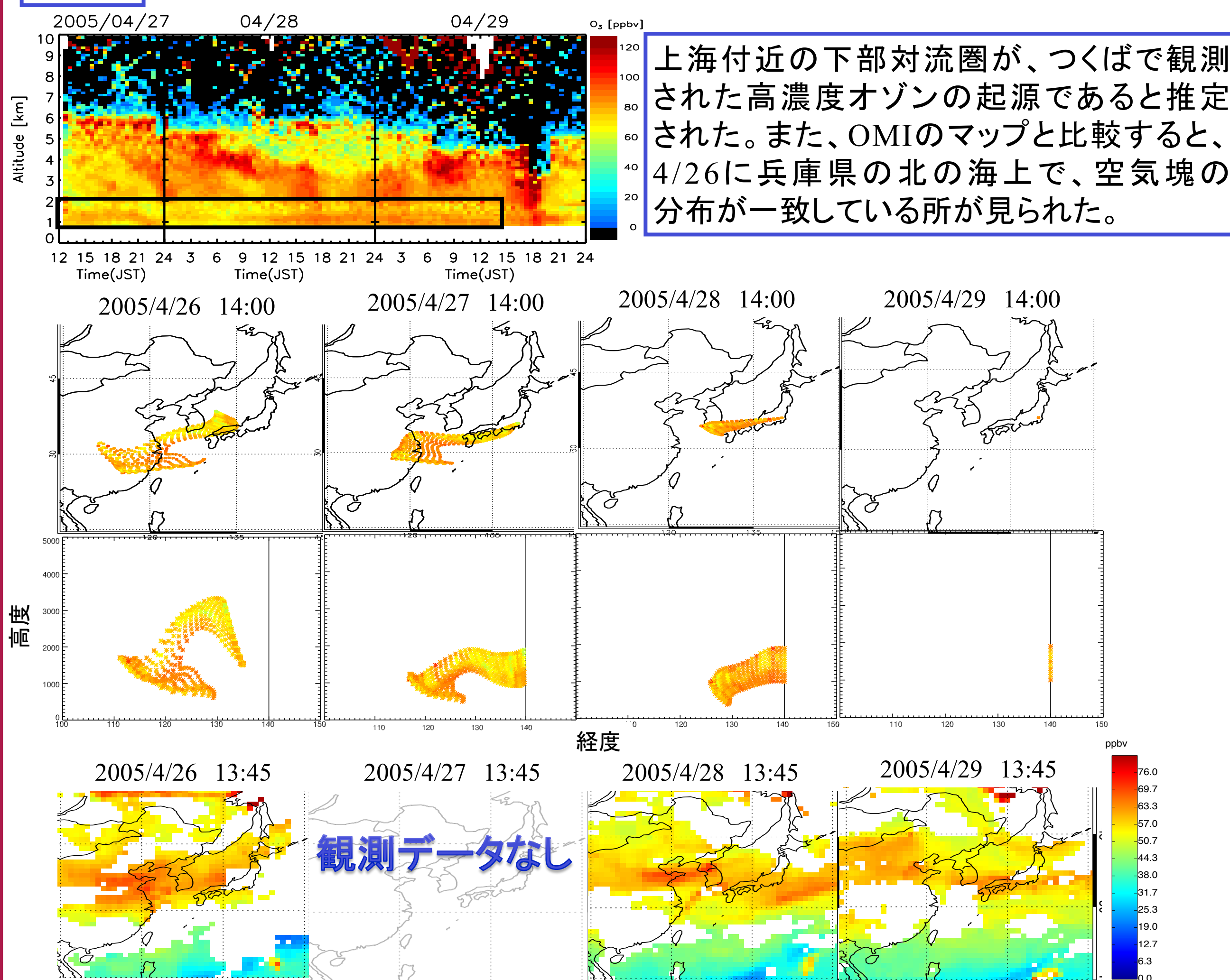
OMIとオゾンライダーの両者において、同日同時刻に観測データが得られた日は61日あった。そのうち、日本の環境基準である60ppbvを超えるオゾンがオゾンライダーで2日間連続的に観測された、極めて異例な3事例に着目し、1時間毎に後方流跡線解析を行った。初期位置は北緯36°東経140°(つくば)、高度については1km～2kmの範囲で100m毎に10個の空気塊を設定した。流跡線解析結果をマップ化するには、オゾンの寿命が数日であることから、数日の解析期間であれば、オゾンの濃度は保存されると仮定し、流跡線解析の開始時刻に対応するオゾンライダーの配色を用いて濃度情報を付加した。これによって、特に高濃度のオゾンを含んでいた空気塊が元々どの地域に分布していたのかを知る事が出来る。

【解析手法の概略図】



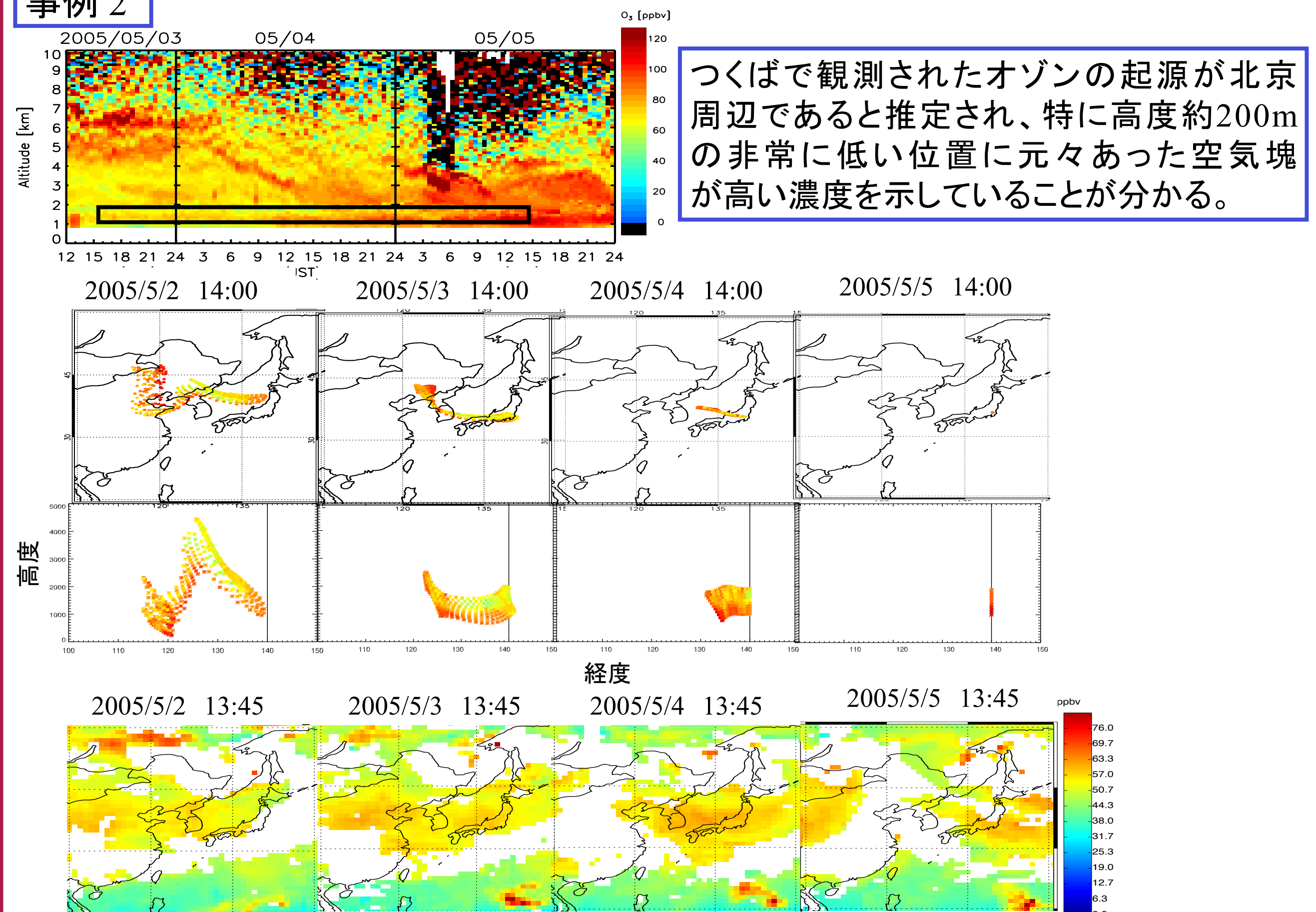
4) 解析結果

事例 1



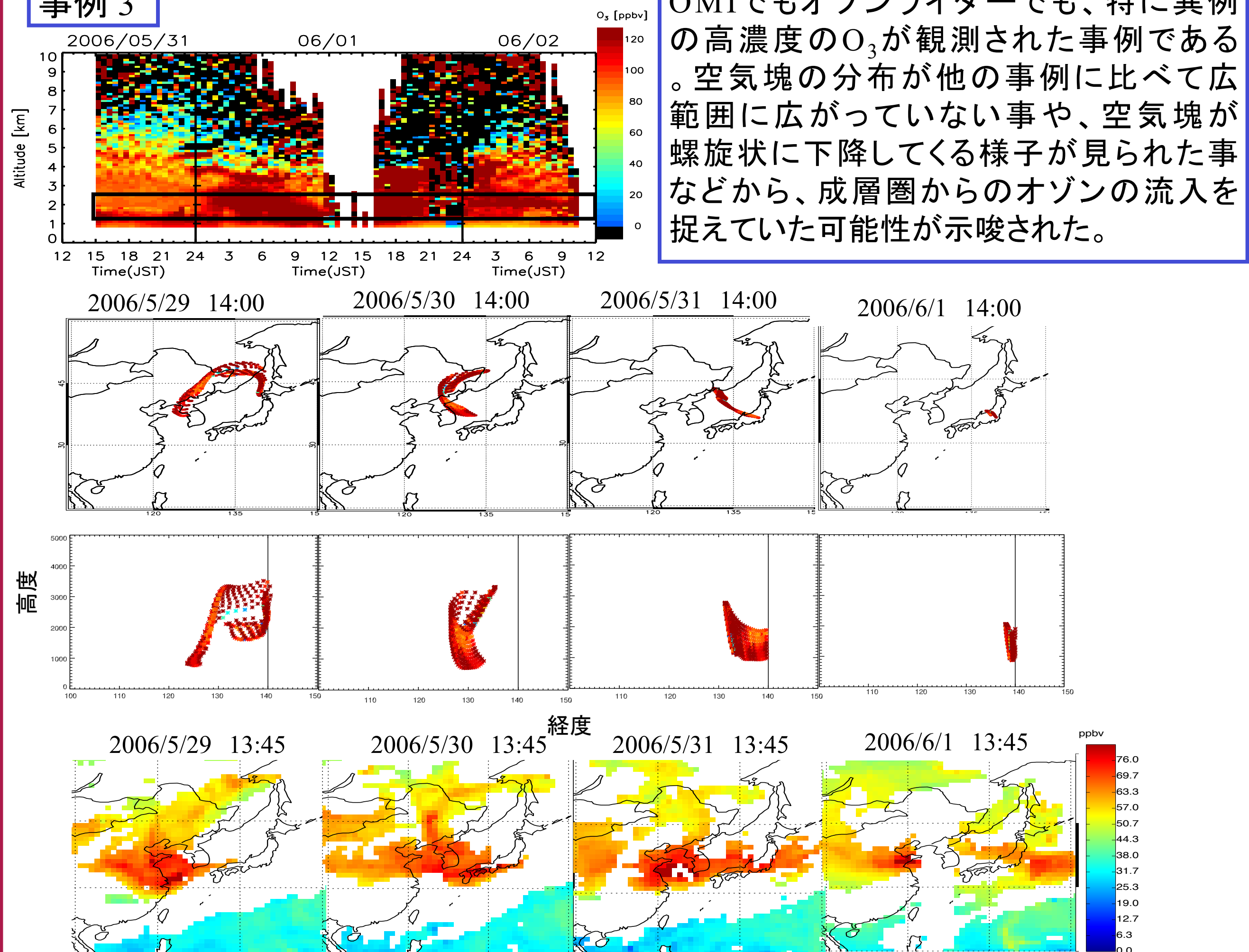
(上段) オゾンライダーで観測したオゾン混合比
(中段) 流跡線解析の結果の緯度-経度分布(上)と高度分布(下)
(下段) OMI最下層[約0～3km]のO₃混合比マップ

事例 2



つくばで観測されたオゾンの起源が北京周辺であると推定され、特に高度約200mの非常に低い位置に元々あった空気塊が高い濃度を示していることが分かる。

事例 3



OMIでもオゾンライダーでも、特に異例の高濃度のO₃が観測された事例である。空気塊の分布が他の事例に比べて広範囲に広がっていない事や、空気塊が螺旋状に下降してくる様子が見られた事などから、成層圏からのオゾンの流入を捉えていた可能性が示唆された。

5) まとめ

後方流跡線解析の結果、事例1と事例2は、中国都市部の下部対流圏が起源であるという結果になった。一方、事例3は成層圏からのオゾンの流入を捉えたものであると示唆された。今後は、0～1km,2～3kmの高度についても同様の解析を行い、推定した空気塊の分布の信頼性について、直接観測のデータ等を利用し、検証を行っていきたい。

参考文献

- Ohara, T. a. A., H. and Kurokawa, J. and Horii, N. and Yamaji, K. and Yan, X. and Hayasaka, T. (2007). "An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020." Atmos. Chem. Phys. 7(16): 4419-4444.
- 大原利真, 坂田智之 (2003). "光化学オキシダントの全国的な経年変動に関する解析." 大気環境学会誌: 38:47-54.

謝辞

本研究で解析したオゾンライダーのデータは、気象研究所の中里真久氏から提供を受けたものです。また、OMIのグリッドデータは、ハーバード大学のXiong.Liu氏によって導出され、共同研究として提供を受けたものです。心より御礼申し上げます。

本研究はGrant-in-Aid from the Green Network of Excellence, Environmental Information(GRENE-ei)の支援のもと実施されています。