

## 今後の対策の方向性について（案）

## 1 背景

## (1) 大気環境の現状

- これまでの施策により東京都の大気環境は、PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントを除いて大幅に改善されてきた。

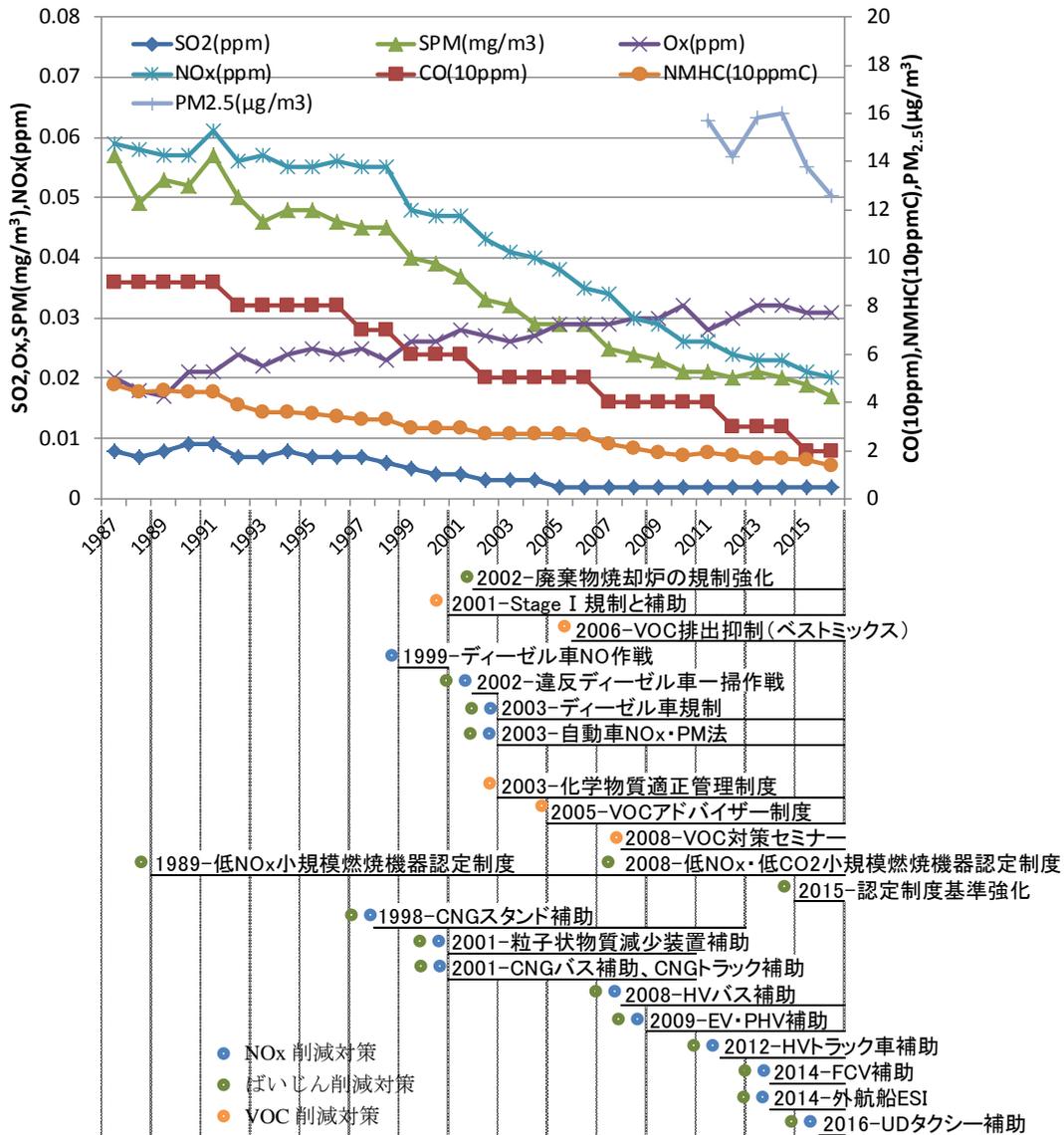


図 1 大気環境中濃度の推移とこれまでの主な施策

大気汚染物質濃度は、都内一般環境大気測定局の年平均値。

- 2016年度のSO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、SPMの一般環境大気測定局の環境基準達成率は100%。環境基準が達成されていないのは、PM<sub>2.5</sub>と光化学オキシダントである。

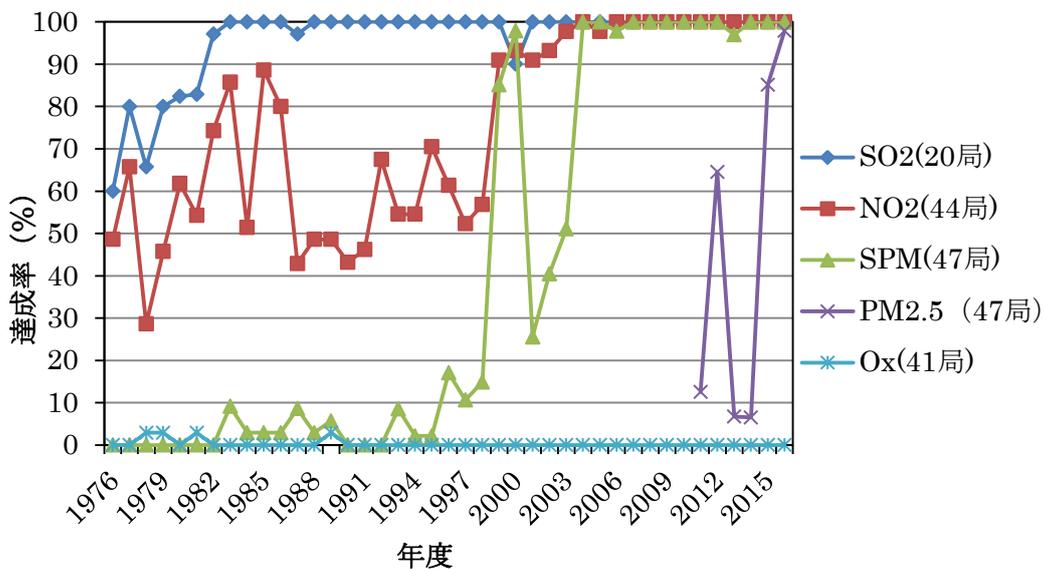


図 2 一般環境大気測定局の環境基準達成率の推移  
 ( ) は、2017 年度時点の測定局数

- PM<sub>2.5</sub> の大気環境中濃度は、2001 年度と比較して、半減している。
- 2016 年度の PM<sub>2.5</sub> の一般環境大気測定局の環境基準達成率は 98% で、環境基準設定以降、最高の達成率であり、改善傾向が見られる。しかし、PM<sub>2.5</sub> の環境基準の達成率は変動が激しく、今後の推移を注視する必要がある。

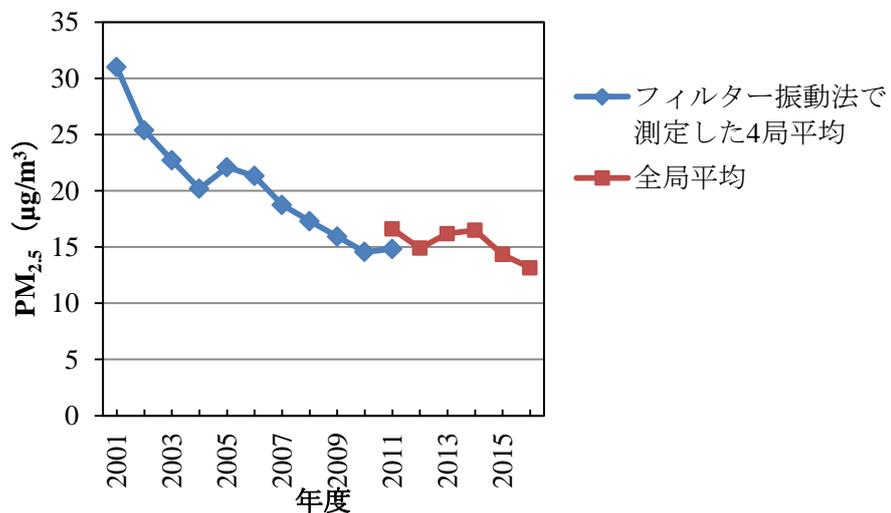


図 3 PM<sub>2.5</sub> 濃度年平均値の推移

2001 から 2011 年度までは、標準測定法が定められる前に、都内 4 局でフィルタ振動法により測定した結果。当時のフィルタ振動法は、測定器の性質上、PM<sub>2.5</sub> 検出部を 50℃ に加温する必要があった。加温することで PM<sub>2.5</sub> 中に含まれる半揮発性物質が揮散することから、フィルタ振動法による測定値は、標準測定法による測定値と比べて低い濃度を示す傾向がある。2011 年度からは、標準測定法により都内で測定した結果。2011 年度は 28 局、2012 年度は 55 局、2013 年度は 80 局、2014 年度は 81 局、2015 年度以降は 82 局。

- 光化学オキシダントは、光化学スモッグ注意報発令基準である1時間値が0.12 ppmを超過する日は減少している。超過日の2013～2016年度の3年平均は、2001～2003年度比で47%減少した。

しかし、環境基準設定以降、環境基準達成率は、ほぼ0%のままである。

最終目標である環境基準達成が遠い状況であることから、光化学オキシダント濃度の早期低減を図るため、中間目標として「2030年度までに、全ての測定局における光化学オキシダント濃度を0.07 ppm以下とする。(年間4番目に高い日最高8時間値の3年平均値)」という政策目標を設定している。

この中間目標は、最新の科学的知見を基に2015年に改定された米国環境基準を参考とした。

2014-2016年度に中間目標を達成した一般環境大気測定局はなかった。

- このようにPM<sub>2.5</sub>及び光化学オキシダントは改善傾向を示しているものの、PM<sub>2.5</sub>は環境基準を、光化学オキシダントは環境基準及び中間目標を未達成であり、PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントは大気環境における課題である。

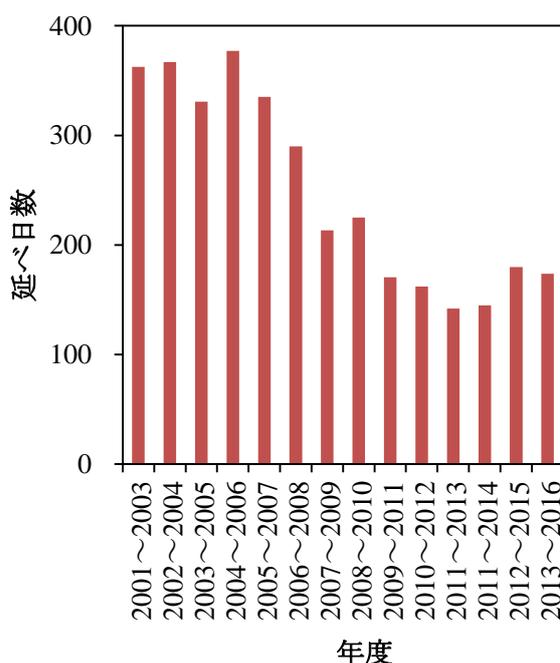


図 4 光化学オキシダント濃度0.12 ppm以上の延べ日数の3年移動平均の推移

光化学オキシダント濃度測定局ごとの1時間値が0.12 ppmを超過した日数を年度ごとに計上し、全測定局(41局)分を合計した。

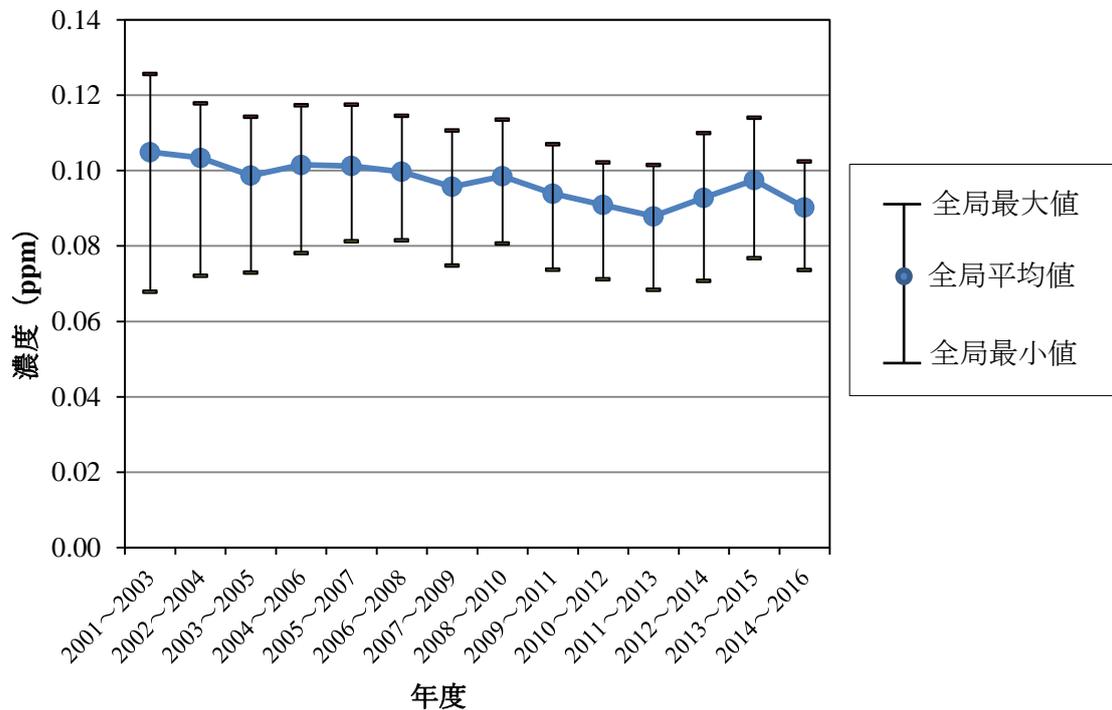


図 5 光化学オキシダント濃度の年間4番目に高い日最高8時間値の3年平均値の推移

(2) PM<sub>2.5</sub>について

- ・PM<sub>2.5</sub>は、粒径2.5μm以下の粒子状物質である。

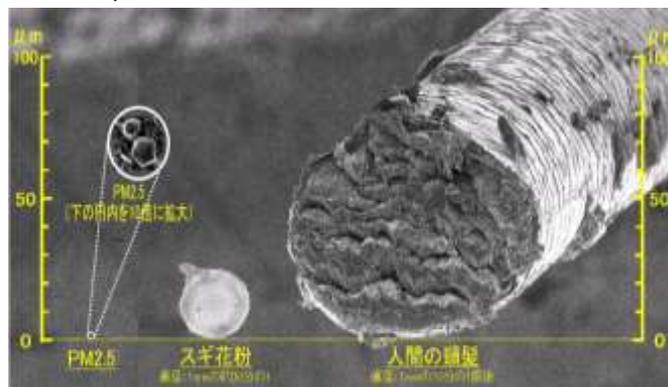


図 6 PM<sub>2.5</sub>、スギ花粉、人髪との大きさの比較

- ・単一の化学物質ではなく、炭素、硝酸塩、硫酸塩、金属を主成分とする様々な物質の混合物である。
- ・発生源は、人為起源と自然起源に分類できる。  
 人為起源の発生源は、塗装や印刷などのVOCを発生させるもの、ボイラー等のばい煙を発生する施設、自動車、船舶等。  
 自然起源の発生源は、火山、黄砂、植物等。

- また、生成機構により一次粒子と二次生成粒子に分類できる。  
一次粒子は発生源から大気中に排出された時に既に粒子になっているもの。  
二次生成粒子は、ガス状の NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、VOC 等が大気中で化学反応により粒子化したもの。

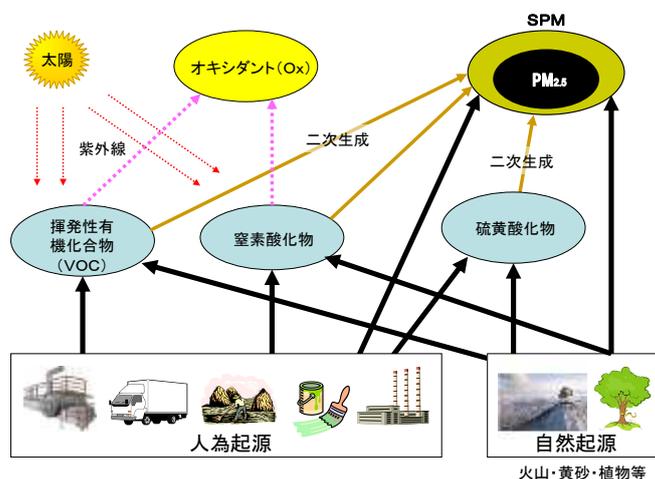


図 7 PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの発生源と生成機構

- 国内外の文献等によると短期暴露による肺機能の低下や呼吸器症状の増加といった健康影響があることや入院・救急受診が増加することが言われている。米国では、根拠となる科学的知見を見直し、2013年にPM<sub>2.5</sub>の環境基準を年平均値 15 µg/m<sup>3</sup> から 12 µg/m<sup>3</sup> に改定した。  
このことにより、子供、高齢者、心臓病や肺疾患患者、PM<sub>2.5</sub>の健康への悪影響（早期死亡率上昇、入院や救急受診の増加、慢性呼吸器疾患の進行）に高いリスクのある人々の保護が強化されるとしている(Federal Register 2013)。  
世界保健機構は、2005年に出版したWHO air quality guidelines global update 2005で、年平均値 10 µg/m<sup>3</sup>のガイドライン値を示している。  
PM<sub>2.5</sub>は、これ以下の濃度であれば、健康影響が全くないという閾値がない。しかし、ガイドライン値は、先進国の大都市圏で達成可能なレベルであり、達成することで健康へのリスクを効果的に減らすことができるとしている(World Health Organization 2006)。

### (3) 光化学オキシダントについて

- 光化学オキシダントは、オゾン等の酸化性物質で、ほとんどがオゾンである。
- 工場や自動車等から排出される窒素酸化物やVOCが、大気中で太陽光(紫外線)を受けて生成される。
- 光化学オキシダント濃度が高い時、気象条件により白くもやのかかった状態と

なる。この状態を光化学スモッグという。

光化学スモッグにより、目がチカチカする、喉が痛いなどの症状が出る場合がある。

2014 年度以降、都内において光化学スモッグによると思われる保健所への被害届出はない。

- ・米国では、2015 年に環境基準を 0.075 ppm（年間 4 番目に高い日最高 8 時間値の 3 年平均）から 0.070 ppm（年間 4 番目に高い日最高 8 時間値の 3 年平均）に強化した。

このことにより、子供、高齢者、喘息やその他の肺疾患患者、健康への悪影響（肺機能低下、呼吸器症状や肺炎の増加、入院や救急受診の増加、）に高いリスクのある人々の保護が強化されるとしている(Federal Register 2015)。

#### (4) 東京都の政策目標

- ・2016 年 3 月に改定した東京都環境基本計画及び 2016 年 12 月に策定した「2020 年に向けた実行プラン」で、PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントについての政策目標を掲げている。

表 1 東京都の政策目標

政策目標	目標年次	目標値
光化学スモッグ注意報 <sup>※1</sup> の発令日数	2020 年度	ゼロ
光化学オキシダント濃度	2030 年度	全ての測定局で 0.07 ppm 以下（8 時間値） <sup>※2</sup>
PM <sub>2.5</sub> の環境基準 <sup>※3</sup>	2020 年度	長期基準の達成
	2024 年度	達成

※1 大気汚染防止法に基づき光化学オキシダント濃度の 1 時間値が 0.12 ppm 以上になり、気象条件からみてその状態が継続すると認められる場合に都道府県知事等が発令する。

※2 年間 4 番目に高い日最高 8 時間値の 3 年平均

※3 1 年平均値が 15 µg/m<sup>3</sup> 以下（長期基準）であり、かつ、1 日平均値が 35µg/m<sup>3</sup> 以下（短期基準）

#### (5) 検討会の実施について

##### ① 光化学オキシダント対策検討会（2003、2004 年度）

- ・1976 年度から 2002 年度の一般大気環境測定局データの解析を行い、「NO<sub>x</sub> 濃度、NMHC 濃度が低く、濃度比（NMHC/NO<sub>x</sub>）が小さい条件なら、高濃度の光化学オキシダントの出現する割合が小さいこと」が明らかになった。

自動車公害対策により NO<sub>x</sub> 排出量が削減されたが、NMHC 排出量の削減が追いついていないことが指摘された。

- ・これらの結果を踏まえ、今後の施策のあり方を次のように示した。  
光化学オキシダント濃度の低減には、バランスのとれた VOC 対策と NOx 対策が必要。  
高濃度の光化学オキシダントの生成を抑制するためには、窒素酸化物の排出削減対策のみならず、VOC のさらなる排出削減対策が必要。  
VOC の排出は、7 割が固定発生源であること、業種が様々であり、中小規模の事業者が多いことから、VOC 対策については、事業者の実態に応じた取組を促進するため、都が積極的に支援する施策の展開が望ましい。  
広域的な対策を推進するため近隣自治体と連携し、都が先導的役割を果たしていくことが重要。

## ② 大気中微小粒子状物質検討会（2008 から 2011 年度）

- ・シミュレーション解析により発生源別寄与割合や将来濃度を推計した。
- ・これらの結果から対策の方向性を次のように示した。

### 基本的な対策の方向性

大気中の PM<sub>2.5</sub> 濃度は改善してきていることから、これまで実施してきた削減対策を着実に推進していくこと。

既定の対策を継続した場合の将来推計濃度は環境基準を上回ることから、既定の対策に加え、新たな対策又は対策の強化が必要。

#### 1 都内の対策

- ・二次生成粒子の寄与割合が約 2/3 を占めることから二次生成粒子の原因物質である NOx、SOx、VOC に着目した対策を推進すべき
- ・効果的な対策が行われていない船舶、家庭・業務の寄与が想定的に増加することが想定される。多様な発生源に対するきめ細やかな対策を推進していくべき。

#### 2 広域対策

- ・都外の様々な活動による影響が大きいことが明らかになり、都県域を越えた広域的な視点が不可欠。
- ・関東地域外の影響も全体の約 2 割を占め、国外の影響も無視できない。国に対して、国外の発生源の実態や越境汚染の影響等の解明、その影響を低減する手段を講じることを求めるべき。

#### 3 対策効果の検証

- ・2008 年度から開始した都内 4 測定局での測定を継続し、データを対策効果の検証、対策の検討に活用すべきである。

### ③ 大気中微小粒子状物質検討会（2017、2018 年度）

- ・政策目標「2024 年度までに、PM<sub>2.5</sub> の環境基準達成率を 100%に向上させる。」、「2030 年度までに、全ての測定局における光化学オキシダント濃度を 0.07 ppm 以下とする。（年間 4 番目に高い日最高 8 時間値の 3 年平均）」等の達成に向けて、次のことを調査、検討する。
  - ・PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの実態調査
  - ・PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの原因物質、発生源及び生成メカニズムの解明
  - ・PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの発生源別寄与割合及びシミュレーション
  - ・PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの削減対策

## 2 大気汚染物質発生源の状況

- ・2000 年度から 2015 年度までの大気汚染物質の排出量は、これまでの施策の効果により大きく減少。  
それに伴い大気環境中の大気汚染物質濃度も低下。

### （1） ばいじん

- ・2015 年度排出量は 2000 年度比 66%減少。
- ・2015 年度の大気環境中の SPM 濃度は、一般環境大気測定局で 2000 年度比 51%減少、自動車排出ガス測定局で 2000 年度比 59%減少。
- ・2015 年度の自動車からの排出量は 2000 年度比 85%減少。  
これは、2001 年からの NO<sub>x</sub>・PM 法による規制、2003 年に東京都が先導して神奈川県、埼玉県と共に開始したディーゼル車規制等の効果と考えられる。
- ・2015 年度の建設機械からの排出量は 2000 年度比 57%減少。  
これは、2006 年にオフロード法による排出ガス規制が開始され、その後、2010、2014 年に規制が強化された効果と考えられる。
- ・家庭からの排出量は 2000 年度から横ばい傾向で、全排出量に占める割合は、5.1%から 15.1%に増加。

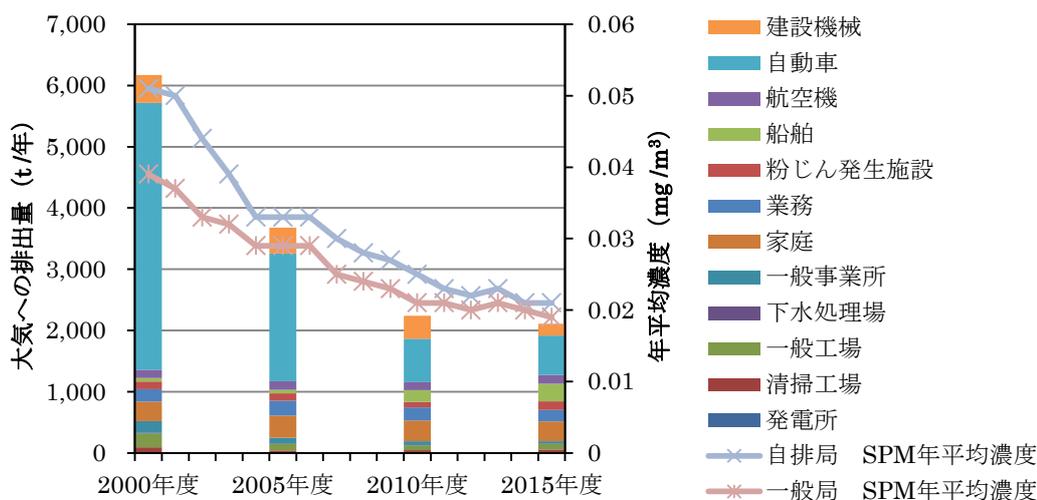


図 8 ばいじん排出量と SPM 濃度の推移

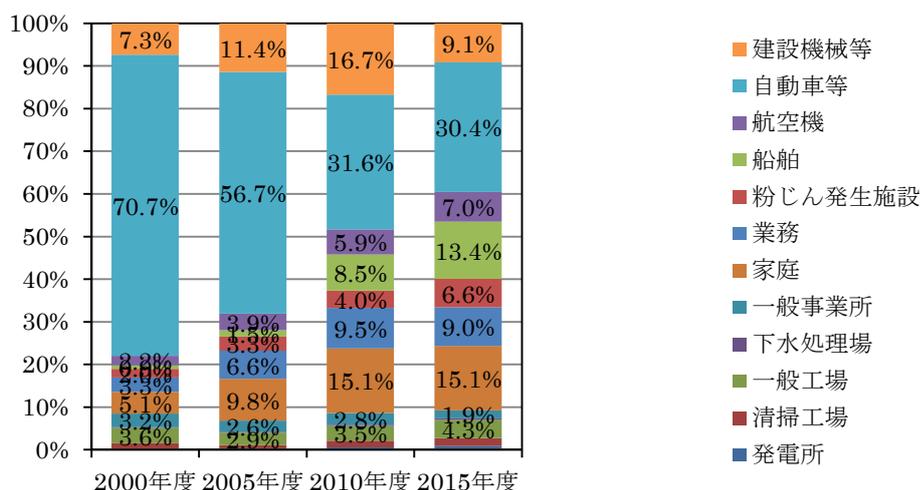


図 9 ばいじん排出量割合の推移

(2) NOx

- 2015 年度排出量は 2000 年度比 54% 減少。
- 2015 年度の大気環境中の NOx 濃度は、一般環境大気測定局で 2000 年度比 55% 低下、自動車排出ガス測定局で 2000 年度比 58% 低下。
- 2015 年度の自動車からの排出量は 2000 年度比 70% 減少。  
これは、2001 年からの NOx・PM 法による規制、2003 年に東京都が先導して神奈川県、埼玉県と共に開始したディーゼル車規制等の効果と考えられる。
- 2015 年度の建設機械からの排出量は 2000 年度比 57% 減少。  
これは、2006 年にオフロード法による排出ガス規制が開始され、その後、2010、2014 年に規制が強化された効果と考えられる。

- ・家庭からの排出量は2000年度から横ばい傾向で、全排出量に占める割合が6.0%から12.8%まで増加。

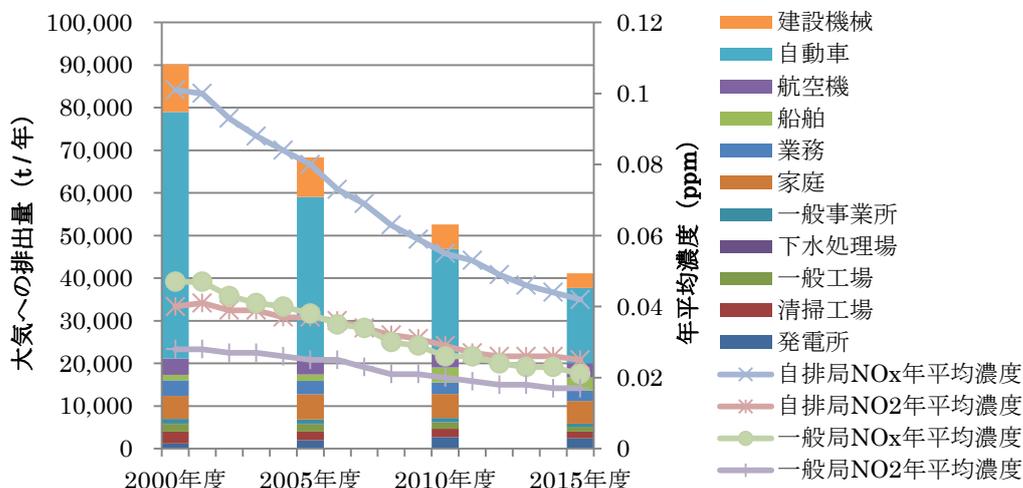


図 10 NOx 排出量と大気環境中濃度の推移

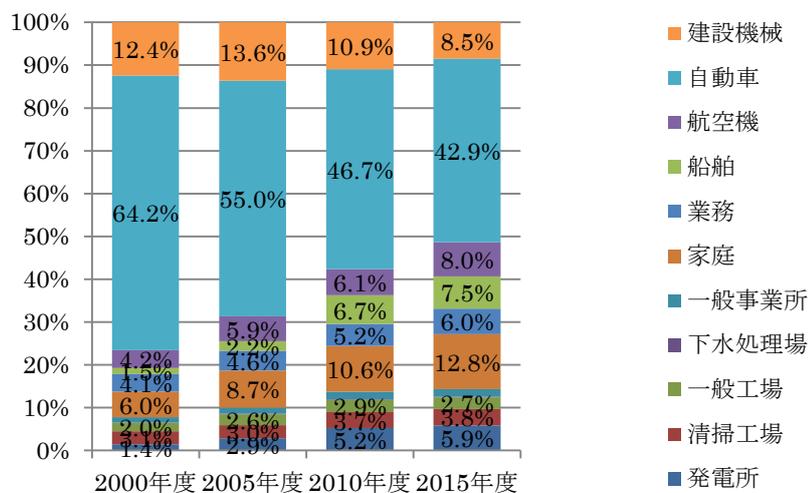


図 11 NOx 排出量割合の推移

### (3) SO<sub>2</sub>

- ・2015年度排出量は2000年度比44%減少。
- ・2015年度の自動車からの排出量は2000年度比98%減少。

これは、2005年から石油業界が先進的な取組として、硫黄分が10 ppm以下の軽油、ガソリンの全国供給を開始した効果と考えられる。その後、軽油は2007年から、ガソリンは2008年から揮発油等の品質の確保等に関する法律で硫黄分10 ppm以下に規制されている。

- ・ 2015 年度排出量においては、船舶からの排出量が 70% を占める。  
 MARPOL 条約により 2020 年から船舶燃料油の硫黄分規制が現行の 3.5% 以下から 0.5% 以下に強化されることが決定しており、船舶からの排出量が大きく減少することが予想される。

**2018 年度検討**

- ・ 臨海部において PM<sub>2.5</sub> の主成分の一つの硫酸塩の原因物質である SO<sub>2</sub> の大気環境中濃度を把握することを目的として、2018 年 2 月に大気環境濃度調査 (SO<sub>2</sub> 濃度測定) の予備調査、夏季に本調査を実施する。

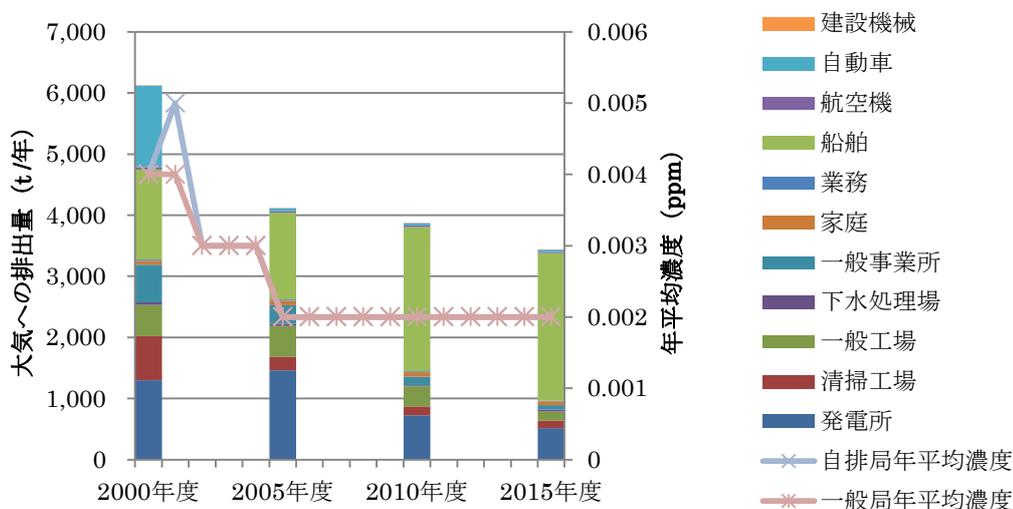


図 1.2 SO<sub>2</sub> 排出量と大気環境中濃度の推移

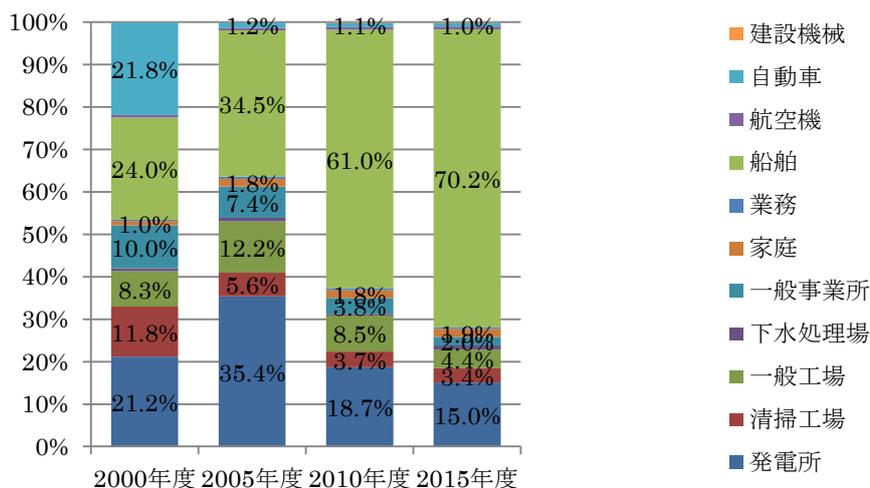


図 1.3 SO<sub>2</sub> 排出量割合の推移

(4) VOC

- 2015 年度排出量は 2000 年度比 53% 減少。
- 2015 年度の大気環境中の NMHC 濃度は、一般環境大気測定局で 2000 年度比 45% 低下、自動車排出ガス測定局で 2000 年度比 57% 低下。
- 2015 年度の自動車からの排出量は 2000 年度比 76% 減少。  
これは、2000 から 2002 年の新短期規制、2005 年の新長期規制によるガソリン車の排出基準の強化の効果と考えられる。
- 2015 年度の金属表面処理からの排出量は 2000 年度比 73% 減少。  
2015 年度の塗装（工場内）からの排出量は 2000 年度比 61% 減少。  
2015 年度の印刷からの排出量は 2000 年度比 57% 減少。  
これらを始めとした固定発生源からの排出量の減少は、2006 年からの大気汚染防止法による規制と事業者の自主的取組の効果と考えられる。
- 2015 年度排出量において、民生部門、自動車、塗装（工場外）、給油等、印刷からの排出量は、各々全体の 14~16% 程度で、合わせて全体の 75% を占める。

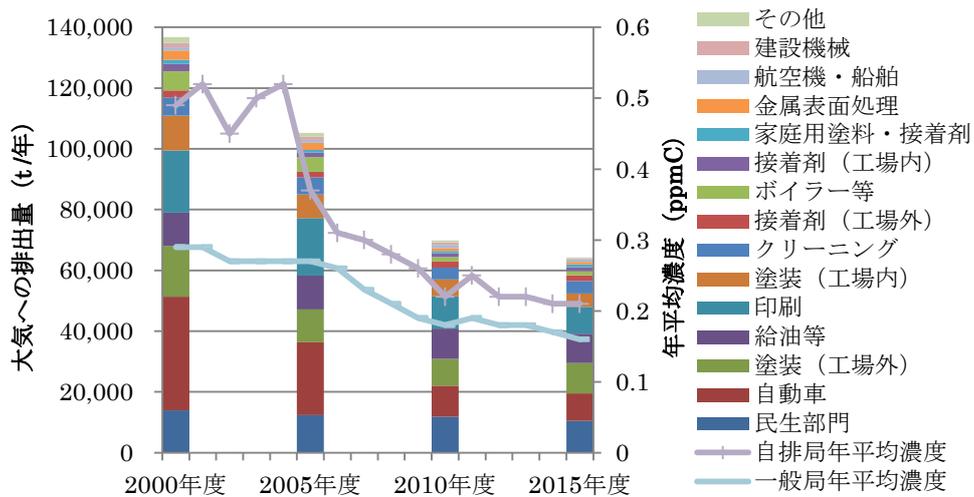


図 1 4 VOC 排出量と NMHC 濃度の推移

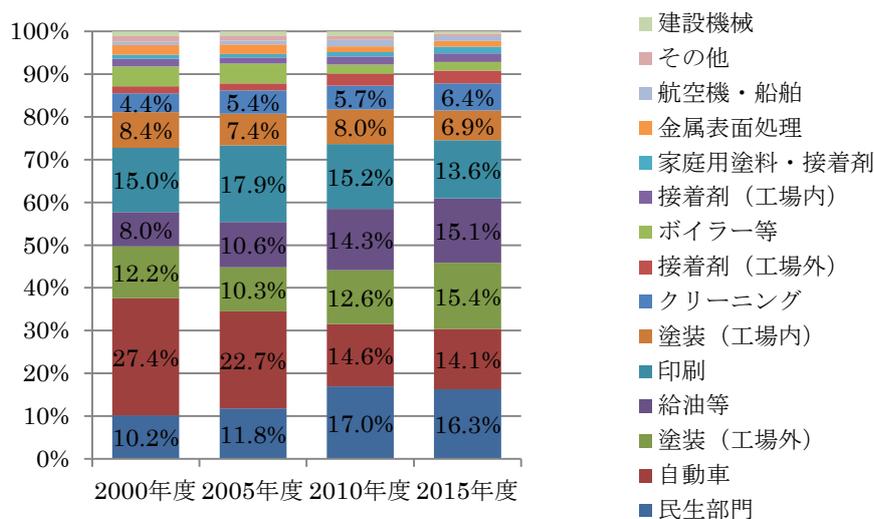


図 15 VOC 排出量割合の推移

### 3 対策の方向性

#### (1) 更なる削減対策

- PM<sub>2.5</sub>及び光化学オキシダントは改善傾向が見られる。  
2016年度のPM<sub>2.5</sub>の一般環境大気測定局の環境基準達成率は98%で、環境基準設定以降、最高の達成率であり、改善傾向が見られる。  
光化学オキシダントは、光化学スモッグ注意報発令基準である1時間値が0.12ppmを超過する日は減少しており、2013～2016年度の超過日の3年平均は、2001～2003年度比で47%減少。
- これは、これまでの対策によりPM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの原因物質であるばいじん、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、VOC排出量が減少した効果であると考えられる。  
2000年度以降、PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントの原因物質であるばいじん、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>排出量は、規制が強化された自動車、建設機械といった発生源からの排出量の減少が顕著だったことから、今後も、これまでの対策を着実に推進していくことが重要であると考えられる。
- しかし、PM<sub>2.5</sub>の環境基準、光化学オキシダントの政策目標及び環境基準は未達成である。
- PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダント濃度の更なる低減を図るためには、これまでの対策強化と共に新たな対策が必要。
- PM<sub>2.5</sub>の二次生成粒子の寄与割合は約2/3を占め、原因物質はNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、VOC、アンモニアである。  
光化学オキシダントの原因物質は、NO<sub>x</sub>とVOCであり、濃度の低減には、バ

ランスのとれた NOx 対策と VOC 対策が必要であるが、VOC 排出量の削減が追い付いていない。

- PM<sub>2.5</sub> 及び光化学オキシダントの双方に共通する原因物質である VOC 対策を推進する必要がある。

## (2) 今後の検討について (2018 年度検討)

- シミュレーション解析により、各発生源で原因物質対策を実施した場合の大気中の PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダント濃度への効果を分析する。
- シミュレーション解析や費用対効果分析の結果を基に、原因物質対策を都内で普及させた場合の影響を評価し、より効果的な対策を検討する。
- シミュレーションにより都内及び関東で対策を普及させた場合の影響を解析し、広域連携による対策を検討していく。

### (発生源対策)

- 対策を普及させる施策を実施する際には、各発生源について業態や規模別に対策の実施状況を勘案し、規制や支援を組み合わせる手法がある。
- 例えば、国は、VOC の排出を抑制するため法規制と自主的取組を合わせた施策を継続している。

法規制 一定規模以上の排出施設に対し、VOC の排出基準を設定

自主的取組 全ての事業者の責務として VOC 排出抑制に努めることを規定

- 東京都内は、排出規制の対象とならない中小規模の事業所が多い。  
東京都は、VOC 対策ガイド作成、VOC 対策アドバイザー派遣等の事業者を支援する施策を行ってきた。
- 対策の選択にあたっては、PM<sub>2.5</sub> や光化学オキシダントの原因物質を削減する効果だけでなく、例えば、VOC 回収装置のように対策実施者（事業者）に経済的メリット等をもたらすものがある。

今後の対策を検討する際には、対策を実施することで得られる事業者のメリットも勘案することが望ましいと考える。

### (広域連携)

- 過去の検討会でも、PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダント対策は広域的な取組が必要であることが指摘されている。

PM<sub>2.5</sub> については、2008 年度を基準年とした発生源寄与解析で、都内発生源が 15%、関東 6 県の発生源が 34% の寄与割合であることが分かっている。

- これまでも、2012 年度から近隣自治体と連携して夏季の VOC 排出削減に取り組んでいる。

2008年度から関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議、2014年度から二次生成大気汚染物質等にかかる連絡会を開始し、PM<sub>2.5</sub>、光化学オキシダントに関する情報について共有している。

本検討会では、各自治体の固定発生源調査結果の提供を受け、現在、取りまとめている。

今後も、大気環境の改善には広域的な対策が不可欠であることから、近隣自治体と調査結果を共有し、連携を図っていく。

## 参考文献

- Federal Register (2013). National ambient air quality standards for particulate matter; Final rule. Federal Register, 78: 3086-3287.
- Federal Register (2015). National ambient air quality standards for ozone; Final rule. Federal Register, 80: 65292-65468.
- World Health Organization (2006). Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.