

# BB3 大気質モデルを用いた国内 NO<sub>x</sub>・VOC 排出量削減による 関西・関東地方におけるオゾン濃度低減効果の評価

Evaluation of the effects of domestic NO<sub>x</sub>/VOC emission reductions on ozone concentrations in Kansai and Kanto regions by using air quality model

共生環境評価領域

08E19007 伊藤和一郎 (Waichiro ITO)

**Abstract:** Ozone (O<sub>3</sub>) concentration in Japan have not decreased for these years even though the concentrations of the precursors, NO<sub>x</sub> and VOC (Volatile Organic Compounds), have decreased. This study isolated the contribution of domestic emission reductions of the precursors to interannual variations of O<sub>3</sub> concentration in Kansai and Kanto regions in summer from 2000 to 2019 with an air quality model. The model successfully reproduced the interannual variations of O<sub>3</sub> concentration with a consistent overestimation. The model also showed that the reductions of the precursor emissions, particularly from evaporated VOC sources, have contributed to O<sub>3</sub> reductions, particularly in Kanto region.

**Keywords:** O<sub>3</sub> concentration, Volatile organic compounds, Interannual variation, Air quality simulation

## 1. はじめに

オゾン (O<sub>3</sub>) を主成分とする光化学オキシダント (O<sub>x</sub>) は、前駆物質である窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) と揮発性有機物質 (VOC) の濃度が国内発生源対策 (VOC 自主的取組、自動車排出ガス規制、固定燃焼発生源対策等) によって低減しているにもかかわらず、環境基準達成率が極めて低い水準にある。今後の有効な O<sub>3</sub> 濃度低減対策の方向性を示すためには、これまでの O<sub>3</sub> 濃度経年変化に対する各要因の寄与を明らかにする必要がある。本研究では長期間を対象とした大気質シミュレーションを基に、関西・関東地方における O<sub>3</sub> 濃度経年変化に対する、国内 NO<sub>x</sub>・VOC 排出量削減の寄与を評価した。

## 2. 方法

気象モデルには WRF v4.3 を、大気質モデルには CMAQ v5.3.3 を用いた。計算期間は、2000 年から 2019 年とした。計算領域は、水平格子解像度 45km のアジア域、15km の日本域、5km の関西域、5km の関東域とした。排出量は、国外人為起源に REAS v3.2.1 など、国内人為起源に 2015 年基準の環境省 PM<sub>2.5</sub> 排出インベントリなどを年次補正したデータ、植生起源 VOC に MEGANv2.10 を用いた。図 1 に 2000～2019 年における日本全国の NO<sub>x</sub> と NMVOC の年間排出量の推移を示す。2000 年から 2015 年にかけて、NO<sub>x</sub> の年間排出量は 46%減少し NMVOC の年間排出量は 29%減少している。アジア域側面境界濃度には全球化学輸送モデル CAM-Chem (2018 年以前)、WACCM (2019 年) を用いた。O<sub>3</sub> 濃度の評価では、関西域・関東域における一般環境大気測定局のうち、O<sub>x</sub> 測定方法が紫外線吸収

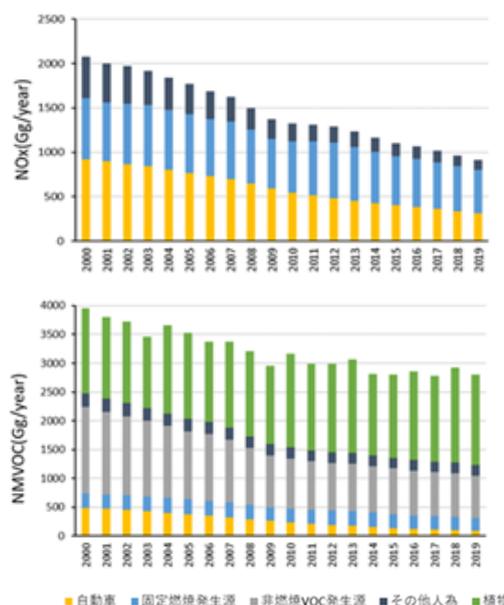


図 1 2000～2019 年における日本全国の NO<sub>x</sub> と NMVOC の年間排出量の推移

法の測定局を対象とし、日最高8時間平均値（MDA8）を用いた。まず、2000年から2019年の再現ケースについて再現性を評価した。その後、2001～2019年において5年ごとに、再現ケースと、国内の非燃焼VOC発生源・自動車・固定燃焼発生源からの各排出のみを2015年に変更したケースの比較を行い、2015年を基準としたO<sub>3</sub>濃度変化に対する国内排出量削減の寄与を評価した。本研究では一般に国内排出量の寄与が大きいとされる夏季期間（7,8月の2か月間）を対象に解析を行った。

### 3. 結果

図2に関西、関東における再現計算と観測値の日平均NO<sub>2</sub>濃度とMDA8 O<sub>3</sub>濃度の2000～2019年の夏季平均値の経年変化を示す。NO<sub>2</sub>は関西で31%、関東で26%過小評価となり、O<sub>3</sub>は関西で13%、関東で14%過大評価となった。相関係数についてはNO<sub>2</sub>が関西で0.99、関東で0.99となり、O<sub>3</sub>が関西で0.80、関東で0.89となり、どちらも年変動の傾向をよく再現していた。

図3に関西、関東における日平均NO<sub>2</sub>濃度とMDA8 O<sub>3</sub>濃度の計算値について、2001～2019年の5年ごとの2015年基準（各年—2015年）での経年変化と、それに対する国内排出量削減の寄与を示す。NO<sub>2</sub>濃度低減には自動車排ガスからの排出削減が最も有効であり、固定燃焼発生源からの排出削減も大きく寄与しているという結果になった。O<sub>3</sub>濃度低減には非燃焼VOC発生源からの排出削減が最も有効であり、関東では他の発生源からの排出削減が関西よりも大きく寄与していた。関西では2001年に固定燃焼発生源からの排出削減がO<sub>3</sub>濃度に対して負の寄与を示しており、オゾン感度レジームの状態が、NO<sub>x</sub>濃度低下がO<sub>3</sub>濃度上昇につながるVOC-sensitiveであったと考えられる。また、O<sub>3</sub>濃度の低減が主要な3つの発生源からの排出量削減寄与の和より小さくなっているのは、全人為起源発生源からの排出量を同時に削減した時のオゾン感度レジームの変化や、気象条件と越境輸送の経年変化の寄与が影響していると考えられる。

### 4. 結論

大気質モデルの再現性、2015年基準でのNO<sub>2</sub>及びO<sub>3</sub>濃度の経年変化に対する国内排出量削減の寄与について示した。CMAQについては、O<sub>3</sub>がやや過大評価、NO<sub>2</sub>がやや過小評価とはなっていたが、時空間変動を良好に再現していた。また、2001年から5年ごとの2015年を基準とした夏季平均NO<sub>2</sub>及びO<sub>3</sub>濃度変化に対する国内排出量削減の寄与を解析し、NO<sub>2</sub>濃度低減には自動車排ガスからの排出削減が、O<sub>3</sub>濃度低減には非燃焼VOC発生源からの排出削減が最も有効であった。濃度が有効に低減しないのは、オゾン感度レジームや気象条件、越境輸送の経年変化の寄与が影響しているからだと考えられる。

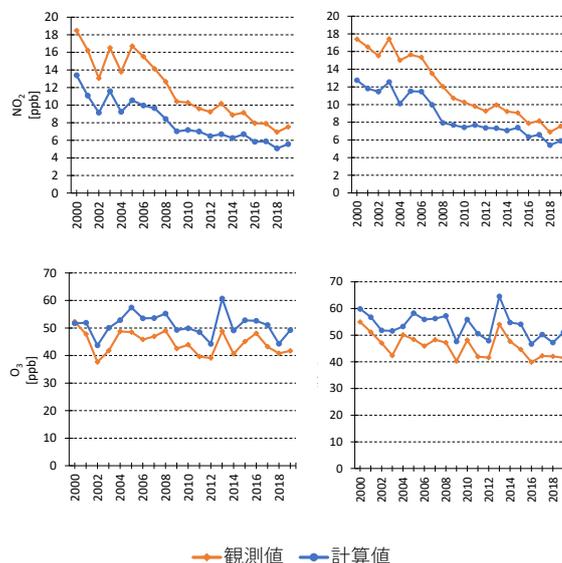


図2 関西（左）と関東（右）におけるO<sub>3</sub>濃度とNO<sub>2</sub>濃度の計算値と観測値の経年変化

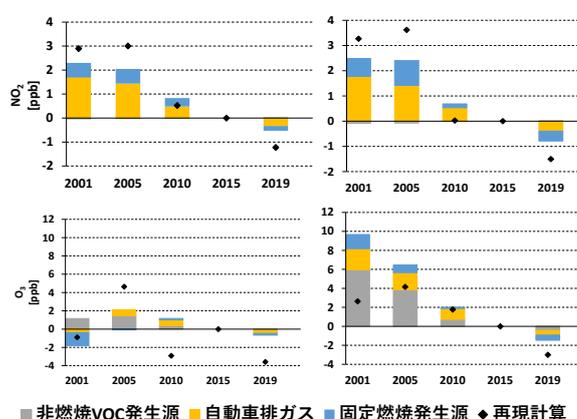


図3 関西（左）と関東（右）における2015年基準（各年—2015年）のNO<sub>2</sub>濃度とO<sub>3</sub>濃度の経年変化に対する国内排出量削減の寄与