

VOC 排出削減対策効果シミュレーションの概要

【目的】

大気中における光化学オキシダント(オゾン)や PM(SPM および PM_{2.5})の濃度を低減させることを目的として、平成 18 年度より大気質シミュレーションモデルを構築し、種々の条件(シナリオ)下における汚染物質の大気環境濃度を予測した。

【使用モデル】

大気質モデルには、米国 EPA が中心となり開発を進めている CMAQ を使用した。国内の観測データと計算値との比較を行いながらモデルの更新・改良作業を実施し、最終的な大気質モデルの仕様は表 1 に示すとおりとした。シミュレーション対象領域は関東地方および関西地方とした。

表 1 大気質シミュレーションモデルの仕様

気象モデル	WRF3.1.1
大気質モデル	CMAQ ver 4.7.1
気相反応モデル	SAPRC99
粒子化モデル	AERO5
初期値	アジア域からの 3 重ネステイング*
境界値	アジア域からの 3 重ネステイング*
水平解像度	約 5km × 5km
鉛直層	およそ 16km 上空まで 19 層(不等間隔)

*対象とする領域を詳細なグリッドで行い、その外側は粗いグリッドで計算を行う手法。
平成 22 年度は アジア域 → 日本広域 → 関東(関西)領域 の 3 重ネステイングを実施した。

【シミュレーション結果】

✚ 現行 VOC 規制の効果検証

固定蒸発発生源からの VOC 排出量の削減施策(2010 年までに 2000 年比で 3 割削減)の効果を検証するため、関東地方における光化学オキシダントの高濃度日数について、2010 年の排出量データによる計算結果(基本ケース)と VOC 排出量のみを 2000 年に差替えた計算結果(比較ケース)で比較を行った(表 2)。

表 2 光化学オキシダント基準値超過日数(都県別・年間・RF*補正あり)

地域	60ppb 超過日数(日)			120ppb 以上の日数(日)		
	基本ケース	比較ケース	差	基本ケース	比較ケース	差
茨城県	178	180	2	22	34	12
栃木県	158	159	1	20	33	13
群馬県	193	193	0	23	39	16
埼玉県	188	189	1	36	56	20
千葉県	168	168	0	22	37	15
東京都	160	160	0	23	38	15
神奈川県	153	153	0	21	28	7
関東全域	240	240	0	54	81	27

シミュレーションの結果、比較ケース(2010年度までにVOC削減施策を実施しなかった場合に相当)では、基本ケースに比べて、120ppb以上となる高濃度日数が関東全域では年間27日増加することが見込まれた。

✚ NO_x・VOC排出量と日最高O₃濃度の関係

大気中のオキシダントは、前駆物質であるNO_xとVOCの光化学反応によって生じる二次生成物質であるが、その生成量は前駆物質の排出量に比例せず非線形の関係にあることが知られている。そこで、2020年8月の関東地方を対象に、NO_xおよびVOC排出量を段階的に変化させた場合のO₃日最高値を計算した(図1)。この結果、関東地方全域における8月のO₃日最高濃度は、削減率50%で比較した場合、VOC排出量を低減した方が、NO_x排出量を低減するよりも大きく低下することが示唆された(図(a))。しかしながら、事例日によりNO_x・VOC排出量とO₃日最高濃度の関係は異なること(図(b)と図(c)の比較)や、同じ事例日でも場所によっても大きく傾向が異なること(図(d)と図(e)の比較)が明らかとなった。

✚ 将来シナリオ検討のためのシミュレーション

将来の更なる大気環境改善を目的とした具体的な対策を検討するために以下のシミュレーション(Case1～Case4)を実施した(表3、表4)。対象物質・指標としては、オキシダント(オゾン)の高濃度日(120ppb以上)の日数を解析した。比較対象とするのは2020年の単純将来(Case0)とし、関東地域について年間シミュレーションを実施した(表5)。

表3 将来シナリオ検討のためのシミュレーションにおける発生源の設定

	項目	内容
Case 0	基本ケース	2020年度基本ケース
Case 1	VOC対策推進	2020年度の固定蒸発VOC発生施設VOC排出量の3割削減
Case 2	工場NO _x 対策推進	2020年度のばい煙発生施設排出量NO _x の3割削減
Case 3	Case1+Case2	Case1とCase2を組み合わせたケース
Case 4	境界濃度低下	関東広域(15km格子)の境界濃度を3割低下

表4 将来シナリオ検討のためのシミュレーションにおける共通設定

	項目	内容
共通設定	基準年度	2020年度
	気象	2007年度
	境界	2007年度
	計算期間	2007年度
	対象地域	関東広域、関東

この結果、VOC対策推進(Case1)では、O₃日最高値120ppb以上の日数が減少する一方で、工場NO_x対策推進(Case2)ではやや増加、Case1+Case2(=Case3)では、減少することが見込まれた。また、境界濃度が低下(Case4)では、高濃度日数の大幅な低減が見込まれた。

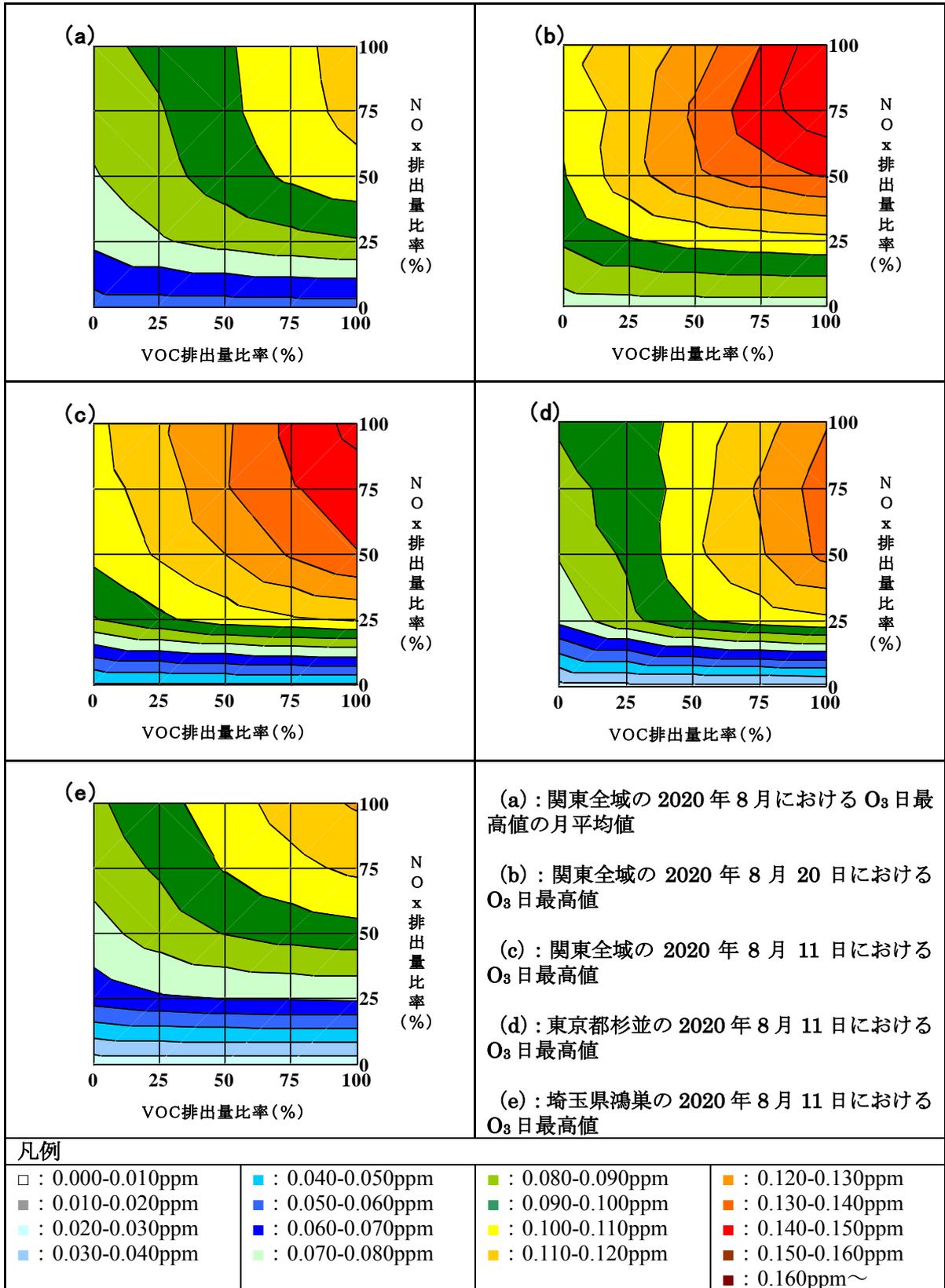


図1 関東地域におけるNO_x-VOC-O₃関係図(RF補正無し・日最高値)

表 5 将来シナリオ検討のためのシミュレーションの結果(RF 補正あり)

月	60ppb 超過日数(日)			120ppb 以上の日数(日)		
	Case0	Case1	C1-C0	Case0	Case1	C1-C0
4月	29	29	0	2	2	0
5月	30	30	0	11	10	-1
6月	29	29	0	16	10	-6
7月	25	24	-1	16	14	-2
8月	27	26	-1	22	19	-3
9月	23	23	0	14	11	-3
10月	20	20	0	3	0	-3
11月	11	11	0	0	0	0
12月	2	2	0	0	0	0
1月	4	4	0	1	1	0
2月	11	11	0	0	0	0
3月	29	29	0	4	1	-3
年間	240	238	-2	89	68	-21

月	60ppb 超過日数(日)			120ppb 以上の日数(日)		
	Case0	Case2	C2-C0	Case0	Case2	C2-C0
4月	29	29	0	2	2	0
5月	30	30	0	11	12	1
6月	29	29	0	16	17	1
7月	25	25	0	16	16	0
8月	27	26	-1	22	23	1
9月	23	23	0	14	14	0
10月	20	20	0	3	5	2
11月	11	11	0	0	0	0
12月	2	2	0	0	0	0
1月	4	4	0	1	1	0
2月	11	11	0	0	0	0
3月	29	29	0	4	5	1
年間	240	239	-1	89	95	6

月	60ppb 超過日数			120ppb 以上の日数(日)		
	Case0	Case3	C3-C0	Case0	Case3	C3-C0
4月	29	29	0	2	2	0
5月	30	30	0	11	9	-2
6月	29	29	0	16	11	-5
7月	25	24	-1	16	14	-2
8月	27	26	-1	22	20	-2
9月	23	23	0	14	12	-2
10月	20	20	0	3	1	-2
11月	11	11	0	0	0	0
12月	2	2	0	0	0	0
1月	4	4	0	1	1	0
2月	11	11	0	0	0	0
3月	29	29	0	4	1	-3
年間	240	238	-2	89	71	-18

月	60ppb 超過日数(日)			120ppb 以上の日数(日)		
	Case0	Case4	C4-C0	Case0	Case4	C4-C0
4月	29	20	-9	2	0	-2
5月	30	30	0	11	4	-7
6月	29	25	-4	16	9	-7
7月	25	23	-2	16	10	-6
8月	27	26	-1	22	20	-2
9月	23	22	-1	14	11	-3
10月	20	13	-7	3	0	-3
11月	11	3	-8	0	0	0
12月	2	1	-1	0	0	0
1月	4	1	-3	1	0	-1
2月	11	3	-8	0	0	0
3月	29	15	-14	4	0	-4
年間	240	182	-58	89	54	-35

(注) ■は基本ケースに対して比較ケースが増加したことを示し、■は減少したことを示す。

【今後の予定】

今後は、新たに環境基準が制定された PM_{2.5}についても、最新の知見を反映し大気質モデルの精度向上を行い、対策検討のためのシミュレーションを実施するとともに、光化学オキシダントについても、VOC 対策に伴う VOC 排出量・組成の変化や自動車対策の進展による NO_x 排出量の減少、越境汚染による濃度の変動などの状況変化をモデルに反映し、高濃度汚染の原因把握や効果的な対策の検討などを継続的に実施していく予定である。

* レスポンスファクター (RF) とは、現況再現シミュレーションと将来シミュレーションの測定局毎の計算濃度の比であり、計算濃度の変化率を示す。基準濃度の超過日数の解析では、現況の測定濃度に RF を乗じて予測した濃度を用いて日数を評価した。