

研究課題名：広域大気汚染物質の発生源別寄与率解析と気候影響評価

課題代表者：国立環境研究所アジア自然共生研究グループ 永島達也

共同研究者：九州大学応用力学研究所 竹村俊彦

名古屋大学大学院環境学研究科 須藤健悟・井上忠雄・関谷高志・荻原由紀恵

(株)中電シーティーアイ制御システム部 長谷川晃一・榊原篤志

実施年度：平成 22 年度～平成 23 年度

1. 研究目的

全球規模の対流圏化学輸送モデルおよび成層圏・対流圏の化学過程とエアロゾル過程が結合した地球システム統合モデルを用いて、東アジア域のローカルな大気汚染、遠隔領域からの輸送、成層圏からの流入などの個別の寄与、すなわち大気汚染の構造を定量的に明らかにする。これにより、大気汚染物質の削減策による大気質改善効果を評価する。更に、そうした大気汚染防止策の温暖抑止効果に関して定量的な評価を行う。

2. 研究計画

まずは、対流圏化学輸送モデルを用いて地表オゾンの発生源別寄与率解析を二つの異なる手法に関して行い、両者を比較する。これと平行して地球システム統合モデルの調整を行った後に、大気汚染物質の過去再現実験を行う。この再現実験に対する感度実験として、大気汚染物質前駆体の放出量を変化させた実験を行い、大気汚染物質の削減策による大気質改善効果を評価する。また、大気汚染物質の将来予測実験を複数の大気汚染物質削減策に関して行い、計算される放射強制力や気候応答の違い、すなわち、温暖化防止効果の違いに関して解析を行う。

3. 進捗状況

今年度は、異なる二つの手法 (Tag 付トレーサー法、ゼロエミッション法) を用いて計算される対流圏オゾンの発生源別寄与の評価結果がどのように異なるかを調べた。ゼロエミッション法による定量化は、特定のソース領域における前駆気体のエミッションを完全に抑止した実験と通常のエミッションを用いる実験を行い、その差から、そのソース領域起源のオゾン量を推定するものである。これを、昨年度までに行った Tag 付きトレーサー法を用いた評価結果 (Nagashima et al., 2010) と比較し、また、両手法を組み合わせることによって、両手法間の違いを詳細に調べた。図 1 に、東アジアの地表オゾンを、前駆気体の放出領域とオゾンの生成領域の組に分けて表示した。Tag 付トレーサー法で計算される中国起源オゾンは、図 1 の上図と中図の和であり、ゼロエミッション法では、上図と下図の

和となる。両手法間の違いは、中図と下図の違いに起因するが、日本における中国起源オゾン評価値の両手法による違いは大きくても 1ppbv 程度と小さい。これは、中国以外で放出されて中国で生成されたオゾンと中国で放出されて中国以外で生成されたオゾンとが、日本域ではほぼ打ち消しあっているためである。

また、地球システム統合モデルの硝酸塩エアロゾルに関して調整を行い、更には植物起源の二次有機エアロゾルの導入も行った。

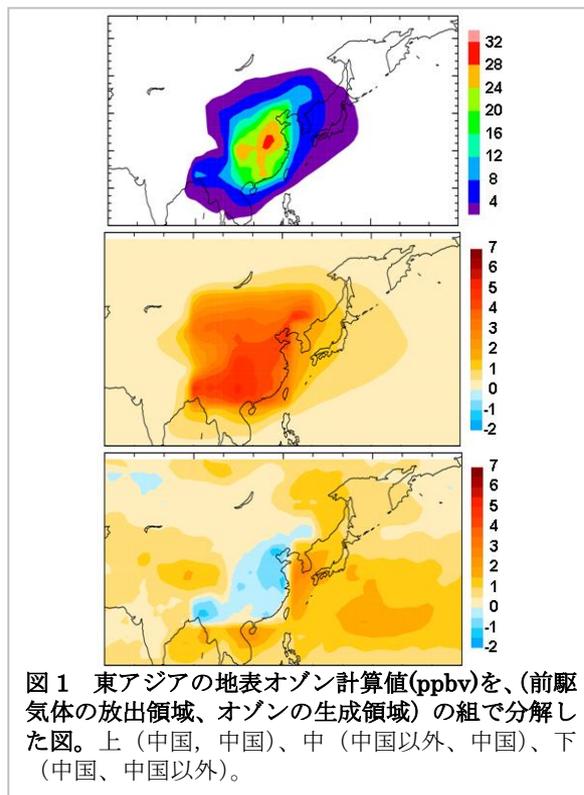


図 1 東アジアの地表オゾン計算値(ppbv)を、(前駆気体の放出領域、オゾンの生成領域)の組で分解した図。上 (中国, 中国)、中 (中国以外, 中国)、下 (中国, 中国以外)。

4. 今後の計画

対流圏オゾンの発生源別寄与評価の手法間の相違に関する調査を継続しまとめる。また、地球システム統合モデルの調整を進めて、過去再現実験、感度実験、将来予測実験を進めたい。

5. 計算機資源の利用状況 (2010 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数：8 CPU 時間 1 ノード未満：46 hrs, 1 ノード：22,049 hrs, 2 ノード：36,748 hrs, 計：58,843 hrs.

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

気候モデル中の物理化学諸過程の高度化及び過去-現在気候の再現実験を通じたモデルの検証

6.2. 昨年度終了研究課題の目的

昨年度終了課題では、IPCC の第 5 次レポート等への貢献を見据えた地球システム統合モデル開発一端を担う目的の下、主に対流圏エアロゾル過程の高度化と対流圏・成層圏が連結された大気化学過程の構築を行い、更に両過程の結合を行った。本年度の課題では、昨年度終了課題で開発した地球システム統合モデルを用いて、広域大気汚染物資の発生源別寄与率解析と気候影響評価を行う事を目的としている。また、既存モデルを用いて、気候の変化メカニズム理解等に資する研究を進めることも、本課題の目的に含めることとした。

6.3. 昨年度終了研究課題の成果概要

本課題では、これまでにそれぞれが多くの研究実績を重ねてきている、対流圏エアロゾル輸送モデル (SPRINTARS)、対流圏化学輸送モデル (CHASER)、成層圏化学気候モデル (秋吉モデル) の 3 モデルを、環境研/東大 CCSR/海洋研究開発気候が共同で開発している最新の大気海洋結合モデルである MIROC (ver.4) をベースとして統合した (図 2)。SPRINTARS においては、従前に比較してエアロゾルの粒子径による区切りを詳細化したり、間接効果の導入手法を変更したりするなど、各種の高度化を施した。大気化学過程では、秋吉モデルに含まれているハロゲン物質の化学反応や極域成層圏雲上の不均一反応を CHASER に導入し、対流圏・成層圏を共通の化学反応系で計算する事を可能とした。更には、CHASER で計算した化学物質 (オゾン、OH、H₂O₂、SO₂、SO₄) を SPRINTARS に受け渡して、対流圏エアロゾル量の計算を行う一方、計算されたエアロゾルによって放射場や気温場に変化が生じた場合には、それによって引き起こされる光化学反応速度の変化を通して化学物質質量に変化が生じる、というガス状の化学物質とエアロゾル間のフィードバック過程を陽に表現することが可能になった。

一方、既存のモデルを用いて以下のような研究が行われ、国際モデル相互比較プロジェクトへの対応や、気候変化のメカニズムに関する理解の進展、東アジアの対流圏オゾンに関する発生源別の寄与率評価などの成果を得ることが出来た。

1) 成層圏化学気候モデルを用いた研究：
 ◇成層圏オゾンの長期変動に及ぼす外的な気候強制要因の影響分析、特に太陽 11 年周期変動の影響を定量的

に明らかにした。
 ◇成層圏化学気候モデルのモデル間相互比較プロジェクト (CCMVal) に対応。そのために 2000 年相当の各種境界条件を課した定常実験、過去再現実験、将来予測実験、およびそれらの感度実験 (GHG を増加させない実験など) を行った。

2) 大気海洋結合気候モデルを用いた研究：
 ◇気候モデルに様々な組み合わせの境界条件を与えた実験を行い、気候変化要因の可算性を評価した。
 ◇地上気温の変化に対する降水量の変化の仕方が、排出シナリオによって大きく異なることを明らかにした。
 ◇エアロゾルの第 2 種間接効果による“瞬時”降水量変化を診断する新手法を開発した。

3) 対流圏エアロゾルモデルを用いた研究：
 ◇全球エアロゾルモデルのモデル間相互比較プロジェクト (AeroCom) に対応。そのために、同プロジェクトで独自に用意された排出量推計値と、IPCC の第 5 次レポートに向けて整備された排出量推計値を用いて、1980 年から 2008 年までの対流圏エアロゾル過去再現実験を行った。

4) 対流圏化学輸送モデルを用いた研究：
 ◇化学輸送モデルを用いたタグ付きトレーサー輸送実験を行い、東アジアの対流圏オゾンに対する、様々なオゾンソース領域からの寄与 (率) を定量的に評価し、その季節性や東アジアの中でも領域ごとの違いなどを明らかにした。

6.4. 昨年度までの計算機資源の利用状況 (2007 年 4 月 ~ 2010 年 3 月)

実行ユーザ数：20 CPU 時間 1 ノード未満：1,691 hrs, 1 ノード：829,086 hrs, 2 ノード：454,460 hrs, 計：1,285,237 hrs.

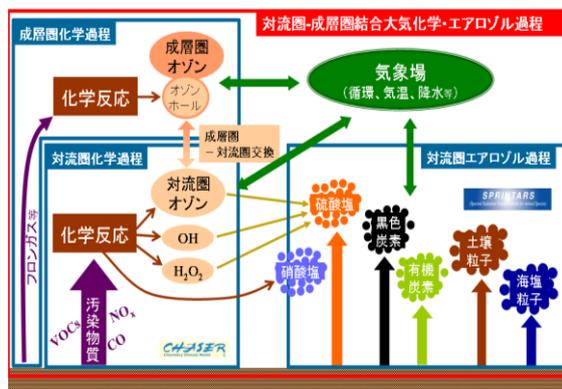


図 2 対流圏化学過程、対流圏エアロゾル過程、成層圏化学過程を統合した、地球システム統合モデルの大気化学・エアロゾル関連部分の概念図。