研究課題名：東アジアにおける大気の運動と大気質の特性

課題代表者：日本環境衛生センター・酸性雨研究センター　植田洋匡
共同研究者：東京農工大学農学部　畠山史郎
法政大学生命科学部　村野健太郎
日本環境衛生センター・酸性雨研究センター　仲山伸次・青柳文子
東京大学先端科学技術研究センター　梶野瑞王
実施年度：平成 8 年度～平成 19 年度

1.　研究目的

東アジアにおける大規模な大気汚染物質の排出とその輸送が日本を含め近隣諸国に及ぼす影響を監視し、調査・解析・対策の早急な実施のための現状解析と将来予測は、もはや東アジア全域における課題となる。

本研究は、数千～一万km規模の対流圏大気の運動と大気質に関する数値モデルによる大気汚染物質の輸送過程を比較検証することを目的とする。また同時にこれらの数値モデルを超並列処理機環境下で高速計算、分散処理の遂行を目指す。そして、これらのモデルを用いた数値計算を行い、東アジアにおける大気の運動と大気質の特性およびその将来を解明することを目的とする。

2.　研究計画

気候変動、環境酸性化など環境変化を引き起こす微量気体、大気エアロゾルの性質、動態、変質を表現する東アジア領域スケールの非静力学気象モデルと連携するエアロゾル化学輸送モデルを開発し、エアロゾルの光学特性、活性化から雲凝結核化に関して大きな影響を及ぼす、化学組成、粒径分布、混合形態、粒子形状を詳細に表現し、気候変動への影響を定量的に高精度で評価することが目的である。

3.　進捗状況

本研究では、3 次元対流圏輸送モデルであるMSSPを用いたが、ベクトル化、並列化のコーディング途中段階であったため、自所有もしくは他研究機関の計算機にて実験を行っている。

現段階でMSSPモデルは、オフライン結合された気象－化学輸送モデルである。東アジア領域で水平 100×70、ランベルト座標系、60 km間隔で、鉛直は 10 km まで地形準拠座標で 12 層に分割している。全球解析データ（NCEP/FNL, ds083.2）を初期値、境界値として、ナッジングをかけながら領域気象モデルWRF/ARW Ver2.2 で気象場を計算する。TOMSオゾンカラム量を用いてオフラインで光解離定数を計算し、排出インベントリには、アジア域の人為起源はStreetsらのもの、アジア域以外の人為起源はEDGAR3.2、バイオマス燃焼はGFED2、自然起源VOCはGEIAを用いた。また、領域外の影響を考慮するために全球化学モデル（GOES/chem）の月平均結果を上部、側面境界濃度として固定した。また、より現実的な植生分布を反映した乾性沈着速度を計算するために、中分解能撮像分光放射計（MODIS）の月平均葉面積指数LAIを用いている。エアロゾル動力学は常に対数正規分布に従うモーメント法を用いている。凝集過程に際し、非球形性粒子のフラクタル次元を考慮した定式化を新たに開発し、それを導入した。

図 1 に計算結果の 1 例を示す。韓国済州島におけるブラックカーボン濃度の時系列である。アジア大陸からの前線に伴う輸送、汚染空気塊の停滞などの輸送イベントの時空間スケールがモデルで再現された。モデルは半分程度の過小評価、相関係数Rは 0.76。

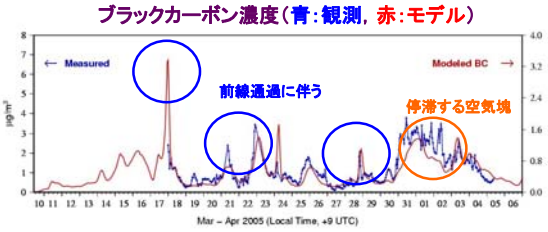

図 1　韓国済州島におけるブラックカーボン濃度の時系列図。青が観測値，赤がモデル値。

4.　今後の計画

引き続き開発を行うが、同時に高速化の為のコーディングを行う。様々な観測データと比較を行い、モデルの妥当性を評価する。例えば、東大先端研のエアロゾル組成や混合状態のアジア大陸アウトフロー領域における地上大気観測データ及び航空機観測データ、EANETのアジア域の湿性沈着、乾性沈着データなどを用いて検証する。

5. 昨年度研究課題のまとめ

5.1 昨年度研究課題名

東アジアにおける大気の運動と大気質の特性

5.2 昨年度研究課題の目的

今年度と同じ。

5.3 昨年度研究課題の成果概要

モデルは、PILSにより測定されたPM2.5、PM10 の無機エアロゾル成分と、PSAPにより測定されたブラックカーボン粒子のアジア大陸からのアウトフローによる輸送イベントを再現した。またガス・エアロゾルの境界条件をON/OFFした感度実験により、アジア領域外からの輸送の寄与を調べた。観測期間中に、前線に伴う輸送イベントは 3 回あり、硫酸エアロゾル濃度ピークはそれぞれ、26.0（53.0）、16.8(7.1)、18.6(19.2) mg/m^{3}であった（括弧内はモデル値）。輸送イベント時の領域外の寄与は 1%以下であり、ほとんどアジア大陸起源であった。一方、高気圧通過に伴う大規模下降流が卓越する期間では、50～90%が領域外の影響であった（図 2）。月平均で、観測値は 3.0 mg/m^3、モデル値は 3.44 mg/m^3、領域外の寄与は 17.0%であった。済州島においては、アジア大陸起源以外の硫酸エアロゾルの寄与が、月平均値レベルで無視出来ないことが示唆された。

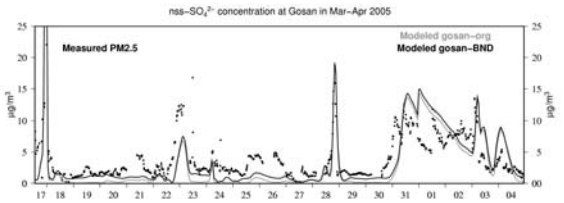

図 2　ABC-EAREX2005 期間における PM2.5 の硫酸エアロゾル濃度（μg/m^3）。点線は観測値、黒実線は GEOS-chem 結果を境界値としたもの、灰色実線は境界濃度ゼロ。

5.4. 昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数：6　CPU時間 1 ノード未満：0 hour, 1 ノード：0 hour, 2 ノード：0 hour, 計 0 hour