

大気中微小粒子状物質検討会
中間まとめ

平成 30 年 7 月

大気中微小粒子状物質検討会

はじめに

東京都は、これまでディーゼル車規制や工場等の固定発生源対策等の様々な大気汚染対策に取り組んできた。その結果、都内の大気環境は大幅に改善された。しかし、微小粒子状物質（PM_{2.5}）や光化学オキシダントの環境基準は未達成であり、大気環境の残された課題となっている。そこで、東京都は、世界の大都市で最も水準の高い良好な大気環境を実現することを目指し、「都民ファーストでつくる『新しい東京』～2020年に向けた実行プラン～」(2016年12月)及び東京都環境基本計画(2016年3月)において、PM_{2.5}及び光化学オキシダントに関する政策目標を掲げている。

東京都は、これらの政策目標の達成に向け、PM_{2.5}等の新たな科学的知見・データの蓄積を踏まえ、PM_{2.5}及び光化学オキシダントの効果的な対策を推進するため、「大気中微小粒子状物質検討会」を開催している。2017年度から2018年度の2か年でPM_{2.5}及び光化学オキシダントの実態把握、解析、今後の対策のあり方等について検討しているところである。

本中間まとめは、2017年度に3回開催した検討会における検討結果を取りまとめたものである。

【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 ^{※1} 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) ^{※2}
PM _{2.5} の環境基準 ^{※3}	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。なお、0.07 ppmは、0.070 ppmとして目標達成状況を評価する。

※3 1年平均値が15 µg/m³以下(長期基準)であり、かつ、1日平均値が35 µg/m³以下(短期基準)

大気中微小粒子状物質検討会 委員名簿

氏名	役職名
飯島 明宏	高崎経済大学 地域政策学部 教授
岸本 充生	大阪大学 データビリティフロンティア機構 教授
草鹿 仁	早稲田大学 理工学術院 教授
◎坂本 和彦	一般財団法人 日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター 所長
茶谷 聡	国立研究開発法人 国立環境研究所 主任研究員
戸野倉 賢一	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
森川 多津子	一般財団法人 日本自動車研究所 主任研究員
○吉門 洋	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 客員研究員

◎ 座長 ○ 副座長

(敬称略、五十音順)

目次

1	背景	1
1.1	東京都の大気環境の現状	1
1.1.1	大気環境中濃度の推移	1
1.1.2	環境基準の達成状況について	2
1.2	PM _{2.5} について	5
1.2.1	PM _{2.5} とは	5
1.2.2	PM _{2.5} の健康影響	6
1.3	光化学オキシダントについて	6
1.3.1	光化学オキシダントとは	6
1.3.2	光化学オキシダントの健康影響	6
1.4	東京都の政策目標	8
1.5	検討会の設置について	8
1.5.1	光化学オキシダント対策検討会（2003年度から2004年度）	8
1.5.2	大気中微小粒子状物質検討会（2008年度から2011年度）	9
1.5.3	大気中微小粒子状物質検討会（2017年度から2018年度）	10
2	東京都のPM _{2.5} 、光化学オキシダントの現状	11
2.1	PM _{2.5} について	11
2.1.1	経年変化	11
2.1.2	短期基準超過の季節的要因	14
2.1.3	季節的な特徴	22
2.2	光化学オキシダントについて	25
2.2.1	経年変化	25
2.2.2	月ごとの状況	27
2.2.3	季節的な特徴	29
3	これまでの施策	35
3.1	これまでの政策目標と施策	35
3.1.1	これまでの政策目標	35
3.1.2	これまでの主な施策	35
3.2	これまでの主な施策の実績	38
3.3	大気汚染物質発生源の状況	41
3.3.1	ばいじん	41
3.3.2	窒素酸化物（NO _x ）	43
3.3.3	硫黄酸化物（SO _x ）	45
3.3.4	揮発性有機化合物（VOC）	47
4	対策の方向性	49
4.1	更なる削減対策の必要性	49
4.2	今後の検討の進め方	49

1 背景

1.1 東京都の大気環境の現状

1.1.1 大気環境中濃度の推移

東京都は、これまでディーゼル車規制や工場・事業場等の固定発生源の対策に取り組んできた。一酸化炭素（CO）や二酸化硫黄（SO₂）については、1970年代の工場等のばい煙規制や自動車排出ガス対策によって、また、窒素酸化物（NO_x）や浮遊粒子状物質（SPM）については、1999年から取り組んできたディーゼル車対策をはじめとした自動車排出ガス対策によって大幅に改善された。これらの結果、現在、東京都の大気環境は、大幅に改善されてきたが、PM_{2.5}、光化学オキシダントは道半ばの状況である。

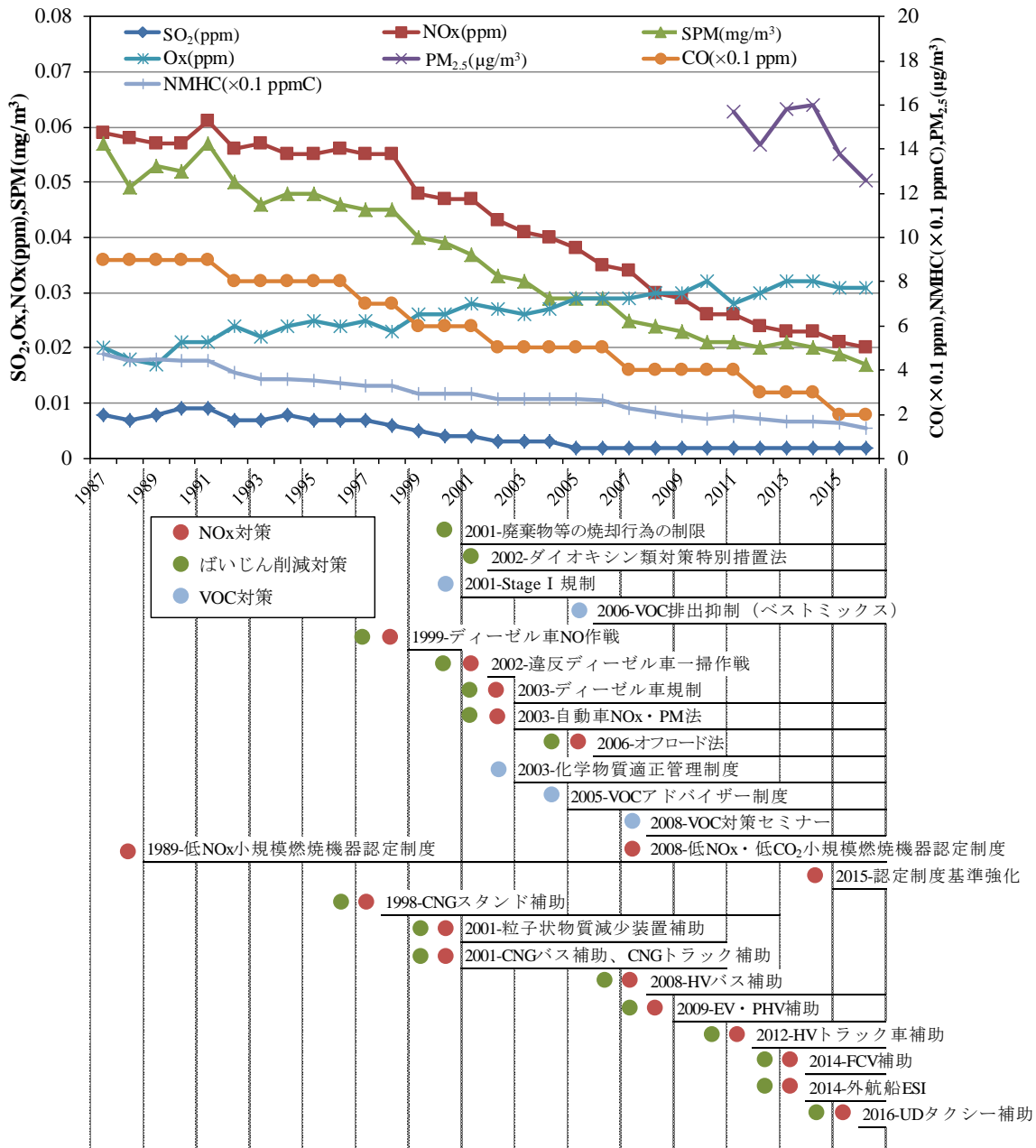


図 1-1 大気環境中濃度の推移とこれまでの主な施策

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

1.1.2 環境基準の達成状況について

環境基本法第16条では、政府は、大気の汚染に係る環境上の条件について、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるものとしており、大気汚染物質について環境基準が設定されている。国や都道府県等では、この環境基準の達成を目標として、様々な環境施策を実施している。

表 1-1 主な大気汚染物質の環境基準

物質	環境基準 ^{※1}
二酸化硫黄 (SO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04 ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1 ppm以下であること。
一酸化炭素 (CO)	1時間値の1日平均値が10 ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20 ppm以下であること。
二酸化窒素 (NO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04 ppmから0.06 ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。
浮遊粒子状物質 (SPM)	1時間値の1日平均値が0.10 mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20 mg/m ³ 以下であること。
微小粒子状物質 (PM _{2.5})	1年平均値が15 µg/m ³ 以下(長期基準)であり、かつ、1日平均値が35 µg/m ³ 以下(短期基準)であること。
光化学オキシダント (Ox) ^{※2}	1時間値が0.06 ppm以下であること。

※1 工業用地域、車道その他一般公衆が常時生活していない地域又は場所については、適用しない。

※2 なお、光化学オキシダントの生成防止のため、非メタン炭化水素 (NMHC)¹について、「光化学オキシダントの日最高1時間値0.06 ppmに対応する午前6時から9時までの非メタン炭化水素の3時間平均値は、0.20 ppmCから0.31 ppmCの範囲にある。」という大気中炭化水素濃度の指針が設定されている。

¹ 非メタン炭化水素 (NMHC : Non-Methane hydrocarbons)

炭化水素の内光化学的に不活性なメタン (CH₄) を除いたものの総称で、揮発性有機化合物 (VOC : Volatile Organic Compounds) の一部。測定技術上、NMHCはアルデヒド類等の含酸素化合物に対して感度が低い。含酸素化合物を含めた揮発性有機化合物全体をVOCと呼ぶ。大気汚染常時監視測定局では、NMHCがVOCに相当するものとして測定されている。

東京都では、大気汚染の状況を把握するため、大気汚染防止法に基づき、住宅地域等に設置している一般環境大気測定局 47 局と、道路沿道に設置している自動車排出ガス測定局 35 局で大気環境中の大気汚染物質の濃度を測定している。

2016 年度における都内測定局の主な大気汚染物質の環境基準の達成状況は、次のとおりであった。

SO₂、CO は、全ての測定局で環境基準を達成した。1988 年度以降、概ね環境基準を達成しているが、SO₂ については、2000 年度では、三宅島噴火の影響を受け濃度が上がり、達成できない局があった。

NO₂ は、2007 年度以降、全ての一般環境大気測定局で環境基準を達成しているが、自動車排出ガス測定局における 2016 年度の達成率は 97%であった。

SPM は、全ての測定局で環境基準を達成した。2004 年度以降、概ね環境基準を達成しているが、2006、2013 年度は、風が弱く拡散が起きにくいなどの気象的な要因により、環境基準を満たさない測定局が 1 局あった。

PM_{2.5} は、一般環境大気測定局において 47 局中 46 局で達成し、達成率は 98%、自動車排出ガス測定局において 35 局中 30 局で達成し、達成率は 86%であった。

光化学オキシダントは、一般環境大気測定局のみで測定をしているが、全ての測定局で環境基準を達成していない。

現在、一般環境大気測定局で環境基準が未だ達成されていないのは、PM_{2.5} と光化学オキシダントであり、世界の大都市の中で最も水準の高い良好な大気環境を実現するためには、PM_{2.5} と光化学オキシダント濃度を低減していかなければならない。

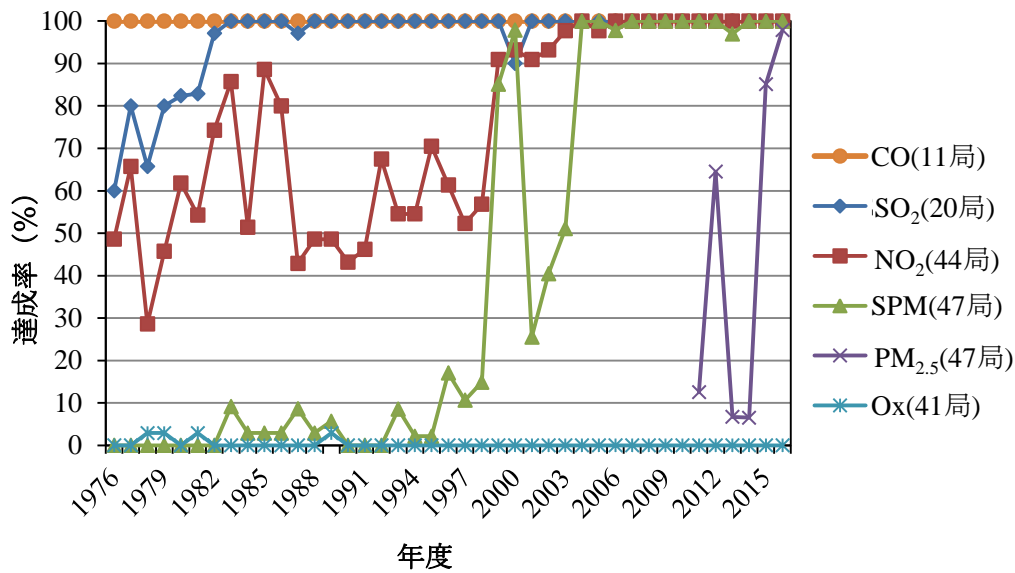


図 1-2 一般環境大気測定局の環境基準達成率の推移
 () は、2016 年度時点の測定局数

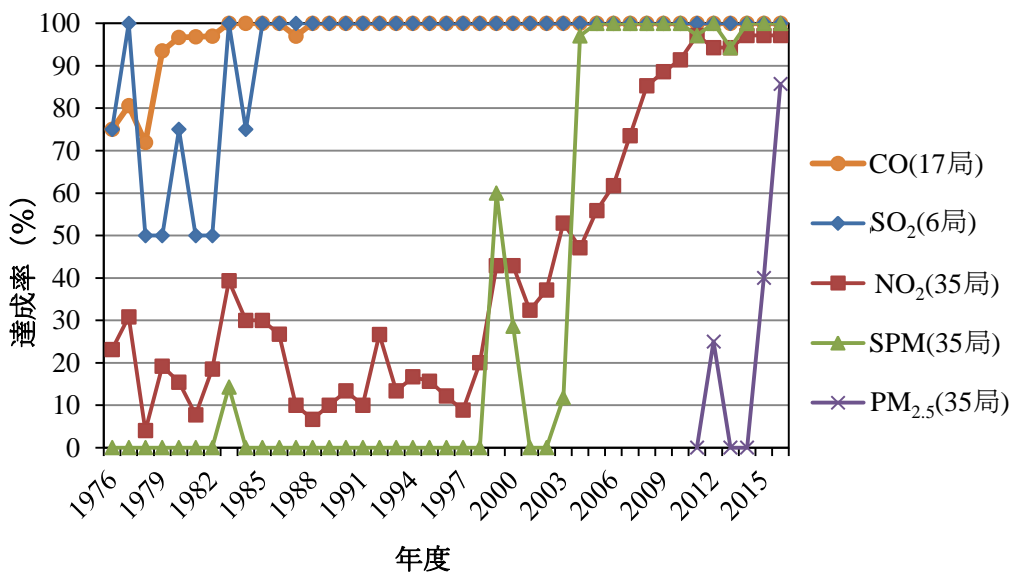


図 1-3 自動車排出ガス測定局の環境基準達成率の推移
 () は、2016 年度時点の測定局数

1.2 PM_{2.5}について

1.2.1 PM_{2.5}とは

PM_{2.5}は、大気中に浮遊している粒子状物質のうち、粒径 2.5 μm 以下のものである²。

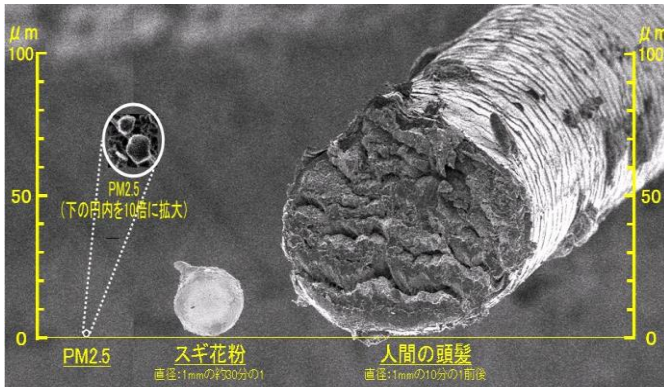


図 1-4 PM_{2.5}、スギ花粉、頭髪の大きさの比較

単一の化学物質ではなく、炭素成分、硝酸塩、硫酸塩、金属成分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される。人為起源の発生源は、ボイラー等のばい煙を発生する施設、自動車、船舶等の移動発生源、塗装や印刷などの揮発性有機化合物（VOC）を発生させるものなど、多種多様な発生源がある。自然起源の発生源は、火山や黄砂の他に、植物等がある。

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である。二次生成粒子は、ガス状の NO_x、硫黄酸化物（SO_x）、VOC 等が大気中で化学反応により粒子化したものである。

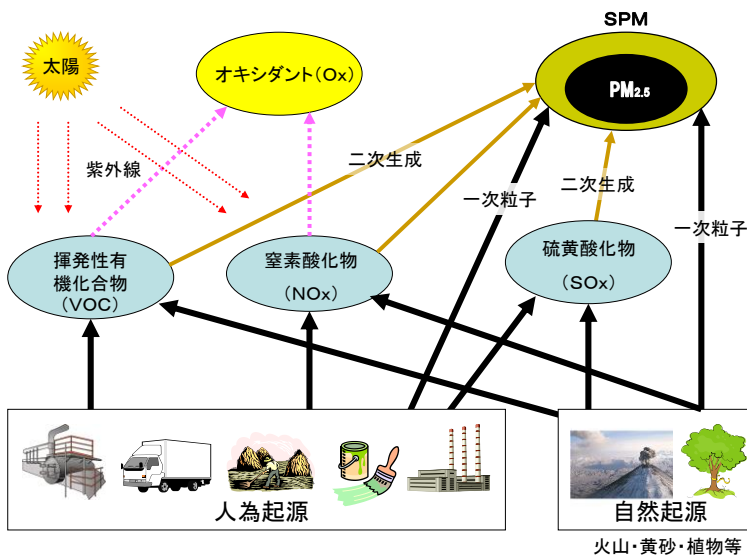


図 1-5 PM_{2.5}、光化学オキシダントの発生源と生成機構

² 空気動力学径 2.5 μm において透過率 50%で分粒された粒子状物質であり、「微小粒子状物質とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって、粒径が 2.5 μm の粒子を 50%の割合で分離できる分粒装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去した後に採取される粒子をいう。」と定義されている（平成 21 年 9 月 9 日環境省告示第 33 号）。

1.2.2 PM_{2.5}の健康影響

PM_{2.5}は、非常に小さいため呼吸器系の奥深くまで入りやすいことから、健康影響が懸念されている。

国内外の文献等では、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ため、大気中の濃度が上がると、入院・救急受診が増加すると示されている。

米国では、根拠となる科学的知見を見直し、2013年にPM_{2.5}の環境基準を年平均値15 µg/m³から12 µg/m³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_{2.5}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³。

なお、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/m³のガイドライン値を示している。このガイドライン値は、これ以下でも健康影響が全くないとは言えないが、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を期待できるとしている⁴。

1.3 光化学オキシダントについて

1.3.1 光化学オキシダントとは

光化学オキシダントは、オゾン、パーオキシアセチルナイトレートその他の酸化性物質であり、ほとんどがオゾンである。

光化学オキシダントは、図1-5に示すとおり、人為起源（工場や自動車等）や自然起源由来のNO_xやVOCが、大気中で太陽光（紫外線）を受けて二次生成される。

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。

1.3.2 光化学オキシダントの健康影響

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。東京都では、光化学スモッグによる都民の健康被害を防止するため、光化学オキシダント濃度が発令基準以上となった場合に、光化学スモッグ注意報等を発令している。光化学スモッグによる被害が発生した場合、保健所が中心となり学校や地区医師会等関係機関と連携を図り、被害届の受理、現地調査等を実施している。環境基準が達成できていない光化学オキシダントではあるが、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。

³ U.S. EPA, National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter, Final Rule, Federal Register, January 15 (2013)

⁴ World Health Organization, Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. (2006)

表 1-2 光化学スモッグ発令状況及び被害届出数（東京都）

年度	発令日数			被害届出状況(単位：人)	
	注意報※ ₁	警報※ ₂	予報※ ₃	被害者数	内 入院患者数
2000	23	0	5	16	0
2001	23	0	2	52	0
2002	19	0	6	410	0
2003	8	0	2	12	0
2004	18	0	6	159	0
2005	22	0	7	247	1
2006	17	0	7	2	0
2007	17	0	5	0	0
2008	19	0	1	94	0
2009	7	0	0	0	0
2010	20	0	5	18	0
2011	9	0	0	0	0
2012	4	0	2	0	0
2013	17	0	11	2	0
2014	9	0	5	0	0
2015	14	0	8	0	0
2016	5	0	0	0	0
2017	6	0	5	0	0

- ※1 光化学スモッグ注意報 発令基準
 基準測定点（区部 24 測定地点、多摩部 17 測定地点の計 41 地点）において、光化学オキシダント濃度が 0.12 ppm 以上で、気象条件からみて、その状態が継続すると認められるとき。
- ※2 光化学スモッグ警報 発令基準
 基準測定点において、光化学オキシダント濃度が 0.24 ppm 以上で、気象条件からみて、その状態が継続すると認められるとき。
- ※3 光化学スモッグ予報 発令基準
 気象条件からみて、注意報等の状態が発生することが予想されるとき。また、光化学オキシダント濃度が注意報等の状態に近く、その状態が悪化することが予想されるとき。

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⁵。

なお、世界保健機構は、2005年に出版した WHO air quality guidelines global update 2005 で、日最高8時間値 100 µg/m³（ppmに換算すると約 0.050 ppm）のガイドライン値を示している。このガイドライン値以下でも、敏感な人たちは健康影響を受ける可能性があるとしている。また、自然の原因により、提案されたガイドライン値を、時折、超過

⁵ U.S. EPA, National Ambient Air Quality Standards for Ozone, Final Rule, Federal Register, October 26, (2015)

することがあるとしている⁶。

1.4 東京都の政策目標

東京都では、世界の大都市の中で最も水準の高い良好な大気環境を実現することを目指し、東京都環境基本計画（2016年3月）及び「都民ファーストでつくる『新しい東京』～2020年に向けた実行プラン～」（2016年12月）において、PM_{2.5}、光化学オキシダントに関する政策目標を掲げている。

表 1-3 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 ^{※1} 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） ^{※2}
PM _{2.5} の環境基準 ^{※3}	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。なお、0.07 ppmは、0.070 ppmとして目標達成状況を評価する。

※3 1年平均値が15 µg/m³以下（長期基準）であり、かつ、1日平均値が35 µg/m³以下（短期基準）

1.5 検討会の設置について

これまでもPM_{2.5}、光化学オキシダントの生成メカニズムの解明や削減対策等について専門的な立場から学識経験者の意見を聴くため、光化学オキシダント対策検討会（2003年度から2004年度）や大気中微小粒子状物質検討会（2008年度から2011年度）を設置してきた。各検討会でまとめられた主な内容は、次のとおりである。

1.5.1 光化学オキシダント対策検討会（2003年度から2004年度）

1980年代以降、首都圏において、光化学オキシダント濃度が上昇し、光化学スモッグ注意報の発令レベルである0.12 ppm以上の高濃度の光化学オキシダントが出現する頻度が高まっていた。そこで、東京都は、光化学オキシダント対策検討会を設置し、その要因について、一般環境大気測定局のデータを解析し、今後の施策の方向性を示した。

1976年度から2002年度の関東地方の一般環境大気測定局データの解析結果から、「NO_x濃度、NMHC濃度が低く、NMHC/NO_x濃度比が小さい条件下なら、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。

また、1996年度以降、NMHC/NO_x濃度比が、やや上昇傾向にあり、このことが2000年度以降の高濃度オキシダントの出現頻度の増加をもたらしている可能性があるとしている。NMHC/NO_x濃度比が上昇した理由として、自動車公害対策によるNO_x排出量の削減

⁶ World Health Organization, Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. (2006)

に対して、NMHC 排出量の削減が追い付いていないことが挙げられた。

これらの検討結果を踏まえ、今後の施策のあり方について以下の通り提言された。

- ・光化学オキシダント濃度低減には、バランスのとれた VOC 対策と NO_x 対策が必要である。
- ・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、NO_x の排出削減対策のみならず、VOC の更なる排出削減対策が必要である。
- ・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、また、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である。

1.5.2 大気中微小粒子状物質検討会（2008 年度から 2011 年度）

本検討会が設置された当時、東京都内の大気環境中の PM_{2.5} 濃度は米国や WHO が定める基準より高い水準にあるものの、国内では環境基準が設定されておらず、対策が進んでいなかった（2009 年度に環境基準設定）。

そこで、東京都は、都内の PM_{2.5} の大気環境中の実態、原因物質や生成メカニズムの解明及び削減対策等について専門的な立場から学識経験者の意見を聴くため、本検討会を設置した。

大気環境中の PM_{2.5} 濃度の実態調査やシミュレーションモデルによる発生源別寄与解析や将来濃度推計が行われ、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_{2.5} 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、新たな対策又は既定の対策の強化が必要である。

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 NO_x、SO_x、VOC に着目した対策を推進すべきである。
- ・効果的な対策が行われていない船舶、家庭・業務の寄与が相対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である。

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である。
- ・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である。

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。

1.5.3 大気中微小粒子状物質検討会（2017年度から2018年度）

本検討会では、2016年度に東京都が掲げたPM_{2.5}及び光化学オキシダントに関する政策目標（「2024年度までに、PM_{2.5}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、新たに蓄積された科学的知見やデータも踏まえ、以下の事項について調査、検討を実施している。

- ・PM_{2.5}、光化学オキシダントの実態把握

2011年度から都内の大気環境中のPM_{2.5}の濃度測定が開始されるなど、モニタリング体制等が整備されてきたことを踏まえ、大気環境中濃度データからPM_{2.5}、光化学オキシダントの実態について把握する。

- ・PM_{2.5}、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

シミュレーションやインベントリ⁷等、これまでに新たに得られた知見を踏まえ、シミュレーション解析を行い、インベントリが整備されている2015年度におけるPM_{2.5}、光化学オキシダントの発生源別の寄与割合について考察する。また、2008年度の発生源寄与についても同手法にて解析し、2015年度との比較を行うことで、その違いについて考察する。

- ・PM_{2.5}、光化学オキシダントの削減対策

シミュレーション解析結果等を基に、原因物質の削減対策を実施した場合の大気中濃度への低減効果を分析する。分析結果を踏まえて都内及び関東で対策を普及させた場合の影響や効果を解析し、広域連携による対策の必要性等について検討する。

また、関東地域外の影響も一定の割合を占めると言われていることから、大気環境中濃度データやシミュレーション解析結果を基に東京都におけるバックグラウンド濃度について考察する。

削減対策における経済的側面についても考慮するため、費用対効果に係る考察を試み、より効果的な対策について検討する。

本中間まとめでは、2017年度の検討会（第1回～第3回）において整理した大気環境中濃度データに基づいたPM_{2.5}、光化学オキシダントの実態、これまでの施策や大気汚染物質の発生源からの排出量の推移についての考察結果を報告する。

⁷ インベントリ

大気汚染物質の排出量を物質別、発生源別に推計整理した「排出目録」。インベントリは、シミュレーションモデルへの入力データに活用されるほか、主要な排出源の特定等、排出実態の定量的な把握にも用いられる。

2 東京都のPM_{2.5}、光化学オキシダントの現状

2.1 PM_{2.5}について

2.1.1 経年変化

東京都では、PM_{2.5}の環境基準が設定された2009年度以前から大気中のPM_{2.5}濃度を測定している。大気環境中濃度の年平均値は、2001年度からの10年間で約55%低下しており、それ以降、2016年度まで低下傾向を示している（図2-1）⁸。

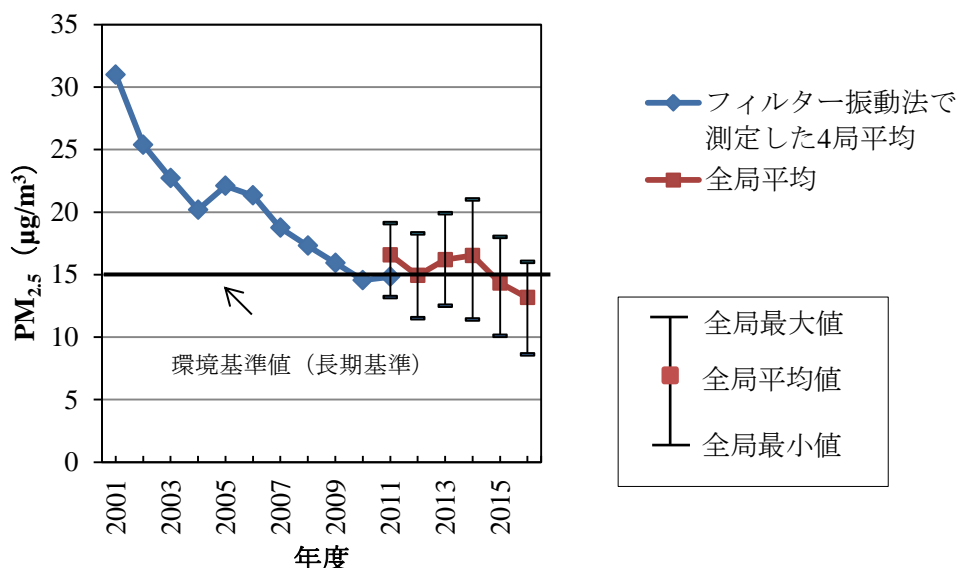


図 2-1 PM_{2.5}濃度年平均値の推移

PM_{2.5}の環境基準は2009年に設定。

2001年度から2011年度までは、標準測定法が定められる前に、都内4局（一般環境大気測定局：2局、自動車排出ガス測定局：2局）でフィルター振動法により測定した結果。当時のフィルター振動法は、測定器の性質上、PM_{2.5}検出部を50℃に加温する必要があった。加温することでPM_{2.5}中に含まれる半揮発性物質が揮散することから、フィルター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一般環境大気測定局及び自動車排出ガス測定局の結果。2011年度は30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。

東京都は、PM_{2.5}について「2024年度までに、環境基準達成率を100%に向上させる。」という政策目標を掲げている。

PM_{2.5}の環境基準は、長期基準（年平均値15 µg/m³以下）と短期基準（日平均値35 µg/m³以下）が設定されており、双方を達成して、環境基準の達成となる。

一般環境大気測定局において、2016年度の長期基準は47局中46局、短期基準は47局全てが達成し、双方を達成した局は47局中46局で、環境基準達成率は98%であった（図2-2）。2011年度から2014年度までは、短期基準達成率が低く、環境基準達成率を低下させていた。2015年度以降は、長期基準と短期基準の達成率は、同程度であった（図2-3）。全国の一般環境大気測定局を集計した結果では、2014年度までは短期基準達成率が長期基準達成率よりも低い傾向が見られたが、2015年度には長期基準と短期基準の達成率は同程

⁸ 2001年度から2016年度までの年平均値は、測定局数、測定方法ともに異なるため、直接の比較はできないが、フィルター振動法による測定値は標準測定法と比べて低い値を出す傾向があることを踏まえ、濃度傾向を考察した。

度となり、2016年度では短期基準達成率が長期基準達成率よりも高くなった⁹。

一方、自動車排出ガス測定局において、2016年度の長期基準は35局中32局、短期基準は35局中31局で達成し、双方を達成した局は35局中30局で、環境基準達成率は86%であった（図2-2）。長期基準と短期基準の達成率の経年変化は、一般環境大気測定局のように短期基準が環境基準達成率を低下させるような傾向は見られない（図2-4）。全国の自動車排出ガス測定局を集計した結果では、2014年度までは短期基準達成率が長期基準達成率よりも低い傾向が見られ、2015年度以降は短期基準達成率が長期基準達成率を上回っていた¹⁰。

2016年度の環境基準の達成率は、環境基準が設定された2009年度以降、最高であった。環境基準の達成率からも、大気環境中のPM_{2.5}濃度は、改善傾向にあることが示されている。

環境基準達成に向けた対策を検討していく上で、日平均値が高い日に着目し、その日の状況を解析することで、対策に有益な情報を得ることができる。日平均値が35 µg/m³を超える日を低減すれば、短期基準の達成率は上昇する。また、日平均値が低下すれば、年平均値も低下する。

年平均値は、図2-1に示すように長期基準の15 µg/m³付近で推移していることから、環境基準の達成率は年度ごとに大きく変動している。年平均値を現在よりも低減させることで、安定的に環境基準を達成するような状況にすることが求められる。

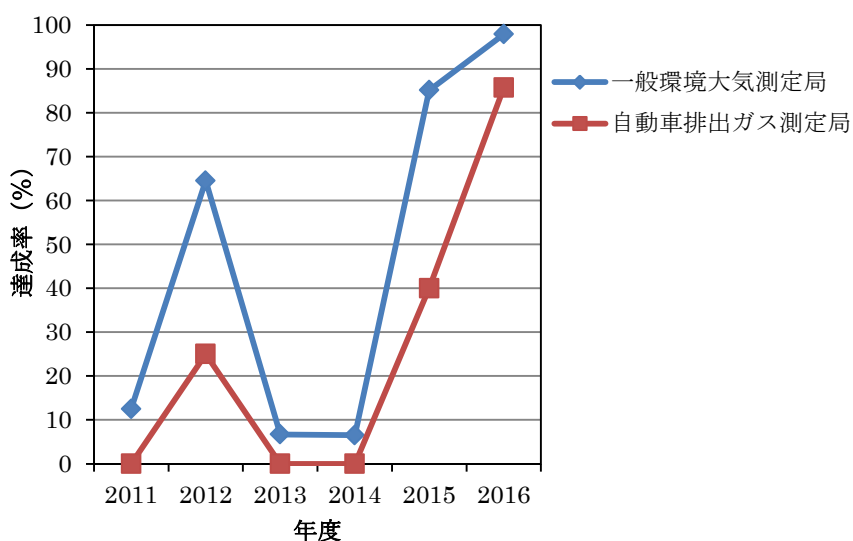


図 2-2 PM_{2.5} 環境基準の達成率

一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局のそれぞれの局数は、以下の表のとおり。

表 一般環境大気測定局（一般局）及び自動車排出ガス測定局（自排局）の測定局数の推移

測定局	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度以降
一般局	16局	31局	45局	46局	47局
自排局	14局	24局	35局	35局	35局

⁹ 環境省，報道発表資料 平成 28 年度大気汚染状況について（一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局の測定結果報告）（平成 30 年 3 月 20 日），（2018）

¹⁰ 環境省，報道発表資料 平成 28 年度大気汚染状況について（一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局の測定結果報告）（平成 30 年 3 月 20 日），（2018）

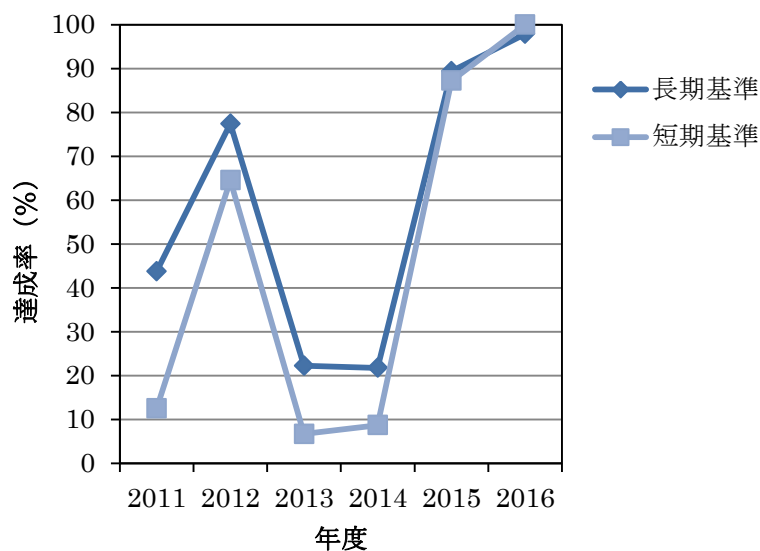


図 2-3 一般環境大気測定局の長期基準、短期基準の達成率

一般環境大気測定局の局数は、図 2-2 に示す表のとおり。

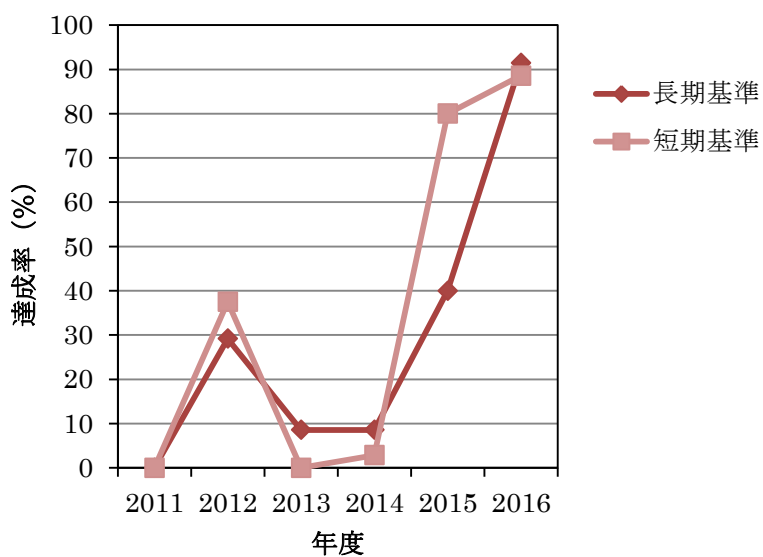


図 2-4 自動車排出ガス測定局の長期基準、短期基準の達成率

自動車排出ガス測定局の局数は、図 2-2 に示す表のとおり。

2.1.2 短期基準超過の季節的要因

短期基準を超過することに季節的な特徴があるかを把握するため、2011年度から2016年度において、短期基準を超過した日数を月ごとに集計した（図2-5、図2-6）。

9月は短期基準を超過する日が少ないという点が、全ての年度に共通していた。その他の月は、年度により超過する日数に違いはあるが、どの月も短期基準を超過する日があった。2011年度以降、9月に短期基準を超過した日は、一般環境大気測定局では0日、自動車排出ガス測定局で1日のみであった（図2-5、図2-6）。

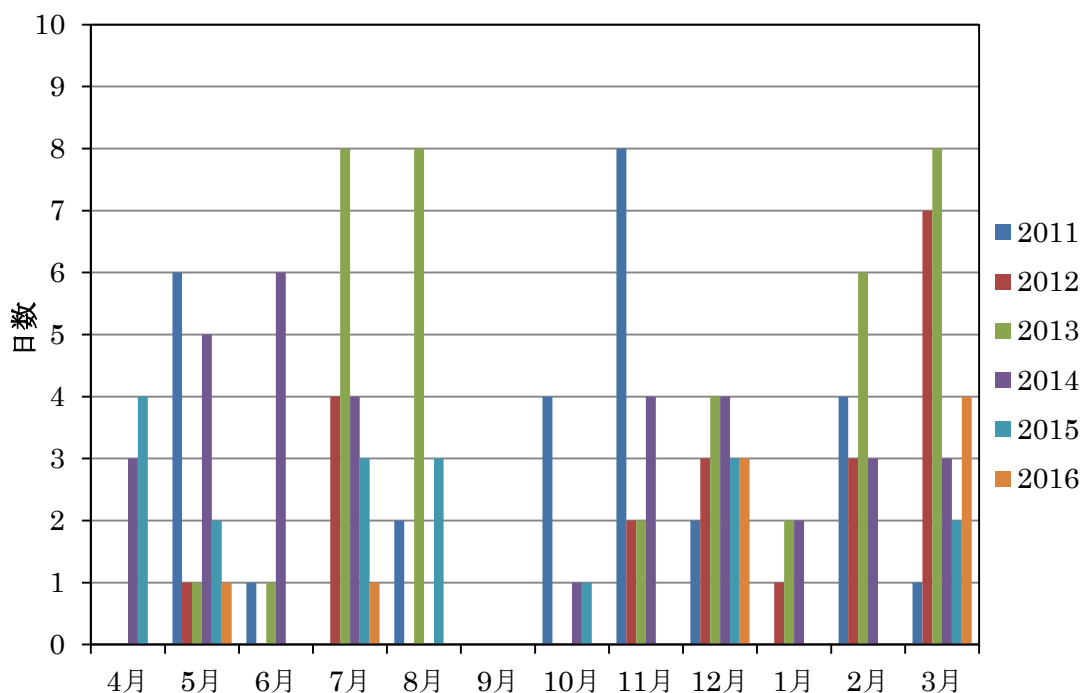


図 2-5 東京都内一般環境大気測定局のPM_{2.5}日平均値が35 µg/m³を超過した日数

都内一般環境大気測定局のうち1局でもPM_{2.5}日平均値が35 µg/m³を超過した日を超過日として計上した。

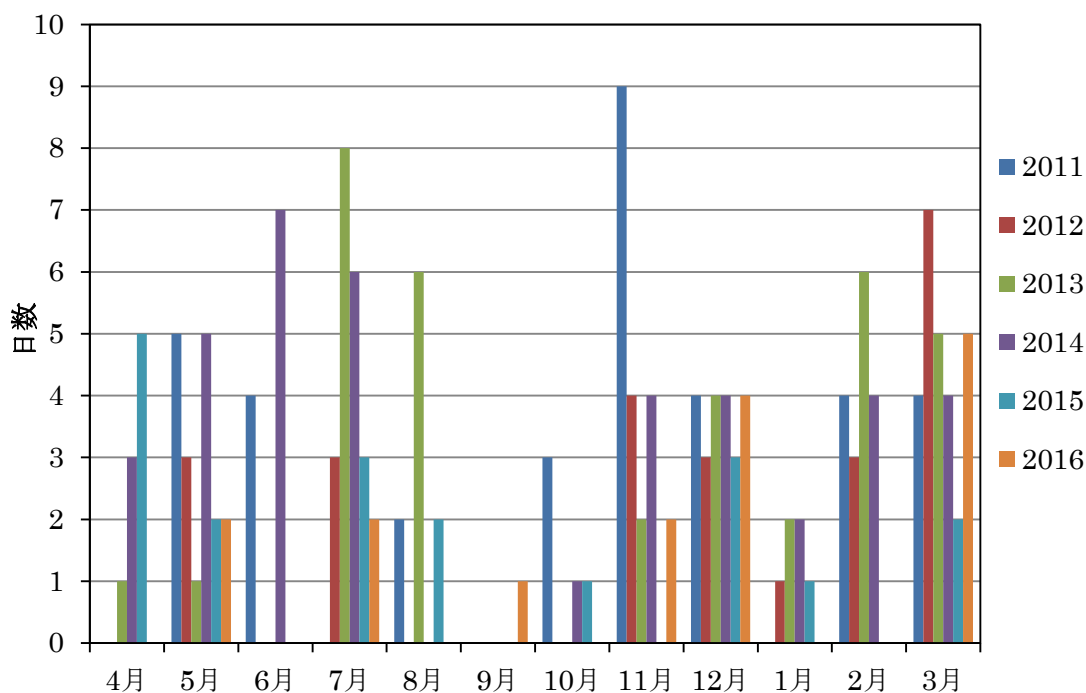


図 2-6 東京都内自動車排出ガス測定局の PM_{2.5} 日平均値が 35 µg/m³ を超過した日数
 都内自動車排出ガス測定局のうち1局でも PM_{2.5} 日平均値が 35 µg/m³ を超過した日を超過日として計上した。

夏季は、光化学反応により PM_{2.5} の生成が促進されることが知られている。

夏季の PM_{2.5} と同様に光化学反応による生成が促進される光化学オキシダントについて、東京都の政策目標値の指標として用いられる日最高8時間値が 0.070 ppm を超過した日を集計したところ、9月にも一定数確認された（図 2-7）。

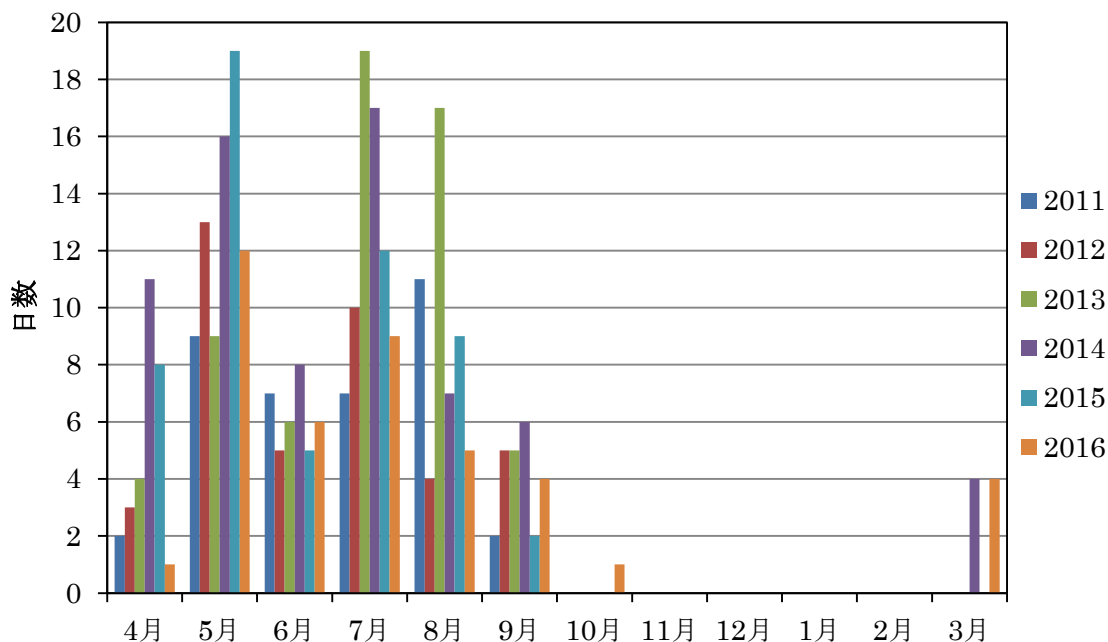


図 2-7 東京都内一般環境大気測定局の光化学オキシダント日最高8時間値が 0.070 ppm を超過した日数

都内一般環境大気測定局のうち1局でも光化学オキシダント日最高8時間値が 0.070 ppm を超過した日を超過日として計上した。

2011年度から2016年度における一般環境大気測定局のPM_{2.5}日平均値と光化学オキシダント日最高8時間値の関係をみると、暖候期（4月から9月）と寒冷期（10月から3月）で異なる挙動を示している（図2-8）。

暖候期（4月から9月）のPM_{2.5}日平均値と光化学オキシダント日最高8時間値は正の相関を示しており、光化学オキシダント濃度が高い日は、PM_{2.5}濃度も高くなりやすいことを示している。

また、9月は、暖候期（4月から9月）の中でも、PM_{2.5}、光化学オキシダント共に濃度が低い傾向にあることが分かる（図2-9）。2011年度から2016年度の9月において、PM_{2.5}日平均値の各日の平均値が35 µg/m³を超過した日は1日もなく、光化学オキシダント日最高8時間値の各日の平均値が70 ppbを超過した日は3日のみであった¹¹。

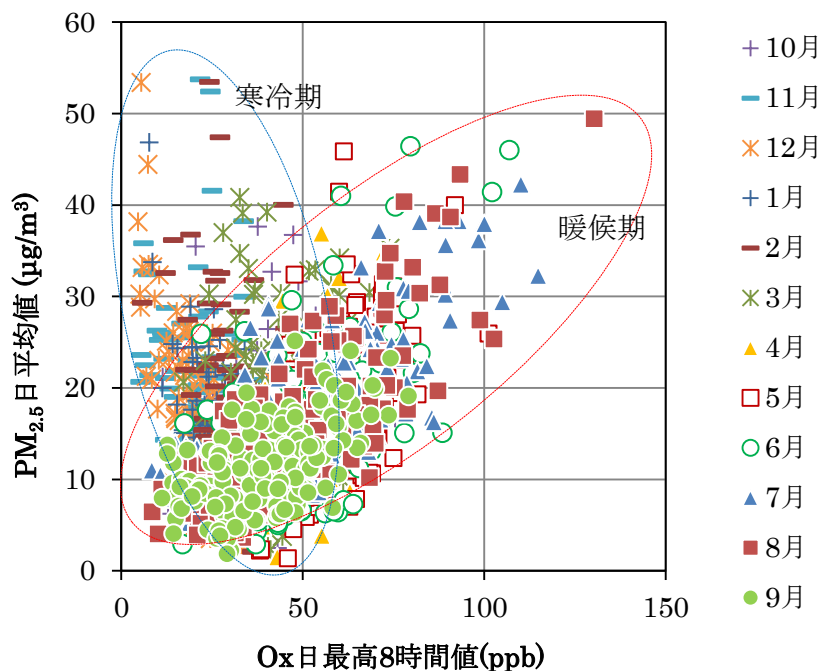


図2-8 PM_{2.5}日平均値と光化学オキシダント日最高8時間値の関係(2011年度から2016年度)

PM_{2.5}と光化学オキシダントの両方を測定している一般環境大気測定局を対象にした。対象局数は、2011年度が14局、2012年度が28局、2013から2015年度が40局、2016年度が41局。対象年度の各日について、対象局の光化学オキシダント濃度日最高8時間値の平均値とPM_{2.5}濃度日平均値の平均値をプロットした。

¹¹ ppb (parts per billion)

10億分の1を単位とする比率。大気汚染物質の環境基準や光化学オキシダントの東京都政策目標ではppm (parts per million: 百万分の一) が用いられており、ppbはppmの1000倍の数値(1 ppm = 1000 ppb)となる(例: 0.070 ppm = 70 ppb)。ppmの表記では、数値が非常に小さくなることから、グラフを見やすくするため、図ではppbを用いた。

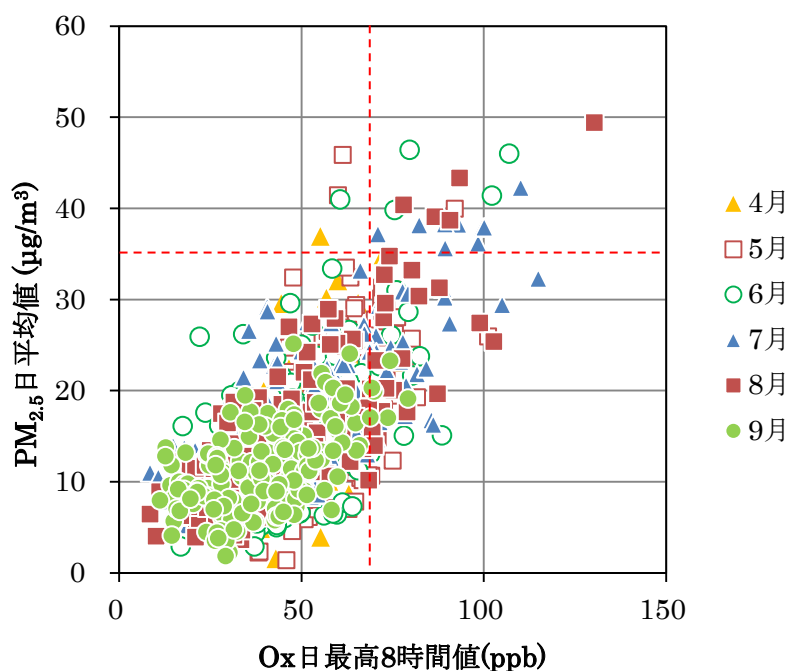


図 2-9 PM_{2.5}日平均値と光化学オキシダント日最高8時間値の関係(2011年度から2016年度) 暖候期(4月から9月)を抜粋

グラフ中の赤点線は、PM_{2.5}の短期基準相当(35 µg/m³)、光化学オキシダントの東京都政策目標値相当(日最高8時間値 70 ppb)を示す。

PM_{2.5}、光化学オキシダントは光化学反応により生成されるため、日照時間、日射量の影響を受ける。9月の日照時間、平均全天日射量は暖候期(4月から9月)の他の月よりも少なかった(図 2-10、図 2-11)。このことから、9月は、暖候期(4月から9月)の他の月よりも光化学反応が促進されにくいいため、PM_{2.5}、光化学オキシダント共に濃度が低かったと考えられる。

また、夏季は南寄りの風により、湾岸部から原因物質や PM_{2.5}、光化学オキシダントが内陸部に流れ、内陸部で濃度が上昇することが知られている。9月は、南寄りから北寄りの風に移り変わる時期であることが風配図から読み取れる(図 2-12、図 2-13)。日照時間や日射量だけでなく、風向きも PM_{2.5}や光化学オキシダントが高濃度になりやすい条件が揃いにくい時期になったと考えられる。

一方、月ごとの事業活動に伴う大気汚染物質の排出量の変化では、都内の大規模固定発生源からの NO_x 排出量は、夏季(7、8月)及び冬季(12、1月)に若干の増加傾向があるが、9月の排出量が特段少ないというわけではなく、SO_x 排出量も、年間を通じてほぼ変わらない(図 2-14)。

このことから、事業活動の停滞により、PM_{2.5}の原因物質の排出量が9月に少なくなるとは考えにくい。

したがって、暖候期における9月に PM_{2.5}、光化学オキシダント共に濃度が低くなる主な要因は、日照時間や日射量等の気象条件であると考えられる。

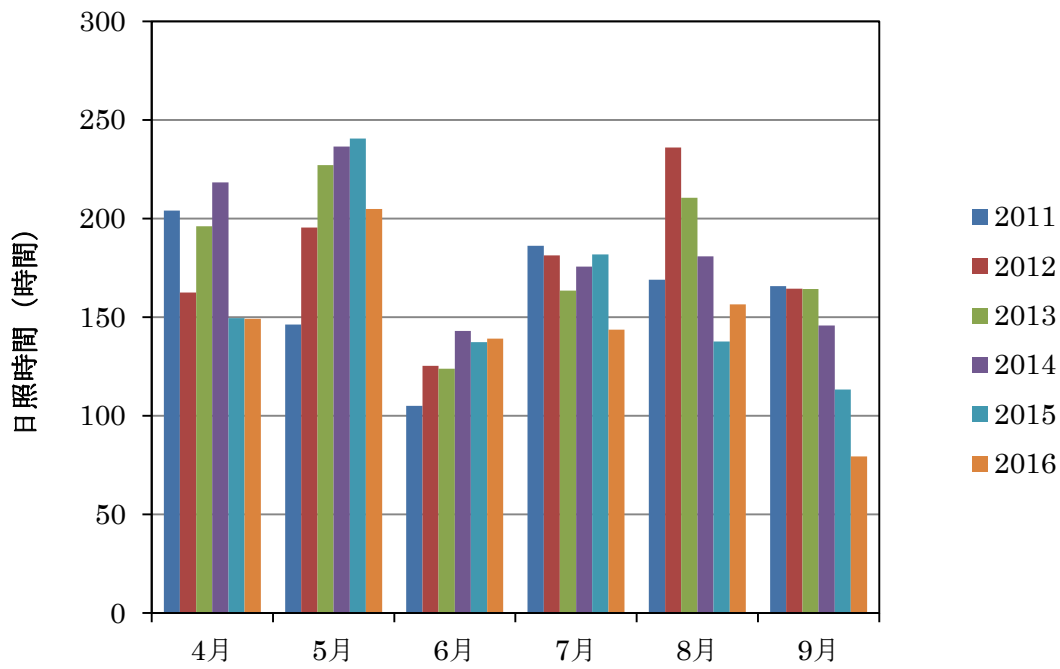


図 2-10 暖候期（4月から9月）における日照時間（2011年度から2016年度）
東京管区気象台における月別値

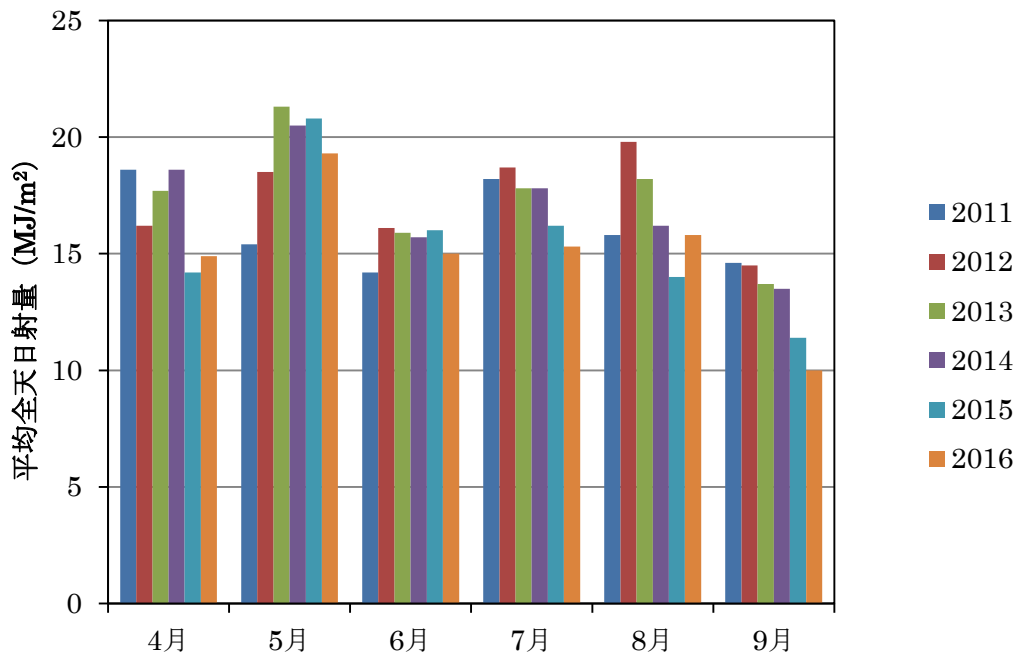


図 2-11 暖候期（4月から9月）における平均全天日射量（2011年度から2016年度）
東京管区気象台における月別値

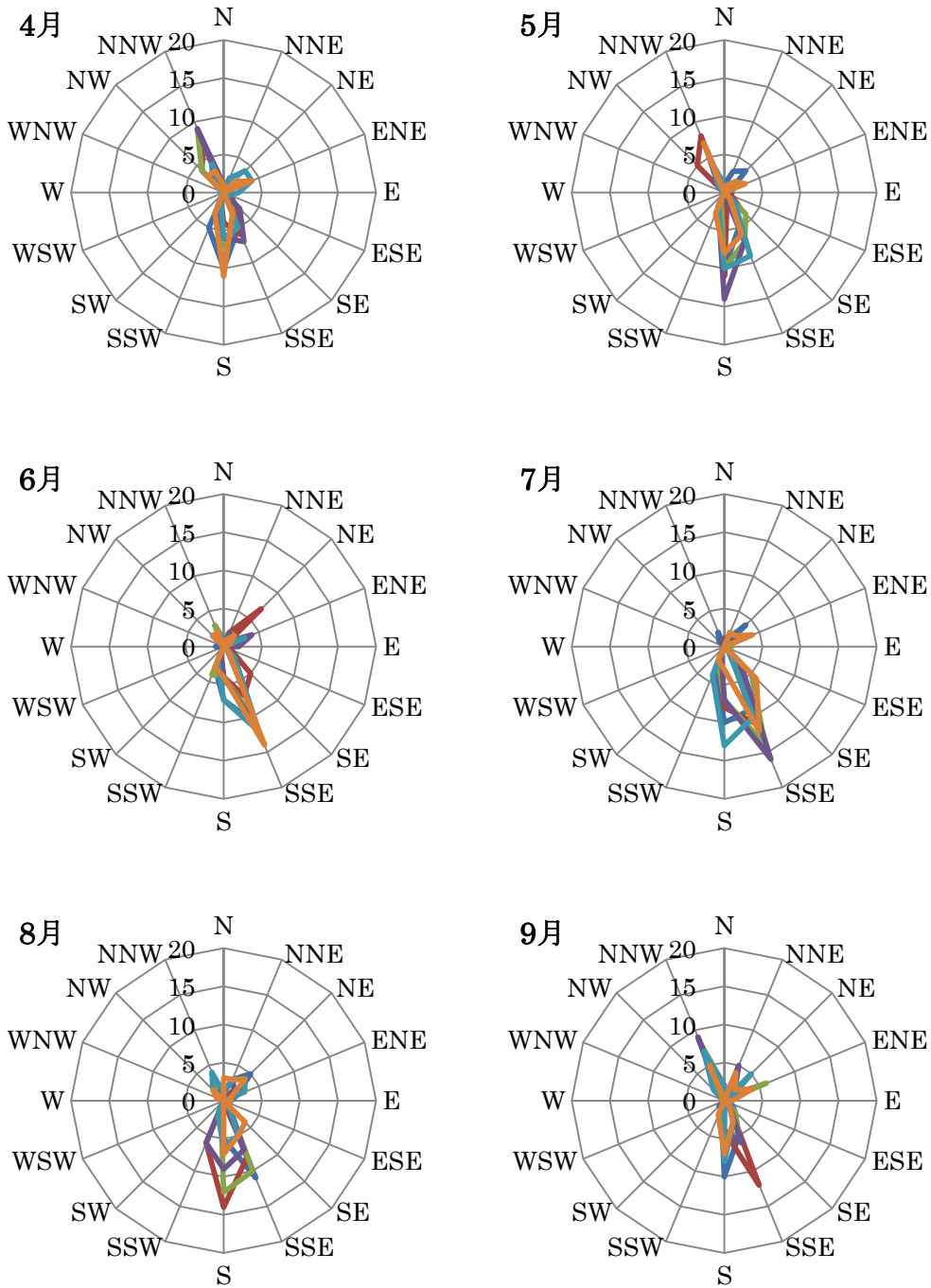
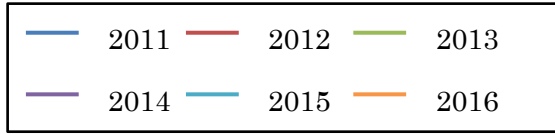


図 2-12 風配図（4月から9月）

東京管区気象台の月別値から算出。

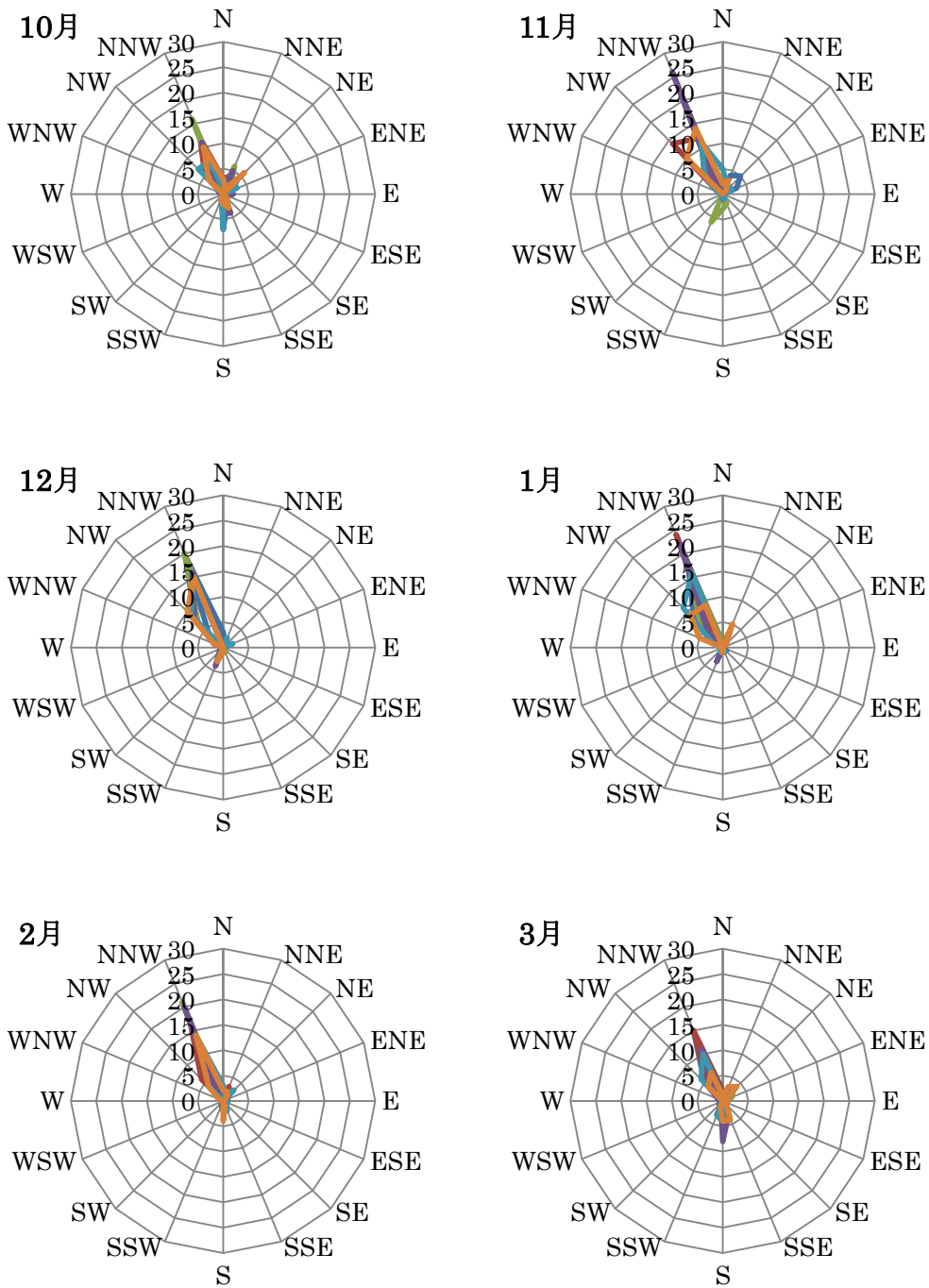
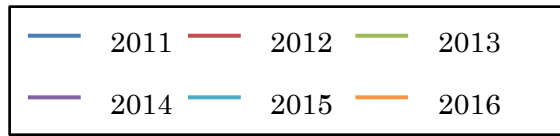


図 2-13 風配図 (10月から3月)

東京管区気象台の月別値から算出。

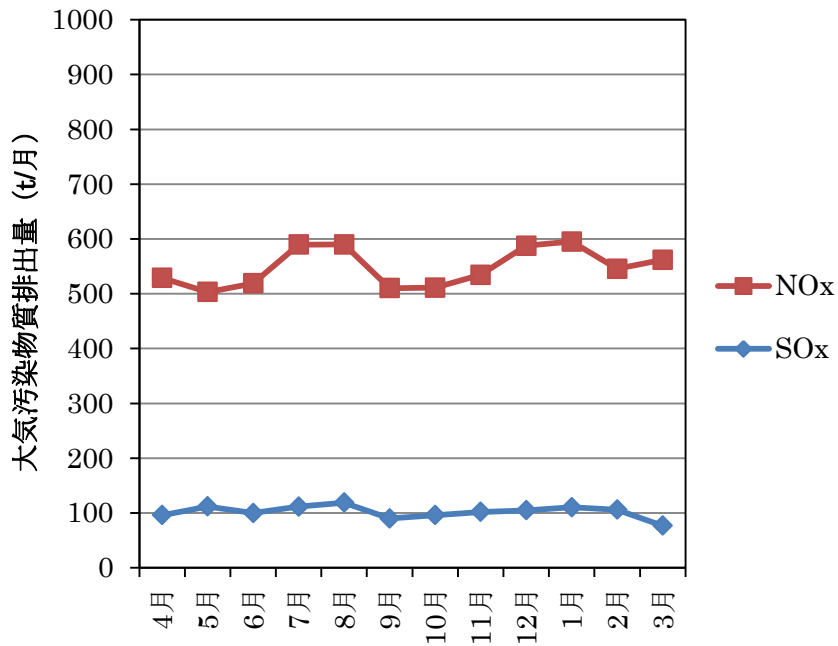


図 2-14 東京都内における大規模固定発生源からの NO_x、SO_x の月別排出量 (2015 年度)

大気汚染防止法対象施設からの排出量。排出量の計算に当たっては、NO_x は NO₂、SO_x は SO₂ として推計している。

2.1.3 季節的な特徴

前回の大気中微小粒子状物質検討会（2008年度から2011年度）では、大気中のPM_{2.5}成分の季節的な特徴を次のようにまとめた。

- ・有機炭素（OC）と元素状炭素（EC）は、秋季が高かった。
- ・硫酸イオン（SO₄²⁻）は夏季が高かった。これは、光化学反応等により二酸化硫黄（SO₂）が酸化されたものと考えられる。
- ・硝酸イオン（NO₃⁻）と塩化物イオン（Cl⁻）は、秋季と冬季が高かった。これは、アンモニウムイオン（NH₄⁺）と結合した硝酸アンモニウムと塩化アンモニウムが二次生成され、気温が低いことから粒子状のままになったためであると考えられる。

2008年度からのPM_{2.5}成分分析結果を図2-15、図2-16に示す。東京都では、都内23区、多摩部において、それぞれ一般環境大気測定局（区部：足立区綾瀬、多摩部：町田市中町（2012年度から多摩市愛宕））、自動車排出ガス測定局（区部：京葉道路亀戸（2016年度から永代通り新川）、多摩部：甲州街道国立）で調査を実施している。

前回の検討会以降も継続して実施している成分分析からも同様の結果が得られており、対策を検討する際には、夏季は、SO_x、冬季は、NO_xやアンモニアを対象にした対策が注目される。

環境省の「微小粒子状物質（PM_{2.5}）の成分分析ガイドライン」に基づき、PM_{2.5}成分分析は、春夏秋冬の4季節2週間程度を調査期間としている。しかし、調査実施の都合上、事前に調査期間を決める必要があるため、必ずしもPM_{2.5}が高濃度になった日が調査期間に含まれるわけではない。

東京都環境科学研究所（江東区新砂）では、研究所屋上において2015年度にPM_{2.5}を毎日採取し、イオン成分、炭素成分の分析を行い、PM_{2.5}の濃度を考察している。

2018年度は、研究所で保存している2015年度に採取したろ紙上に採取したPM_{2.5}試料を対象として、PM_{2.5}成分分析期間やその他高濃度になった日を中心にPM_{2.5}の無機元素成分分析を実施することで、PM_{2.5}高濃度要因等の考察を行う。

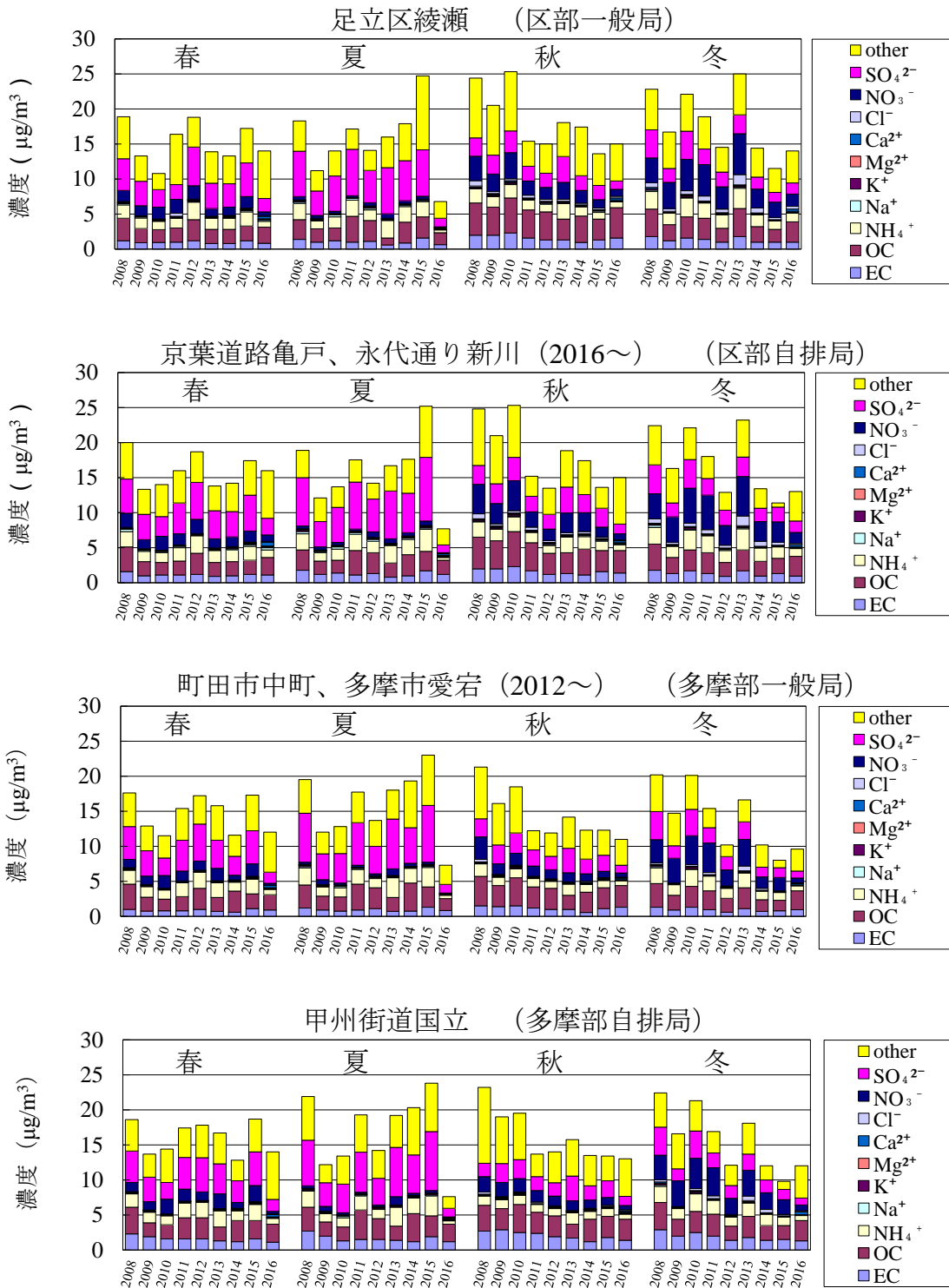
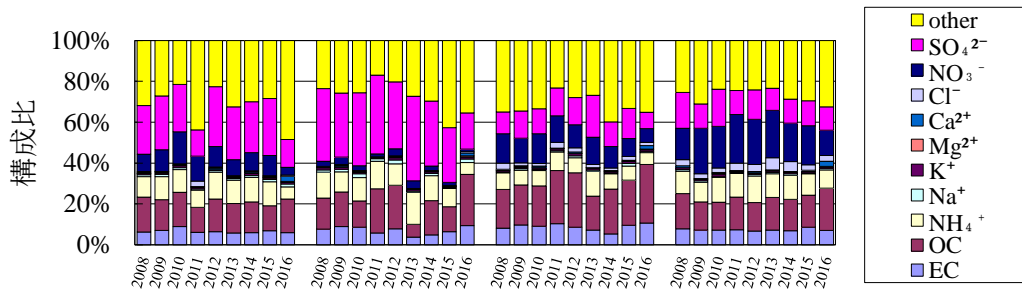


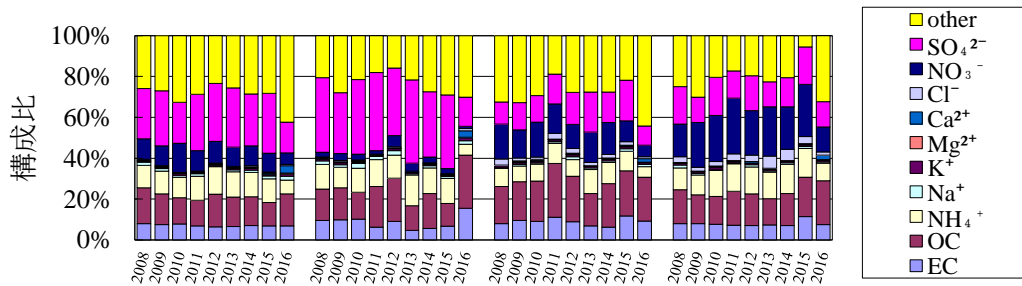
図 2-15 各季節の PM_{2.5} 成分濃度の経年変化

PM_{2.5}成分分析では、主に春は5月、夏は7月、秋は10月、冬は1月に調査を実施している。
 otherには、無機元素、水分、有機炭素に結合している水素や酸素などを含む。OCは結合している水素や酸素などは含まず、炭素のみ。otherは、「質量濃度 - 炭素成分 - イオン成分」とした。
 炭素成分：OC + EC、イオン成分：SO₄²⁻ + NO₃⁻ + Cl⁻ + Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺ + NH₄⁺
 一般環境大気測定局（一般局）：足立区綾瀬、町田市中町（2012年度から多摩市愛宕）
 自動車排出ガス測定局（自排局）：京葉道路亀戸（2016年度から永代通り新川）、甲州街道国立

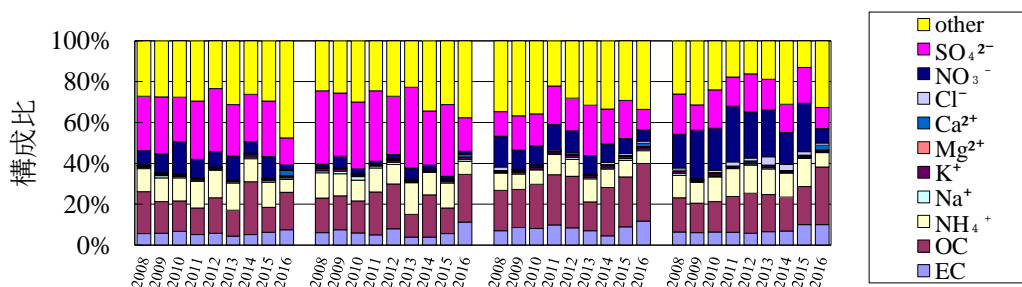
足立区綾瀬 (区部一般局)



京葉道路亀戸、永代通り新川 (2016～) (区部自排局)



町田市中町、多摩市愛宕 (2012～) (多摩部一般局)



甲州街道国立 (多摩部自排局)

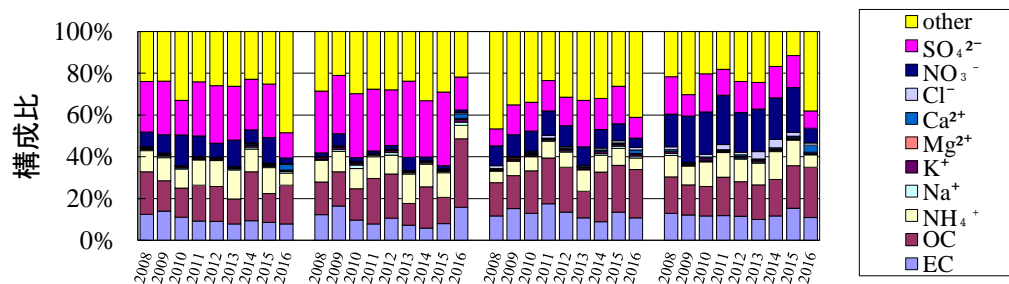


図 2-16 各季節の PM_{2.5} 成分構成割合の経年変化

PM_{2.5}成分分析では、主に春は5月、夏は7月、秋は10月、冬は1月に調査を実施している。
 otherには、無機元素、水分、有機炭素に結合している水素や酸素などを含む。OCは結合している水素や酸素などは含まず、炭素のみ。otherは、「質量濃度 - 炭素成分 - イオン成分」とした。
 炭素成分：OC + EC、イオン成分：SO₄²⁻ + NO₃⁻ + Cl⁻ + Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺ + NH₄⁺
 一般環境大気測定局 (一般局)：足立区綾瀬、町田市中町 (2012年度から多摩市愛宕)
 自動車排出ガス測定局 (自排局)：京葉道路亀戸 (2016年度から永代通り新川)、甲州街道国立

2.2 光化学オキシダントについて

2.2.1 経年変化

光化学オキシダントの高濃度現象については、次の3つの観点から整理する必要がある。

① 従来型の光化学オキシダント汚染の問題

大都市圏を中心に、基本的に1日単位で起きる局所的な高濃度光化学オキシダントの生成により、濃度が上昇したもの

② 年平均濃度の上昇の問題

アジア域または全球的に起きているバックグラウンド濃度の上昇を主に反映したもの

③ 大陸からの越境汚染の問題

春季に観測される、広範囲にわたり光化学オキシダント濃度が上昇したもの

東京都は、光化学オキシダントについて、「2020年までに、光化学スモッグ注意報の発令日数をゼロにする。」「2030年までに、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）。」という目標を掲げている。

光化学スモッグ注意報は、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、その状態が継続すると認められる場合に発令される。東京都内において、光化学オキシダント濃度が0.12 ppm以上になった延べ日数は減少している。0.12 ppm以上になった延べ日数の2014～2016年度の3年移動平均は139日であり、2001～2003年度比で62%減少した（図 2-17）。

1時間値が0.12 ppm以上になった日が減少しているのと同様に、年間4番目に高い日最高8時間値の3年移動平均も減少している。（図 2-18、図 2-19）

また、全国の光化学オキシダント濃度を集計した結果でも、光化学スモッグ注意報発令レベルの超過割合が多い地域である国内4地域（関東地域、東海地域、阪神地域、福岡・山口地域）において、大気汚染防止法に基づく固定発生源におけるVOC規制を開始した2006年付近から、高濃度域における光化学オキシダント濃度は低減傾向にあり、注意報等の発令日数も改善傾向にあることが示されている¹²。

これまでの光化学オキシダント対策は、年間4番目に高い日最高8時間値の低減にも効果があると考えられる。

¹² 環境省，中央環境審議会微小粒子状物質等専門委員会（第8回）（平成30年3月30日），（2018）

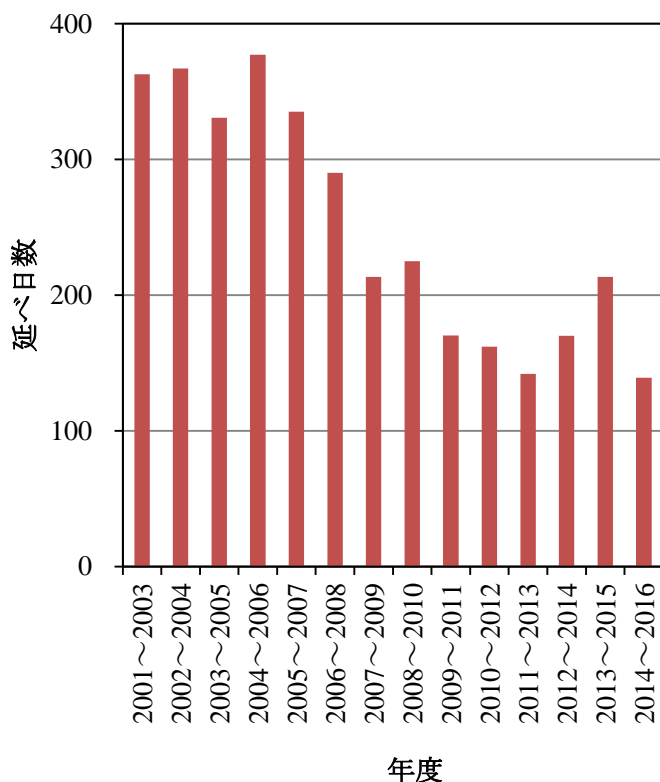


図 2-17 光化学オキシダント濃度が0.12 ppm以上であった延べ日数の3年移動平均の推移

光化学オキシダント濃度を測定している一般環境大気測定局ごとに1時間値が0.12 ppm以上になった日を計上し、全測定局(41局)分を年度ごとに合計した。

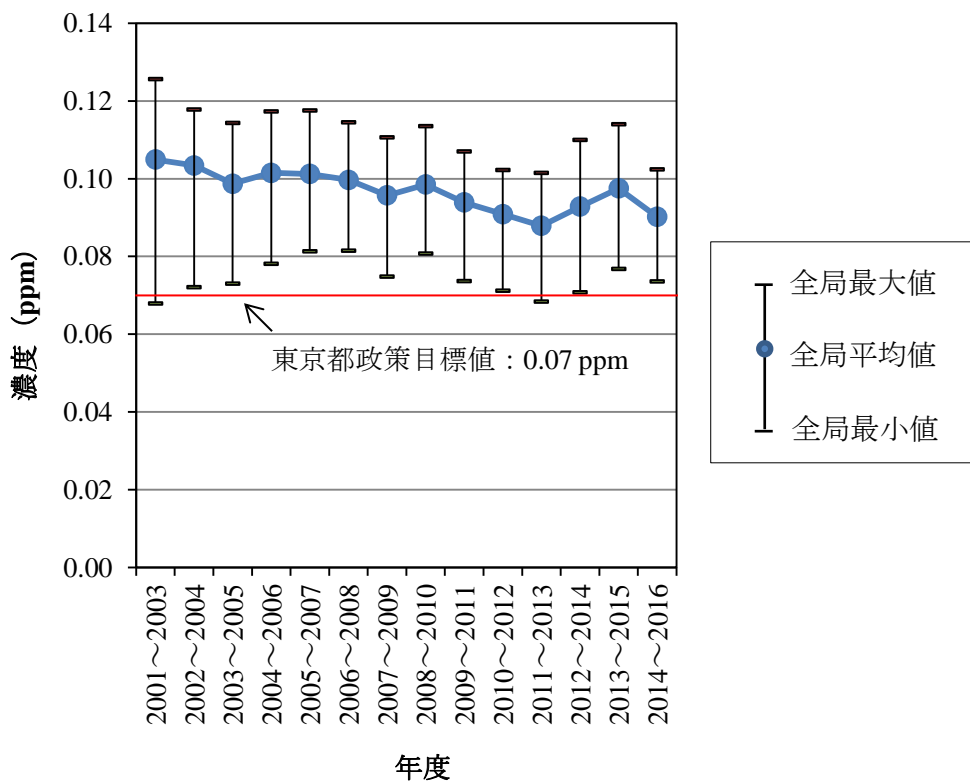


図 2-18 光化学オキシダント濃度の年間4番目に高い日最高8時間値の3年移動平均の推移

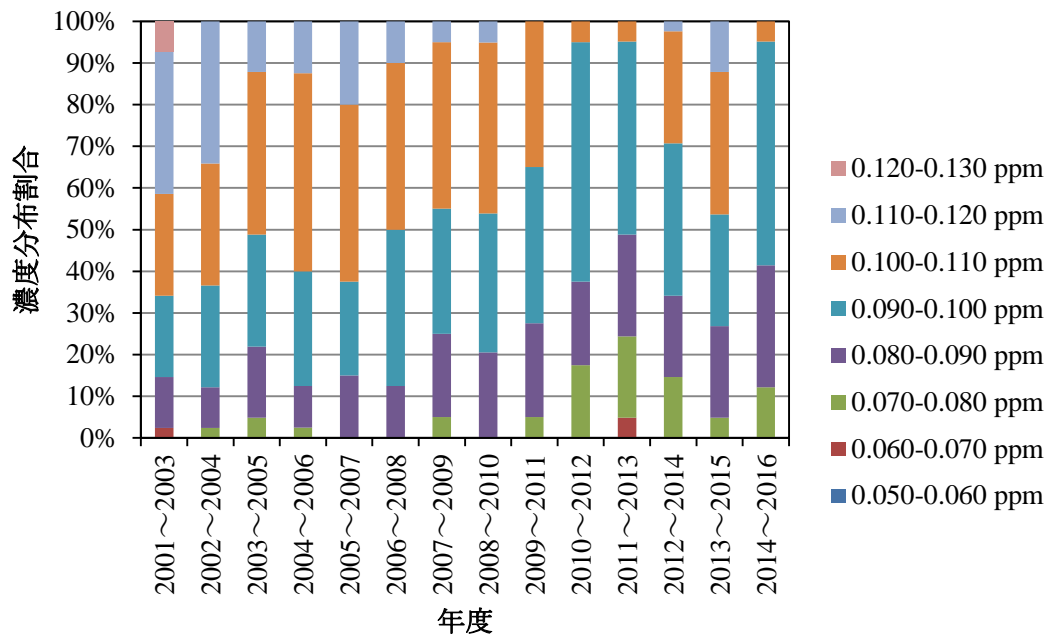


図 2-19 一般環境大気測定局における年間4番目に高い日最高8時間値の3年移動平均の濃度分布割合の推移

2.2.2 月ごとの状況

光化学オキシダントは光化学反応により生成されるため、光化学スモッグ注意報が発令されるのは、夏季（7月から9月）¹³が多い（図 2-20）。

一方、日最高8時間値が0.070 ppmを超過する日は、春季（4月から6月）と夏季が多い（図 2-21）。2008年度から2016年度において、日最高8時間値が0.070 ppmを超過した日は、春季は平均28.4日、夏季は平均28.6日であり、春季も夏季と同じくらい超過日がある。

夏季の日最高8時間値が0.070 ppmを超過する日数を低減させるためには、これまでの夏季を中心とした光化学オキシダント対策が有効であると考えられる。

しかし、春季にも日最高8時間値が0.070 ppmを超過している日があることから、これまでの夏季を中心とした対策だけでは不十分であると考えられる。また、春季の光化学オキシダントについては、関東地域においても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報告されており¹⁴、今後、越境汚染の影響も考慮する必要がある。

¹³ 年度毎に集計し考察を行ったため、季節を以下のように区分し整理した。

春季：4～6月、夏季：7～9月、秋季：10～12月、冬季：1～3月

¹⁴ 環境省、光化学オキシダント調査検討会 報告書（平成29年3月）、（2017）

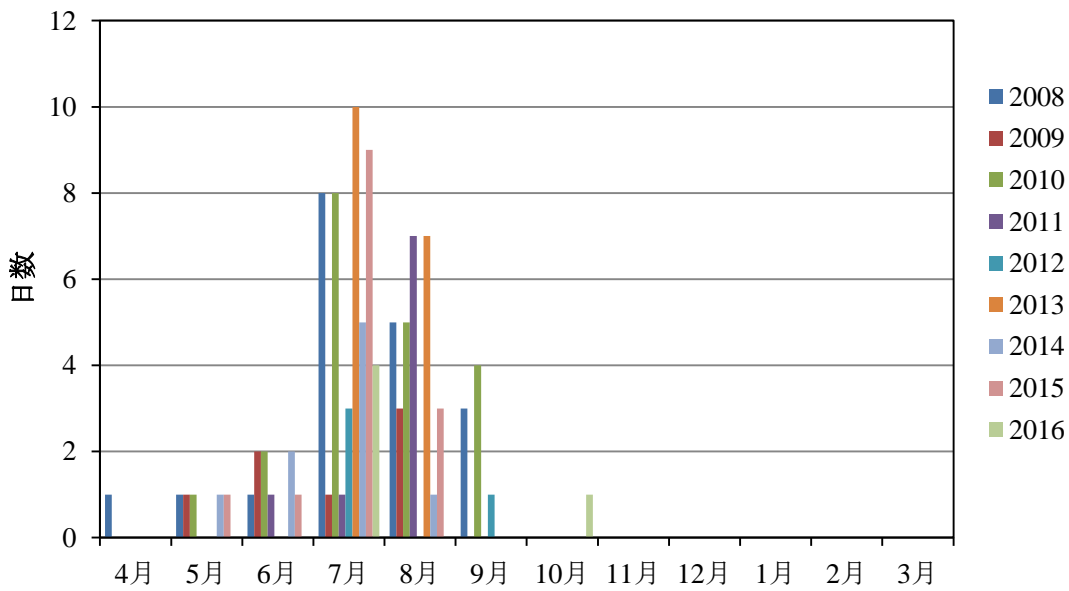


図 2-20 光化学スモッグ注意報発令日数

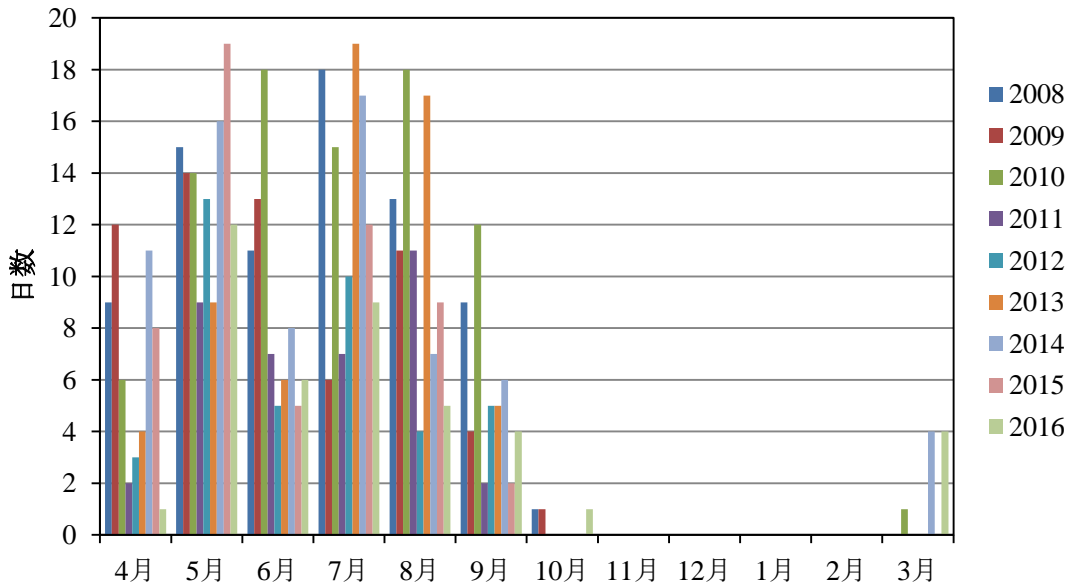


図 2-21 日最高8時間値が0.070 ppmを超過した日数

2.2.3 季節的な特徴

季節的な特徴を考察するため、暖候期（4～9月）における光化学オキシダントの日内変動を図 2-22 に示した。春季、夏季ともに、光化学オキシダント濃度は早朝から 14～15 時まで上昇し、その後、翌日の明け方にかけて下降することが確認された。

光化学オキシダント濃度の日内変動の下限値は、夏季よりも春季が高い（図 2-22）。

日内変動の下限値の違いはあるものの、春季、夏季ともに日中に光化学オキシダント濃度が上昇するため、局所的に存在する原因物質が光化学反応により光化学オキシダントを生成すると考えられる。

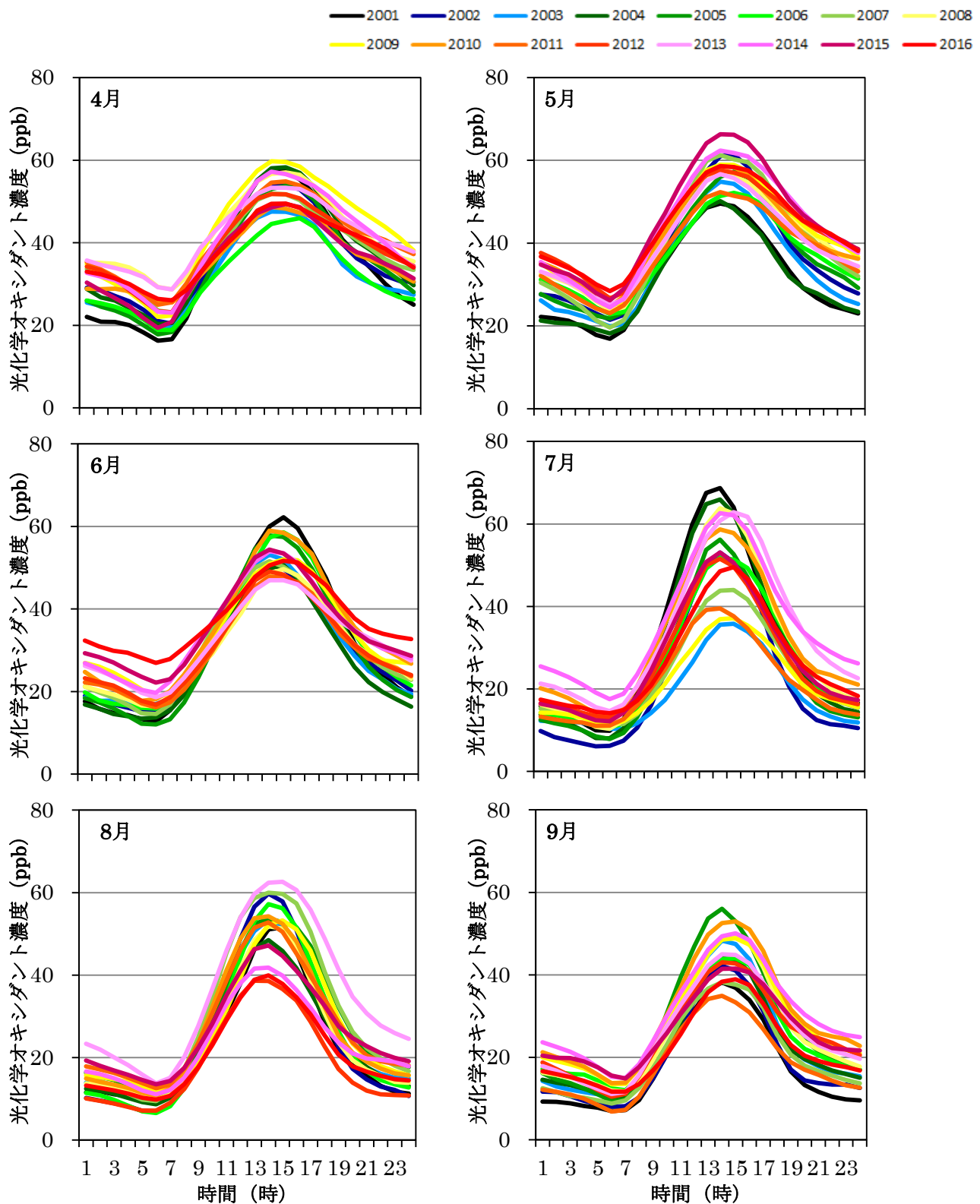


図 2-22 暖候期（4～9月）における光化学オキシダント濃度の日内変動
 都内の各一般局の1時間ごとの濃度を月単位で平均し、都内測定局の平均値を算出した。

また、暖候期において光化学オキシダントの日内変動の下限値や夜間濃度（21～24 時）の経年変化は、どの月も上昇傾向にあった（図 2-23、図 2-24）。

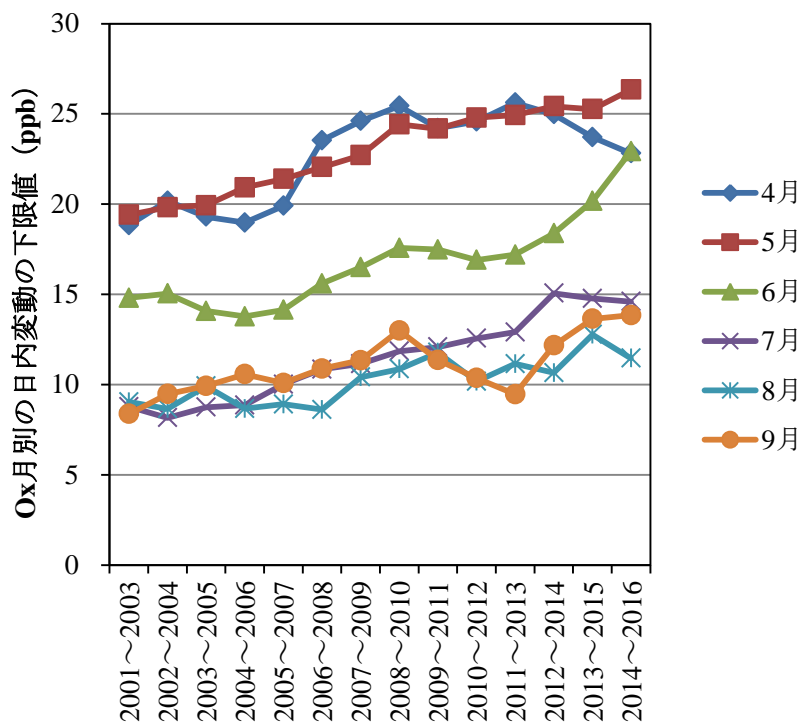


図 2-23 暖候期における光化学オキシダント濃度の月別日内変動の下限値の3年移動平均の推移

各局の日内変動を求め、都内一般局の平均値を算出した。

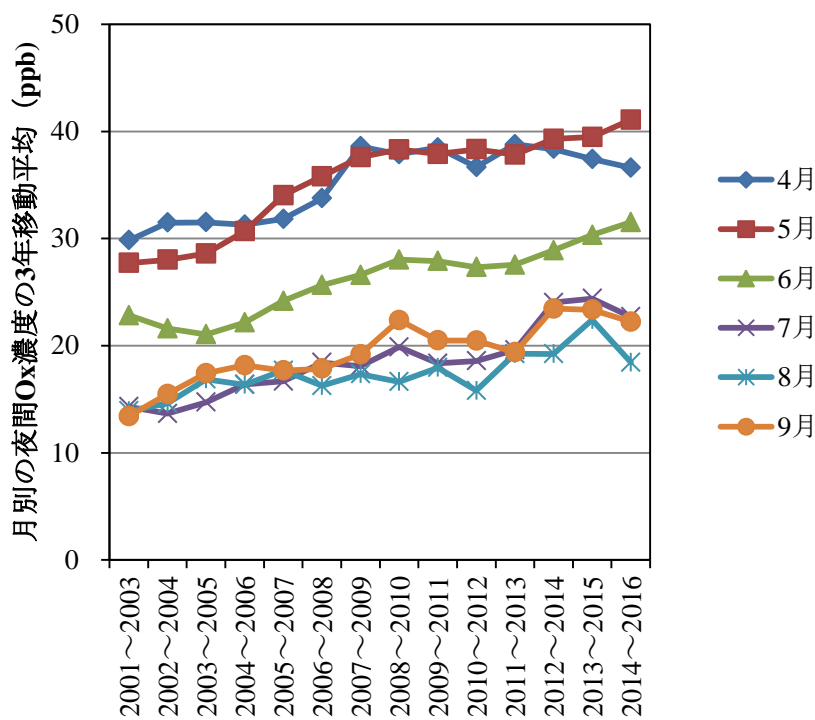


図 2-24 暖候期における月別の夜間（21-24 時）光化学オキシダント濃度の3年移動平均の推移

各局の日内変動を求め、都内測定局の平均値を算出した。

一方、暖候期の NO_x、NO の夜間濃度の経年変化は、どの月も下降傾向にあった(図 2-25、図 2-26)。また、ポテンシャルオゾン PO の夜間濃度の経年変化は、光化学オキシダントのような上昇傾向は確認されなかった(図 2-27)¹⁵。

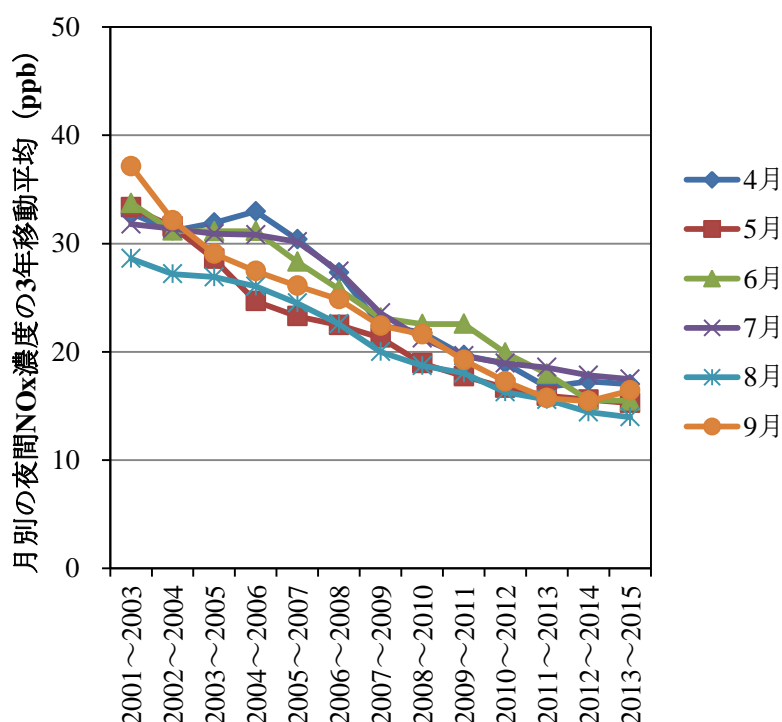


図 2-25 暖候期における月別の夜間 NO_x 濃度の 3 年移動平均の推移

各局の日内変動を求め、都内測定局の平均値を算出した。

¹⁵ ポテンシャルオゾン PO

NO が存在しない場合の実質的なオゾン濃度。NO によるタイトレーション反応の影響を除外して、実質的オゾンに対する光化学オキシダント対策効果の有無を検討するために用いる。NO は、オゾン O₃ と反応して O₃ を減少させる (NO + O₃ → NO₂ + O₂)。O₃ の減少を打ち消すため、次式で定義されるが、α は日本で推定されてきた一般的な値である「0.1」を用いた。

$$PO = [O_3] + [NO_2] - \alpha \times [NO_x]$$

α : 一次排出 NO_x 中の NO₂ の比率

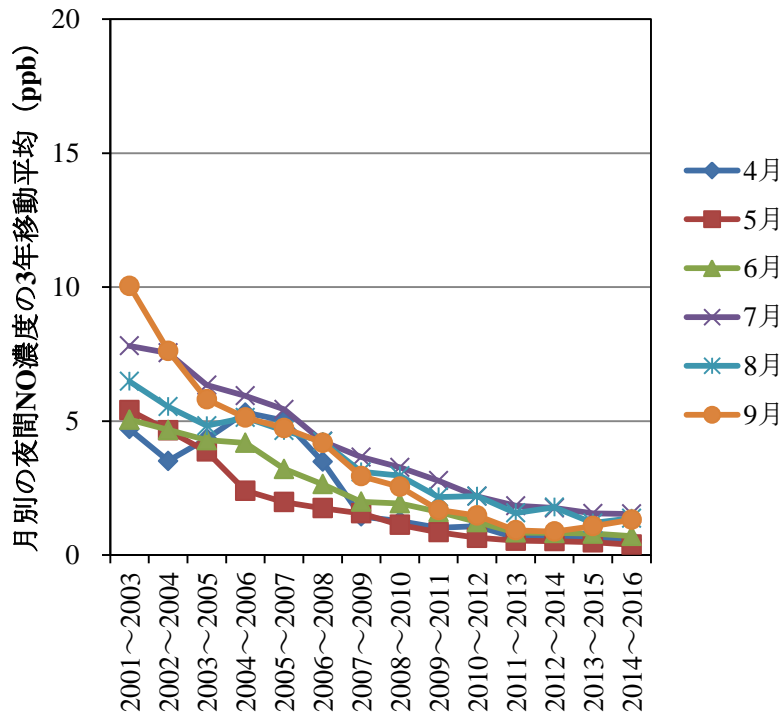


図 2-26 暖候期における月別の夜間 NO 濃度の 3 年移動平均の推移
各局の日内変動を求め、都内測定局の平均値を算出した。

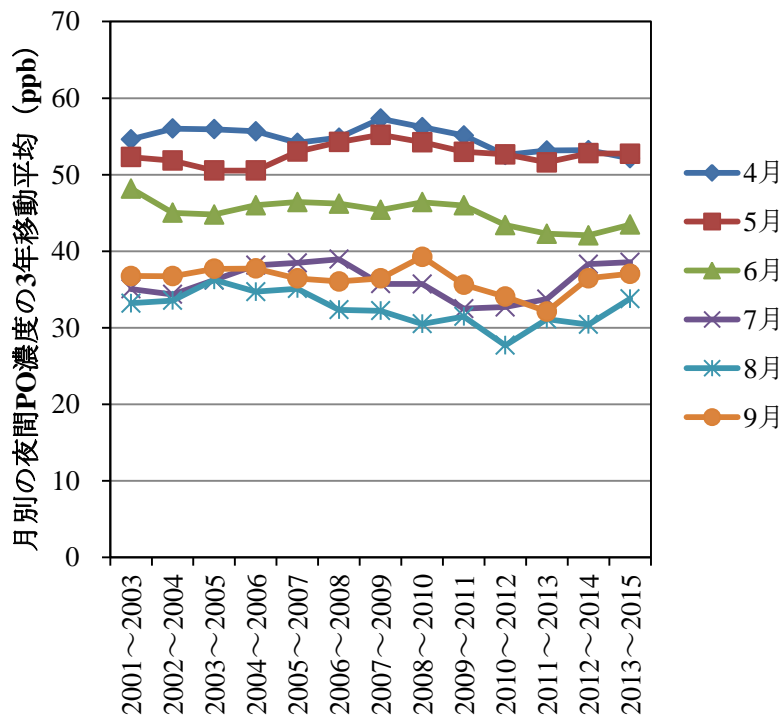


図 2-27 暖候期における月別の夜間 PO 濃度の 3 年移動平均の推移
各局の日内変動を求め、都内測定局の平均値を算出した。

これらのことから、光化学オキシダントの夜間濃度の上昇は、NO タイトレーション効果（NO が光化学オキシダントと反応して NO₂ となり光化学オキシダントを減少させる効果）の低下が主な要因であると考えられ、これにより光化学オキシダントの日内変動の下限値も上昇したと考えられる。

しかし、日内変動の下限値や夜間濃度の上昇は、広域的なバックグラウンド濃度の上昇も原因の一つである可能性がある。都市域における日中の濃度上昇の影響を切り分け、広域的なバックグラウンド濃度の上昇の影響について考察するため、今後、島しょ部の大気環境データについて解析を行っていく。

3 これまでの施策

3.1 これまでの政策目標と施策

東京都のこれまでの政策目標と主な取組を図 3-1 に示す。

3.1.1 これまでの政策目標

2002 年 1 月に策定した東京都環境基本計画において、「2010 年度までに SPM 環境基準を、2005 年度までに NO₂ 環境基準を全測定局で達成する」という目標を掲げた。

この目標を掲げた 2001 年度当時の SPM 環境基準達成率は、一般環境大気測定局 26%、自動車排出ガス測定局 0%であった。

そこで、これまでの工場等のばい煙規制に加え、2003 年度からディーゼル車排出ガス規制に取り組んだ。その結果、大気環境中の SPM、NO₂ 濃度は低減したものの、2005 年度の自動車排出ガス測定局の NO₂ 環境基準達成率は 56%にとどまっていた。

そのため、2008 年 3 月に策定した東京都環境基本計画において、改めて 2010 年度までに SPM、NO₂ 環境基準を全測定局で達成するという目標を掲げた。

そして、2010 年度の SPM 環境基準達成率は、一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局ともに 100%となり目標を達成した。一方、NO₂ 環境基準達成率は、一般環境測定局 100%、自動車排出ガス測定局 91%であった。自動車排出ガス測定局の環境基準を達成していない測定局は、2014 年度以降、1 局のみ（環七通り松原橋局）となっており、目標は概ね達成している。

光化学オキシダントについては、2008 年 3 月に策定した東京都環境基本計画において、「2016 年度までに光化学スモッグ注意報発令日数を 0 日にする」という目標を掲げた。これまでの NO_x 対策に加え、VOC 対策の効果により、光化学スモッグ注意報発令日数は減少したものの、2016 年度の発令日数は 5 日であり、目標は達成できなかった。

そこで、2016 年 3 月に策定した東京都環境基本計画で、達成年度を改めて、「2020 年度までに光化学スモッグ注意報発令日数を 0 日にする」という目標を掲げた。これに加え、「2024 年度までに PM_{2.5} 環境基準を全局達成」、「2030 年度までに光化学オキシダント濃度を全局で 0.07 ppm 以下（年間 4 番目に高い日最高 8 時間値の 3 年平均値）」という目標を掲げた。なお、これらの目標は、2016 年 12 月に策定した「都民ファーストでつくる『新しい東京』～2020 年に向けた実行プラン～」でも同様に掲げている。

3.1.2 これまでの主な施策

固定発生源対策では、「大気汚染防止法及び都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（以下「環境確保条例」という。）」に基づき、工場・事業場に対するばい煙等の排出規制を実施している。東京都では、1989 年より「低 NO_x 小規模燃焼機器認定制度」を運用し、大気汚染防止法の規制対象より規模の小さい業務用小規模燃焼機器（主にボイラー等）を対象として、性能の良い燃焼機器を認定することで、認定機器の普及を図ってきた。2008 年度からは、高効率な機器を評価基準に加えた「低 NO_x・低 CO₂ 小規模燃焼機器認定制度」を創設し、2015 年度からは NO_x 排出濃度とエネルギー効率の認定基準値を引き上げ、NO_x 排出濃度の基準をエネルギー効率と同様に二段階に設定するなど認定基準を強化している。

光化学オキシダントの原因物質の一つである炭化水素系物質の排出量の削減を図るため、環境確保条例に基づき、炭化水素系物質を貯蔵するガソリンスタンド等の貯蔵施設に対して排出防止設備（ペーパーリターン設備等：Stage I）の設置を義務付けている。Stage I は、東京都だけでなく、近隣県においても同様の義務付けがなされている。

VOC 対策では、法規制と自主的取組を合わせた施策（ベストミックス）を実施しており、東京都では、自主的取組を促進するため、効果的な VOC 排出抑制を行うための「VOC 対策ガイド」の作成や事業所の実態に即した抑制策を助言するための「アドバイザー派遣制度」の実施など、中小事業者に対する技術支援を行っている。2017 年度からは業界団体や事業者の自主的取組に対し支援を行う「民間と連携した VOC 排出削減対策推進事業」を運用し、業界の排出特性に応じた効果的な VOC 対策の普及・拡大を促している。また、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（以下「化管法」という。）」に基づく PRTR 制度及び環境確保条例に基づく化学物質適正管理制度の両制度により、事業者による化学物質の排出量等の把握と適正管理を進め、化学物質の環境中への排出量の削減、健康被害の未然防止を図っている。

移動発生源対策では、環境確保条例に基づき、一都三県（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）で連携して使用過程車も含めたディーゼル車規制を進めている。また、自動車からの環境負荷を低減するために、低公害・低燃費車の普及を進めてきたが、大気環境の更なる改善と、自動車からの CO₂ 排出量の削減を一層進めていくため、燃料電池自動車や電気自動車等の次世代自動車等¹⁶の普及支援策として中小企業者等への融資・補助を実施している。

¹⁶ 次世代自動車等

東京都では、電気自動車（EV）、ガソリンプラグインハイブリッド自動車（PHV）、燃料電池自動車（FCV）、ハイブリッド自動車（HV）を次世代自動車等と位置付けている。

東京都の政策目標と主な取組

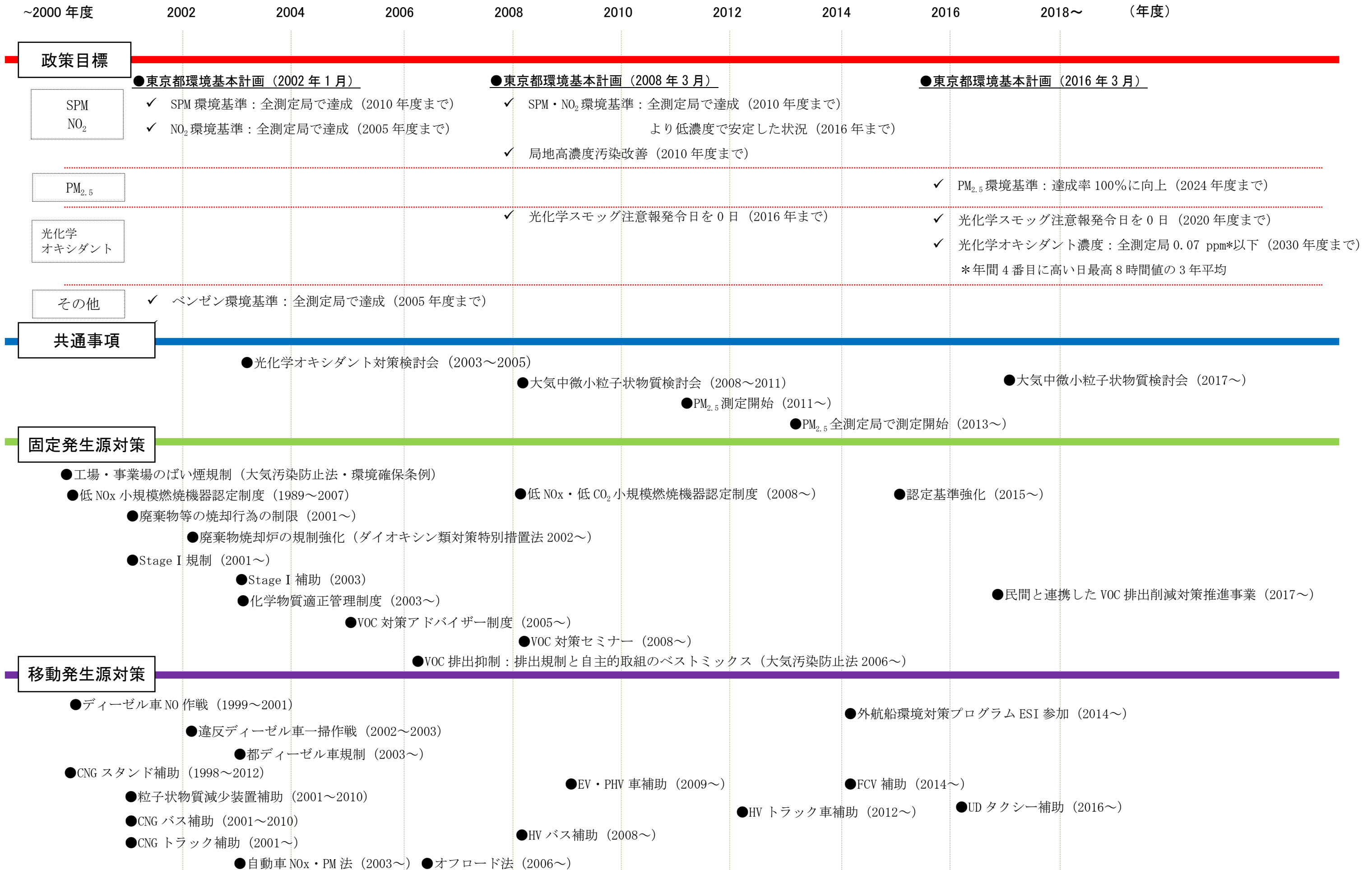


図 3-1 東京都の政策目標と主な取組

3.2 これまでの主な施策の実績

2008年度以降、東京都における自動車登録台数は、わずかに減少傾向を示している。燃料別の自動車登録台数の推移を見ると、従来のガソリン自動車は減少傾向にあり、燃費の良いガソリンハイブリッド自動車（HV）は増加傾向にある（図 3-2、表 3-1）。

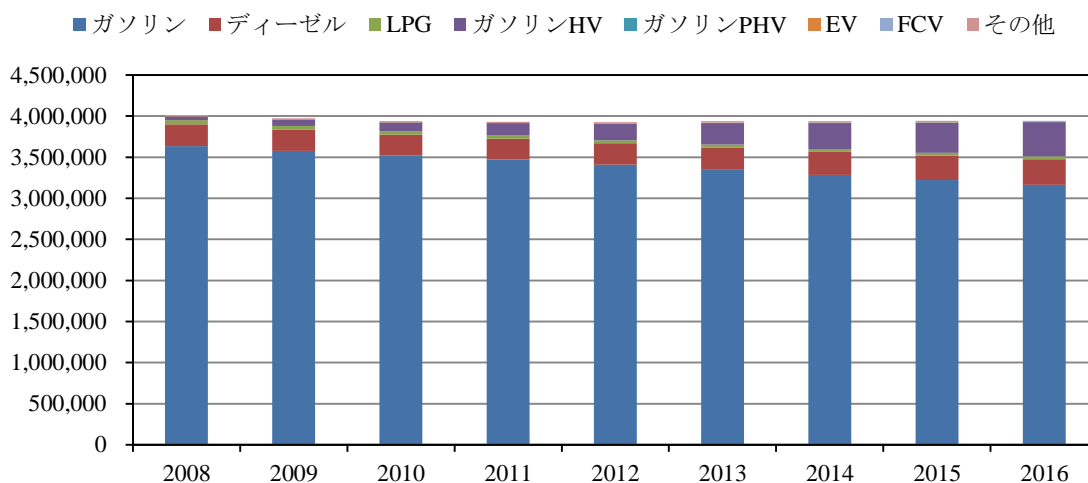


図 3-2 東京都における燃料別自動車登録台数の推移

表 3-1 東京都における燃料別自動車登録台数の推移

	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
ガソリン	3,634,889	3,575,268	3,520,035	3,471,861	3,409,282	3,347,567	3,283,835	3,222,492	3,163,315
ディーゼル	265,912	257,475	254,294	253,542	258,646	268,257	279,576	294,243	311,040
LPG	48,733	45,832	40,664	39,369	38,197	37,046	36,062	35,142	34,208
ガソリンHV	47,260	78,439	107,973	149,702	202,372	263,961	316,116	365,724	416,808
ガソリンPHV		18	32	408	1,735	2,915	4,481	6,132	7,316
EV	20	17	575	1,173	1,740	2,392	3,160	3,699	4,254
FCV							28	144	342
その他	16,035	15,646	15,355	15,262	15,171	14,949	14,864	14,673	14,281
合計	4,012,849	3,972,695	3,938,928	3,931,317	3,927,143	3,937,087	3,938,122	3,942,249	3,951,564

次世代自動車等の普及支援策として、ディーゼルハイブリッドバス（HVバス）、ディーゼルハイブリッドトラック（HVトラック）、ガソリンプラグインハイブリッド自動車（PHV）、燃料電池自動車（FCV）、電気自動車（EV）への補助実績を図 3-3 に示す。補助制度開始以降、ガソリンPHV、EVの補助実績はそれぞれ683台、864台であり、2016年度の燃料別自動車登録台数（PHV：7,316台、EV：4,254台）の9.3%、20.3%を占める。FCVは、2016年度までに229台の補助実績があり、2016年度の燃料別自動車登録台数（342台）の67.0%を占める。

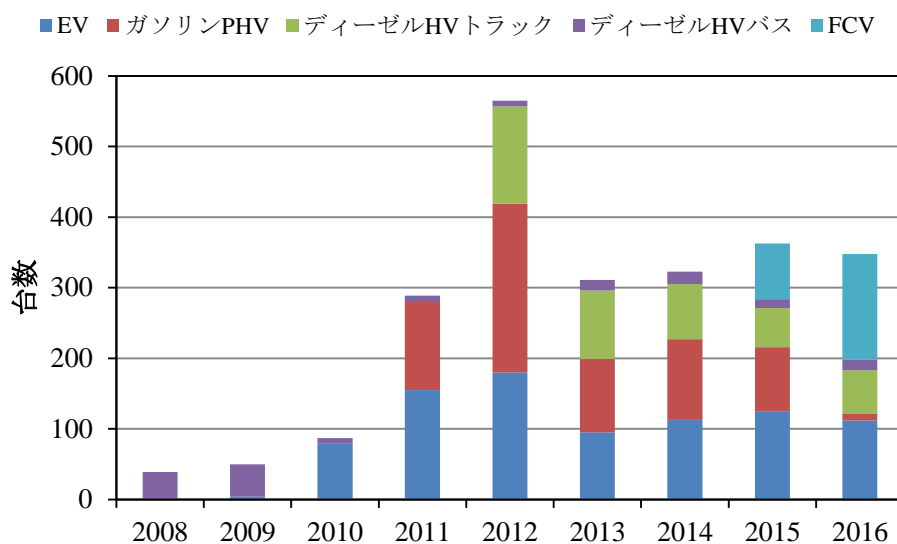


図 3-3 次世代自動車等の補助台数の推移

低 NO_x・低 CO₂小規模燃焼機器認定制度では、1989 年度から 2007 年度までの間に低 NO_x 認定機器として認定した機器数は、代表型式で 1,215 型式（2015 年度末までに製造中止となった機器を除くと 214 型式）であり、2008 年度の現制度の運用以降、低 NO_x・低 CO₂ 認定機器は、2016 年度末時点で 508 型式（2015 年度末までに製造中止となった機器を除くと 458 型式）である。2008 年度以降の低 NO_x・低 CO₂ 認定機器の販売台数は、いずれの種類機器においてもほぼ一定の販売実績で推移している（図 3-4）。

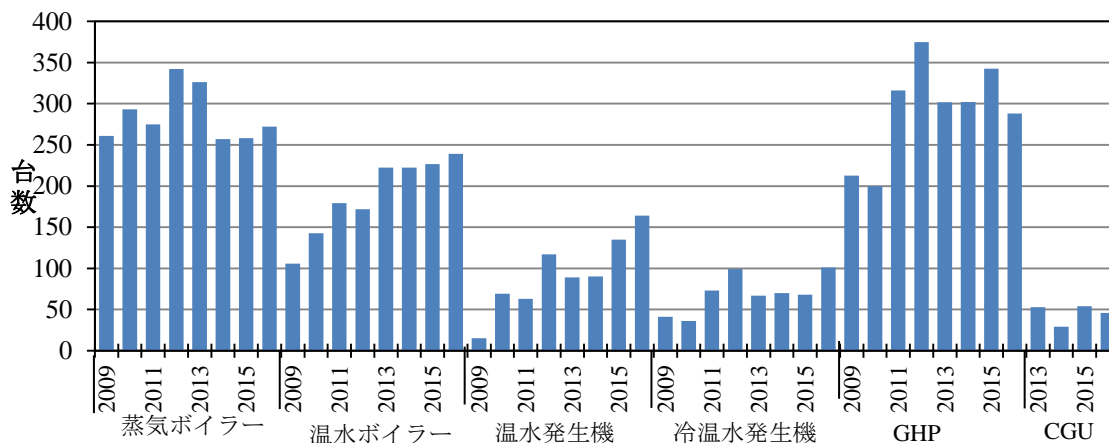


図 3-4 低 NO_x・低 CO₂小規模燃焼機器認定制度における認定機器の販売台数の推移
 GHP はガスヒートポンプ、CGU はコージェネレーションユニット。
 温水ボイラー及び GHP の都内販売台数は、目盛×10（台）

3.3 大気汚染物質発生源の状況

前述のとおり、これまでの固定発生源、移動発生源の排出ガス対策により、東京都の大気環境は、PM_{2.5}、光化学オキシダントを除いて大幅に改善されてきた（図 1-1）。

大気汚染対策を検討するためには、大気汚染物質の発生源と排出実態を明らかにする必要がある。東京都では、固定発生源及び移動発生源を含む大気汚染物質の排出量について5年毎に推計調査を実施している。その結果でも、2000年度から2015年度の大気汚染物質（ばいじん、NO_x、SO_x、VOC）の排出量は大きく減少している。以下、大気汚染物質の発生源からの排出量の経年変化と大気環境中濃度への影響について取りまとめた。

3.3.1 ばいじん

ばいじんの排出量とSPMの大気環境中濃度を図 3-5、図 3-6 に示す。

2015年度のばいじん排出量は2,080 tで、2000年度比66%減少した。

2015年度における自動車からの排出量は610 tで、2000年度比86%減少した。これは、2001年からの「自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法（以下「NO_x・PM法」という。）」による規制、2003年に東京都が先導して神奈川県、埼玉県、千葉県の一都三県で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190 tで、2000年度比57%減少した。これは、2006年に「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（以下「オフロード法」という。）」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推移しているが、ばいじん全体の排出量が減少したことから、全排出量に占める割合は、5.1%から15.4%に拡大した。

ばいじん排出量の減少に伴い、大気環境中のSPM濃度も低下している。2015年度のSPM濃度の年平均値は、一般環境大気測定局では0.019 mg/m³、2000年度比51%、自動車排出ガス測定局では0.021 mg/m³、2000年度比59%の低下であった。

一般環境大気測定局と自動車排出ガス測定局のSPM濃度の年平均値の差は、2000年度に0.012 mg/m³だったものが、2015年度には0.002 mg/m³となり、その差は、小さくなっている。

これは、前述したディーゼル車規制をはじめとする自動車排出ガス対策の効果と考えられる。

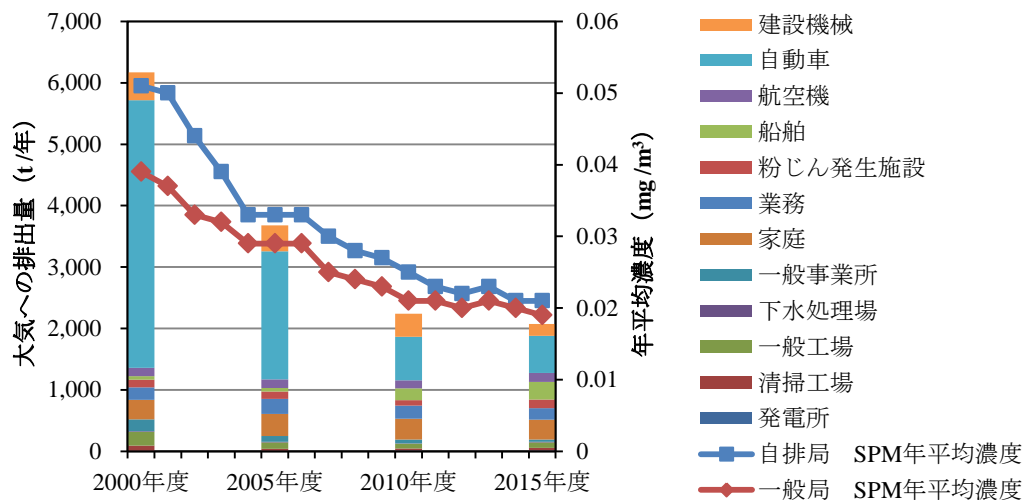


図 3-5 ばいじん排出量と SPM 濃度の推移

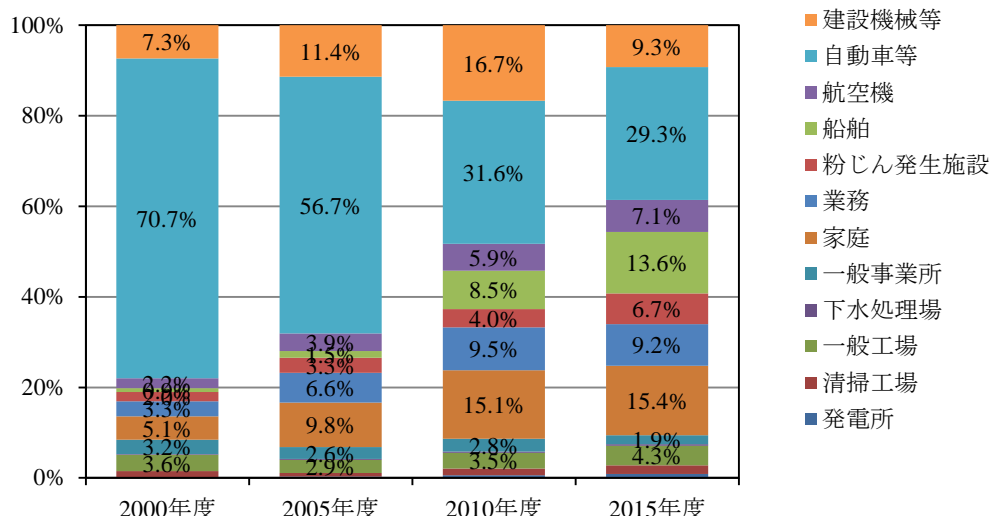


図 3-6 ばいじん排出量割合の推移

3.3.2 窒素酸化物（NO_x）

NO_x の排出量と大気環境中濃度の推移を図 3-7、図 3-8 に示す。

2015 年度の NO_x 排出量は 41,050 t で、2000 年度比 54%減少した。

2015 年度における自動車からの排出量は 17,520 t で、2000 年度比 70%減少した。これは、2001 年からの NO_x・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、千葉県の一都三県で開始したディーゼル車規制等の効果と考えられる。

2015 年度における建設機械からの排出量は 3,500 t で、2000 年度比 69%減少した。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推移しているが、NO_x 全体の排出量が減少したことから、全体の排出量に占める割合は、6.0%から 12.9%まで拡大した。

NO_x 排出量の減少に伴い、大気環境中の NO_x 濃度も低下している。2015 年度の大気環境中の NO_x 濃度は、一般環境大気測定局で 2000 年度比 55%、自動車排出ガス測定局で 2000 年度比 58%の低下であった。

一般環境大気測定局と自動車排出ガス測定局の NO_x 濃度の年平均値の差は、2000 年度には 0.054 ppm だったが、2015 年度には 0.021 ppm となり、その差は、小さくなっている。これは、前述したディーゼル車規制等をはじめとする自動車排出ガス対策の効果と考えられる。

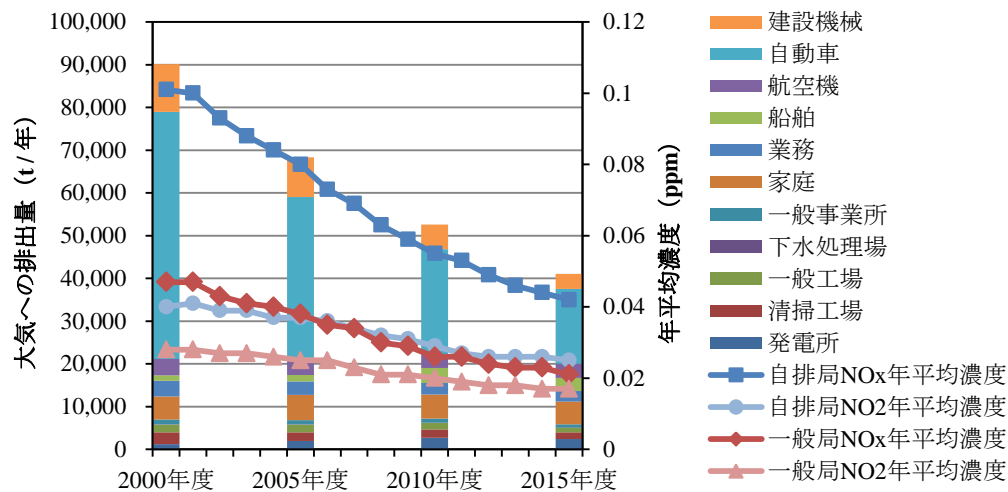


図 3-7 NO_x 排出量と大気環境中濃度の推移

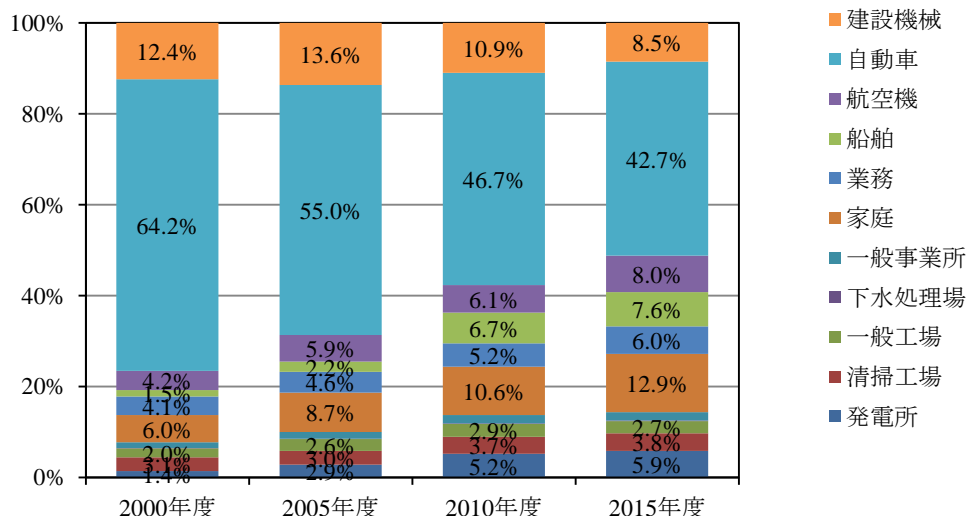


図 3-8 NO_x 排出量割合の推移

3.3.3 硫黄酸化物 (SO_x)

SO_x の排出量と SO₂ の大気環境中濃度の推移を図 3-9、図 3-10 に示す。

2015 年度の SO_x 排出量は 3,430 t で、2000 年度比 44%減少した。

2015 年度における自動車からの排出量は 30 t で、2000 年度比 98%減少した。これは、2005 年から石油業界が先進的な取組として、燃料中の硫黄分が 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。なお、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は 10 ppm 以下に規制された。

2015 年度排出量においては、船舶からの排出量が 70.3%を占める。2020 年から MARPOL 条約により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今後大きく減少することが期待される。

2015 年度の大気環境中の SO₂ 濃度の年平均値は、一般環境大気測定局で 0.002 ppm、自動車排出ガス測定局で 0.002 ppm であった。

都内 SO_x 排出量のうち、全体に占める割合が拡大している船舶が航行する臨海部に着目し、臨海部において PM_{2.5} の主成分の一つの硫酸塩の原因物質である SO₂ を含めた大気環境の実態を把握するため、2018 年 2 月に予備調査を実施した。その結果を踏まえ、2018 年夏季に本調査を実施し、PM_{2.5} 濃度への SO₂ 排出の影響を考察する。

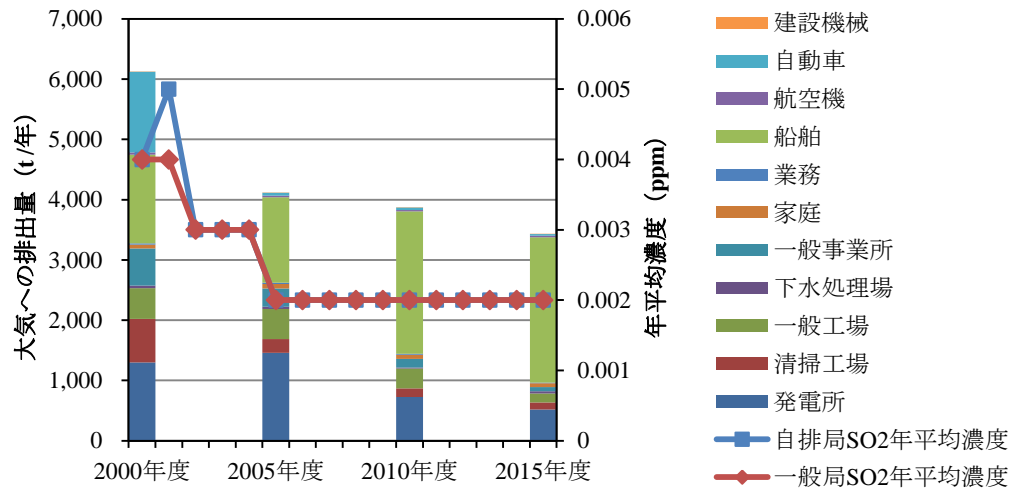


図 3-9 SOx 排出量と大気環境中 SO₂ 濃度の推移

2010 年度以降の船舶における排出量は推計方法が一部変更されており、単純な比較はできないことに留意が必要。

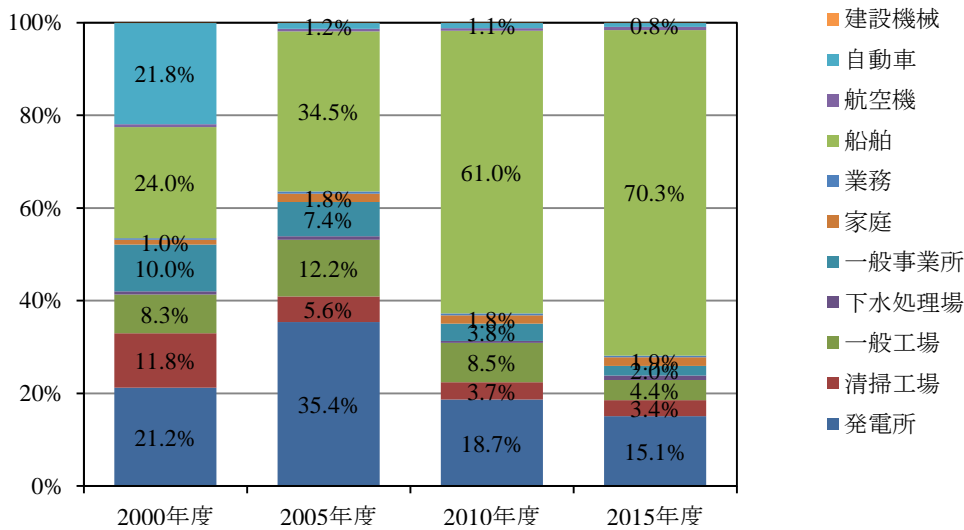


図 3-10 SOx 排出量割合の推移

3.3.4 揮発性有機化合物（VOC）

VOC の排出量と NMHC の大気環境中濃度の推移を図 3-11、図 3-12 に、VOC 排出量の発生源別減少率を表 3-2 に示す。

VOC の排出削減については、国では、工場等からの固定発生源からの VOC の排出を抑制するため、2006 年度から開始した法規制と自主的取組を合わせた施策を実施しており、削減目標は、2010 年度を目途に 2000 年度比で 3 割程度の削減とされた。その後、2010 年度における全国の固定発生源からの VOC 排出量は、目標の 3 割を上回る削減を達成したため、新たな削減目標を設定せずに現行の VOC 排出抑制制度を継続することとされた。また、東京都では、2010 年度までに塗装や印刷等の蒸発系固定発生源の VOC 排出量を 2000 年度比で 30%削減という目標（『10 年後の東京』への実行プログラム 2008（2007 年 12 月））を掲げており、VOC 排出削減に取り組んでいる。

このような国や都の規制等の動向を受け、2015 年度の都内全体の VOC 排出量は 60,780 t で、2000 年度比 56%減少した。なお、2010 年度の都内 VOC 排出量は、全体で 2000 年度比 49%の減少、2015 年度の VOC 排出量は 2010 年度比 13%の減少であった。

排出源別でみると、2015 年度における自動車からの排出量は 5,540 t で、2000 年度比 85%減少した。これは、2000 年から 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 840 t で、2000 年度比 73%減少した。2015 年度の塗装（工場内）からの排出量は 4,440 t で、2000 年度比 61%減少した。2015 年度の印刷からの排出量は 8,770 t で、2000 年度比 57%減少した。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及び事業者の自主的取組の双方の効果と考えられる。

一方、2015 年度の民生部門からの排出量は 10,470 t で、2000 年度比 25%減少したが、VOC 全体の排出量が減少したことから、全体の排出量に占める割合は、10.2%から 17.2%に拡大した。塗装（工場外）からの排出量は 9,940 t で、2000 年度比 40%減少したが、同様に、全体の排出量に占める割合は、12.2%から 16.3%に拡大した。給油等からの排出量は 9,710 t で、2000 年度比 11%減少したが、全体の排出量に占める割合は、8.0%から 16.0%に拡大した。クリーニングからの排出量は 4,090 t で、2000 年度比 32%減少したが、全体の排出量に占める割合は、4.4%から 6.7%に拡大した。

2015 年度の排出量上位 5 排出源である民生部門、塗装（工場外）、給油等、印刷、自動車では、全体に占める排出量の割合は各々 10～17%程度で、合わせて全体の 73%となる。

また、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%、自動車排出ガス測定局で 2000 年度比 57%の低下であった。

VOC 削減目標年度としていた 2010 年度と比較すると、2010 年度の大気環境中の NMHC 濃度は、一般大気測定局で 2000 年度比 38%、自動車排出ガス測定局で 2000 年度比 55%の低下であり、2015 年度の NMHC 濃度は、一般大気環境測定局で 2010 年度比 11%、自動車排出ガス測定局で 2010 年度比 5%の低下であった。

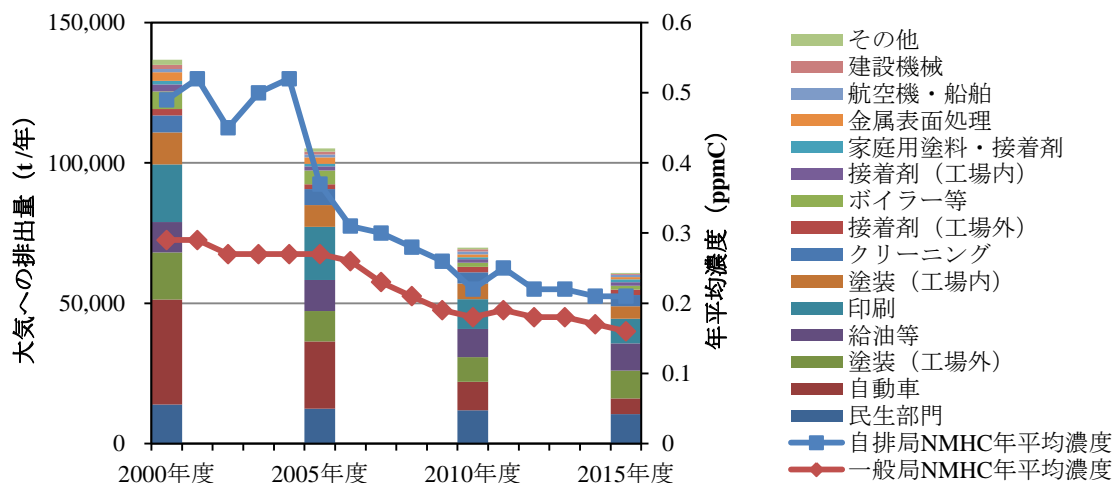


図 3-11 VOC 排出量と NMHC 濃度の推移

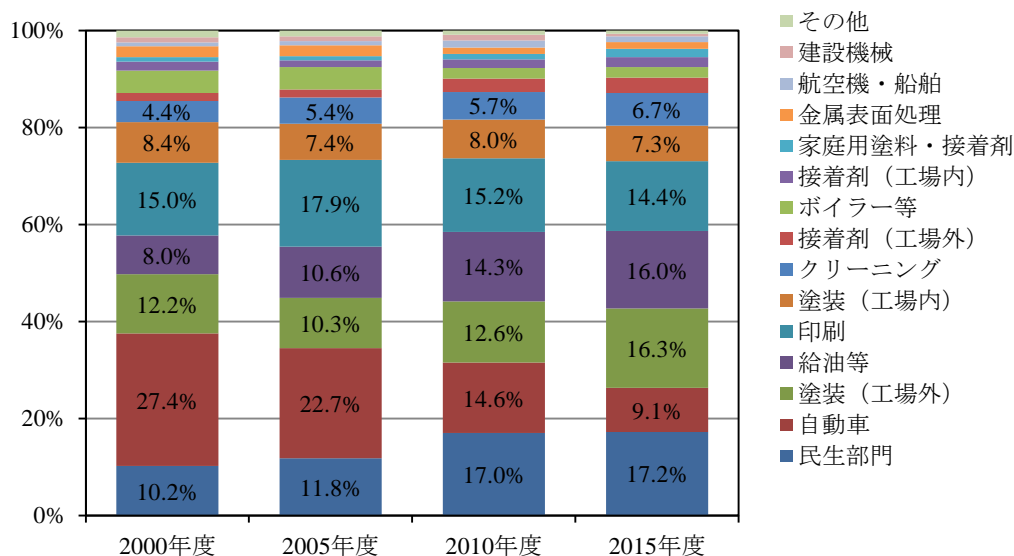


図 3-12 VOC 排出量割合の推移

表 3-2 2015 年度における VOC 排出量の発生源別減少率一覧 (2000 年度比)

(単位: t/年)

	民生部門	自動車	塗装 (工場外)	給油等	印刷	塗装 (工場内)	クリーニング	接着剤 (工場外)
2000年度	13,910	37,450	16,680	10,900	20,540	11,440	6,010	2,280
2015年度	10,470	5,540	9,940	9,710	8,770	4,440	4,090	1,930
減少率	25%	85%	40%	11%	57%	61%	32%	15%

	ボイラー等	接着剤 (工場内)	家庭用塗料・接着剤	金属表面処理	航空機・船舶	建設機械	その他	合計
2000年度	6,300	2,480	1,290	3,080	1,070	1,480	1,870	136,780
2015年度	1,310	1,270	1,020	840	760	320	390	60,780
減少率	79%	49%	21%	73%	29%	78%	79%	56%

4 対策の方向性

4.1 更なる削減対策の必要性

PM_{2.5}の年平均値は、近年、長期基準の15 µg/m³付近で推移しており、2016年度の都内一般環境大気測定局におけるPM_{2.5}の年平均値は12.2 µg/m³であった(p.12 図 2-1 参照)。一般環境大気測定局の環境基準達成率は、年によって変動しており、安定的に環境基準を達成する状態にするためには、さらに年平均値を低減させる必要がある。

光化学オキシダントについて、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以上となった日は、減少傾向にある(p.29 図 2-17 参照)。2014～2016年度の3年移動平均の延べ日数は139日と、2001～2003年度比で62%減少した。東京都が政策目標の指標としている、年間4番目に高い日最高8時間値の3年移動平均値も同様に減少しており、2014～2016年度で0.09 ppmと、2001～2003年度の0.11 ppmから低下している。しかし、一般環境大気測定局の環境基準達成率は、1990年度以降0%の状態が継続しており、東京都の政策目標(0.07 ppm)についても未達成の状況であることから、環境基準や政策目標の達成のためには、更なる改善が求められる。

2001年度以降におけるPM_{2.5}濃度や光化学オキシダント濃度が低減している主な要因は、原因物質であるばいじん、NO_x、SO_x、VOCの排出を抑制する規制等が行われたことによる(p.5 図 1-5 PM_{2.5}、光化学オキシダントの発生源と生成機構及び p.43～p.48 3.3 大気汚染物質発生源の状況参照)。

今後、更なる改善に向けて、PM_{2.5}については、前回の大気微小粒子状物質検討会(2008年度から2011年度)でも示されているとおり、全体の約2/3を占める二次生成粒子の原因物質であるNO_x、SO_x、VOC、アンモニアの削減対策を推進していくことが必要である。光化学オキシダントについては、光化学オキシダント対策検討会(2003年度から2004年度)でも示されているとおり、原因物質であるNO_xとVOCにおいてバランスのとれた着実な削減が必要である。

4.2 今後の検討の進め方

削減対策を推進していくには、各発生源の業態や規模別に対策の実施状況に応じて、規制や自主的取組の支援が考えられる。対策の中には、PM_{2.5}や光化学オキシダントの原因物質を削減するだけでなく、固定発生源に対するVOC回収装置のように、対策を実施する事業者を経済的メリット等をもたらすものもある。今後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考慮することが望ましいと考えられる。

また、過去の検討会では、PM_{2.5}、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おり、東京都では広域的な対策として、2012年度から近隣自治体と連携して夏季のVOC排出削減や冬季のNO_x削減対策に取り組んでいる。また、PM_{2.5}、光化学オキシダントに関する情報共有の場として、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係る連絡会」を設けている。今後も、本検討会の検討内容や近隣自治体による調査結果を共有することはもとより、対策の推進に向けて、更に連携を図っていくことが求められる。

本検討会では、より効果的なPM_{2.5}、光化学オキシダント対策の推進に向けて、引続き、以下の事項等について検討を進める。

(1) シミュレーションを用いた発生源寄与割合

2017年度には、シミュレーション解析を用いて2008年を基準年としたPM_{2.5}、光化学オキシダントの発生源寄与割合の検討を行った。今後、2015年度を基準年としたシミュレーション解析により、原因物質の削減対策を実施した場合の大気中のPM_{2.5}、光化学オキシダント濃度への効果を分析する。また、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、広域連携による効果を検証していく。

(2) 対策の影響評価

2017年度には、PM_{2.5}や光化学オキシダントの原因物質を削減する技術の対策事例の収集や費用対効果の考え方について検討を行った。今後、これまでの検討を基に原因物質の削減対策を都内で普及させた場合の費用対効果の算出を試み、シミュレーション解析結果とともに対策の影響評価を行い、より効果的な対策を検討していく。