

研究課題名：大気海洋結合化学気候モデルを用いたオゾン層変化とその気候変化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 池田恒平・山下陽介・高橋正明

実施年度：令和2年度～令和4年度

1. 研究目的

海洋を結合した MIROC5 および MIROC6 気候モデルを整備・高度化し、それを用いた数値実験を行うことにより、オゾンなどの大気微量成分濃度変動と、成層圏・対流圏・地表の気候変動との関係を明らかにする。それによって、今後地球温暖化が進む中でのフロン・ハロン対策に資することを目的とする。過去の課題では、MIROC5 モデルの大気部分に化学過程を導入して化学気候モデルを開発し、その後海洋部分との結合を行って海洋結合型の化学気候モデルの開発を行った。本課題では、この海洋結合型化学気候モデル開発を引き続き行うとともに、オゾン層変動と気候変動の関連を解析する。

2. 研究計画

- ① MIROC5 大気海洋結合モデルによるオゾン層の気候の将来予測近未来予測の中で、オゾン全量他、気温の全球平均値について、海洋結合しないモデルとの比較を行う。
- ② MIROC6 化学気候モデルの開発を進め、そのオゾン全量分布を MIROC3.2 化学気候モデル、MIROC5 化学気候モデルと比較する。
- ③ オゾン量のオゾン層破壊物質(ODS)濃度依存性と温室効果ガス(GHG)濃度依存性を 500 アンサンブル実験によって調べ、さらに成層圏の極域気温や極夜ジェット気流の強さとの関連を調べる。

3. 進捗状況

- ① MIROC5 大気海洋結合モデルによるオゾン層の将来予測実験の 2m 気温の全球平均値を、海洋を結合しない化学気候モデルの値と比較したところ、1960 年～2100 年の期間で 3 度ほど低いバイアスを生じた。GHG 増加による気温の増加は、海洋を結合しないモデルとほぼ同様に見られた。
- ② 図 1 に、MIROC3.2, 5, 6 化学気候モデルの経度平均オゾン全量値を示す。これらの化学気候モデルの計算では、ODS 濃度を 2000 年レベル、GHG 濃度を 2000 年レベルに設定した。MIROC6 化学気候モデルは、観測

のオゾン全量の季節変化と緯度分布をおおよそ再現しているが、南極オゾンホールが小さい。これに関してひとつひとつのアンサンブルを調べてみると、オゾンホールが再現されているアンサンブルもある一方で、オゾンホールができていないアンサンブルがあることがわかった。つまり極域大気の年々変動が大きすぎるということがわかった。水平分解能 T85 の MIROC6 のオリジナルバージョンから水平分解能 T42 の化学気候モデルバージョンに変更するとき（鉛直分解能も変更）、モデルの気候特性が変わってしまった可能性がある。

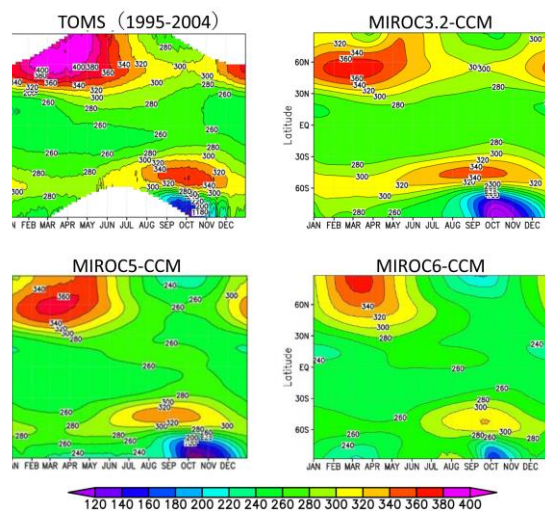


図 1. 経度平均オゾン全量値の比較。(左上) TOMS オゾン全量データの 1995 年～2004 年の平均値。(右上) MIROC3.2 化学気候モデルの 500 アンサンブル平均値。(左下) MIROC5 化学気候モデルの 500 アンサンブル平均値。(右下) MIROC6 化学気候モデルの 100 アンサンブル平均値。

- ③ 前年度は、MIROC3.2 化学気候モデルおよび MIROC5 化学気候モデルによる 45°-90°N および 45°-90°S の春季オゾン全量最低値の多い方から上位 5 アンサンブル平均および下位 5 アンサンブル平均の ODS 濃度依存性・GHG 濃度依存性を示し、45°-90°N ではこれらが 500 アンサンブル平均の依存性と異なることを示したが、今回新たに上位 50 アンサンブル平均および下位 50 アンサンブル平均の依存性を調べた。全

500 アンサンブルの実験なので上位・下位 50 アンサンブルは、年々変動の中で 10 年に一度程度の極端な事象を表すと考えられる。上位・下位 5 アンサンブルの結果と比較すると、オゾン全量の絶対値が少し高くなることと、北半球中高緯度で ODS 依存性の勾配が少し小さくなることを除いては、上位・下位 5 アンサンブルとほぼ同様な依存性を示した。また、これらのアンサンブルについて、3 月の北極域下部成層圏 (60°–90°N・50hPa) の気温と、3 月の下部成層圏の極夜ジェット域 (60°–70°N・50hPa) の西風風速の関係を調べたところ、オゾン全量の下位 5・50 アンサンブルでは、500 アンサンブル平均の ODS 濃度・GHG 濃度依存性と比較すると、MIROC3.2 化学気候モデル・MIROC5 化学気候モデルともに ODS 濃度が高いほど気温が低く西風が強いという明瞭な関係が見られたが、上位 5・50 アンサンブル平均では、500 アンサンブル平均に対して、MIROC3.2 化学気候モデルと MIROC5 化学気候モデルの両モデル間に共通した ODS 濃度依存性および GHG 濃度依存性は見られなかった。同様に、2つのモデルで 10 月の南極域下部成層圏 (60°–90°S・50hPa) の気温と、10 月の下部成層圏の極夜ジェット域 (55°–65°S・50hPa) の西風風速の関係を解析している。

4. 今後の計画

MIROC5 化学気候モデルを用いた CCM1 推奨のオゾン層将来予測実験（1つまたは複数のアンサンブルのシナリオ実験）およびその感度実験を行うと共に、オゾン全量の ODS 濃度依存性および GHG 濃度依存性と気象場との関連を多アンサンブル実験により明らかにし、オゾン層変化（特に大気の変動の影響を受けた極端なオゾン層変化）と気候変化との関係を明らかにする。

5. 昨年度終了研究課題名

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

6. 計算機資源の利用状況（2020 年 4 月 1 日～11 月 30 日）

実行ユーザ数: 4

VE 時間積 v_debug: 0.00 hours, v_normal: 150,040.74 hours, 計: 150,040.74 hours, (全体の VE 時間積に対する占有率: 16.8%)