

研究課題名：大気汚染物質による環境・気候への影響評価

課題代表者：国立環境研究所地域環境研究センター 五藤大輔
 共同研究者：国立環境研究所地域環境研究センター 永島達也
 九州大学応用力学研究所 竹村俊彦・朴 祥緒
 名古屋大学大学院環境学研究科 須藤健悟・関谷高志
 海洋研究開発機構 JAMSTEC 基幹研究領域 渡邊真吾
 近畿大学総合社会学部 中田真木子
 九州大学総合理工学府 道端拓朗
 株式会社中電シーティーアイ 長谷川晃一

実施年度：平成 28 年度～平成 30 年度

1. 研究目的

本研究課題では、全球規模の大気汚染物質輸送モデルと様々な排出シナリオを用いて、大気海洋応答を通じた大気汚染物質の環境・気候影響を評価する。使用する排出シナリオは、環境省推進費 S-12 プロジェクト（以後、S-12 と呼ぶ）で作成される社会経済シナリオや国際研究プロジェクトで作成されたシナリオなどを想定している。こうしたシナリオを施策として実現した場合に、気候モデル MIROC を用いて起こり得る環境・気候影響の科学的な根拠を提示することを第一の目的とする。MIROC ベースのモデルは過去の複数課題で十分に精緻化されているので、このモデルを用いて大気汚染物質の全球分布・長距離輸送、および気候影響に着目した数値実験を行い、大気汚染の三次元構造に関する定量的な理解を向上させることを第二の目的とする。また、MIROC とは異なる力学コアである非静力学正 20 面体大気モデル NICAM をベースにした大気汚染物質シミュレーションも行い、MIROC とのマルチモデルによる比較を行うことで、大気汚染物質の分布の再現性を検証することを第三の目的とする。

2. 研究計画

S-12 で作成する“共通シナリオ”を用いた大気海洋結合モデル MIROC（MIROC-SPRINTARS および MIROC-CHASER）による数値実験を行うが、今年度は共通シナリオ実験第 1 期（Phase-1）として、排出量スケールリングによる感度実験を行う。スケールリングは S-12 のテーマ 1 によって提案され、2010 年を対象とした排出量インベントリ（HTAP2; Task Force on Hemisphere Transport of Air Pollution Phase 2）を基準とし、アジア域のみ 1980 年の排出量に相当する値を用いた。この感度実験によって、エアロゾルの気象場に対する影響を定量的に把握する。次に、大気汚染物質の排出量と気象場等の関係性を定量化して、ライブラリとしてまとめるために、硫酸塩前駆物質である二酸化硫黄、黒色炭素（BC あるいはブラックカーボン）、窒

素酸化物（NOx）の排出量を段階的に変化させる海洋結合平衡実験を行う。具体的には、2010 年の標準実験に対して注目する排出量を 0～2 倍に変化させる感度実験を行う。なお、この実験結果の一部はモデル相互比較国際プロジェクトである PDRMP（Precipitation Driver and Response Model Intercomparison Project）、CCMI（Chemistry-Climate Model Initiative）、HTAP2 等へ提供する。最後に、NICAM を用いて、MIROC と同程度の分解能で数値実験を行い、各種観測データを用いて大気汚染物質の分布を検証する。

3. 進捗状況

今年度は、MIROC-SPRINTARS（分解能 T213、即ち 0.56 度）と MIROC-CHASER（分解能 T42、即ち 2.8 度）を用いて、共通シナリオ実験 Phase-1 を行った結果を図に示す。排出量を変えたアジア域に着目すると、1980 年から 2010 年にかけて、アジア域での排出量が増加したことによって、アジア域ではブラックカーボン鉛直積算濃度が 20-30% 程度、硫酸塩鉛直積算濃度が 30-50% 程度、地表オゾン濃度が最大 10ppbv 増加したことがわかった。

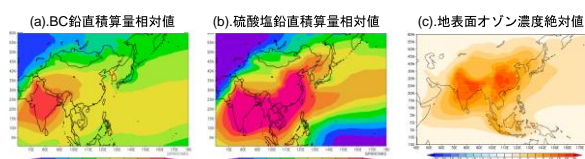


図 1. アジア域で 1980 年排出量実験に対する 2010 年排出量実験の変化量。(a) BC 鉛直積算量相対値 (b) 硫酸塩鉛直積算量相対値 (c) 地表オゾン濃度絶対値 (単位は ppbv) の年平均値。

次に、海洋結合平衡実験によって得られた大気汚染物質の排出量と気象場等の関係性を定量化した。その結果、大気上端における放射強制力は、排出量変化に対して、ほぼ線型に変化することが確認できた。また、二酸化硫黄から生成される硫酸塩の増加に伴い、二酸化硫黄排出量の变

化に対する地上気温の変化はほぼ線型応答して減少した。しかし、ブラックカーボン排出量の変化に対する地上気温の変化は、線型ではなく、複雑な応答を示すことがわかった。これはブラックカーボンが硫酸塩エアロゾルとは異なり、光吸収をする物質であり、大気を温める効果があることが関係すると考えられる。さらに関連する物理量を調べたところ、水蒸気の量の変化に対応していることがわかった。今後は結果を詳細に解析し、応答のメカニズムを解明したい。一方、人為起源 NO_x の排出量変化に対するオゾン量の変化も調べたところ、NO_x が減少すると、オゾンが減少し温暖化が抑制されるが、同時に OH ラジカルの減少によってメタン濃度が増加し温暖化が促進されることがわかった。この結果は、短寿命気候因子物質 (SLCP) の削減パスが非常に複雑で、SLCP を削減しただけでは温暖化を抑制することができないことを示唆している。

また今年度はNICAMとMIROCの2つのモデルを非常に近い条件で走らせ、母体モデルの違いによるエアロゾル分布の差を見積もり、NICAMとMIROCの結果の違いを通じて、雲場のエアロゾルへの影響に関する考察も行っている。

4. 今後の計画

大気汚染物質の排出量と気象場等の関係性に関して、介在するメカニズムを解明するために、詳細な解析を行う。特にブラックカーボンと地上気温の関係性を明確にする。また、MIROC-CHASERを用いてオゾンを紹介した大気汚染物質の排出量と気象場等を定量化する。以上の取り組みによって、SLCP削減パスに関する科学的知見を発信したい。また、NICAMはGOSAT2によるリトリーバルにも利用される可能性があるため、GOSATでも利用されているMIROCとのモデル比較研究を行い、両モデルの差を把握したい。

5. 昨年度終了研究課題名

広域大気汚染構造の理解と対策評価に関する研究

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: 10

CPU 時間 v_deb: 243.77 hours, v_32cpu: 121,155.10 hours, v_96cpu: 2,760,270.36 hours, v_160cpu: 1,089,025.19 hours, 計: 3,970,694.42 hours