

## VOC 削減効果の検証 (VOC と NOx の排出量)

### 1 はじめに

光化学オキシダント、そのほとんどがオゾンであり、大気中の揮発性有機化合物 (VOC)、窒素酸化物 (NOx) が、太陽光(紫外線)照射による光化学反応を通じて生成されます。これまでに、大気汚染防止のための様々な取組により、VOC や NOx の大気中濃度が減少しているにも関わらず、光化学オキシダント濃度の年平均値は近年横ばい傾向です。

環境省の光化学オキシダント調査検討会報告書(2017年3月)によると、夏季の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 NOx 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ています。そこで、本県内における VOC 及び NOx の大気中への排出量と環境濃度の関係を確認しました。

### 2 VOC 削減量の推移

図 1 に、化学物質排出把握管理促進法 (化管法) に基づく PRTR 届出事業場排出量のデータから抽出した県内の VOC (※) の大気への排出量と一般局において測定されている非メタン炭化水素 (以下、NMHC) 濃度の年平均値の推移を取りまとめました。NMHC とは、炭化水素 (HC) の中から、光化学反応性が乏しいメタン (CH<sub>4</sub>) を除いた炭化水素の総称であり、わが国では大気中の VOC 濃度を示す指標の一つとして用いられています。

本図から、県内の大気への VOC 排出量及び NMHC 濃度の年平均値については、共に減少傾向にあることがわかります。(※トルエン、塩化メチレン、トリクロロエチレン始め 45 物質の合計)

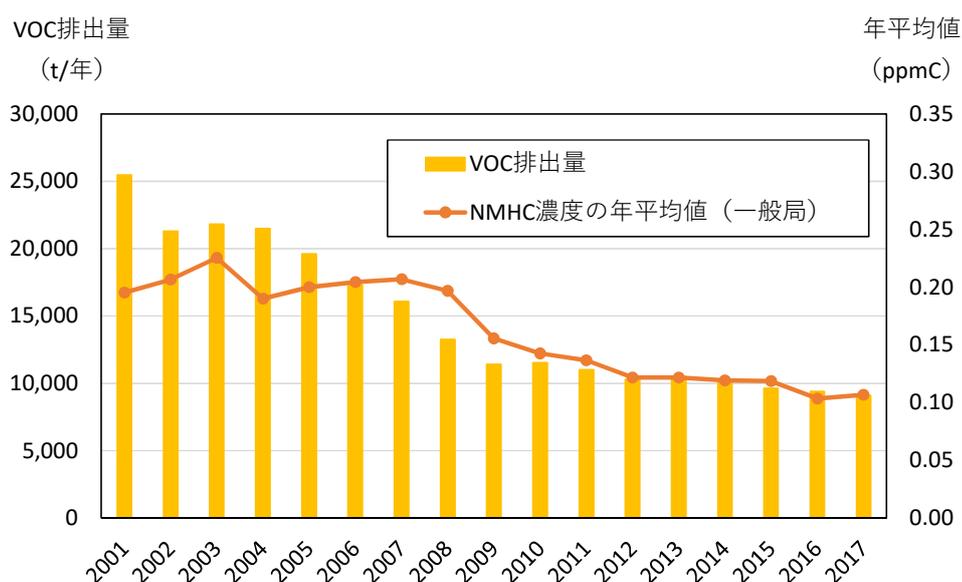


図 1 県内の PRTR 届出事業所からの VOC 排出量と NMHC 濃度 (一般局) の推移

参考：2017年度 事業所数 1942 事業所

また、図2に、愛知県光化学スモッグ緊急時対策取扱要領に定める発令区域別に集計したVOC排出量の推移を示します。本図から、県内では特に豊田区域におけるVOC排出量が顕著な減少傾向にあることがわかりました。

### VOC排出量

(t/年)

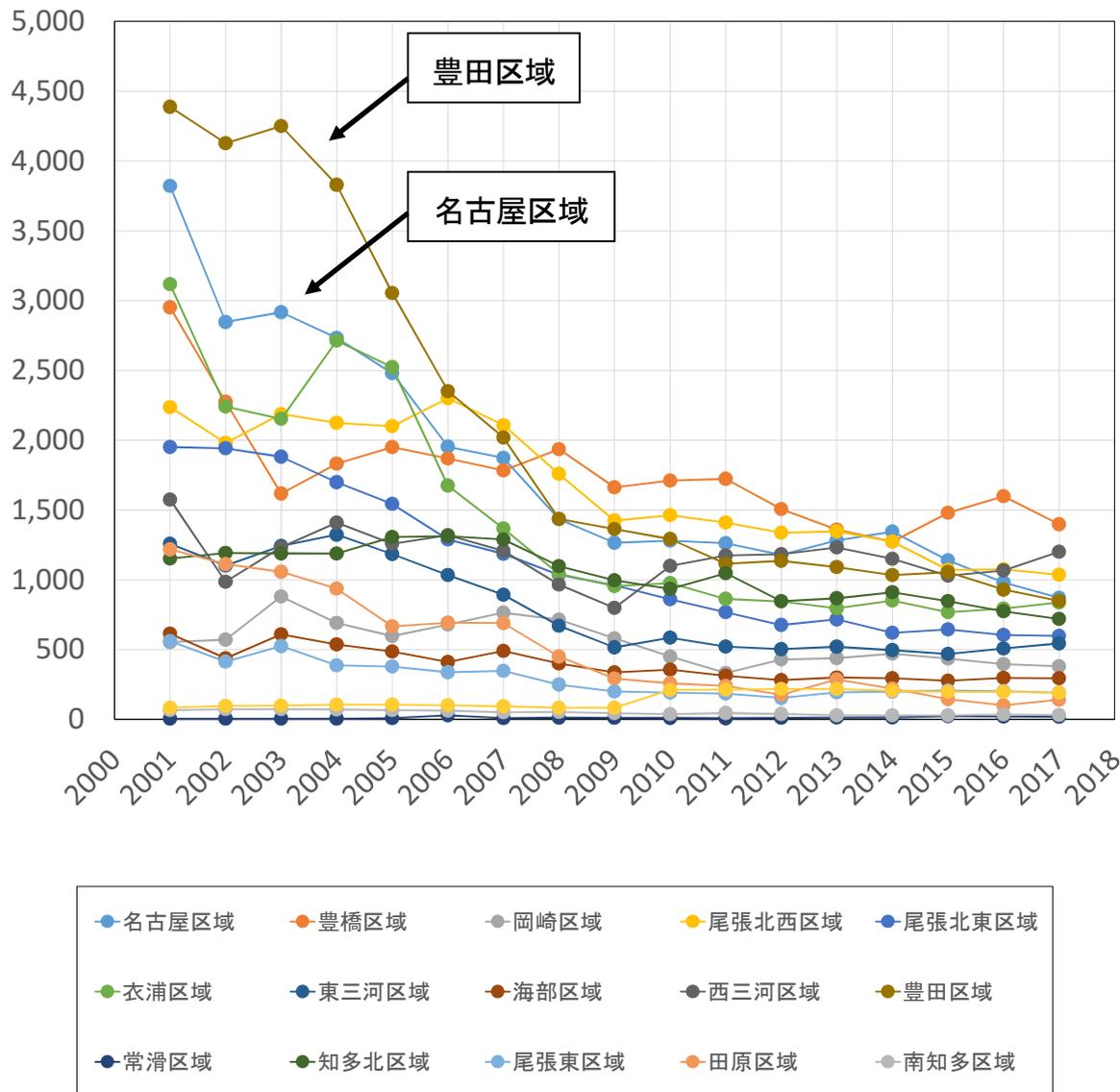


図2 VOCの大気への排出量の推移（発令区域別）

### 3 NOx削減量の推移

図3に、環境省が3年毎に実施する大気汚染物質排出量総合調査結果に基づく、愛知県内のばい煙発生施設から大気に放出される窒素酸化物（NOx）排出量と、愛知県内の一般局及び自排局において測定された二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）濃度の年平均値の推移を示します。NOx排出量についても減少傾向にあり、また県内の測定局におけるNO<sub>2</sub>濃度も併せて減少傾向にあることが確認できます。

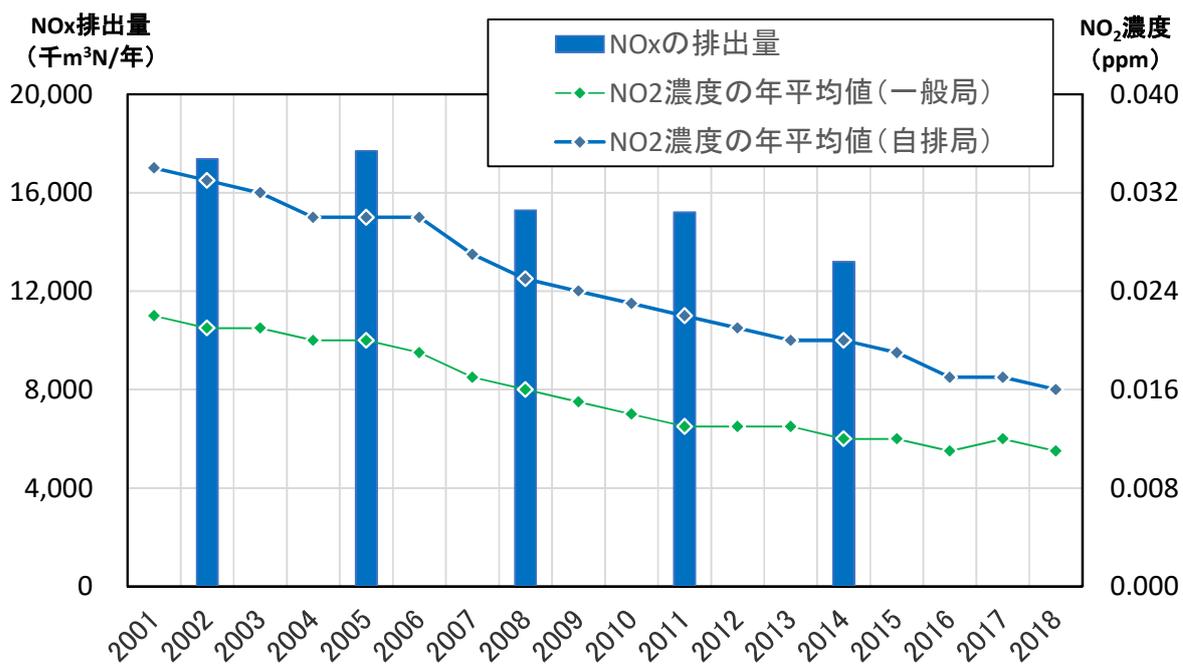


図3 県内のばい煙発生施設から大気へのNOx排出量とNO<sub>2</sub>濃度の推移  
(2017年度のNOx排出量は未発表)

#### 4 VOC と NOx 排出量の推移

図 4 に、名古屋区域及び豊田区域において、2002 年度を起点とした各区域内事業場からの VOC 及び NOx 排出量の推移を示します。

本図から、VOC 排出量は 2002 から 2014 年度の間で、名古屋区域、豊田区域ともに減少傾向であることがわかりました。

また、NOx 排出量は 2002 から 2014 年度の間で、豊田区域は 2008 年に増加した後、大きく減少しましたが、名古屋区域は豊田区域に比べ減少量が少なく 2014 年度は増加していました。

以上のことから、このような VOC 及び NOx 排出量の減少が、豊田区域における光化学スモッグ緊急時に係る注意報等の発令回数の減少に効果的であった可能性があります。

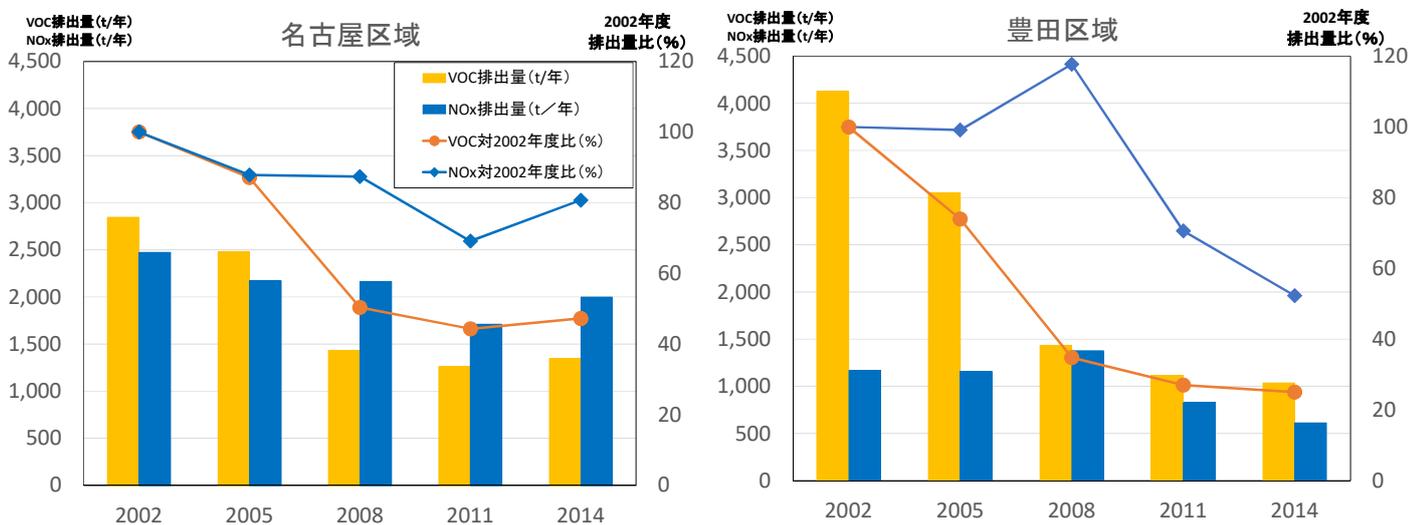


図 4 名古屋、豊田区域における VOC 及び NOx 排出量の推移

表 4 名古屋、豊田区域における VOC 及び NOx 排出量の推移

VOC排出量 (t/年)			NOx排出量 (t/年)		
年度	名古屋区域	豊田区域	年度	名古屋区域	豊田区域
2002	2,847	4,127	2002	2,475	1,169
2005	2,480	3,054	2005	2,174	1,158
2008	1,435	1,436	2008	2,164	1,376
2011	1,262	1,116	2011	1,711	825
2014	1,345	1,035	2014	1,999	611

VOC排出量比 (2002年度比) (%)			NOx排出量比 (2002年度比) (%)		
年度	名古屋区域	豊田区域	年度	名古屋区域	豊田区域
2002	100	100	2002	100	100
2005	87	74	2005	88	99
2008	50	35	2008	87	118
2011	44	27	2011	69	71
2014	47	25	2014	81	52

## 5 まとめ

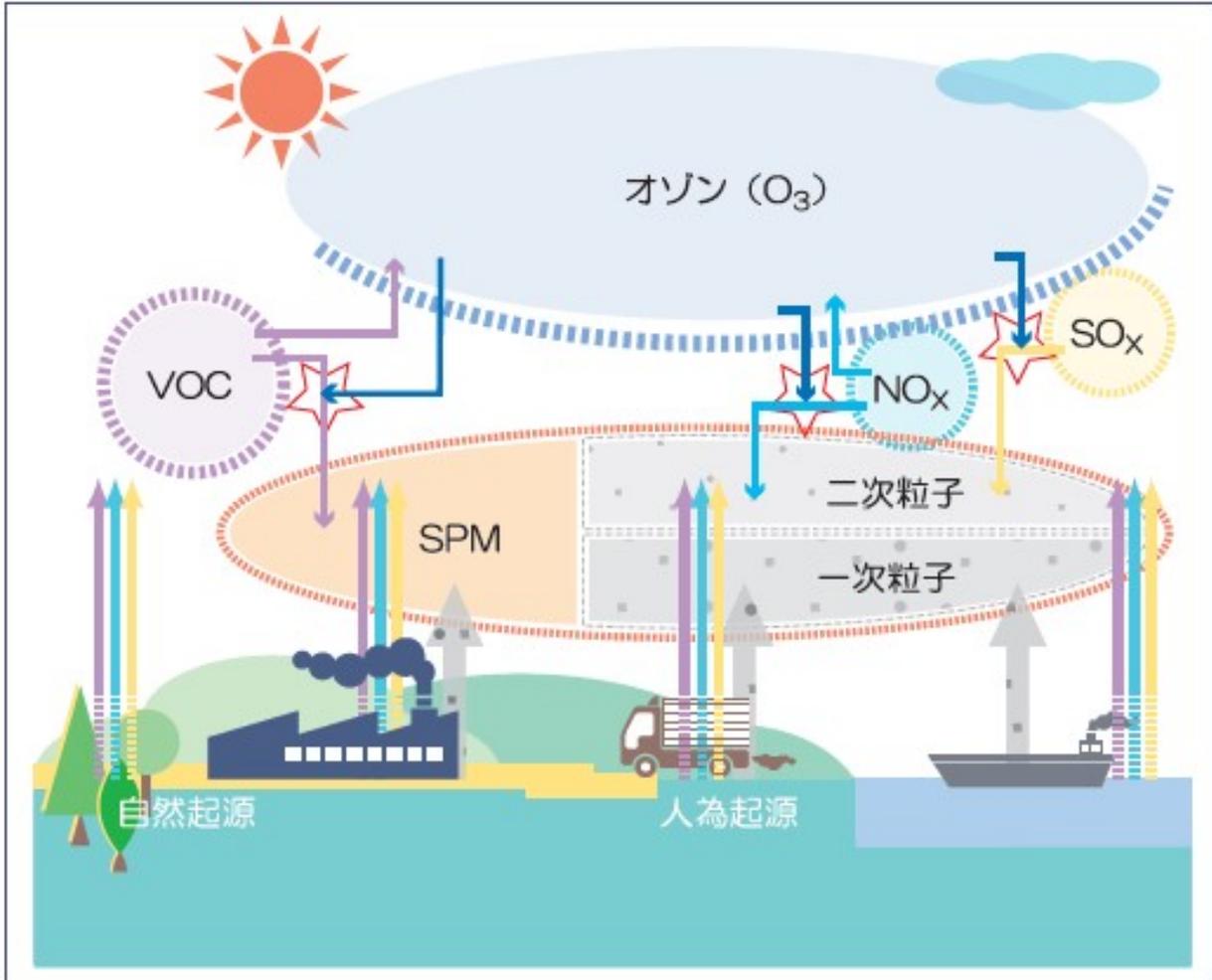
- ・ VOC 排出量は県内全体で削減されており、NMHC 濃度も低下の傾向にあることがわかりました。
- ・ NO<sub>x</sub> 排出量の減少とともに、NO<sub>2</sub> 濃度も減少していました。
- ・ VOC 排出量については、発令区域別にみると概ね減少傾向にあり、発令区域の注意報等の発令回数が減少傾向にありました。
- ・ 特に豊田区域においては、VOC 及び NO<sub>x</sub> 排出量の減少が、光化学スモッグ注意報等の発令回数の減少に効果的であった可能性があります。

## 6 参考資料

- 1) 愛知県：愛知県における光化学オキシダント調査検討結果，平成 26 年 1 月
- 2) 光化学オキシダント調査検討会：光化学オキシダント調査検討会報告書—今後の対策を見すえた調査研究のあり方について—，平成 24 年 3 月
- 3) 光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究 国立環境研究所と地方環境研究所との C 型共同研究 平成 19～21 年度 最終報告  
光化学オキシダント等に関する共同研究グループ
- 4) 環境省：揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制制度について  
<http://www.env.go.jp/air/osen/voc/pamph/index.html>（2019.12.10 アクセス）
- 5) 板野泰之：都市大気における光化学オキシダント問題の新展開, 生活衛生, 50(3), 115-122(2006)
- 6) 光化学オキシダント調査検討会：光化学オキシダント調査検討会報告書，平成 29 年 3 月

<参考> 有害大気汚染物質と排出量

## VOCと大気汚染



■ 光化学オキシダントとは、オゾン、パーオキシアセチルナイトレートその他の光化学反応により生成される酸化性物質をいいます。大気中の窒素酸化物やVOCが太陽の紫外線を受けて化学反応を起こし発生する汚染物質で、光化学スモッグの原因となり、高濃度では、粘膜を刺激し、呼吸器への影響を及ぼすほか、農作物など植物への影響も観察されています。

■ 光化学オキシダントは、大気中のVOCと窒素酸化物の混合系が、太陽光（特に紫外線）照射による光化学反応を通じて生成されます。

■ 浮遊粒子状物質(SPM)とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって、その粒径が10マイクロメートル以下のものをいいます。ボイラーや自動車の排出ガス等から発生するもので、大気中に長時間滞留し、高濃度で肺や気管などに沈着して呼吸器に影響を及ぼす危険があります。

■ 浮遊粒子状物質は、発生源から排出された時点で粒子となっている一次粒子と、排出された時点ではガス状であるが、大気中における光化学反応などにより粒子化する二次粒子とに分類されます。

■ 一次粒子には、工場・事業場から排出されるばいじん、粉じん、自動車等から排出される粒子状物質などがあります。土壌の巻き上げ粒子や海塩粒子など自然起源のものも含まれます。

■ 二次粒子は、工場・事業場、自動車などから排出されるVOC、硫黄酸化物、窒素酸化物などが原因物質となります。火山などから排出される硫黄酸化物など自然起源のものも考えられます。

(出典 環境省 「揮発性有機化合物(VOC)の排出抑制制度について」 より)



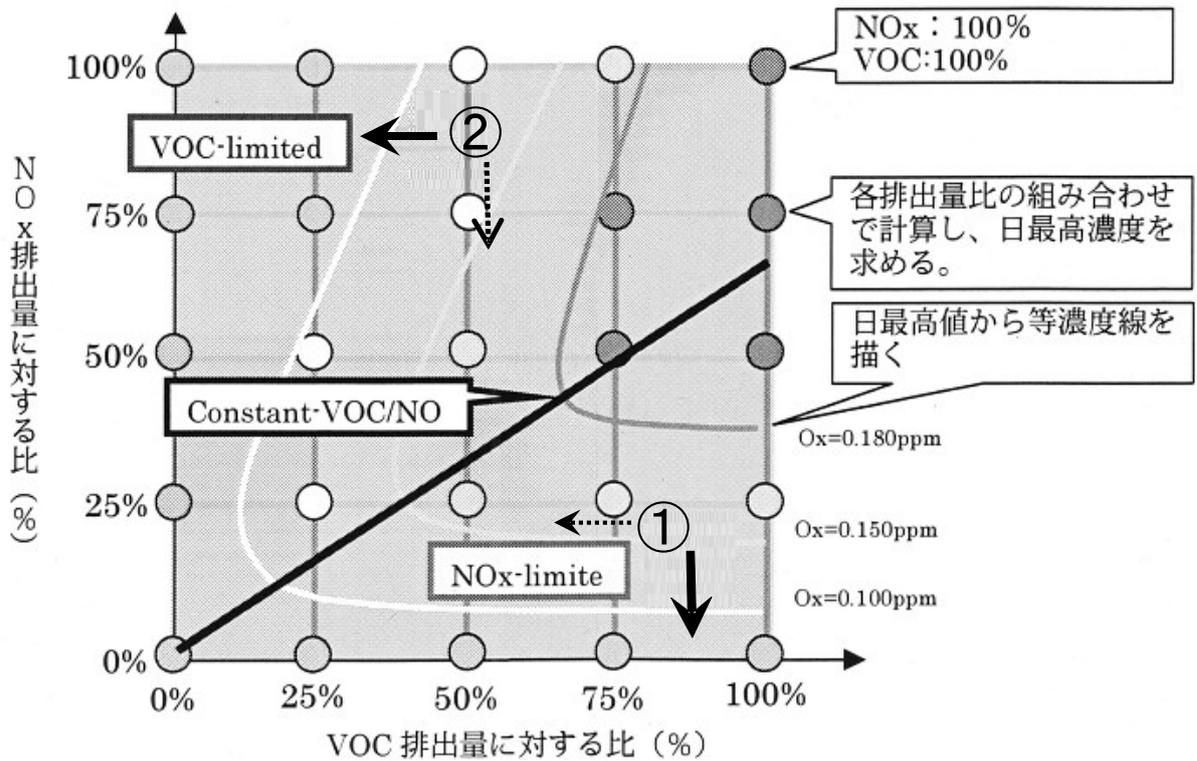


図2 オゾン濃度のNOx濃度、VOC濃度に対する依存性（環境省, 2010）

- ① NOx 律速：NOx 排出量の削減でオゾン濃度減少、VOC 排出量の削減でほとんど減少しない状態
  - ② VOC 律速：VOC 排出量の削減でオゾン濃度減少、NOx 排出量の削減ではほとんど減少しない、または逆に増加する状態
- また、①、②間の遷移的な状態として、③に示す状態が別途定義されることもある。
- ③ 混合律速：NOx、VOC いずれの排出削減でもオゾン濃度が減少する状態

VOC 律速の領域（②点）では、VOC 削減を行うことはオゾン濃度低減に有効であるが、NOx 削減は逆効果となる。逆に NOx 律速の領域（①点）では、VOC 削減を行うことはオゾン濃度低減には有効ではなく、NOx 削減が有効となる。したがって、適切な排出削減対策を決定するためには、地域における律速状態を把握することが重要であるとしている（中西ら, 2009）。