

研究課題名：相互比較を通じた大気場およびオゾン関連化学種の同化実験

課題代表者：気象研究所 柴田清孝
 共同研究者：気象研究所 出牛 真
 実施年度：平成 23 年度～平成 23 年度

1. 研究目的

オゾンなどの大気微量成分に関する実況監視予測情報が、社会にリアルタイムで提供されるようになり、その分布変動に関する情報は、大気汚染警報の発令、紫外線予報、オゾンホール監視などに広く利用されている。これらの実況監視予測情報作成には、観測に加えて化学輸送モデルの利用も進められているが、化学輸送モデルの予測精度は、初期条件（微量成分の3次元分布）の精度およびモデルの性能に強く依存する。この研究はオゾン関連化学種の実況監視予測の改善のため、高度な4次元データ同化手法を導入し、高精度な初期条件を提供できるシステムを構築することを目的としている。

2. 研究計画

非線形システムでも比較的容易に導入可能とされているアンサンブルカルマンフィルタを化学-気候モデルに適用して大気およびオゾン関連の化学種の同化実験の比較を行う。

環境研究所と気象研究所のそれぞれの化学-気候モデルを用いて同一条件で大気およびオゾン関連の化学種の同化実験を行い、比較する。モデルの系統誤差に依存するエラーや依存しないエラーを評価でき、今後のモデル改良に資することができる。また、各観測の有無による同化実験を通してその観測のインパクトを調べる。

3. 進捗状況

化学種の数や化学反応の数がそれぞれ 90、247 と成層圏をターゲットにした MRI-CCM1 の約2倍になっている成層圏と対流圏の両方を扱える MRI-CCM2 を使ってアンサンブルカルマンフィルタによる同化実験を行っている。同化のオゾンデータは衛星データを使い、鉛直プロファイルのMLSとコラム量のOMI-TOMSを使った。気象データは気象庁の最解析システムのJCDASを使った。同化の種類は(1) JCDAS,MLS,OMIの3つを同化する、(2) JCDAS,MLS、(3) JCDAS,OMI、(4) JCDAS のみの4つである。オゾンと気象場は別々に同化し、メンバー数は 32、同化間隔は 6 時間、最大インフレーションは 20%、局所化は水平 650km、鉛直は気圧の対数は 0.4 に設定した。期間は 2006 年の6月から9月である。

図1にMLSオゾンと4つの同化オゾンとの比較を示す。大気場のみ同化よりオゾンの同化を含めた方が観測に近くっており、コラム量だけでなくプロファイルの情報を同化する方が、同然、良くなっている。オゾンゾンデとの比較でも同様の結果である（図略）。その他の量で比較しても定性的に同様のことが言え、同化の量が多いほどモデルのオゾンは良くなる。

オゾンホール面積で比較したのが図2である。観測

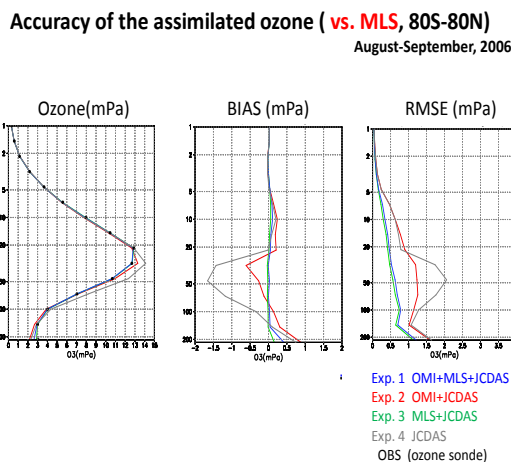


図1 MLSオゾンとMRI-CCM2による同化オゾンの80S-80N平均、8-9月平均のプロファイル(200-1hPa)の比較。(左)オゾン分圧、(中)バイアス、(右)RMSE。単位は全てミリパスカル。

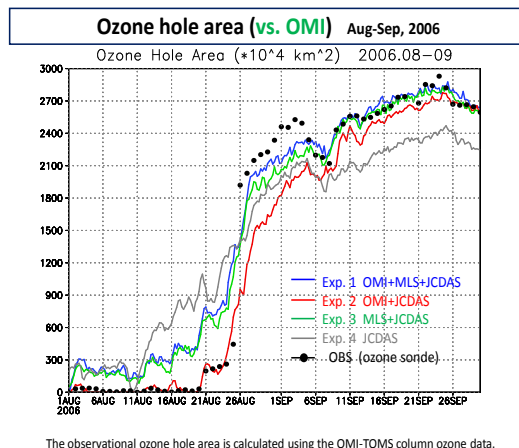


図2 2006年の南極オゾンホールに対するオゾンゾンデとの同化オゾンの比較。

は OMI-TOMS に基づく。オゾンホールが急速に広がる 8 月 26 日前までは OMI と JCDAS の組み合わせが最良で、観測と良く符合している。しかし、8 月 26 日以降は、OMI と JCDAS の組み合わせはオゾンホール面積の過小評価の程度が大きくなっており、MLS の同化が含まれているデータの方が観測値に近くなっている。特に、9 月 6 日以降は、MLS 同化オゾンはいずれも非常に観測値に近い。

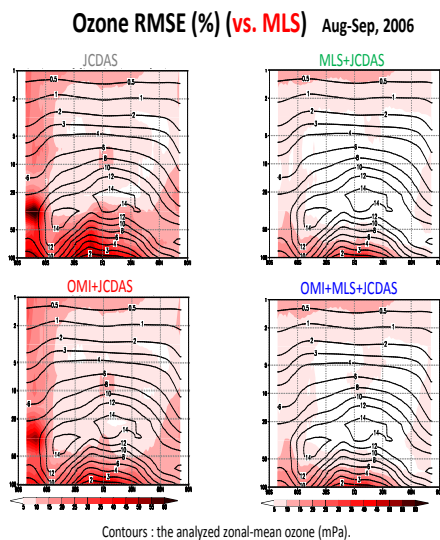


図 3 各オゾン同化の MLS オゾンに対する RMS (%) の 2006 年 8-9 月平均の緯度—高度断面(100-1 hPa)。

8-9 月平均の MLS オゾンに対する RMSE の緯度-高度断面 (100-1hPa) を示したのが図 3 である。成層圏オゾンと比較しているため、明らかに MLS オゾンを同化したものがそうでないものより RMSE が小さくなっており、特に、南極上空は格段に小さくなっている。このことは、モデルの系統誤差を小さくするために、プロファイルオゾンと同化することの影響の大きさを表している。

4. 今後の計画

オゾンを同化したことによって、その放射効果がどの程度、どのように力学にフィードバックしているのかを解析する。これらの結果を環境研で行っている同化実験と比較する。

5. 計算機資源の利用状況

実行ユーザ数：2, CPU 時間 1 ノード未満: 0 hour, 1 ノード: 9,426 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 9,426 hours

6. 昨年度研究課題のまとめ

6.1. 昨年度研究課題名

化学-気候モデルによる温暖化の将来予測における対流圏オゾンと成層圏オゾンの役割評価

6.2. 昨年度研究課題の目的

対流圏オゾンと成層圏オゾンはそれぞれ対流圏や成層圏の大気大循環の複雑な力学系、化学系および両者の相互作用で濃度分布が決められ、その放射過程を通して気候に大きな影響を及ぼしている。対流圏オゾンと成層圏オゾンの濃度を精度よく計算する力学と化学を含んだ数値モデル (化学-気候モデル) を使い、両オゾンが地球温暖化の将来予測においてどのような役割を果たすのかを化学-気候モデルの数値積分を行い評価する。

6.3. 昨年度研究課題の成果概要

海面水温などの外部条件に 1990 年代の気候値を使ってモデルを約 10 年間積分した時の対流圏オゾンや関連化学種を調べた。地表オゾンの季節サイクルでは以下のような特徴を現実的に再現していた。春季 4 月は太陽が北半球にあるので、北半球亜熱帯から中緯度に高濃度域があり、それがアフリカ、ヨーロッパ、アジア、北米に帯状分布している。秋季 10 月は太陽が南半球へ移動するが、インドや中東ではなお高濃度オゾンがある。中央アフリカや亜熱帯付近のアフリカ、南米での高濃度域はバイオマス燃焼によるものである。対流圏中層 (500hPa) で見ると、アフリカや南米での地表のバイオマス燃焼による高濃度 CO が東風で西に輸送されているのが明瞭である。

MRI-CCM2 の境界条件を与える MRI-CCM1 の過去再現-将来予測 (1960-2100) 実験について、対流圏-成層圏質量交換と成層圏から対流圏へのオゾン流入をしらべ、ブリューワー・ドブソン循環がコンスタントに増加していること、それに対応して 2090 年代は 2000 年代に比べて低緯度のオゾン減少、中高緯度のオゾン増加が見られることが解析された。

6.4. 昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数：2, CPU 時間 1 ノード未満: 0 hour, 1 ノード: 22,058 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 22,058 hours