

# MH1 大気質モデルによる地上オゾン濃度再現性向上のための感度解析： 洋上ハロゲン過程と鉛直拡散過程

Sensitivity analysis for improving the air quality model performance for ground-level O<sub>3</sub> simulation:  
marine halogen chemistry and vertical diffusion process

指導教員 嶋寺光准教授・共生環境評価領域

28H19048 新谷創磨 (Soma SHINTANI)

**Abstract:** For proposing measures to reduce secondary air pollutants such as O<sub>3</sub>, air quality models that represent the relevant atmospheric processes in detail are expected to be used. However, the models have been reported to overestimate ground-level O<sub>3</sub> concentration during the warm season. In order to reduce the overestimation, this study analyzed the sensitivity of the O<sub>3</sub> concentration to marine halogen chemistry and vertical diffusion processes by changing relevant factors, i.e., halogen-mediated O<sub>3</sub> deposition, halogen-mediated O<sub>3</sub> loss reaction, eddy diffusivity in urban area, and planetary boundary layer height, in an air quality model called CMAQ. The change in marine halogen chemistry widely decreased the simulated O<sub>3</sub> concentration in and around Japan, and the change in vertical diffusion processes decreased the O<sub>3</sub> concentration mainly at night and in the morning in urban area. The changes reduced the overestimation of the O<sub>3</sub> concentration by 50% in total in Osaka and Tokyo, and slightly improved the temporal variation in Osaka.

**Keywords:** Air quality simulation, Ozone, Halogen chemistry, Vertical diffusion

## 1. はじめに

我が国では、大気環境改善のために様々な対策が講じられているが、O<sub>3</sub>を主成分とする光化学オキシダントについては、環境基準達成率が極めて低い。O<sub>3</sub>などの二次大気汚染物質の削減策を提案する際には、大気中での化学反応を考慮した大気質モデルの利用が期待されている。しかしながら、モデルは暖候期に地上 O<sub>3</sub>濃度を過大評価すると報告されている<sup>1)</sup>。そこで本研究では、この地上 O<sub>3</sub>濃度過大評価の改善に向けた知見を得るために、大気質モデル CMAQ を用いて、洋上ハロゲン過程および鉛直拡散過程に関する感度実験を行った。前者では洋上ハロゲンを介した O<sub>3</sub>消失反応および沈着による O<sub>3</sub>濃度減少について評価した。後者では都市域における鉛直拡散係数の低下および大気境界層 (PBL) スキームの選択に伴う夜間安定時の NO との反応促進による O<sub>3</sub>濃度減少について評価した。

## 2. 方法

大気質モデルには CMAQ v5.2.1、気象モデルには WRFv3.7 を用いた。計算領域、排出量、境界濃度は大気質モデル間相互比較研究 J-STREAM<sup>2)</sup>と同じ設定とし、解析期間は 2017 年 7 月 16 日～ 8 月 2 日とした。基準となる Base Case に対して、CMAQ の気相反応過程において洋上ハロゲンを介した O<sub>3</sub>消失反応を考慮した場合を HaloChem Case、乾性沈着過程において洋上ハロゲンを介した O<sub>3</sub>沈着を考慮する場合を HaloDep Case、鉛直拡散過程において都市域における鉛直拡散係数の最小値を 1 から 0.01 に変更した場合を KZU001 Case、WRF の PBL スキームを J-STREAM の標準設定で用いられた MYNN3 から YSU に変更した場合を YSU Case、これらの変更をすべて考慮した場合を All Case とし、各ケースにおける O<sub>3</sub>濃度を比較した。O<sub>3</sub>濃度再現性への影響は、水平解像度 5km の関西領域と関東領域の大阪、東京において評価した。

### 3. 結果

図1に関西領域と関東領域における All Case での O<sub>3</sub> 濃度変化量の空間分布を示す。領域全体で O<sub>3</sub> 濃度は減少したが、減少量の地域差が見られた。HaloChem、HaloDep Case による O<sub>3</sub> 消失過程は海上のみで作用しているため、海から離れるにつれてその減少量は小さくなったが、陸上でも海洋大気の流れによって O<sub>3</sub> 濃度減少効果が得られた。図2に大阪における O<sub>3</sub> 濃度の日内変動を示す。All Case では Base Case よりも O<sub>3</sub> 濃度が全時間帯で減少している。特に、濃度の低くなる夜間から朝方にかけて、減少幅が大きくなり相対的に大きな O<sub>3</sub> 濃度減少効果が得られた。これは KZU001 Case による鉛直拡散の停滞と YSU Case によって表現された低い PBL が NO との反応促進による O<sub>3</sub> 濃度減少効果によるものである。表1に大阪・東京における O<sub>3</sub> 濃度の再現性に関する統計指標を示す。平均バイアスは大阪・東京で 50% の減少効果が得られた。大阪では相関係数も僅かに増加し、時間変動の再現性が向上した。

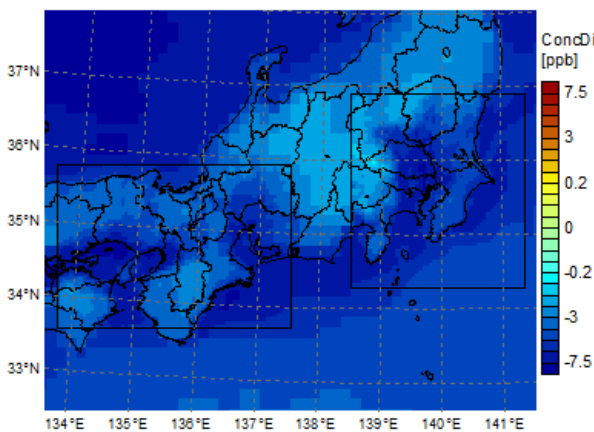


図1 O<sub>3</sub>濃度変化量の空間分布  
(All Case - Base Case)

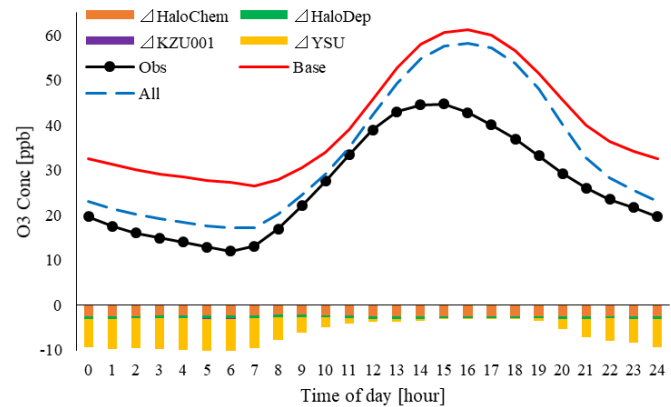


図2 大阪における O<sub>3</sub> 濃度と各ケースによる O<sub>3</sub> 濃度への感度の日内変動

表1 大阪・東京における O<sub>3</sub> 濃度の再現性に関する統計指標

	大阪		東京	
	Base Case	All Case	Base Case	All Case
Mean Obs [ppb]		27.70		26.41
Mean Sim [ppb]	40.35	34.03	38.90	31.98
R [-]	0.73	0.76	0.71	0.71
Mean Bias [ppb]	12.66	6.34	12.50	5.57

### 4. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

- 大気質モデル CMAQ における洋上ハロゲン過程の導入および鉛直拡散過程の改善が暖候期の日本の地上 O<sub>3</sub> 濃度の再現性向上に寄与することが分かった。

### 参考文献

- 1) Brett Gantt et al. The Impact of Iodide-Mediated Ozone Deposition and Halogen Chemistry on Surface Ozone Concentrations Across the Continental United States Environ. Sci. Technol., 2017, 51 (3), p 1458–1466
- 2) Satoru Chatani et al. Overview of Model Inter-Comparison in Japan's Study for Reference Air Quality Modeling (JSTREAM) Atmosphere 2018, 9 (1), 19