

## x x P M<sub>2.5</sub>成分モニタリングの現状と今後の展開について

### 1 P M<sub>2.5</sub>成分分析調査の経緯

東京都では、2001（平成 13）年度より微小粒子状物質（以下「P M<sub>2.5</sub>」という。）の測定が実施されていたが、2008（平成 20）年度に 都内の P M<sub>2.5</sub> の実態の調査、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見地から学識経験者の意見を聴くため、「微小粒子状物質検討会」を設置し、その一環として「大気中微小粒子状物質の成分分析調査」が実施された。

2009（平成 21）年度に P M<sub>2.5</sub> の環境基準が定められ、地方公共団体では、環境基準の達成状況を把握するために P M<sub>2.5</sub> の質量濃度測定の常時監視が開始された。

また、2009（平成 21）年度に改正された事務処理基準では、地域毎の特色に応じた効果的な P M<sub>2.5</sub> 対策の検討のため、質量濃度の測定に加え成分分析の実施に係る記載も盛り込まれた。

2011（平成 23）年度には、環境省から、「微小粒子状物質（P M<sub>2.5</sub>）の成分分析ガイドライン」が発行され、測定手法が統一化された。

都は、2009（平成 21）年度より、成分分析調査の継続測定地点として 2008（平成 20）年度の実施した 17 地点より 4 地点を選定し、現在まで測定を継続実施している。

成分分析調査実施地点数

	一般環境大気 測定局	自動車排出ガス 測定局	合 計
2008（H20） 年度	9	8	17
2009（H21） 年度以降	2	2	4

### 2 P M<sub>2.5</sub>成分分析調査の目的

P M<sub>2.5</sub> やその前駆物質については、大気中の挙動等に関する知見はまだ十分ではなく、効果的な P M<sub>2.5</sub> 対策の検討のためは、二次生成機構を含む P M<sub>2.5</sub> 及びその前駆物質の大気中の挙動等の科学的知見の集積のほかに発生源寄与割合の推計が必要となる。

P M<sub>2.5</sub> 成分分析調査を継続的に実施することで、これらの挙動を明らかにし、P M<sub>2.5</sub> の健康影響調査に資する知見の充実、シミュレーションモデルの構築及び検証への寄与、発生源の特定や対策の策定に資することができる。

また、経年的な推移をみることにより、対策の効果の検証も可能となりうる。

### 3 調査内容

#### (1) 調査地点

- ・一般環境大気測定局 : 足立区綾瀬  
多摩市愛宕 (2013年度までは町田市中町)
- ・自動車排出ガス測定局: 永代通り新川 (2015年度までは京葉道路亀戸)  
甲州街道国立

#### (2) 調査期間

- ・年4回四季ごとに、2週間
- ・2017(平成29)年度調査は下記の期間(毎年度時期は同様)  
5月10日(水)～5月24日(水)  
7月20日(木)～8月3日(木)  
10月19日(木)～11月2日(木)  
1月18日(木)～2月1日(木)

#### (3) 捕集方法

捕集方法を示す(2017年度)

分析項目	捕集方法			フィルタ	
	測定場所	捕集装置	流量 (L/min)	材質	サイズ (mmφ)
PM <sub>2.5</sub> 質量濃度 無機元素成分 イオン成分	多摩市愛宕 ・永代通り新川	Model 2025i (Thermo SCIENTIFIC 社)	16.7	PTFE (PALL, Tefl Lot No: T61393)	47
	足立区綾瀬 ・甲州街道国立	LV-250R 型 (SIBATA 社)			
炭素成分	多摩市愛宕 ・永代通り新川	Model 2025i (Thermo SCIENTIFIC 社)	16.7	石英繊維 (Pallflex, 2500QAT-UP, Lot No:20060)	47
	足立区綾瀬 ・甲州街道国立	LV-250R 型 (SIBATA 社)			

(4) 調査項目及び分析方法 (2017 年度)

		分析項目	分析方法／分析機器
質量濃度		PM <sub>2.5</sub> 質量濃度	フィルタ捕集-質量法 (秤量) ウルトラマイクロ天秤 METTLERTOLEDO XP26
成分濃度	炭素成分	有機炭素(OC1、OC2、OC3、OC4) 元素状炭素 (EC1、EC2、EC3) 炭化補正值 (OCpyro)	サーマルオプティカルフレクティクス法 (IMPROVE プロトコル) カーボンエアロゾル測定装置 Sunset Laboratory OCEC Carbon Analyzer Model 4L
	無機イオン成分	硫酸イオン(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )、硝酸イオン(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )、塩化物イオン(Cl <sup>-</sup> )、ナトリウムイオン(Na <sup>+</sup> )、カリウムイオン(K <sup>+</sup> )、カルシウムイオン(Ca <sup>2+</sup> )、マグネシウムイオン(Mg <sup>2+</sup> )、アンモニウムイオン(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	イオンクロマトグラフ法 イオンクロマトグラフ Metrohm 940 professional IC Vario
	無機元素成分	ナトリウム(Na)、アルミニウム(Al)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、スカンジウム(Sc)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、ヒ素(As)、セレン(Se)、ルビジウム(Rb)、モリブデン(Mo)、アンチモン(Sb)、セシウム(Cs)、バリウム(Ba)、ランタン(La)、セリウム(Ce)、サマリウム(Sm)、ハフニウム(Hf)、タンゲステン(W)、タンタル(Ta)、トリウム(Th)、鉛(Pb)、ケイ素(Si)	誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) 法 ICP 質量分析装置 PerkinElmer NexION 350S

【捕集方法及び分析手法についての資料】

- ・大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 測定方法 暫定マニュアル 改訂版 (平成 19 年 7 月 環境省)
- ・微小粒子状物質の成分分析に係る基礎的な情報について  
(平成 22 年 9 月 1 日環境省水・大気環境局大気環境課事務連絡)
- ・微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分分析ガイドライン (平成 23 年 7 月 環境省)
- ・微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分測定マニュアル  
(平成 24 年 9 月 環境省、平成 28 年 7 月最終改正)
- ・環境大気常時監視マニュアル第 6 版 (平成 22 年 3 月 環境省 水・大気環境局)
- ・微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分分析における精度管理の目標について (通知)  
(平成 29 年 4 月 18 日 環境省水・大気局 大気環境課長 自動車環境対策課長)

#### 4 調査結果の概要（2014（平成 26）～2017（29 年度））

- (1) 成分分析調査の 2008（平成 20）年度から 2017（平成 29）年度までの濃度の地点別季節別平均値の推移と構成比（別図 1）
- (2) 成分分析調査期間の測定値の代表性（2014（H26）年度から 2017（H29）年度）（別図 2）
- (3) 各成分の傾向について

##### 【炭素・イオン成分】

- 季節別・地点別平均濃度は、年度によって異なるが、その構成比は季節ごとに傾向がみられる。
- 夏季は硫酸塩（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）の構成比が大きい傾向にある。
- 冬季は硝酸塩（ $\text{NO}_3^-$ ）の構成比が大きい傾向にある。
- 地点別の比較では、4 地点ともほぼ同様の濃度レベルであり、増減の傾向も極端な相違は見られない。
- 2016（H28）年度から夏季の硫酸塩の濃度が大幅に減少した。
- 全体的な濃度が低下している中、総有機炭素（T-OC）の低下は見られず、構成比が大きくなってきている。

##### 【炭素フラクシオン】

- 炭素フラクシオンの地点別、季節平均濃度に明確な経年変化や顕著な傾向は見られない。
- 2016（平成 28）、2017（平成 29）年度も、全体的に EC2+EC3（soot-EC）の構成比が増加した。

#### 5 課題（2014（平成 26）～2017（29 年度））

- 高濃度日の個別検証を継続しつつ、今年度実施する排出量実態調査やインベントリ再整備とあわせて、施策の効果を検証していく必要がある。
- 硫酸塩（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）、硝酸塩（ $\text{NO}_3^-$ ）及び有機炭素は寄与率が高いため、濃度の推移に着目し、挙動を把握していかなければならない。
- 特に、傾向がつかみやすい硫酸塩（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）、硝酸塩（ $\text{NO}_3^-$ ）については、スーパーサイトで得られる一時間値等を利用し、季節別に、PM<sub>2.5</sub>への関与について明らかにしていく必要がある。
- 夏季の硫酸塩（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）の濃度低下については、大陸からの移流の変化、局地的な発生源からの排出量の変化等について検証していく必要がある。

- ▶ 炭素フラクションの変化については、発生源の変化、分析方法の変更等要因を洗い出して検証していく必要がある。

## 6 今後の方向性

- (1) 2008(平成 20)年度の当初調査では、採取期間を 21 日間で実施していたが、環境省のガイドライン及びマニュアルの制定後はそれらに基づき、14 日間に変更した。

PM<sub>2.5</sub>対策は、高濃度日の挙動をとらえ、発生源の特定をしていくことが重要であるが、気象状況によっては、高濃度日をとらえられない年も出てきている。

そのため、確実に高濃度日をとらえられる手法を検討していく。

- (2) より詳細な発生源寄与解析調査を目的とし、有機マーカー（レボグルコサン等）を用いた調査の実施を検討していく。
- (3) 現在 4 地点で調査を実施しているが、現行の 4 地点では明確な差異が見当たらない状況が続いている。

そのため、今後、常時監視のPM<sub>2.5</sub>で測定値を用いてクラスター解析を実施し、また、平成 20 年度の 17 地点での調査結果と現在の結果を比較検証することにより、より効果的に調査ができる地点を検討していく。

- (4) 都内のPM<sub>2.5</sub>濃度への寄与が高い硫酸塩（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）、硝酸塩（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）について、スーパーサイトを始めとする他のモニタリング結果と連携させ、PM<sub>2.5</sub>の生成に関する挙動の解明や、より詳細な発生源寄与解析に資する測定を実施する。

# 1 2008～2017年度のイオン成分濃度の地点別、季節平均

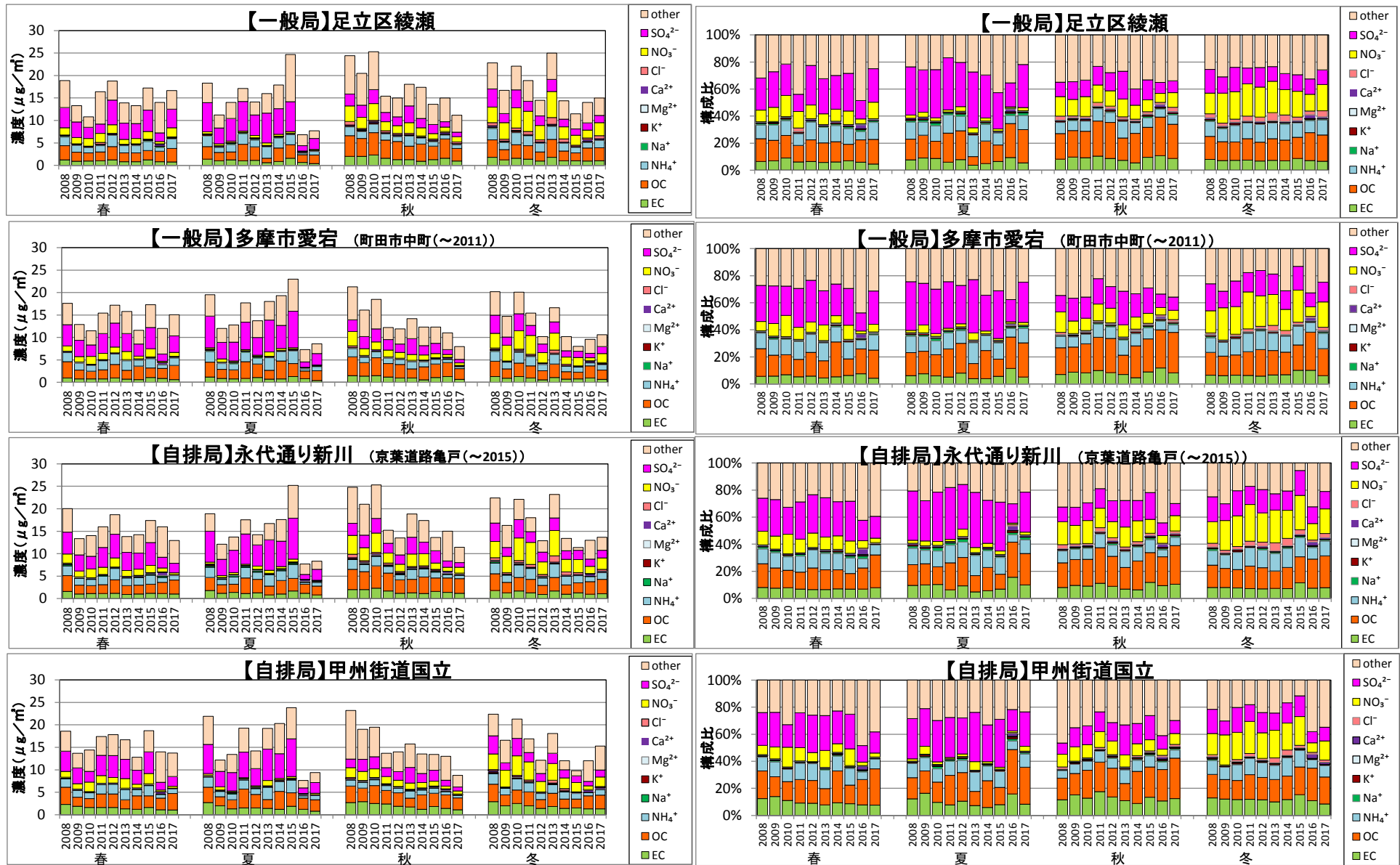
※ 2008年度秤量条件は、50%RH。

※ 2016年度より測定業者変更

別図1

(1)濃度

(2)構成比

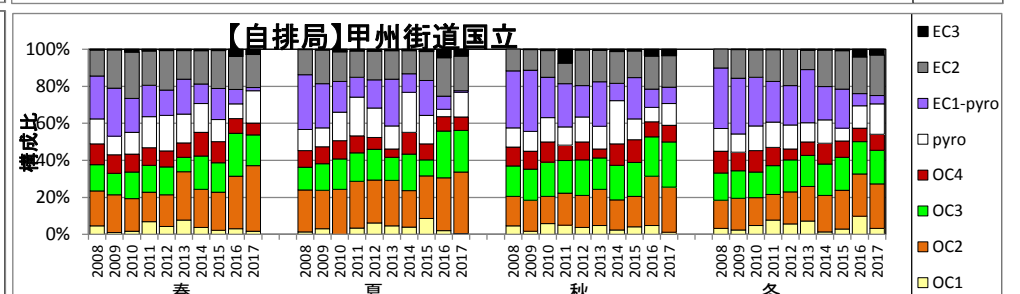
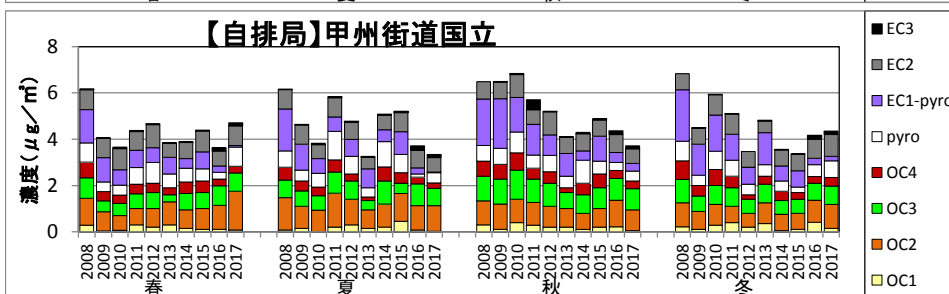
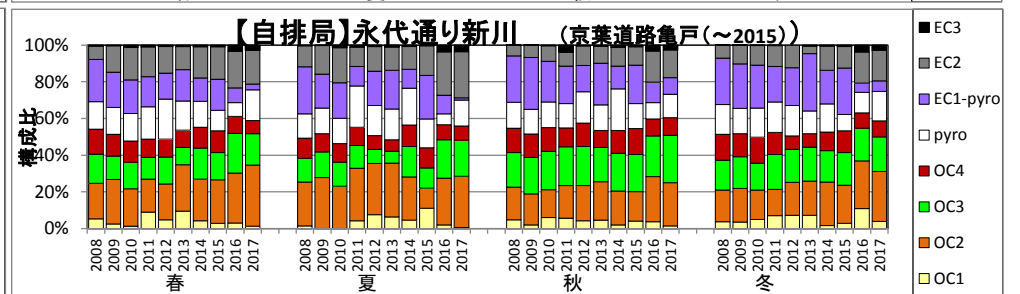
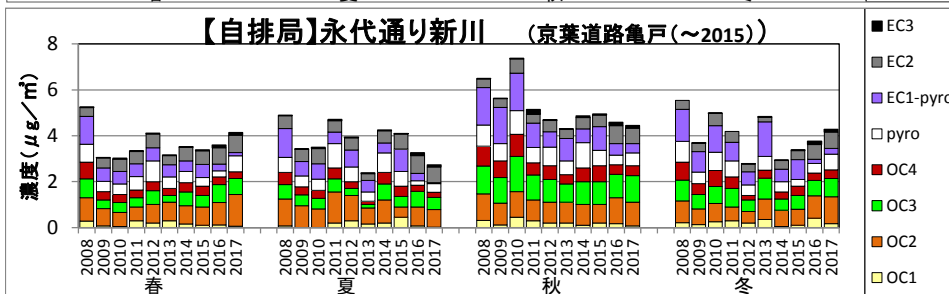
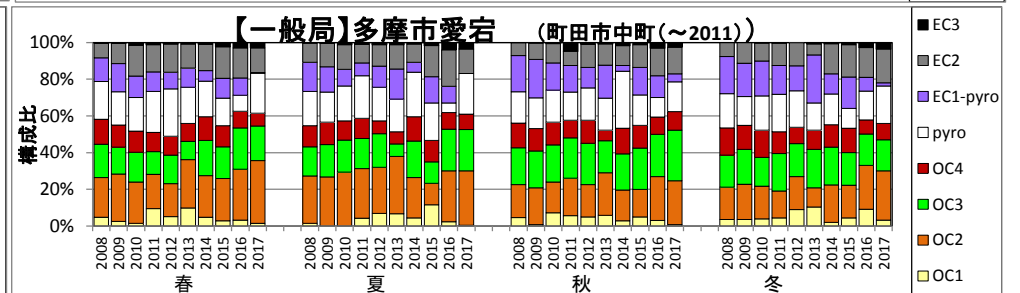
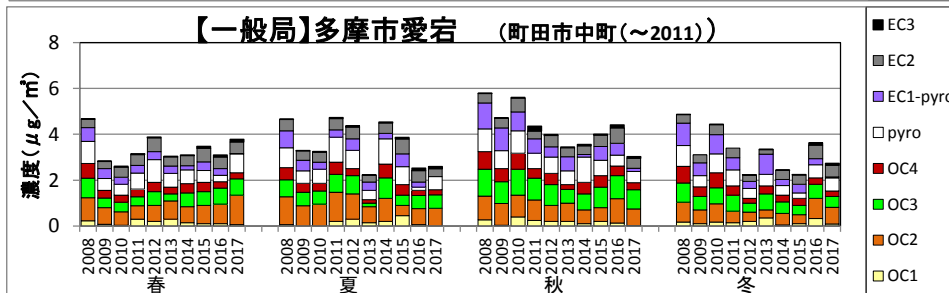
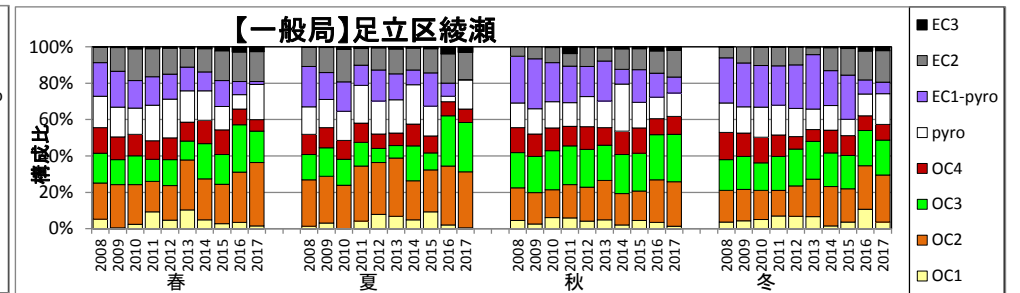
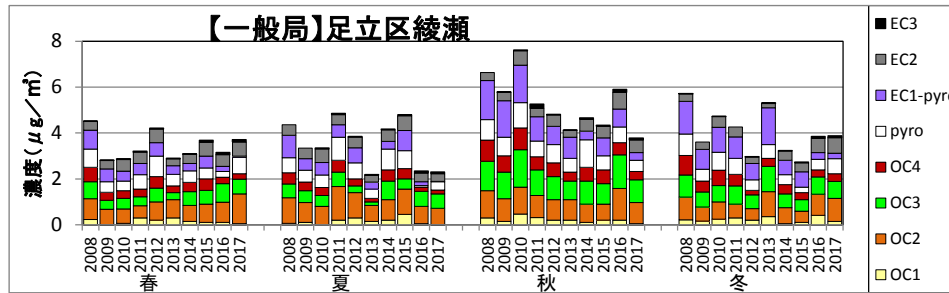


## 2 2008～2017年度の炭素成分濃度の地点別、季節平均

※ 2008年度秤量条件は、50%RH。

※ 2016年度より測定業者変更

(2) 構成比



PM<sub>2.5</sub>成分分析モニタリング期間の測定値の代表性

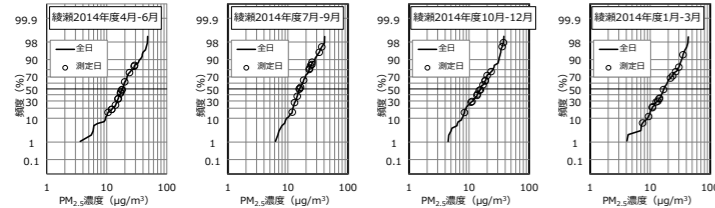
別図2

2014(H26)

足立区綾瀬

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	20	10	18	7	17	9	19	9
測定日	18	6	21	7	18	9	18	8
検定	○	×	○	○	○	○	○	○

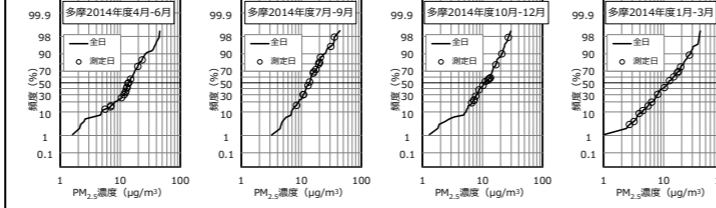
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



多摩市愛宕

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	16	9	15	7	12	6	14	9
測定日	13	5	18	8	12	6	11	7
検定	○	×	○	○	○	○	○	○

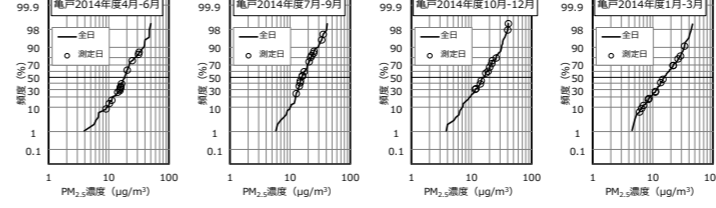
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



京葉道路亀戸(永代通り新川)

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	20	10	18	7	18	9	18	10
測定日	18	7	21	7	20	10	16	9
検定	○	○	○	○	○	○	○	○

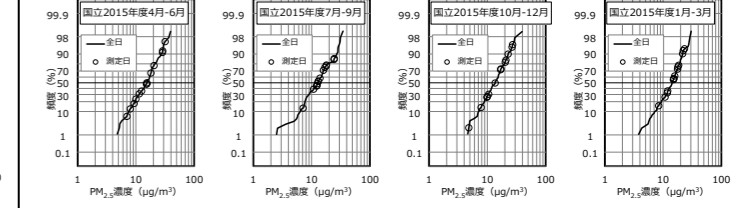
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



甲州街道国立

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	18	9	16	7	14	6	16	9
測定日	16	5	19	8	15	6	13	7
検定	○	×	○	○	○	○	○	○

検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)

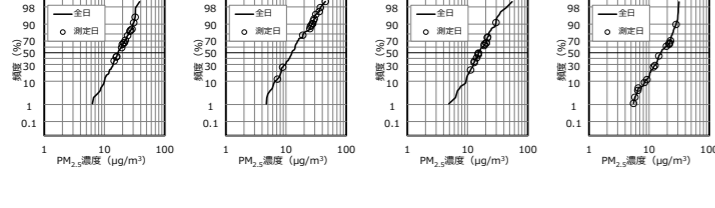


2015(H27)

足立区綾瀬

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	19	8	15	8	17	8	17	7
測定日	23	6	27	10	18	5	15	7
検定	○	○	×	○	○	×	○	○

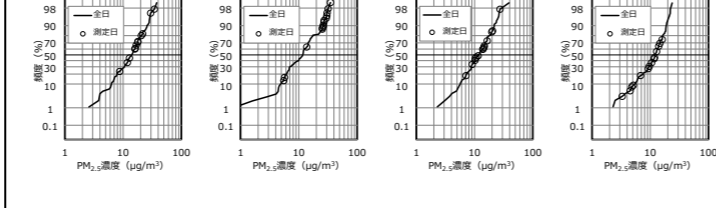
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



多摩市愛宕

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	15	7	13	8	13	7	13	6
測定日	19	7	24	9	14	5	10	4
検定	○	○	×	○	○	○	×	○

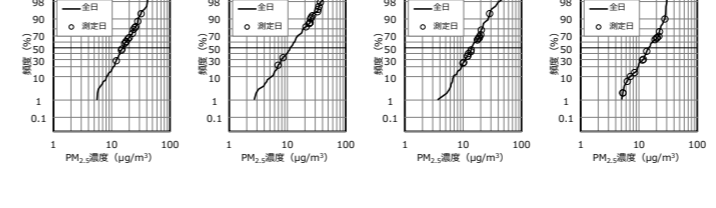
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



京葉道路亀戸

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	17	8	13	8	16	8	16	7
測定日	21	6	26	10	16	5	14	7
検定	○	○	×	○	○	○	○	○

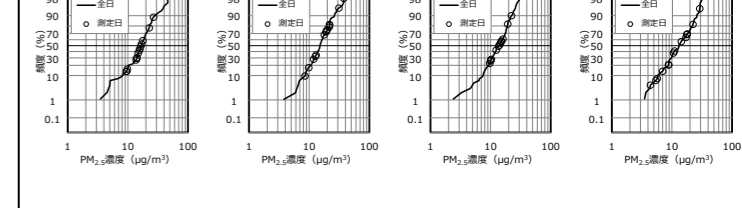
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



甲州街道国立

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	16	7	14	7	14	6	15	6
測定日	20	8	25	9	16	5	12	4
検定	○	○	×	○	○	○	○	○

検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)

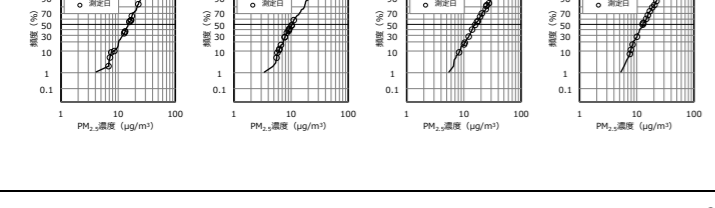


2016(H28)

足立区綾瀬

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	16	7	12	6	18	8	15	7
測定日	14	6	7	2	15	6	14	6
検定	○	○	×	×	○	○	○	○

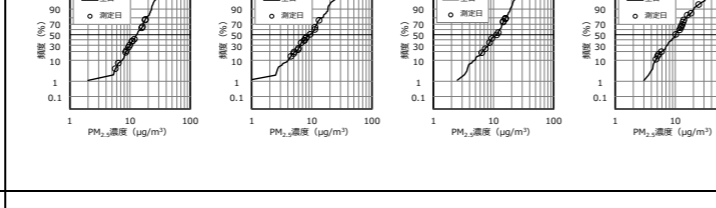
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



多摩市愛宕

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	14	6	10	6	12	6	12	7
測定日	12	5	7	3	11	3	10	3
検定	○	○	○	×	○	○	○	×

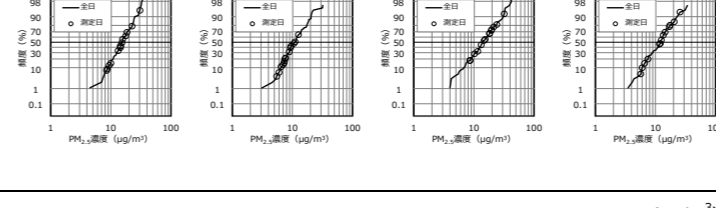
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



永代通り新川

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	17	7	12	6	16	9	13	7
測定日	16	6	8	3	15	5	13	5
検定	○	○	×	×	○	×	○	○

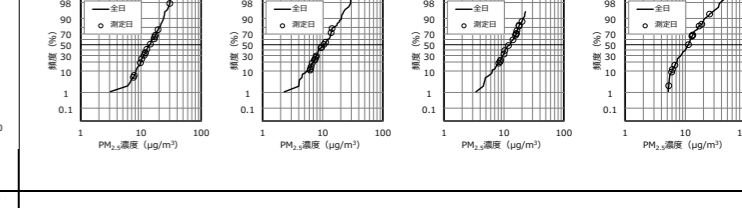
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



甲州街道国立

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	15	6	12	6	13	6	13	7
測定日	14	6	8	3	13	5	12	5
検定	○	○	×	×	○	○	○	○

検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)

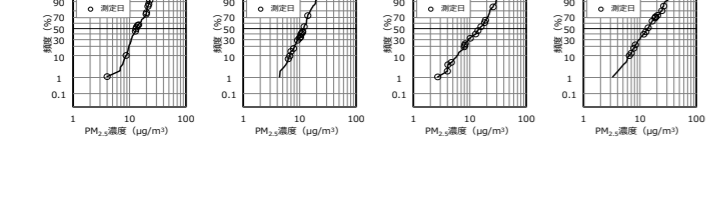


2017(H29)

足立区綾瀬

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	15	6	12	5	16	9	16	10
測定日	18	8	10	2	11	7	15	6
検定	○	○	○	×	×	○	○	○

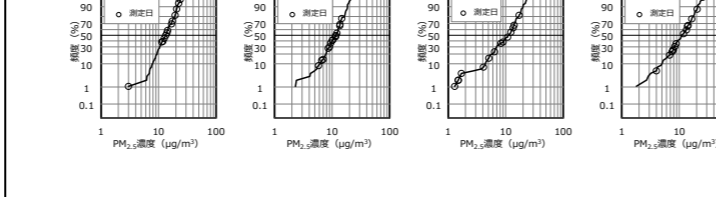
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



多摩市愛宕

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	14	5	12	5	12	6	12	6
測定日	16	6	10	3	8	5	12	6
検定	○	○	○	×	×	○	○	○

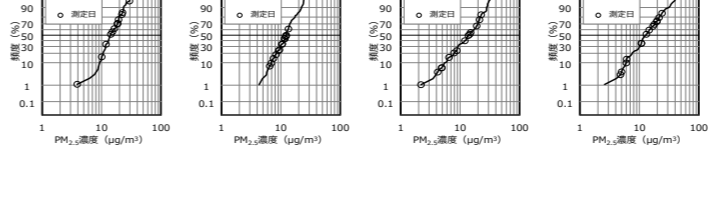
検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



永代通り新川

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	16	6	13	6	16	9	16	10
測定日	19	8	10	2	11	7	14	7
検定	○	○	○	×	○	○	○	○

検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)



甲州街道国立

	4-6月		7-9月		10-12月		1-3月	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
全日	14	5	12	5	12	6	14	7
測定日	17	6	10	3	8	5	13	6
検定	○	○	○	×	×	○	○	○

検定: 平均値の差の検定(t検定: 有意水準5%)、分散の比の検定(F検定: 有意水準5%)

