

## 研究課題名：MIROC5 モデルをベースにした海洋結合化学気候モデルの開発

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 池田恒平・高橋正明  
 国立環境研究所地域環境研究センター 菅田誠治  
 海洋研究開発機構 JAMSTEC 山下陽介

実施年度：平成 28 年度～平成 30 年度

### 1. 研究目的

IPCC-AR5 で使われた MIROC5 モデルに化学過程を導入して、海洋結合型の MIROC5 化学気候モデルを開発する。過去の課題では、MIROC3.2 モデルに化学過程を導入して MIROC3.2 化学気候モデルの開発を行った。MIROC3.2 化学気候モデルは国際プロジェクト Chemistry Climate Model Initiative (CCMI) 推奨のシナリオ実験およびその感度実験に使われたが、海洋が結合されていないモデルであった。そのため、微量成分濃度変化と地表近くの対流圏下層の気候との関係や、微量成分濃度変化を介した大気-海洋相互作用を再現できない。オゾン層変動と気候との相互作用や微量成分濃度が介在する気候システムをより明確に理解し、温暖化を考慮したオゾン層対策に役立てるため、海洋結合型の化学気候モデルの開発を行う。

### 2. 研究計画

今年度は MIROC5 モデルに、MIROC3.2 化学気候モデルの化学過程および大気放射過程を導入する。また、極域の放射伝達過程に重要な球面効果過程の導入を行って、グローバルなオゾン全量の季節変化を TOMS などの観測データと比較する。

### 3. 進捗状況

MIROC5 化学気候モデルの開発は順調に進み、海洋を結合していない状態でのモデルが完成した。図 1 に、この MIROC5 化学気候モデルで計算した経度平均したオゾン全量のグローバルな季節変動を、観測値とこれまでに開発を行った CCSRNIES 化学気候モデル、MIROC3.2 化学気候モデルによる計算結果と共に示す。これらのモデルの化学計算モジュールは同じであり、気候特性のみがモデルによって異なっている。TOMS の観測値に比べてそれぞれのモデルは、オゾン全量の絶対値の差は多少あるが、それぞれの緯度の季節変動をよく再現していることがわかる。CCSR/NIES は南極の 10 月に起こっているオゾンホール再現性が不十分であることがわかる。また、2～3 月の北極のオゾン全量は、北極に近いところで過多となっている。中緯度から極へのオゾン輸送が多すぎるためと思われる。

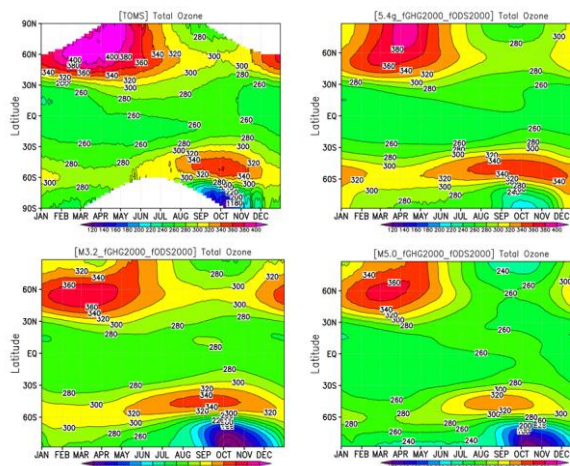


図 1. 経度平均したオゾン全量の時間変化と緯度分布。

(左上) TOMS 観測の 1995–2004 年の平均値  
 (右上) CCSRNIES 化学気候モデルの 100 年平均値。ODS 濃度を 2000 年レベル、GHG 濃度を 2000 年レベルに設定。  
 (左下) MIROC3.2 化学気候モデルの 100 年平均値。ODS 濃度を 2000 年レベル、GHG 濃度を 2000 年レベルに設定。  
 (右下) MIROC5 化学気候モデルの 100 年平均値。ODS 濃度を 2000 年レベル、GHG 濃度を 2000 年レベルに設定。

MIROC3.2 化学気候モデルは観測値をよく再現しているが、3 月頃の北極域でオゾン全量が少しばかり少なくなっている。MIROC5 化学気候モデルの結果は、オゾン全量が若干少ないものの、季節変動は全球的に最もよく再現されている。

次に、この 3 つの化学気候モデルを用いて北半球中高緯度域オゾン量のオゾン層破壊物質 (ODS) 濃度依存性を調べた。この領域は大気の内変動による大気の年々変動が大きいため、オゾンの輸送が年々変動を受け、従ってオゾン全量の年々変動も大きい。観測されたオゾン量の年々変動そのものを見てもその ODS 濃度依存性や温室効果ガス (GHG) 濃度依存性ははっきりしない。そこで、ODS と GHG 濃度を固定して、100 年間の連続計算を行い、その 1 年を 1 アンサ

ンブルとみなして 100 アンサンブルの挙動を見ることにした。図 2 に、3 月～4 月、45-90°N におけるオゾン全量最低値に関する 3 つの化学気候モデルによる 100 アンサンブルメンバーの頻度分布を示す。どのモデルにおいても、ODS 濃度が 1960 年レベルから 2000 年レベルに増加することによって、分布全体の位置が左にずれてオゾン全量最低値が低くなり、また、分布の左端の裾野が値の低い左側に拡大していることがわかる。つまり ODS 濃度の増加によってアンサンブル平均的にオゾン全量は低くなり、且つばらつきが大きくなった。この結果は、ODS 濃度が高くなった 1990 年代～2000 年代に、北極オゾン全量の年々変動が大きい事実をある程度再現している。

## 5. 昨年度終了研究課題名

MIROC モデルをベースにした化学気候モデルの開発とオゾン層の将来予測

## 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: 5

CPU 時間 v\_deb: 9.46 hours, v\_32cpu: 703,392.26 hours, v\_96cpu: 132,398.08 hours, v\_160cpu: 0.00 hours, 計: 835,799.80 hours

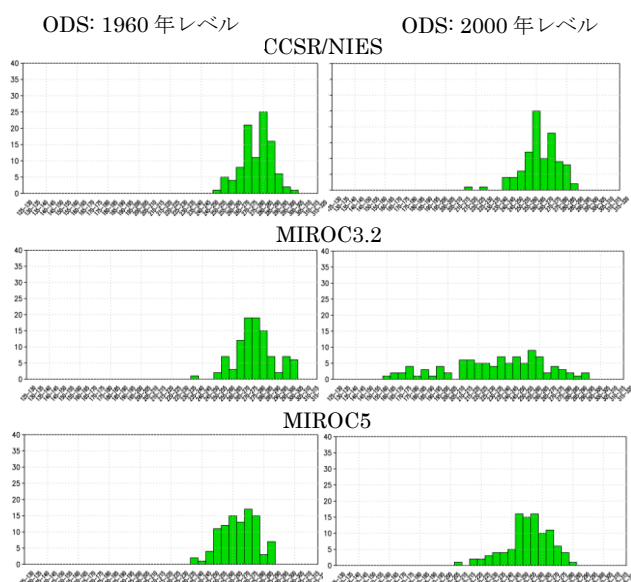


図 2. 3 つの化学気候モデルによる 100 アンサンブルメンバーのオゾン全量最小値の頻度分布。

最もオゾン層破壊が起こりやすい 3 月～4 月の北緯 45 度～90 度についての解析結果。左側が ODS 濃度 1960 年レベルの実験結果、右側が ODS 濃度 2000 年レベルの実験結果。縦軸はアンサンブルメンバーの個数 (0～40)、横軸はオゾン全量最低値 (125～320 DU) を表す。

## 4. 今後の計画

今年度開発を行った MIROC5 化学気候モデルを使って、ODS および GHG の将来シナリオに沿ったオゾン層将来予測実験を行う。最終的には、海洋を結合させたバージョンを作り、オゾン層破壊が地表気候へ及ぼす影響の研究が行える体制を作る。