

BB2 WRF-Chem を用いたシミュレーションによる 大気二酸化炭素濃度の高解像度時空間変動

High Resolution Spatiotemporal Fluctuation of Atmospheric Carbon Dioxide Concentration by WRF-Chem

地球循環共生工学領域 08E14054 林田峻征 (Takayuki HAYASHIDA)

Abstract: MRV methodologies are required to report GHGs emission and reduction under the Paris Agreement. In recent years, a method combining high-resolution emission inventories, atmospheric transport models and satellite observation has been attempted as for metropolis. In this study, I simulated the anthropogenic carbon dioxide concentration in Osaka Prefecture by combining EAGrid2010-Japan and WRF-Chem model. Comparing the results in fixed, reduction fixed, and daily cyclic emission intensity cases, I created the sensitivity maps to emission change. As the result, a few areas was found to be sensitive to changes of the major emission sources.

Keywords: carbon dioxide, high resolution, MRV (Measurement, Reporting and Verification), WRF-Chem

1. 背景・目的

パリ協定では検証可能な温室効果ガス排出量ならびに排出削減の報告が義務付けられ、報告・モニタリング・検証の枠組みである (MRV ; Measurement, Reporting and Verification) システムが必要とされている¹⁾。近年では、排出インベントリ、衛星データ、大気輸送モデルを利用した検証方法の開発が行われている。Feng ら (2016) は、大都市で高解像度インベントリと大気輸送モデルを組み合わせた研究を行い、観測値と計算値を用いて大気観測ネットワークを評価した²⁾。日本では、高解像度インベントリと大気輸送モデルは開発されているが、大気観測ネットワークは未整備である。本研究ではこれらを組み合わせた高解像度シミュレーション手法を確立し、大気観測ネットワークの空間配置を提案することを目的とし、人為起源の二酸化炭素濃度動態の分析をおこなった。

2. 研究手法

大阪府の都市部を対象として、1km 解像度の二酸化炭素排出量インベントリ EAGrid2010-Japan³⁾ と領域化学輸送モデル WRF-Chem (Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry) を用いて、人為起源の二酸化炭素濃度をシミュレーションした。WRF-Chem の計算条件を表1に示す。計算対象の領域は図1であり、解析対象の領域は最小の枠内 (d03) とした。シミュレーションでは、(1) 排出強度を年平均値で一定 (Case1), (2) 排出強度を年平均値の 0.7 倍に削減 (Case2), (3) 排出強度を月別特別平均値で周期的に変化 (Case3) の 3 種類を設定し、それぞれの条件下で排出強度の差異が濃度場を与える影響を分析した。

表1 WRF-Chem の計算条件

項目	設定
中心緯度経度	34.675°N 135.6°E
土地利用データ	USGS 土地利用データ
初期・境界条件	NCEP 客観解析データ
水平格子	d01:34×34 (9km) d02:31×31 (3km) d03:31×31 (1km)
鉛直格子	30層
境界層過程	M YNNスキーム
地表面過程	Noah-LSM+UCM
放射過程	RRTMスキーム
気相化学	Greenhouse Gas CO2 only tracer
計算期間	2月1日9時~2月28日9時 (2014)

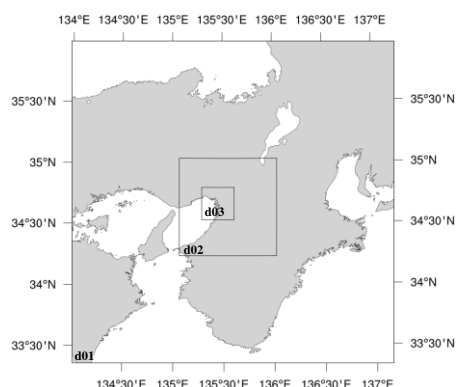


図1 計算対象の領域

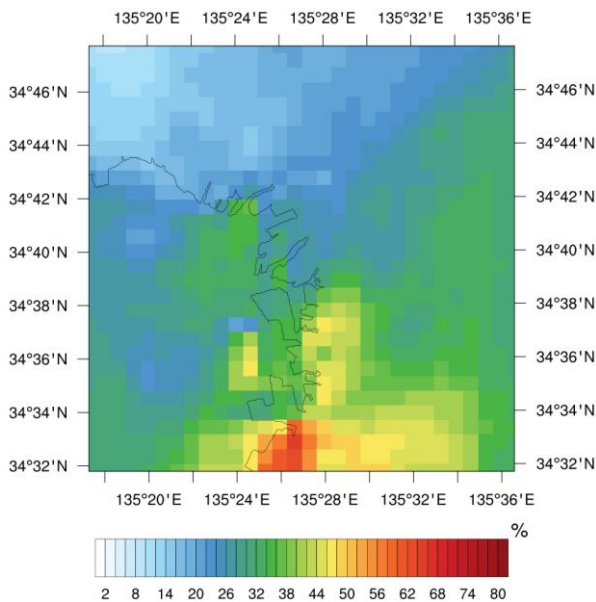


図2 Case1 と Case2 から算出した応答

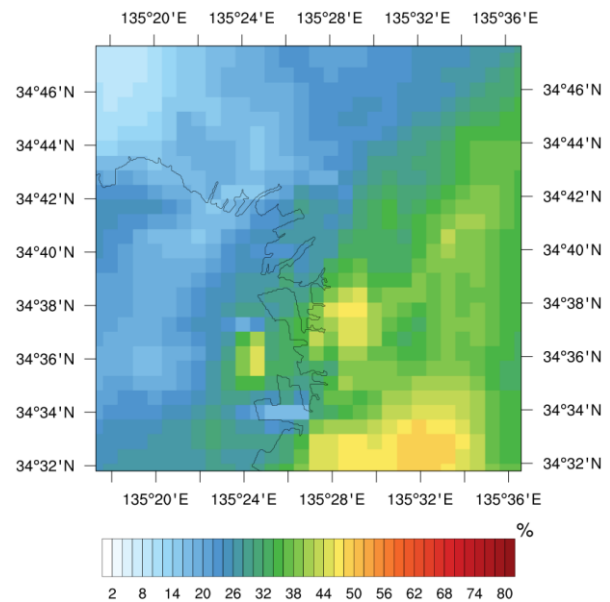


図3 Case1 と Case3 から算出した応答

3. 結果・考察

Case 間の濃度差の平均値と Case1 の濃度標準偏差の比の%を、応答変数と定義する。図 2, 図 3 に、Case1 と Case2 および Case1 と Case3 の応答指数分布を示す。図 2 から、Case1 と Case2 から算出した応答指数は、大阪湾岸付近で比較的大きな値を示していることが確認できた。これは、Case2 で排出強度を 0.7 倍にした際に、大阪湾岸付近に位置する発電所や廃棄物処理場のような点源の排出量が大幅に減少したことに起因すると考えられる。点源が多く集まる南部は、最も大きい地点で応答指数が 70 % 近い値を示している。それに対して、点源が少ない北部は全体的に係数が小さい値を示した。このように、排出強度を削減した場合、濃度場は排出量の絶対値が大きい点源付近で大幅に変動することが示された。

図 3 から、Case1 と Case3 から算出した応答指数は、内陸部で比較的大きな値を示していることが確認できた。これは、Case3 で排出量の時間変動を考慮した際に、内陸部の道路交通のような線源の排出量が増加したことに起因すると考えられる。内陸部の南部では、応答指数が 50 % 近い値を示した。それに対して、大阪湾では応答指数が 20 % 近い値を示した。大阪湾には、排出源が存在しないため、排出量の時間変動の影響が少なかったためだと考えられる。このように、排出源の時間変動を考慮した場合、濃度場は道路交通のような線源を含む内陸部で大幅に変動することが示された。

4. 今後の課題

今後は、大阪府の都市部の複雑な気象場をさらに正確に再現する必要がある。また、バックグラウンド二酸化炭素濃度と植生の吸収量を考慮する必要がある。そして、高解像度インベントリと大気輸送モデルを組み合わせた実用的な MRV システムの提案を行う。

参考文献

- 1) 二宮康司：「温室効果ガス排出量/削減量の MRV（計測・報告・検証）の類型化：NAMA そして MRV をめぐる議論の整理のために」。IGES Policy Brief No.25. 地球環境戦略研究機関. 2012.
- 2) Feng, S. et al. : Los Angeles megacity: a high-resolution land-atmosphere modelling system for urban CO₂ emissions, *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 9019-9045, <https://doi.org/10.5194/acp-16-9019-2016>, 2016.
- 3) Kannari, A. et al. : Development of multiple-species 1 km × 1 km resolution hourly basis emissions inventory for Japan, *Atmos. Environ.*, 41, 3428-3439, 2007.