

研究課題名：化学-気候モデルによる突然昇温に伴う成層圏オゾンの急速な変化が中層大気循環に及ぼす影響評価

課題代表者：高知工科大学環境理工学群 柴田清孝

実施年度：平成 28 年度～平成 28 年度

1. 研究目的

成層圏の冬極の温度が急激に上昇する成層圏突然昇温は極向きの強い子午面流を誘起し、中緯度の相対的に高濃度のオゾンが高緯度に輸送される。その過程において放射活性気体であるオゾンがどの程度関与しているかを化学-気候モデルを使って定量的に調べるものである。これまで冬半球の中高緯度成層圏は太陽光が弱いので、オゾンによる短波加熱率は長波放射冷却率に比べるとほとんど顧みられてこなかったが、成層圏突然昇温の場合は強い極向き子午面流でオゾンが再配分されるので、その影響は小さくないことが予想される。現在の化学-輸送モデルはイベント的な成層圏突然昇温もかなり現実的に再現できるレベルにあり、この利点を活かしてオゾンが成層圏突然昇温の後の成層圏の循環への影響、さらに対流圏の循環へ及ぼす影響も調べる。

2. 研究計画

化学-気候モデル（水平分解能2.8度、鉛直68層）の鉛直分解能の再設定を行い、中間圏までより正確に惑星波の伝搬を表現できるようにし、その後、北半球冬季のいくつかのシミュレーションを行い、モデルで再現された成層圏突然昇温の力学的な性質を調べる。

3. 進捗状況

上部成層圏から中間圏の鉛直分解能を改善するため鉛直層を 68 層から 81 層に増やした T42L81 版は化学過程で不具合が生じ、長期のランが行われていない。そのバグの原因解明をしながら、同時進行で既存の T42L68 版で突然昇温の解析と熱帯準二年振動 (QBO) の周期のチューニングを行った。

突然昇温の解析では突然昇温発生の前後でのオゾン変動のコンポジットを行い、そのオゾンへの影響が北半球や熱帯だけでなく南半球の中緯度にまで及び、対流圏界面付近の上昇流による減少だけでなく中間圏での発生前の減少と発生後の増加まで関連し、その時間スケールは約 2 ヶ月以上前から 3 ヶ月以上後の全体で数ヶ月に及んでいることがわかった (図 1)。

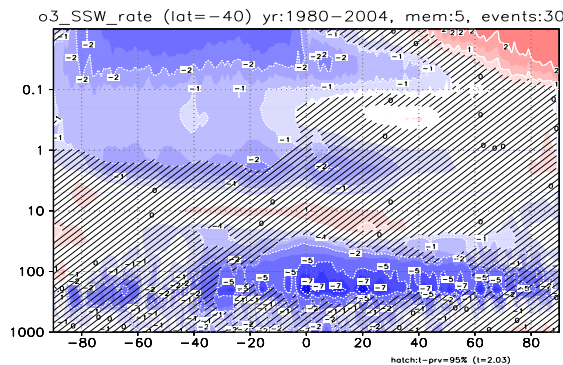


図 1. 北半球突然昇温の前後期間での南半球中緯度 (40 度) のオゾン相対変化のコンポジット。横軸は日にちを表し、ゼロが突然昇温当日。斜線部以外が 95% 有意を表す。赤色系はプラス、青色系はマイナスを表す。

QBO の周期について水平拡散係数のチューニングで現実的な値に近づける作業を行った。以前の QBO 周期は現実的な約 28 ヶ月であったが、フロム 12 の光解離定数の JPL02 記載のタイプミス値から JPL06 のミスの無い値に修正したことなどによって熱帯成層圏でのオゾン濃度が減少し、これが原因で QBO 周期が約 20 ヶ月と短くなった。これを長くするためナブラ 4 乗の水平拡散の係数を段階的に変化させて QBO 周期を延ばした。振幅は変化が非常に小さい。現時点で図 2 に示すように 24 ヶ月以上になっている。周期が約 28

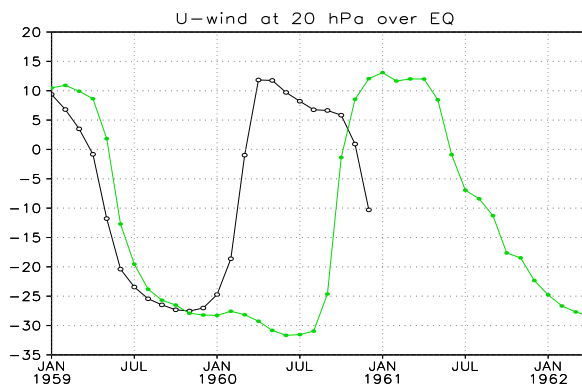


図 2. 赤道成層圏 (20hPa) での帯状平均東西風の時間変化。黒線が元の版 (最高波数での時定数 100 時間)、緑線が水平拡散係数を強くした版 (時定数 50 時間)。

ヶ月になるように引き続いてチューニングを継続している。

4. 今後の計画

T42L81 版の不具合は 68 層のリスタートデータから作成した 81 層のリスタートデータの不具合とイニシャルショックの解消の不十分さが回りまわって化学過程で顕在化したと考えられる。これらの不具合の原因を取り除いた後、成層圏突然昇温の再現実験を行いそれに伴うオゾンの急速な変動が成層圏突然昇温の後の成層圏の循環への影響を調べる。

5. 昨年度終了研究課題名

化学-気候モデルによる突然昇温に伴う成層圏オゾンの急速な変化が中層大気循環に及ぼす影響評価

6. 計算機資源の利用状況 (2015 年 10 月 1 日～2016 年 10 月 31 日)

実行ユーザ数: 1

CPU 時間 v_deb: 0.01 hours, v_32cpu: 2,321.81 hours, v_96cpu: 0.00 hours, v_160cpu: 0.00 hours, 計: 2,321.82 hours