

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。

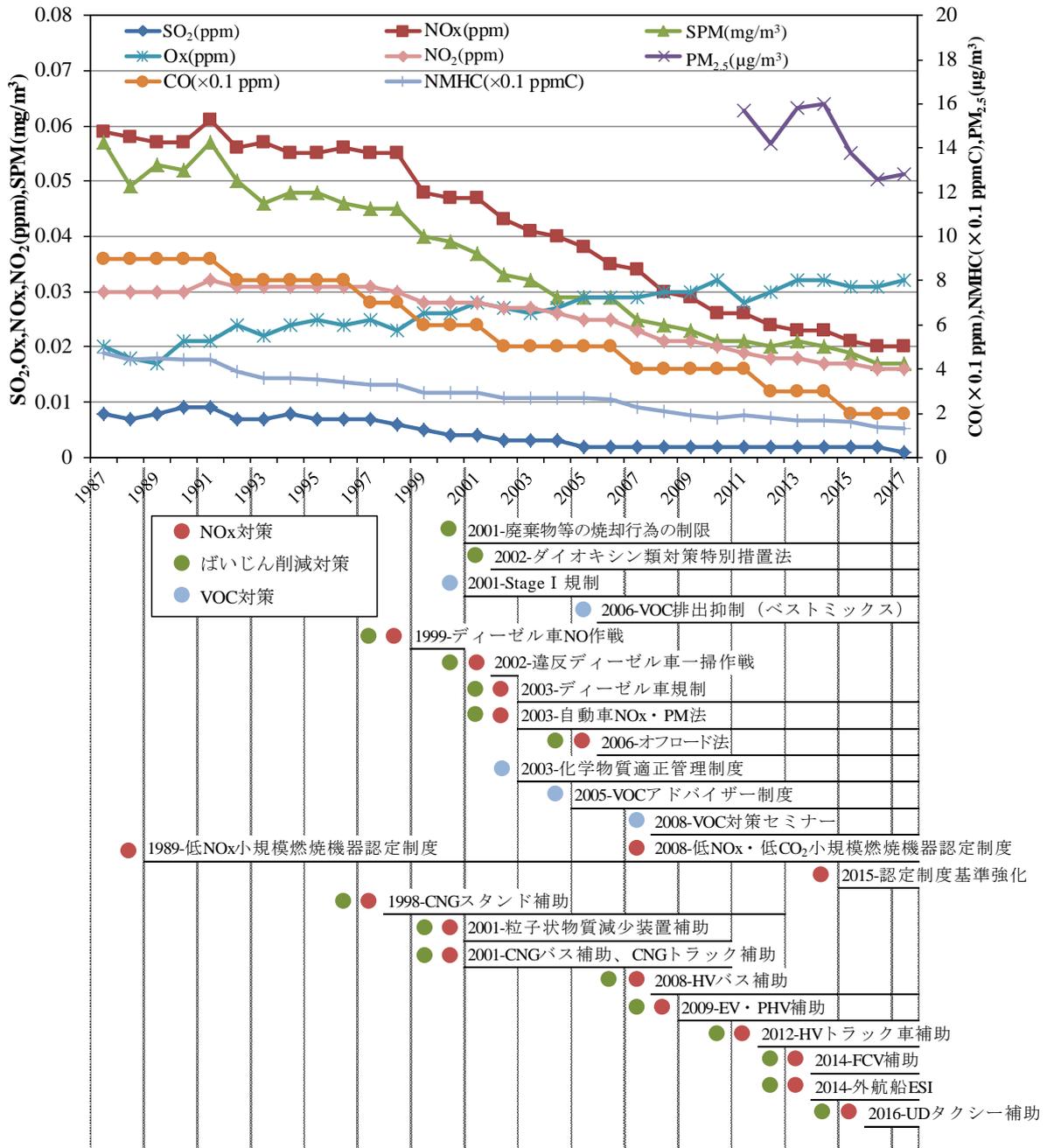


図 1-1 大気環境中濃度の推移とこれまでの主な施策

※ 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 工業専用地域、車道その他一般公衆が通常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 (Non-Methane hydrocarbons : NMHC)

炭化水素のうち光化学的に不活性なメタン (CH₄) を除いたものの総称であり、揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds : VOC) の一部。大気汚染常時監視測定局に設置されている NMHC 計は、含酸素化合物に対して感度が低いため、測定されている NMHC には光化学反応性の高いアルデヒド類等は含まれていない。含酸素化合物を含めた揮発性有機化合物全体を VOC と呼ぶが、大気汚染常時監視測定局では VOC ではなく NMHC が測定されている。

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。

2017 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、おおむ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 2017 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、おおむ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 41 局で達成し、達成率は 87%、自動車排出ガス測定局において 34 局中 27 局で達成し、達成率は 79%であった²。

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の濃度を低減していかなければならない。

² 2017 年度における自動車排出ガス測定局の局数については、休止中の玉川通り上馬局を除いている。

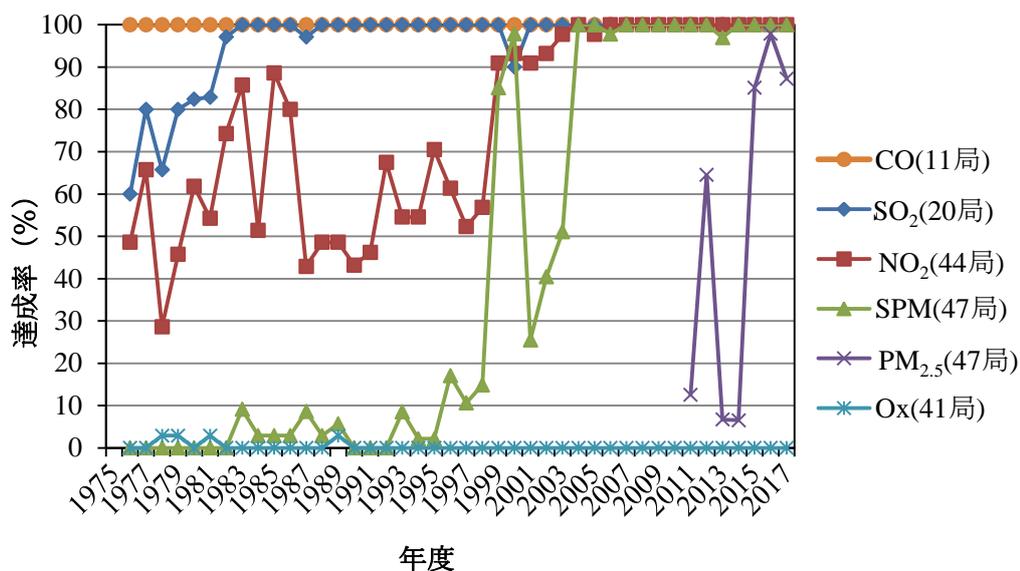


図 1-2 一般環境大気測定局の環境基準達成率の推移

※ () は、2017 年度時点の測定局数

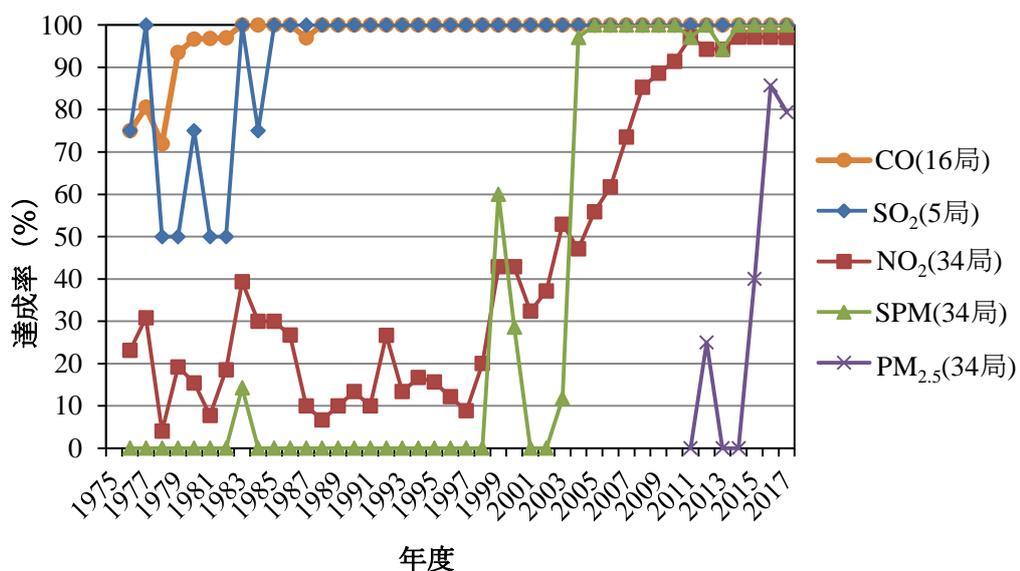


図 1-3 自動車排出ガス測定局の環境基準達成率の推移

※ () は、2017 年度時点の測定局数

※ 2017 年度における測定局については、休止中の玉川通り上馬局を除いている。

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³。

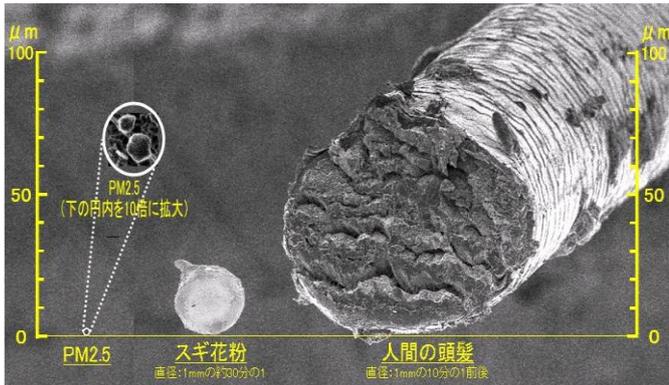


図 1-4 PM_{2.5}、スギ花粉、頭髪の大きさの比較

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、火山や黄砂のほか、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。

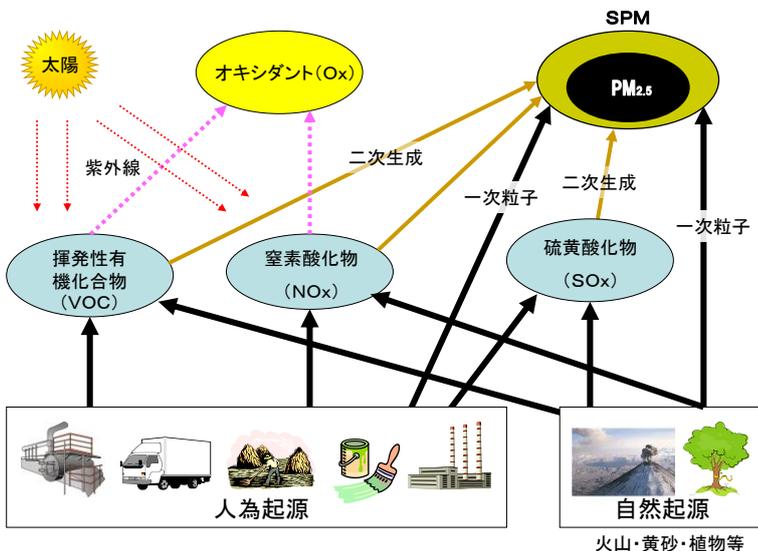


図 1-5 PM_{2.5}、光化学オキシダントの発生源と生成機構

³ 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⁴。

なお、世界保健機構（WHO）は、2006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⁵。

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、ペルオキシアセチルナイトレート（Peroxyacetyl nitrate : PAN）やその他光化学反応により生成される酸化性物質であり、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の届出はない。

⁴ U.S. EPA: National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter, Final Rule, Federal Register, January 15 (2013)

⁵ 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
2018	9	0	4	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⁶。

なお、世界保健機構（WHO）は、2006 年に出版した WHO air quality guidelines global update 2005 で、日最高 8 時間値 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （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、超過する

⁶ U.S. EPA: National Ambient Air Quality Standards for Ozone, Final Rule, Federal Register, October 26, (2015)

ことがあるとしている⁷。

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年度まで）

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。

⁷ World Health Organization: Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. (2006)

- ・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 年度まで）

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年度まで）

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、検討を実施した。

- ・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⁸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。

本報告書では、2017年度から2018年度の検討会（平成29年度第1回～第3回、平成30年度第1回～第3回）において、大気環境中濃度データ及びシミュレーションモデルを用いた解析に基づいた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、今後の行政施策の方向性についての検討結果を報告する。

⁸ 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。