

光化学オキシダント調査検討会報告書の公表について

平成 29 年 3 月 30 日 (木)
環境省水・大気環境局大気環境課
直通 03-5521-9021
代表 03-3581-3351
課長 瀧口博明 (内線 6530)
課長補佐 船越吾朗 (内線 6556)
担当 井形瑛梨 (内線 6539)

大気汚染物質である光化学オキシダントについては、環境基準がほとんど達成されておらず、関東地方等を中心に依然として注意報の発令がみられています。

このため、環境省では、「光化学オキシダント調査検討会」(座長：秋元肇 国立研究開発法人国立環境研究所客員研究員)において、平成 26 年度から光化学オキシダント濃度の長期的な傾向に影響を及ぼす要因の検討を進めてきました。具体的には、シミュレーションモデルを用いて、各種の要因の程度を明らかにすることや光化学オキシダントの原因物質の削減による感度解析等に取り組んできました。

このたび、同検討会において報告書が取りまとめられましたので、お知らせします。

1. 報告書の概要

(1) 日本国内における光化学オキシダント濃度の長期変動要因

① 前駆物質排出量変化(固定蒸発発生源の VOC 排出量削減)の影響

固定蒸発 VOC 排出量の削減対策によって関東地域では光化学オキシダント新指標相当値(日最高 8 時間値の暖候期 98%値)が低下し、特に東京都東部から埼玉県東部における地域で削減効果が大きいことが確認された。これらの結果は、2013 年度までの測定濃度の解析結果とも整合した。

② 越境大気汚染増加の影響

東アジア大陸における光化学オキシダント前駆物質(VOC 及び NO_x)排出量の増大によって、日本国内の広い範囲で光化学オキシダント新指標相当値が増加し、増加割合は関東地域よりも九州地域の方が大きいことが確認された。

③ NO タイトレーションの影響

関東地域において、NO_x の排出削減に伴い NO タイトレーション効果(一酸化窒素 NO が光化学オキシダントと反応して二酸化窒素 NO₂ となり、光化学オキシダントを減少させる効果)が低下し、光化学オキシダント濃度の減少抑制が示唆された。

(2) 前駆物質排出量削減の感度解析

関東地域における VOC 及び NO_x の排出削減効果を評価するために、10 km 格子のシミュレーションモデルを用い、関東地域の 2008～2010 年を対象として、人為起源排出量の削減に伴う感度解析を実施することで、以下の点が確認された。

- ・関東領域内の VOC 及び NO_x 排出量を一律に 25～100%に削減した場合のシミュレーション結果によると、VOC 削減は光化学オキシダント高濃度事例の減少につながるが、NO_x 削減だけを実施すると、東京湾周辺の南関東では高濃度事例が増加する可能性が示された。
- ・北関東では VOC と NO_x 排出量を同時に削減すると、VOC のみの削減時より、光化学オキシダントの低減効果が同等か、やや大きくなる可能性が示された。
- ・物質別の排出削減効果では、内陸域で VOC 及び NO_x の同時削減が光化学オキシダントの低減に有効であるのに対して、東京湾周辺域では特に VOC 削減による効果が顕著となった。

2. 今後の予定

検討会で取りまとめられた科学的知見を踏まえ、光化学オキシダントの原因物質の排出抑制対策の検討など、より適切な政策の立案に向けて取り組んでいきます。

*これまでの光化学オキシダント調査検討会の開催状況は、以下を御参照ください。

http://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant.html

添付資料

光化学オキシダント調査検討会報告書(概要)

光化学オキシダント調査検討会報告書（概要）

平成 29 年 3 月

平成 25 年度にとりまとめられた「光化学オキシダント調査検討会 報告書(平成 26 年 3 月)」において、光化学オキシダントの長期トレンドを評価するための指標として「日最高 8 時間平均値の年間 99% 値の 3 年平均値」を活用することが提案された。さらに、この指標を用いて過去の光化学オキシダント(Ox)濃度を解析した結果、地域別の長期トレンドは、①VOC 及び NO_x 排出量の低下に伴う局地的オゾン生成量の減少による高濃度域の光化学オキシダントの低減、②越境大気汚染の増加による光化学オキシダントの増加、③NO_x 排出量の減少に伴う NO タイトレーション効果^{※1}の低下による都市部の光化学オキシダントの増加の 3 つの要因の組み合わせによって説明できることが示された。

本検討会では平成 26 年度～平成 28 年度にかけて、これらの要因の寄与の程度をシミュレーションモデルを用いて明らかにするとともに、前駆物質排出量削減の感度解析等から、今後のさらなる Ox 濃度低減対策に資する知見を得ることを目的に解析を実施した。この解析により得られた主な結果は以下のとおりである。

1 日本国内における Ox 濃度の長期変動要因

1.1 前駆物質排出量変化（固定蒸発発生源の VOC 排出量削減）の影響

固定蒸発 VOC 排出量の削減対策によって関東地域では Ox 新指標相当値(日最高 8 時間値の暖候期 98% 値)が低下し、特に東京都東部から埼玉県東部における地域で削減効果大きい(表 1 および図 1、図 2)。これらの結果は、2013 年度(平成 25 年度)までに実施した測定濃度の解析結果とも整合しており、固定蒸発 VOC 排出量の削減による Ox 低減効果が確認されたと考えられる。

1.2 越境大気汚染増加の影響

東アジア大陸における Ox 前駆物質(VOC 及び NO_x)排出量の増大によって、日本国内の広い範囲で Ox 日最高 8 時間値の暖候期 98% 値が増加した。この増加割合は関東地域よりも九州地域の方が大きい(表 2 および図 3)。

1.3 NO タイトレーションの影響

関東地域において O₃ と PO の濃度を 2001 年と 2009 年について比較すると、 $\Delta O_3 - \Delta PO$ は正の値(すなわち $\Delta O_3 > \Delta PO$)となっており、関東地域では NO_x 排出削減に伴い、NO 濃度が減少したことにより NO タイトレーション効果が低下し、O₃ 濃度の減少が抑制されたことが示唆された(表 3 および図 4)。

※1 NO タイトレーション効果：一酸化窒素 NO がオゾン O₃ と反応して二酸化窒素 NO₂ となり、同量のオゾン減少させる効果

2. 前駆物質排出量削減の感度解析

関東地域における VOC 及び NO_x の排出削減効果を評価するために、10 km 格子のシミュレーションモデルを用い、関東地域の 2008 ~ 2010 年を対象として、人為起源排出量の削減に伴う感度解析を実施した。O_x 濃度の解析結果を要約すると以下のとおりである。

- ・関東領域内の VOC 及び NO_x 排出量を一律に 25%刻みで 25 ~ 100%に削減した場合のシミュレーション結果によると、VOC 削減は O_x 高濃度事例の減少につながるが、NO_x 削減だけを実施すると、東京湾周辺の南関東においては O_x 高濃度事例が増加する可能性が示された。また、VOC 及び NO_x を同時に削減すると、それぞれの物質を同じ割合だけ削減したケースに比べて中間的な効果(即ち、NO_x 削減ケースよりも効果はあるが VOC 削減ケースに比べると小さい)を示すが、北関東では VOC と NO_x 排出量を同時に削減すると、VOC のみ削減時より、O_x 低減効果が同等かやや大きくなる可能性が示された(図 5)。
- ・物質別の排出削減効果に着目すると、内陸域では VOC 及び NO_x の同時削減が O_x 低減に有効であるのに対して、東京湾周辺域では特に VOC 削減による効果が顕著である。
- ・これらの結果は、既存の調査研究結果(観測データ解析やモデル解析に基づく結果)とも整合しており、東京湾周辺域(発生源地域)では VOC 律速であるが、発生源から離れるにしたがってレジームシフト^{※2}を起こし、内陸域(風下地域)では NO_x 律速になるという O₃ 生成・消滅機構によって理論的に説明できる。
- ・季節別に着目すると、一般的に夏季における O_x の低減効果は大きいことから、夏季の注意報発令日の低減対策としては有効である一方、春季における効果は限定的である(図 6 および図 7)。この原因として、夏季には関東地域内で排出された前駆物質によって生成される O_x の影響が大きいのに対して、春季には大陸からの越境汚染を含む関東地域外からの流入影響が大きく、域内の生成が少ないために、域内で排出された前駆物質の影響が小さくなるものと考えられる。
- ・域内の排出削減によって夏季の O_x 高濃度が低減しても春季の低減効果が小さいために、春季に高濃度が発生しやすい年には排出削減効果が小さくなりやすい。このことから、新指標値や各年の暖候期 98%値を大幅に低減するためには、域内の排出削減と同時に、大陸からの越境汚染を含む域外での対策が必要である。

3. 今後の光化学オキシダント対策に関する提言

3.1 新たな指標の更なる活用

我が国においては、大気汚染防止のための様々な取組の強化によって、VOC や NO_x の大気中濃度が多くの地域で減少しているにも関わらず、光化学オキシダントについては、昼間の日最高1時間濃度の年平均値の漸増傾向や注意報発令地域の広域化が見られ、環境基準達成率も極めて低い水準にとどまってきた。このような

※2 レジームシフト：ここでは、反応時間の増加により VOC 律速から NO_x 律速へ変化すること

中で、これまで光化学オキシダント濃度の指標として「環境基準の達成状況」、「光化学オキシダント注意報等の発令状況」、「昼間の日最高1時間濃度の年平均値」等を用いてきたが、気象要因による年々変動が大きく、長期的な環境改善効果を適切に示す指標となり得ないことが問題点として指摘されてきたため、本検討会では、光化学オキシダントに関する環境改善効果を適切に示すための統計的に堅牢な指標として、日最高8時間平均値の年間99%値の3年平均値を指標として活用することを平成26年3月に提案した。今後、この指標に基づく対策効果の把握を推進することが適当である。

なお、我が国では光化学オキシダントの環境基準値は設定後40年以上が経過しており、その間、蓄積されてきた健康影響や汚染実態に関する最新の科学的知見や諸外国の対策の状況等を踏まえ、上記の新指標に基づく光化学オキシダントの目標のあり方等を検討していくことが必要である。

3.2 国内における前駆物質の削減対策への取り組み

中央環境審議会大気・騒音振動部会微小粒子状物質等専門委員会において取りまとめられた「微小粒子状物質の国内における排出抑制策の在り方について－中間取りまとめ－」(2015年3月)において提言されているように、短期的課題とされているVOCやNO_xについて、排出規制等の取組状況、排出実態や排出抑制技術の状況等を踏まえ、追加的な対策の可能性を検討するとともに、総合的な対策に取り組む上での基礎となる現象解明や情報整備等の中長期的課題に取り組む必要がある。

また、高濃度の光化学オキシダントの発生を抑制するためには、VOCとNO_xの排出量比を十分に考慮して両者を削減する必要性が示唆されたことなどの本調査結果を踏まえ、光化学オキシダント対策のさらなる推進について、具体的に検討する必要がある。

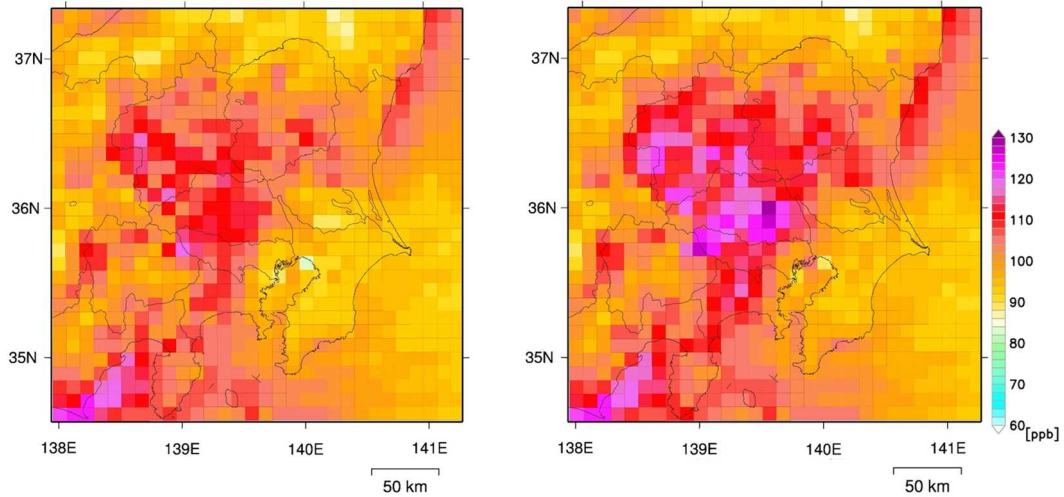
3.3 光化学オキシダントとPM_{2.5}の総合的対策の展開

現在、微小粒子状物質(PM_{2.5})は光化学オキシダントとともに環境基準を超過している大気汚染物質の一つであり、環境基準の達成が喫緊の政策課題となっている。

PM_{2.5}の主要成分である硝酸塩(NO₃⁻)と有機二次粒子(SOA)の前駆物質はそれぞれNO_x、VOCであり、光化学オキシダントの前駆物質と共通するものが多い。また、PM_{2.5}を構成する二次粒子の多くは、大気中の光化学反応でオキシダントと同時に生成する。このため、実際の解析には共通のシミュレーションモデルを用いて解析することが望ましく、両者を共に制御する視点からの複眼的な対策が求められる。

表 1 固定蒸発 VOC 排出量削減の影響解析シミュレーションの設定

ケース	人為起源排出量の設定年			気象場の設定年	備考
	東アジア大陸	関東領域固定蒸発 VOC	関東領域固定蒸発 VOC 以外		
A	2009 年	2009 年	2009 年	2009 年	基準ケース(2009 年)
B		2001 年			2009 年を基準に、国内固定蒸発 VOC の排出量のみ 2001 年相当に変更した場合



ケース A

ケース B

(2009 年基準ケース)

(固定蒸発 VOC 排出量を 2001 年に変更)

図 1 Ox 日最高 8 時間値の暖候期 98%値の分布(左図: ケース A 右図: ケース B)

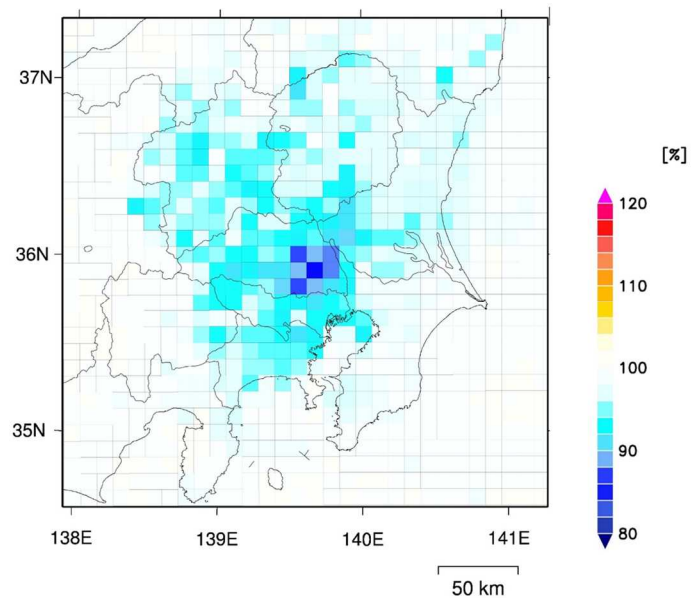


図 2 Ox 日最高 8 時間値の暖候期 98%値の濃度比(ケース A / ケース B)

表 2 越境大気汚染の影響解析シミュレーションの設定

ケース	人為起源排出量の 設定年		気象場 の 設定年	備考
	東アジア 大陸	国内		
A	2009 年	2009 年	2009 年	【基準ケース(2009 年)】
C	2001 年			2009 年を基準に、東アジア大陸の 排出量のみ 2001 年相当に変更した 場合

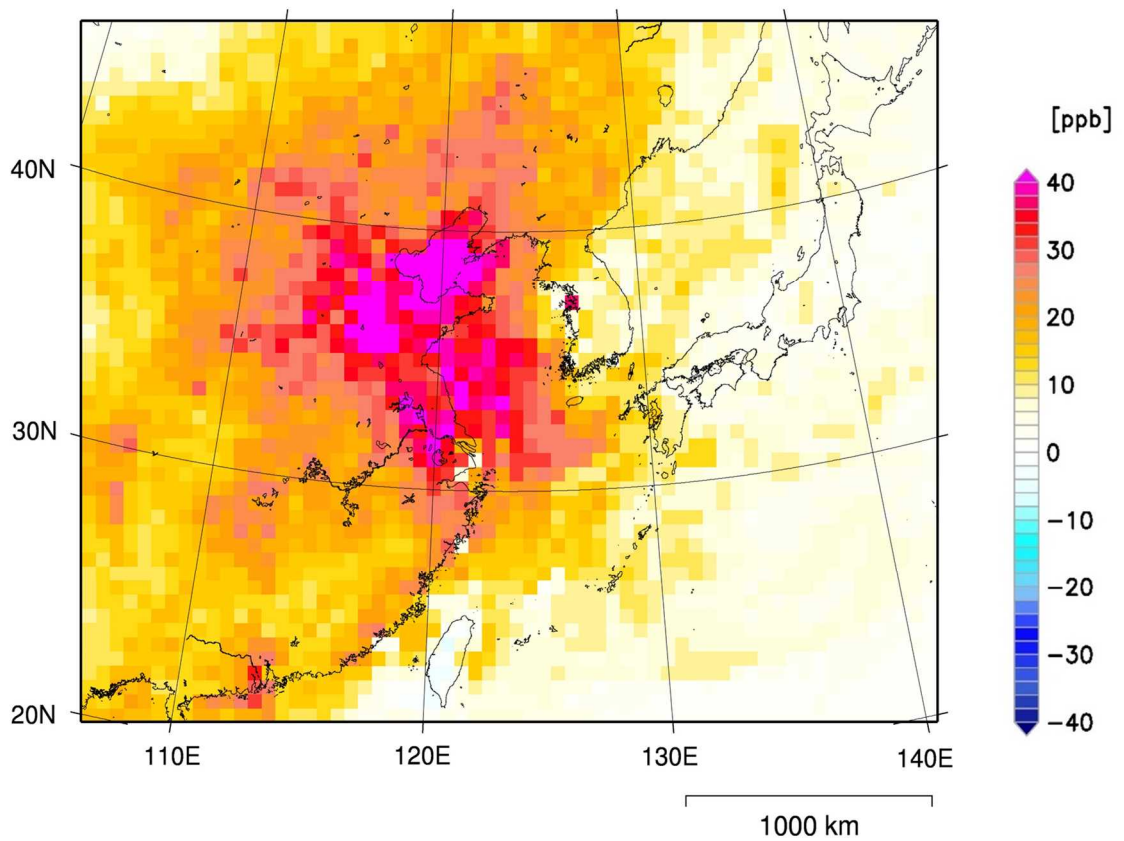


図 3 Ox 日最高 8 時間値の暖候期 98%値の濃度差(ケース A - ケース C)

表 3 NO タイトレーション効果低下の影響解析の設定ケース

ケース	大気汚染物質排出量の 設定年		気象場 の 設定年	備考
	東アジア大陸	国内		
A	2009 年	2009 年	2009 年	【基準ケース(2009 年)】
D	2001 年	2001 年	2001 年	【比較ケース(2001 年)】

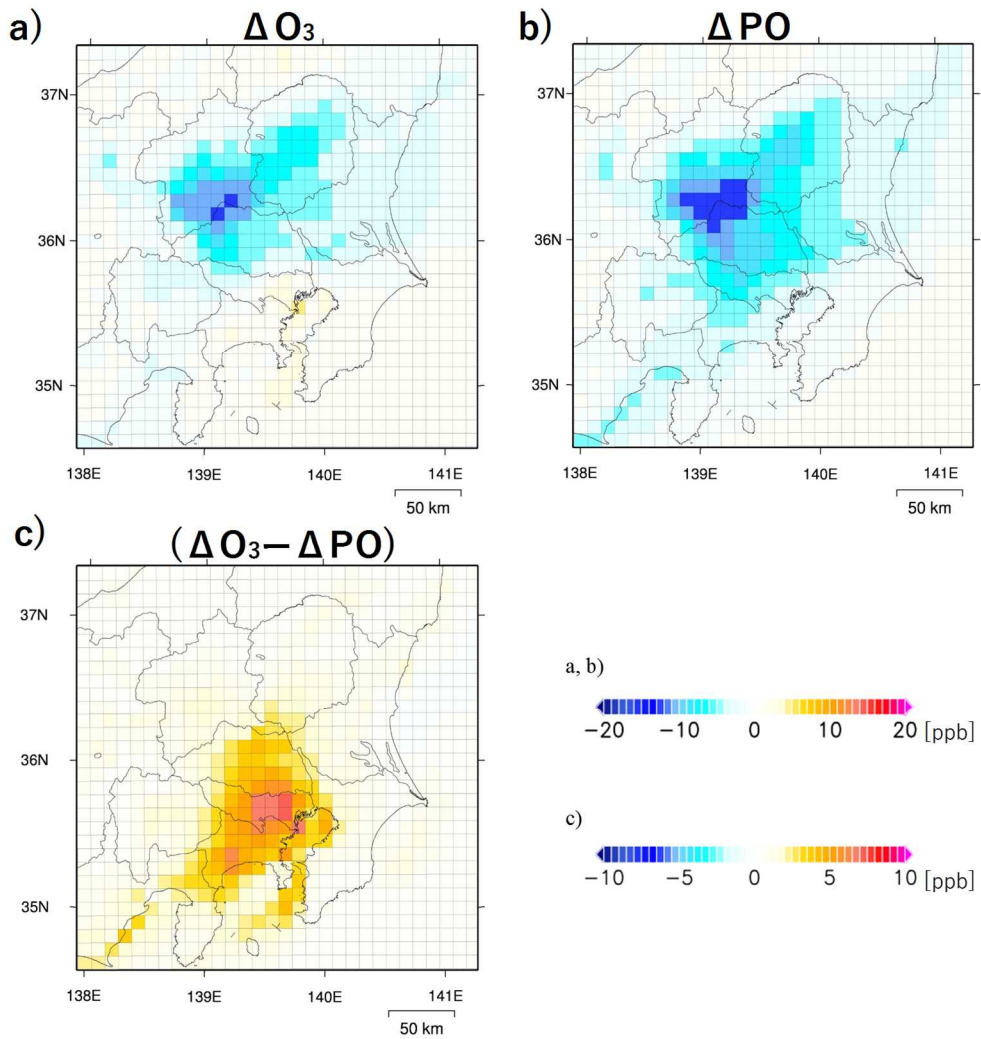


図 4 (ケース A - ケース D) の空間分布 (10 km 格子計算値 暖候期平均)

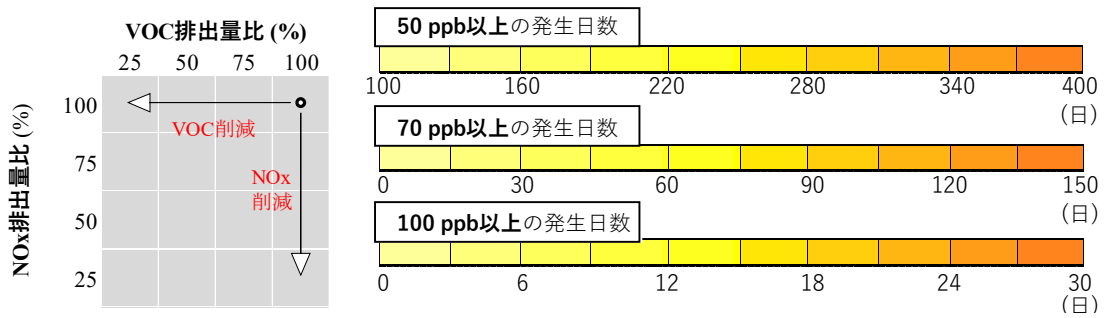
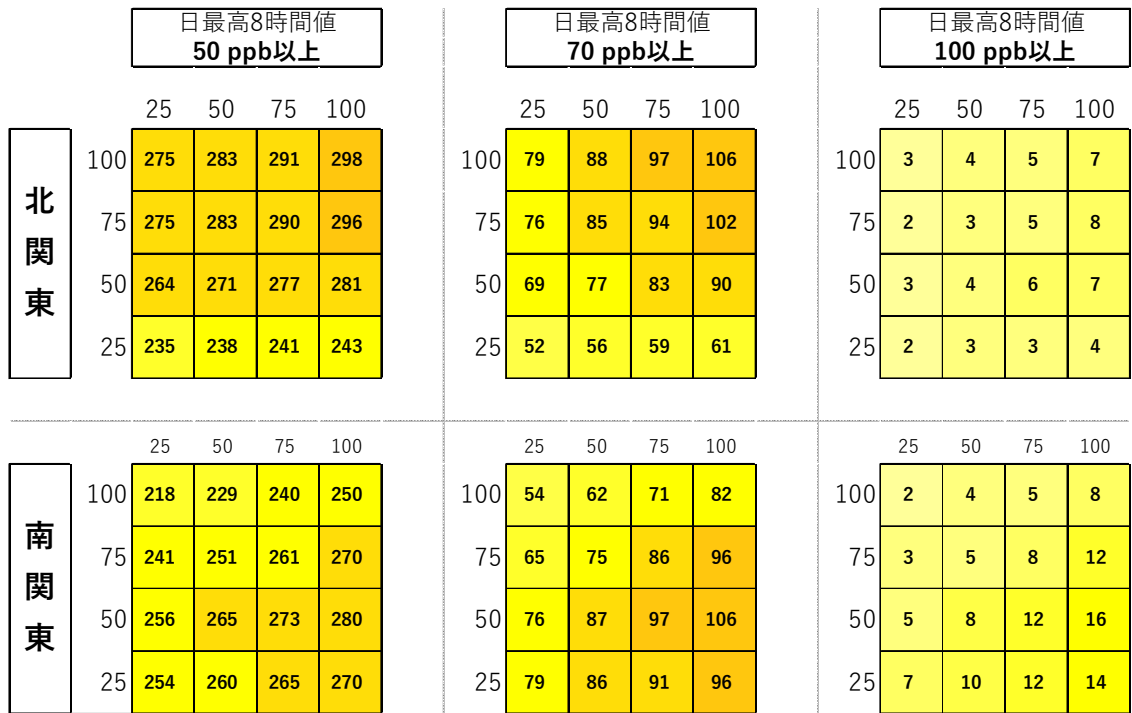


図 5 地域別の暖候期積算 O₃ 高濃度日発生日数(測定局あたり、3年積算日数)

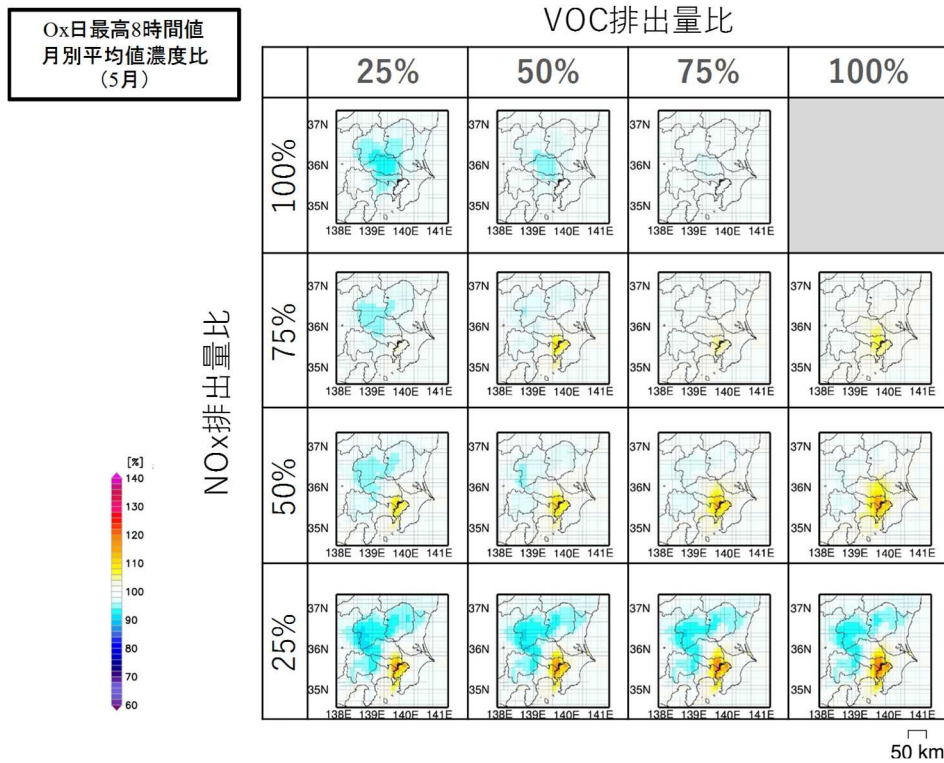


図6 前駆物質排出量削減ケースにおけるOx日最高8時間値の月平均値の濃度比 3年
 平均値(2008~2010年)(基準ケースとの比 5月)

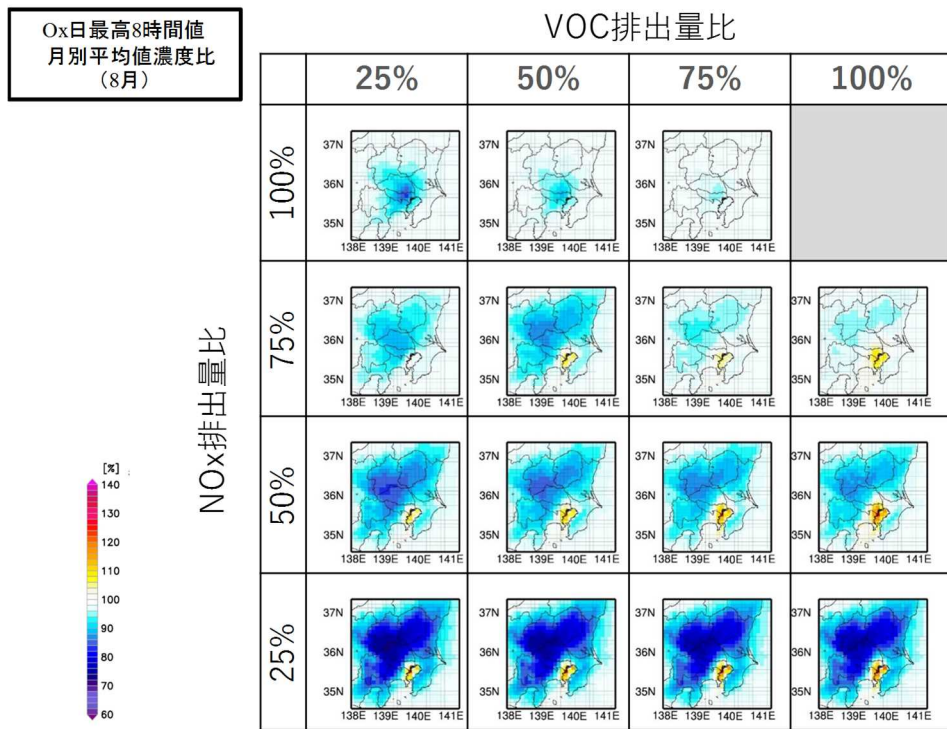


図7 前駆物質排出量削減ケースにおけるOx日最高8時間値の月平均値の濃度比 3年
 平均値(2008~2010年)(基準ケースとの比 8月)