

## 研究課題名：成層圏オゾン層の長期変動とその成層圏—対流圏気候への影響に関する研究

課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター 秋吉英治  
 共同研究者：国立環境研究所地球環境研究センター 山下陽介  
 国立環境研究所地域環境研究センター 菅田誠治  
 東京大学大気海洋研究所 高橋正明  
 北海道大学大学院地球環境科学研究院 中村 哲

実施年度：平成 24 年度～平成 24 年度

### 1. 研究目的

化学気候モデルを用いたオゾン層の長期変動の計算を行い、ハロゲンガス濃度の影響、温暖化ガス濃度の影響、成層圏気象場への影響、および対流圏への影響を明らかにする。

### 2. 研究計画

化学気候モデルと温暖化ガスおよびフロン・ハロン濃度の長期シナリオを用いたオゾン層の長期変動の計算と複数の感度実験を行って、ハロゲンガス濃度の影響、温暖化ガス濃度の影響、成層圏気象場への影響、対流圏への影響などの解析を行う。今年度は次期 CCMVal (CCMVal3) への準備として、旧モデルで行った化学気候モデルによる過去再現実験(REFB1 実験)と同様な実験を、開発した MIROC3.2 化学気候モデルで行い、太陽活動 11 年周期、QBO、火山爆発の影響を受けつつ進行するオゾン破壊の推移などについての性能を確認する。また、前回の CCMVal (CCMVal2、WMO オゾンアセスメントレポート 2010 に引用されている)で行った旧モデルによる実験の解析をさらに進め、海表面温度の違いが成層圏へ及ぼす影響、およびオゾン層破壊物質(ODS)と温暖化ガス(GHG)を極端に変化させた実験についての解析を行う。

### 3. 進捗状況

(1) MIROC3.2 化学気候モデルで過去再現実験(REFB1 実験)を行った。このシミュレーションには、太陽活動 11 年周期、QBO、火山爆発の影響が含まれている。図 1 に、高緯度におけるオゾン全量の年最小値の経年変化を、旧モデルによる結果および TOMS による観測データとともに示す。旧モデルでは、最低値の値が観測値よりも高く、1980 年以降のオゾンホール発達期におけるトレンドが小さかったが、MIROC3.2 化学気候モデルではこれらの不具合はほぼ解消されている。しかしながら、グローバル平均でのオゾン全量が観測より若干高い問題が依然としてある。昨年度は、太陽活動

11 年周期、QBO、火山爆発の影響のない将来予測実験 (REFB2)について、良好な結果を得ている。

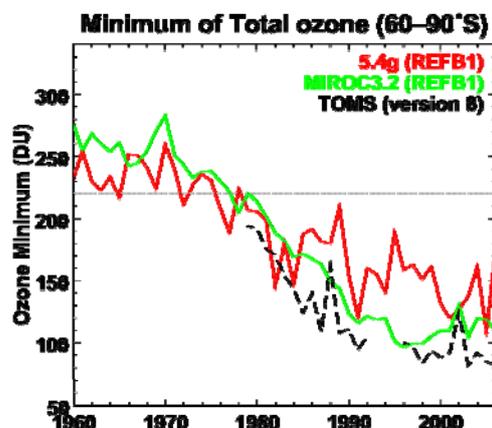


図 1 REFB1 実験による南半球高緯度 (南緯 60°-90°) におけるオゾン全量年最小値の経年変化。赤は旧モデル、緑は MIROC3.2 化学気候モデル、黒は TOMS の観測値。

(2) 前回の CCMVal2 で行った旧モデルによる実験の追加実験を行って、海表面温度の違いが成層圏極渦へ及ぼす影響についての解析を行った。その結果、海水面温度の南北勾配最大の緯度(南緯 55°付近)が異なると傾圧擾乱の成長率に違いを生じ、それが成層圏への波動の伝搬に影響を及ぼし、南極渦の強さ、さらにはオゾン破壊に影響することがわかった。

(3) オゾン破壊の大気変動への影響および GHG の増加が北極オゾン破壊へ及ぼす影響について調べるため、以下の 2 つの実験を行った。

- a) World-Avoided 実験 (ハロゲンの規制なしの実験)
- b) ODS を 2000 年の濃度とし、GHG を A1B シナリオの 2050 年の値 (CO<sub>2</sub> は 522 ppm)、2100 年の値 (CO<sub>2</sub> は 703 ppm) にした実験

### 4. 今後の計画

MIROC3.2 化学気候モデルを使って CCMVal3 の推奨

実験を行う。また、旧モデルを用いた追加実験(2)、(3-a)、(3-b)については、さらに解析を進め論文化する。

## 5. 計算機資源の利用状況 (2012 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数: 6 CPU 時間 1 ノード未満: 10 hours, 1 ノード: 65,909 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 65,919 hours

## 6. 昨年度終了研究課題のまとめ

### 6.1. 昨年度終了研究課題名

成層圏オゾン層の長期変動とその成層圏-対流圏気候への影響に関する研究

### 6.2. 昨年度終了研究課題の目的

今年度と同様。

### 6.3. 昨年度終了研究課題の成果概要

#### 6.3.1 MIROC3.2 ベースの新化学気候モデルを使った計算

(1) 新しく開発した MIROC3.2 化学気候モデルを用いて、1980-2050 年の期間について、CCMVal-REF2 (CCMVal2-REFB2 も同様)シナリオに沿ったオゾン層将来予測実験を行い、旧モデルと同様なオゾン層破壊-将来回復結果を得た (図 2、オゾン全量年最低値の経年推移)。このシミュレーションには、太陽活動 11 年周期、QBO、火山爆発の影響は含まれない。旧モデルによる結果はオゾン全量最低値の年々変動が観測に比べて大きかったが、MIROC3.2 化学気候モデルによる計算ではそれが解消された。

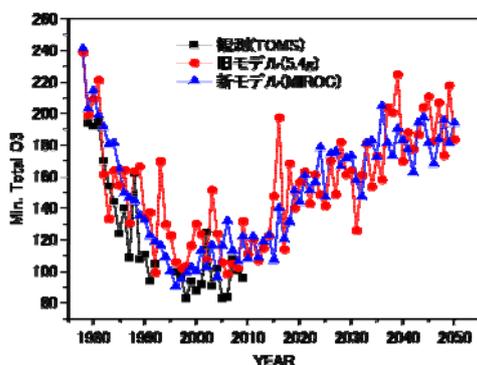


図 2 REFB2 実験による南半球高緯度 (南緯 60°-90°) におけるオゾン全量年最小値の経年変化。赤は旧モデル、青は MIROC3.2 化学気候モデル、黒は TOMS の観測値。

(2) 新化学気候モデルに ERA-Interim 再解析データの東西風、南北風、または、東西風、南北風、気温をナ

ッジングにより同化して化学輸送モデルとし、SMILES 観測期間のオゾン分布についての解析を進めた。

#### 6.3.2 旧モデルによる REFB1 実験結果と JRA25 再解析データを用いた太陽活動と QBO の位相、および北極渦との関係の解析

太陽活動と QBO の位相、および北極渦との関係の解析を 1960 年～2006 年の 47 年間の期間について行った。従来あまり議論されなかった 10hPa 付近での大気波動の伝搬と収束・発散、それに伴う子午面流変化、気温変化、東西風変化に着目した解析を行った。その結果、QBO が赤道上空 50hPa の高度で西風かつ太陽 11 年周期による活動が最大の年には、北極渦が 12 月～1 月に強まり、その影響は対流圏にまで及ぶことがわかった。この成果を論文にまとめ、今年度投稿した。

#### 6.4. 昨年度までの計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 5 CPU 時間 1 ノード未満: 76 hours, 1 ノード: 155,869 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 155,945 hours