

平成28年度関東地方大気環境対策推進連絡会  
第2回浮遊粒子状物質調査会議

日時：平成28年9月15日(木) 13時30分～

場所：東京都庁第二本庁舎31階 特別会議室27

議事次第

1 開会

2 議事

- (1) 平成27年度調査結果のとりまとめについて
  - ・ 平成27年度高濃度事象の検討について
  - ・ 平成27年度調査報告書の構成について
- (2) 平成28年度以降の事業計画等について
  - ・ 平成29年度以降のガス状成分の分析について
- (3) その他
  - ・ 講演会について

3 報告

- ・ 水溶性炭素成分 (WSOC) の代理分析について
- ・ 水溶性炭素成分 (WSOC) の測定方法について
- ・ 今年度予算の見通しについて

4 閉会

**【配布資料】**

- 資料 1 平成28年度 第2回浮遊粒子状物質調査会議出席者一覧
- 資料 2 平成28年度 第2回浮遊粒子状物質調査会議座席表
- 資料 3 年間を通じたPM2.5高濃度の出現状況
- 資料 4 平成27年度調査報告書の執筆担当自治体一覧
- 資料 5 平成27年度調査報告書の構成について
- 資料 6 調査報告書案（第2版）
- 資料 7 PM2.5高濃度事象の詳細解析
- 資料 8 ガス状成分の分析について
- 資料 9 ガス成分の測定のための捕集方法～環境省PM2.5成分測定マニュアルに沿って～

**【別冊】**

- (別冊 1) 平成28年度関東S PM調査会議の調査内容等に係るアンケート集計結果
- (別冊 2) 平成28年度関東S PM調査会議の調査内容等に係るアンケート結果一覧
- (別冊 3) 平成28年度関東S PM調査会議の調査内容等に係るアンケート調査票【第2回】

## 平成28年度関東地方大気環境対策推進連絡会 第2回浮遊粒子状物質調査会議 出席者一覧

平成28年9月15日(木)

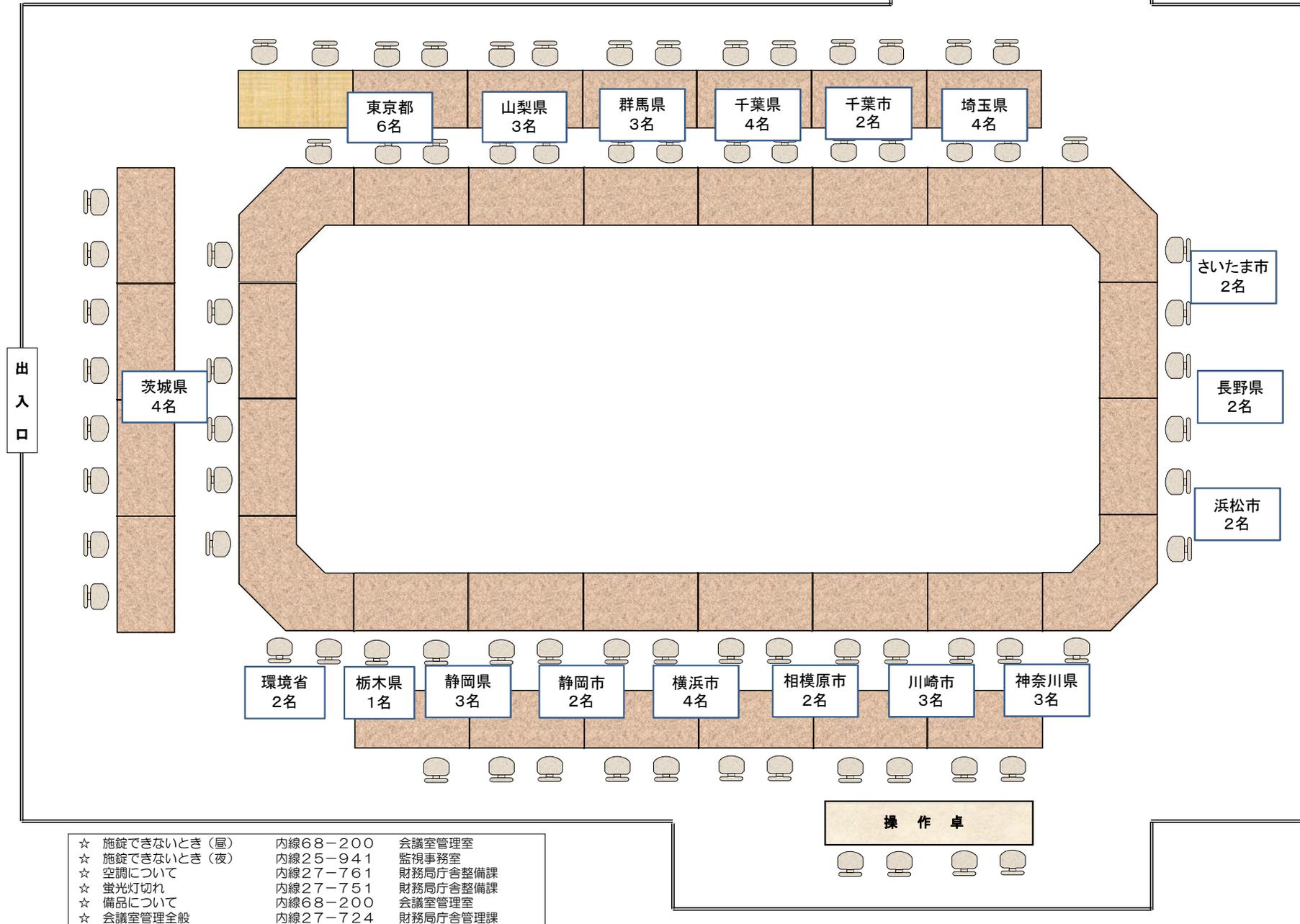
	都都市名	所属名	職名	氏名
1	栃木県	保健環境センター	技師	飯島 史周
2	群馬県	環境森林部 環境保全課	主幹	茂木 幸伸
3		衛生環境研究所	独立研究員	熊谷 貴美代
4		衛生環境研究所	技師	梅田 真希
5	埼玉県	環境部大気環境課	主査	三上 智志
6		環境部大気環境課	技師	池上 真人
7		環境科学国際センター	主任研究員	米持 真一
8		環境科学国際センター	専門研究員	長谷川 就一
9	千葉県	大気保全課	副主査	大橋 英明
10		大気保全課	技師	浅川 達志
11		環境研究センター	主席研究員	石井 克巳
12		環境研究センター	主任上席研究員	内藤 季和
13	東京都	東京都環境局環境改善部大気保全課	課長代理	飯村 文成
14		東京都環境局環境改善部計画課	主事	長澤 祐樹
15		東京都環境局環境改善部計画課	主事	藤島 明日香
16		東京都環境科学研究所 環境資源研究科	主任研究員	櫛島 智恵子
17		東京都環境科学研究所 環境資源研究科	研究員	秋山 薫
18		東京都環境科学研究所 環境資源研究科	研究員	國分 優孝
19	神奈川県	環境農政局環境部大気水質課	主査	前田 敏哉
20		環境科学センター	主任研究員	小松 宏昭
21		環境科学センター	主任研究員	武田 麻由子
22	山梨県	森林環境部大気水質保全課	技師	櫻林 智
23		福祉保健部衛生環境研究所	研究員	大橋 泰浩
24		福祉保健部衛生環境研究所	技師	土橋 正徳
25	長野県	環境部水大気環境課	薬剤師	橋詰 祐希
26		環境保全研究所	研究員	花岡 良信
27	静岡県	くらし・環境部 環境局 生活環境課 大気水質班	技師	八木 聡子
28		環境衛生科学研究所 大気水質部 大気騒音環境班	主査	本間 信行
29		環境衛生科学研究所 大気水質部 大気騒音環境班	主任	結城 茜
30	さいたま市	環境科学課	主査	城 裕樹
31		環境対策課	主任	米澤 義徳
32	千葉市	環境局 環境保全部 環境規制課	技師	浅野 雄紀
33		環境保健研究所 環境科学課	主任技師	坂元 宏成
34	横浜市	環境創造局環境保全部環境管理課監視センター	技術職員	小澤 宏樹
35		環境創造局政策調整部環境科学研究所	技術職員	福崎 有希子
36		環境創造局政策調整部環境科学研究所	技術職員	小宇佐 友香
37		環境創造局政策調整部環境科学研究所	技術職員	志村 徹
38	川崎市	環境局環境対策部大気環境課	技術職員	平山 学
39		環境局環境総合研究所地域環境・公害監視課	技術職員	田中 佑典
40		環境局環境総合研究所地域環境・公害監視課	技術職員	鈴木 義浩
41	相模原市	環境経済局環境共生部環境保全課	主任	伊達 司
42		健康福祉局保健所衛生研究所	技師	高梨 直人
43	静岡市	環境局 環境保全課 大気係	主任薬剤師	伊藤 誠
44		環境局 環境保健研究所 環境科学係	副主幹	原 弘
45	浜松市	環境部環境保全課	主任	松下 佳代
46		健康福祉部保健環境研究所	主任	無州 孝哲
47	茨城県	生活環境部 環境対策課	課長補佐(大気保全)	仲田 弘美
48		生活環境部 環境対策課	技師	宮下 勇二
49		生活環境部 霞ヶ浦環境科学センター	大気・化学物質研究室長	宇津野 典彦
50		生活環境部 霞ヶ浦環境科学センター	主任	前田 良彦
51	環境省	水・大気環境局大気環境課	課長補佐	船越 吾朗
52		水・大気環境局大気環境課	係員	井形 瑛梨

計17都都市+環境省 52名

## 特別会議室 27 第二本庁舎31階

定員 78名  
内線 68-228

この会議室は机の移動はできません



関東 SPM 調査 (第2回会議資料)  
年間を通じた PM2.5 高濃度の出現状況

群馬県衛生環境研究所 160803

解析地点数

	茨城	栃木	群馬	埼玉	千葉	東京	神奈川	山梨	長野	静岡	SUM
局数	16	12	8	32	20	8	15	4	6	18	139

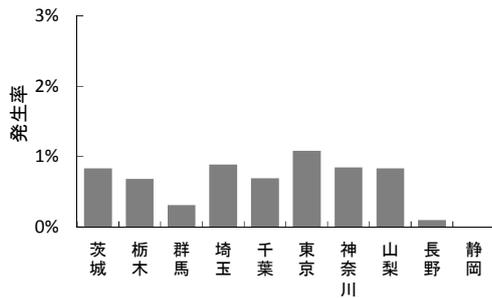
1. 各都県の高濃度日 (>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) の発生状況

図1 都県別高濃度日発生率

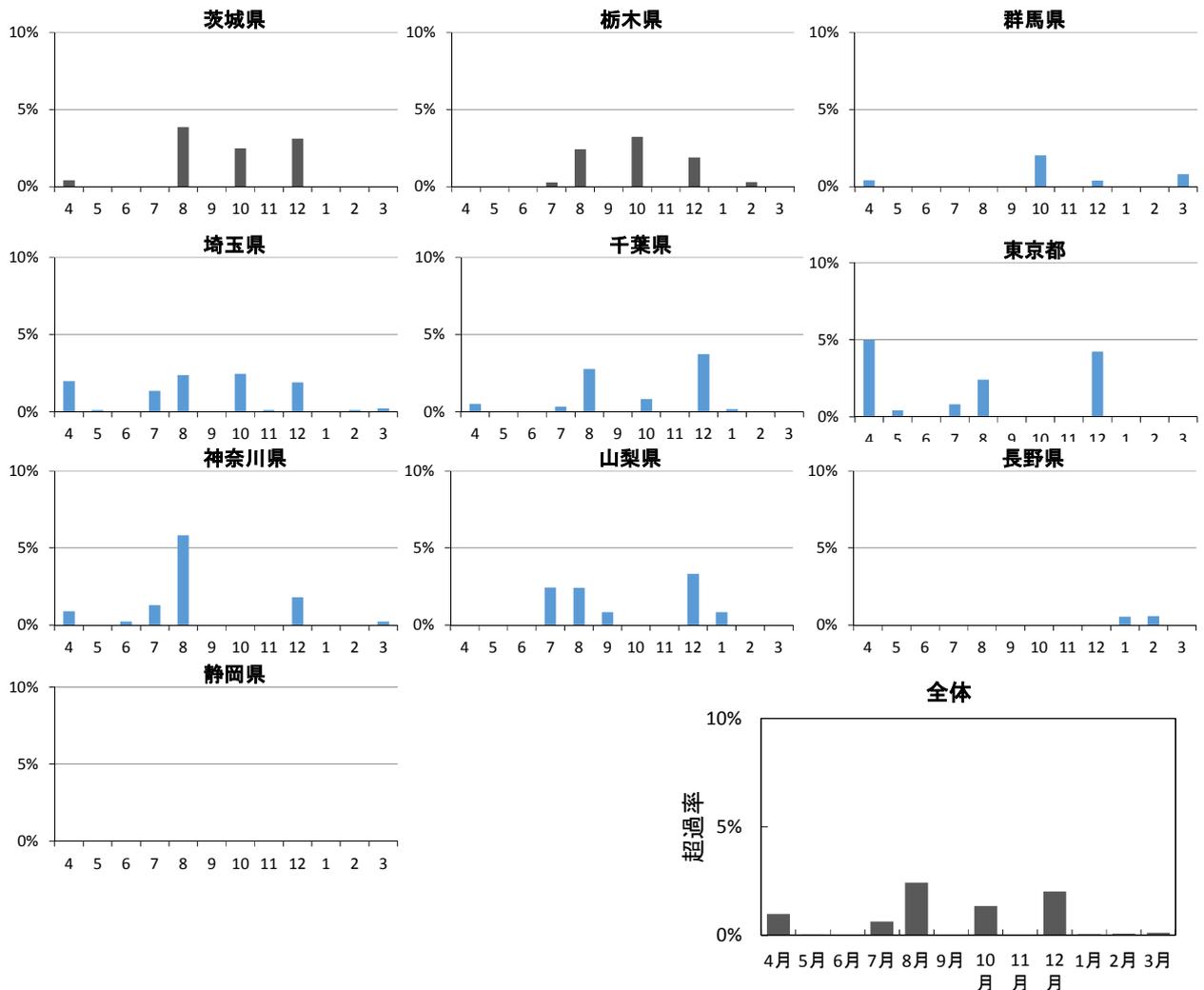


図2 高濃度日の月別発生率

10 都県の全測定地点（139 局）のうち高濃度（ $>25$ 、 $>35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）となった地点の割合

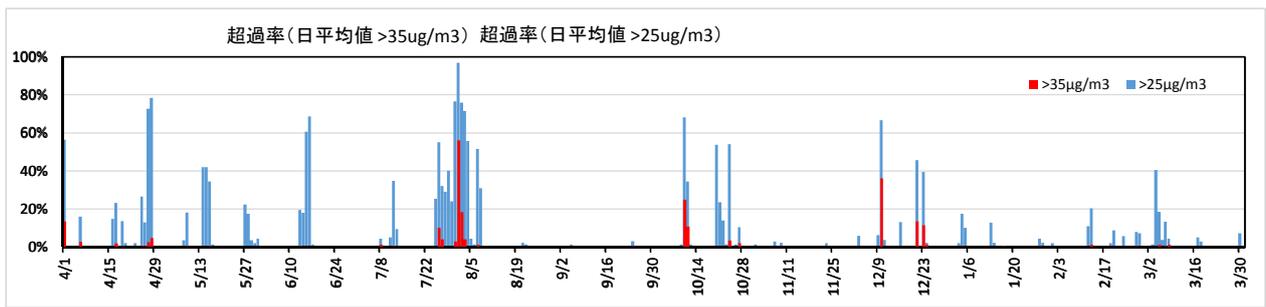


図3 高濃度となった地点割合の推移

## 2. PM2.5 日平均値の推移

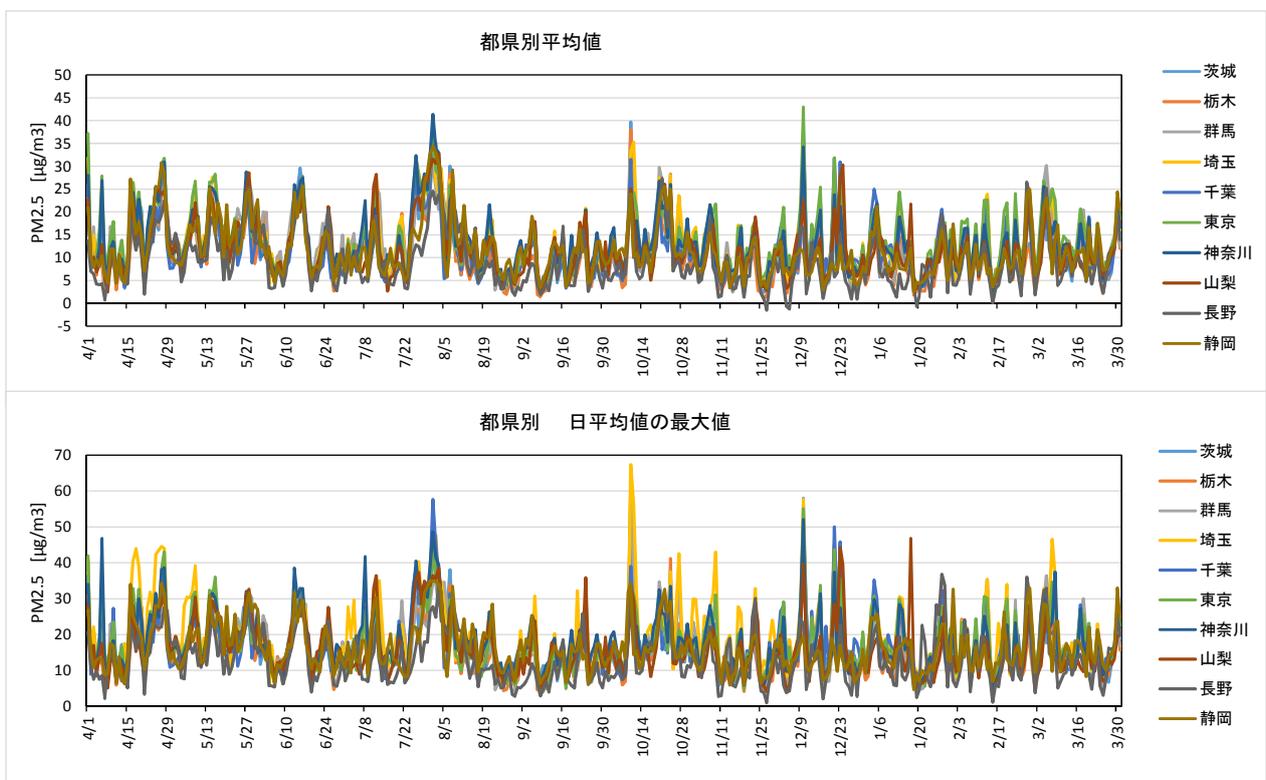


図4 都県別のPM2.5日平均値の平均（上）と最大値（下）の推移

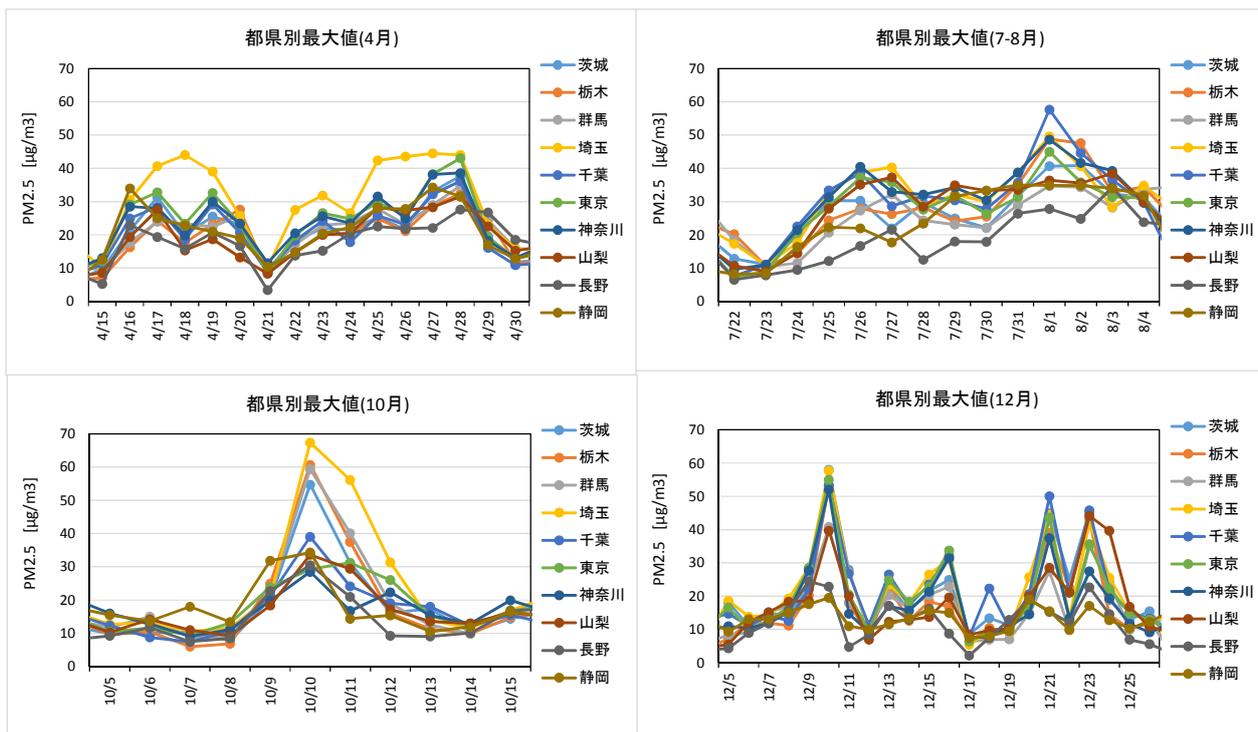


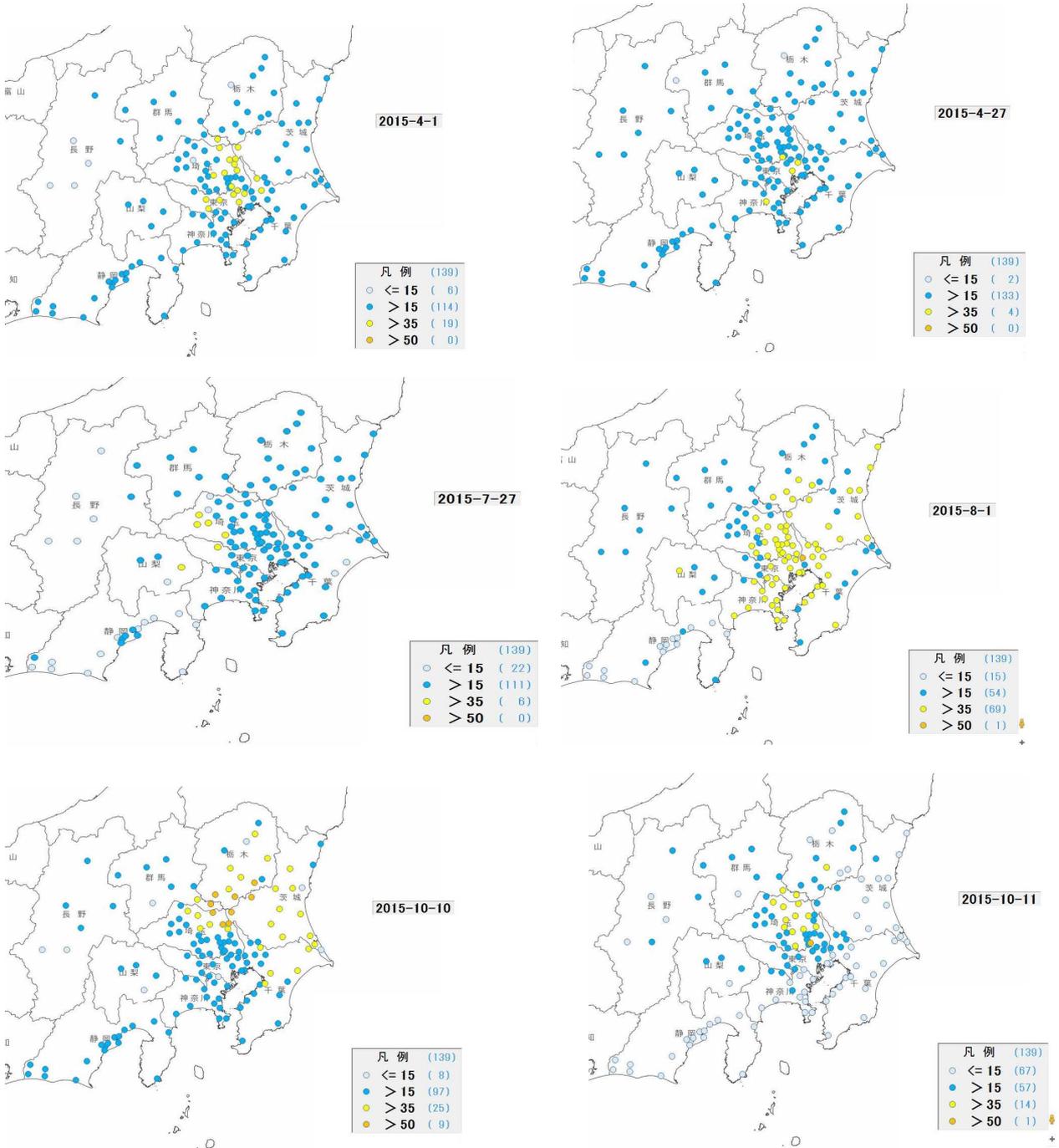
図5 図4(下)の期間抜粋

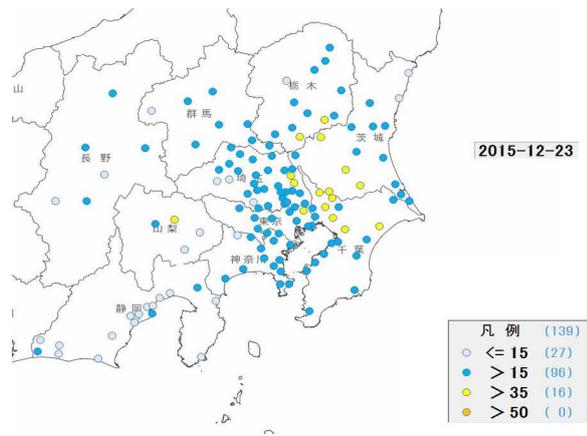
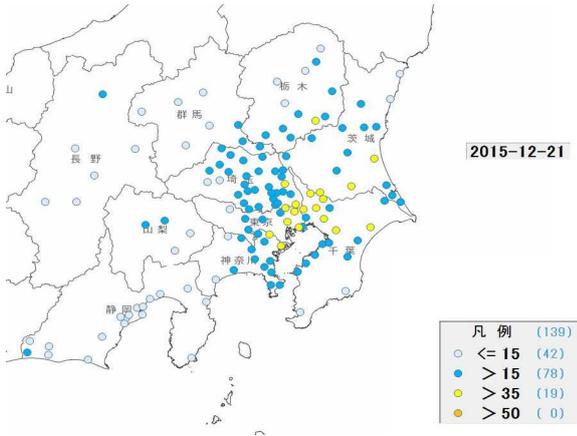
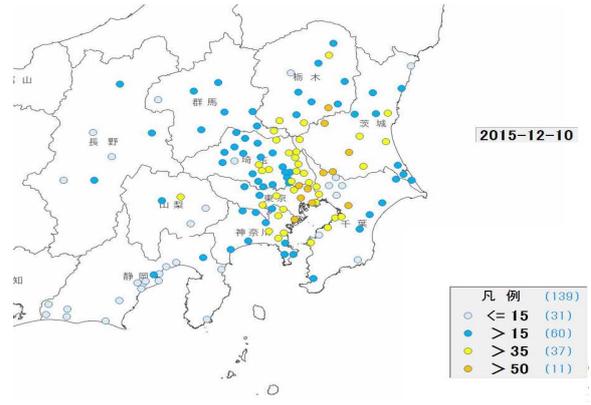
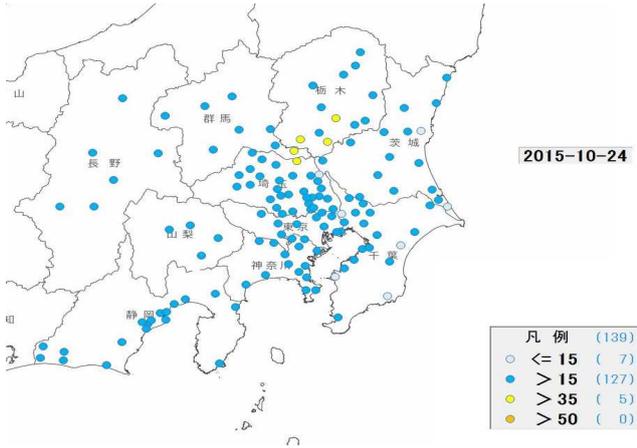
表 高濃度日データ

全地点の最大値			全地点の最大値		
	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>		
2015/4/1	41.9	東京	2015/10/10	67.3	埼玉
2015/4/17	40.7	埼玉	2015/10/11	56.1	埼玉
2015/4/18	44.0	埼玉	2015/10/24	41.2	栃木
2015/4/19	39.0	埼玉	2015/12/10	58.0	茨城
2015/4/25	42.4	埼玉	2015/12/21	50.0	千葉
2015/4/26	43.5	埼玉	2015/12/22	25.1	
2015/4/27	44.5	埼玉	2015/12/23	45.8	千葉
2015/4/28	44.0	埼玉	2015/12/24	39.6	山梨
2015/7/31	38.8	埼玉			
2015/8/1	57.6	千葉			
2015/8/2	47.6	栃木			
2015/8/3	39.3	神奈川			

### 3. 2015 (H27) 年度 PM2.5 日平均値の分布図

作図は□型共同研究で開発されたソフト（見え見えくん、国環研 曾我氏作成）を利用







## 平成 27 年度調査報告書の執筆担当自治体一覧（案）

本 編	主担当	副担当	H27	H26	H25
1 はじめに(目的)	茨城県	群馬県	山梨県	静岡県	千葉県
2 調査方法	茨城県	群馬県	山梨県	静岡県	千葉県
3 各季節の概況 気象概況	相模原市	さいたま市	相模原市	相模原市	相模原市
3.1 春季	東京都	横浜市	—	—	—
3.2 夏季	埼玉県	神奈川県	—	—	—
3.3 秋季	長野県	千葉市	—	—	—
3.4 冬季	静岡県	川崎市	—	—	—
3.5 四季の比較	埼玉県	茨城県	—	—	—
4 年間を通じた 高濃度出現状況	群馬県	神奈川県			
4.2 高濃度事象の詳細解析 (春季)	横浜市	東京都	—	—	—
4.3 (夏季)	神奈川県	埼玉県	—	—	—
4.4 (秋季)	千葉市	長野県	—	—	—
4.5 (冬季)	川崎市	静岡県	—	—	—
4.6 高濃度イベントの まとめ	栃木県	群馬県	—	—	—
5 発生源寄与の推定	千葉県、山梨県、 さいたま市		千葉県	山梨県	山梨県
6 今後の課題	茨城県	群馬県	山梨県	静岡県	千葉県

資料編	主担当	H27	H26	H25
1 試料採取要領	茨城県	山梨県	静岡県	千葉県
2 測定方法及び検出下限・定量下限	静岡市	静岡市	静岡市	静岡市
3 調査期間の常時監視データ	茨城県	山梨県	静岡県	千葉県
4 成分濃度測定結果	茨城県	山梨県	静岡県	千葉県
5 調査地点の概況	茨城県	山梨県	静岡県	千葉県
6 精度管理結果	浜松市	長野県 千葉県	長野県 千葉県	長野県
7 年間高濃度事象解析の 対象地点	群馬県	群馬県 神奈川県	群馬県	
8 調査結果の発表及び投稿一覧	茨城県	山梨県	静岡県	千葉県

## 平成27年度調査報告書の構成について

### ○ 3章及び4章の構成

#### (1) 3章の構成案

##### 3 成分分析期間における各季節の概況

(例：春季の構成)

- 3.1.1 気象概況
- 3.1.2 季節平均濃度
- 3.1.3 イオン成分
- 3.1.4 炭素成分
- 3.1.5 無機元素成分
- 3.1.6 ガス成分濃度 (夏期のみ)

#### (2) 4章2項の構成案

##### 4.2 高濃度事象の詳細解析

- 4.2.1 解析方法 (季節共通)
- 4.2.2 解析結果
  - (1) 高濃度の発生状況
  - (2) 高濃度の発生時刻や濃度変化の把握
  - (3) 気象及び前駆物質を含めた詳細解析
- 4.2.3 イベント毎のまとめ

## 調査報告書案（第2版）

埼玉県（長谷川）

## ◆構成（目次）

## 本編

- 1 はじめに
- 2 調査方法
- 3 成分分析期間における各季節の概況
  - 3.1 春季
  - 3.2 夏季
  - 3.3 秋季
  - 3.4 冬季

} ……次ページ以降参照
- 4 年間を通じた高濃度出現状況
  - 4.1 常時監視データによる高濃度出現状況の把握 ……平成 26 年度報告書の 5.1 の部分
  - 4.2 高濃度事象の詳細解析
    - (春季)
    - (夏季)
    - (秋季)
    - (冬季)

} ……H25 報告書の 4.7.2 の部分や、従来の夏季解析の中の高濃度日を対象とした部分（成分の日平均値ベースの解析）  
+ H26 報告書の 5.2 の部分（時間値ベースの解析）  
……その年の状況によって臨機応変に決めればよいが、  
各季節1つ、多くても4つを基本として考える
- 5 発生源寄与の推定 ……3.1～3.4 あるいは 4.2 に関して推定を行う？
- 6 今後の課題

## 資料編

- 1 試料採取要領
- 2 測定方法及び検出下限・定量下限
- 3 調査期間の常時監視データ ……季節平均（2週間）のデータ（→本編3に対応）\*
- 4 成分濃度測定結果
- 5 調査地点の概況
- 6 精度管理結果
- 7 年間高濃度事象解析の対象地点
- 8 調査結果の発表及び投稿一覧

\* 本編4に対応するデータに関しては、本編4の中で時間値による解析（ガス状物質等の常監項目を含む）で図示などすれば不要

### 3. 1 春季

#### 3. 1. 1 気象概況

- 気温, (湿度), 降水量, 日照時間 (期間平均, 日平均の最大・最小, 合計など項目によって; 表形式)
- 風向と平均風速 (風配図)
- 台風, 大雨, 大雪などの特記事項
- 光化学スモッグ注意報発令, 光化学オキシダント濃度状況? (各日の昼間平均値の期間平均 or 最大 or ○○ppb 以上)

#### 3. 1. 2 季節平均濃度及び組成

(1) イオンバランス・マスクロージャーモデルによる検証(必要に応じてスクリーニングして以後利用)

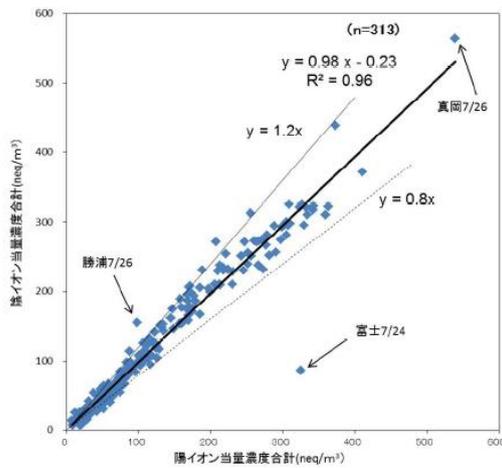


図 4-1-6-1 PM2.5 中のイオンバランス(当量濃度)

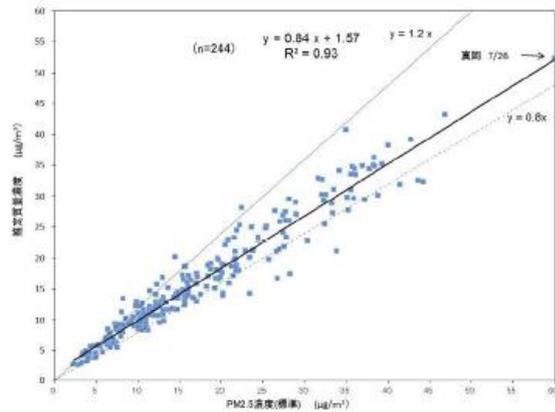


図 4-1-6-2 マスクロージャーモデル

(2) (自動測定機との比較)

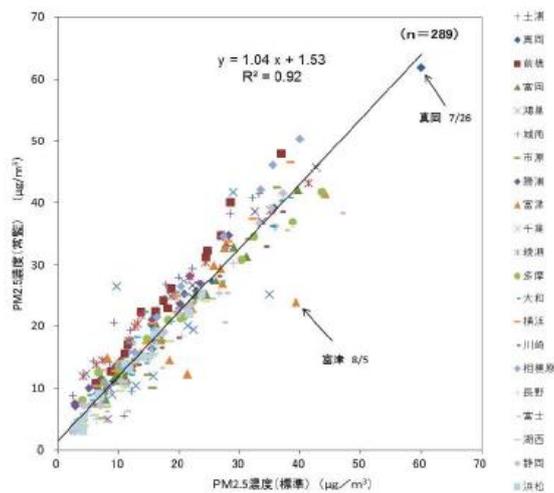
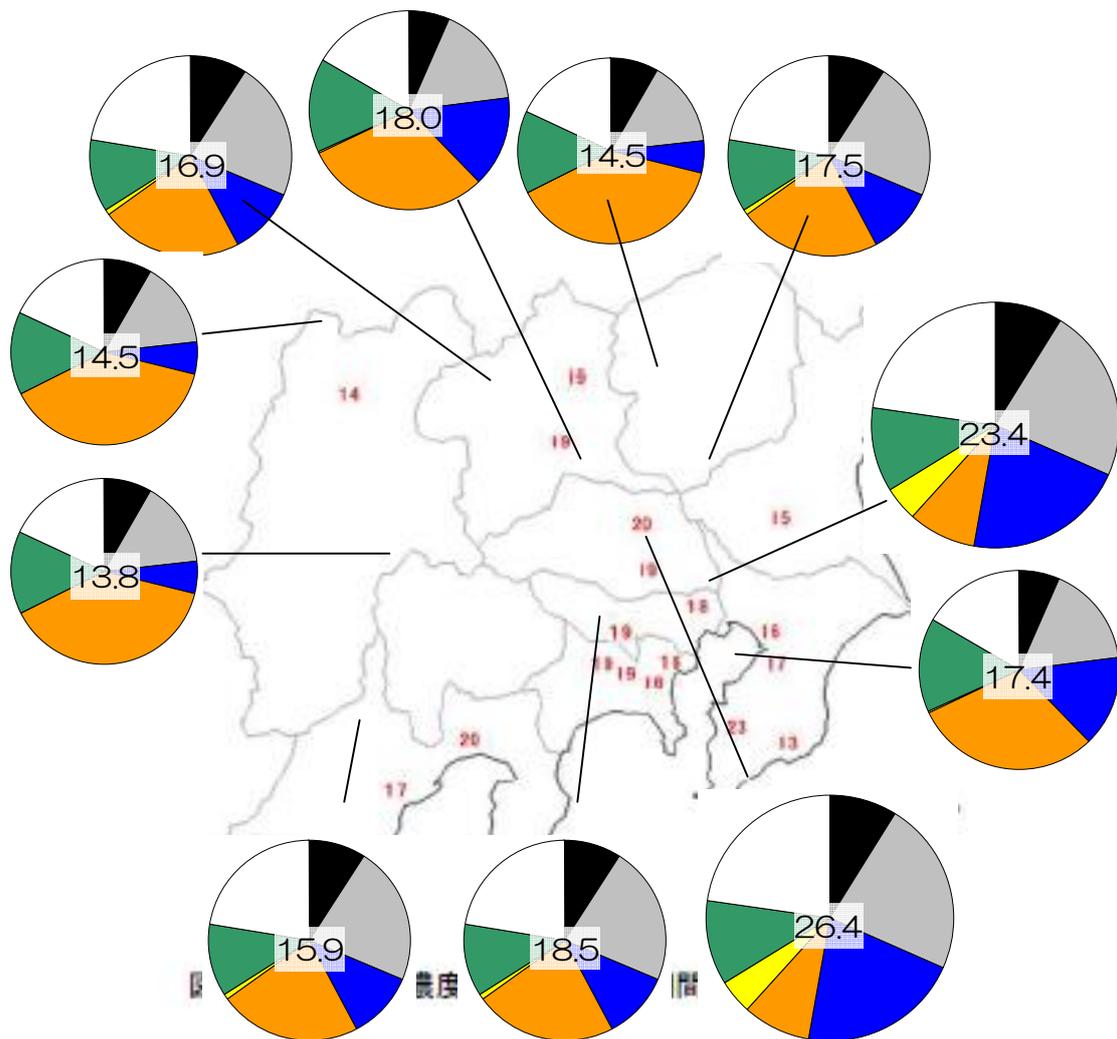


図 4-1-1 PM2.5 濃度(標準)とPM2.5 濃度(常監)の関係

## 【Aパターン】

### (3) 季節平均濃度と組成の分布 (地図+円グラフ)



※円グラフや数値(濃度)は実際を反映したものではない

- 各地点の季節平均(2週間)の濃度と主要成分の割合を算出し、円グラフで地図に示す。(地図上に濃度を数字で示し、その周囲に円グラフで組成を示す。あるいは、濃度によって円グラフの大きさを変えて濃度・組成を合わせて示す)
- 円グラフを示す地点については、各都県少なくとも1か所は示すが、同一都県内で複数地点が近くにあって成分割合が似ていないかなどの様子を各季節で見て、適宜選択する。
- それを参照しながら、濃度レベルや成分割合の特徴、質量濃度に占めるイオン成分・炭素成分の割合、それらの地域的な傾向などについて考察する。
- 無機元素成分については、円グラフには合計値として入れるかどうか。個別の元素については、もし季節的・地域的に傾向が見えそうな元素があるようであれば、別図(棒グラフ等)で示す。
- フィルターパックの結果(夏季のみ?)もここに含め、合わせて考察する。

【Bパターン】

(従来の報告書から高濃度期間に関するものを抜き、期間平均に関するもののみにしたイメージ)

(3) 季節平均濃度の分布



図 4-1-4 PM2.5 濃度(標準)の調査期間平均値の地域分布

3. 1. 3 イオン成分濃度

- $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  の季節平均濃度の分布(成分ごとに地図+数値)
- $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ( $\text{O}_x$ ) の季節平均濃度の分布(成分ごとに地図+数値)

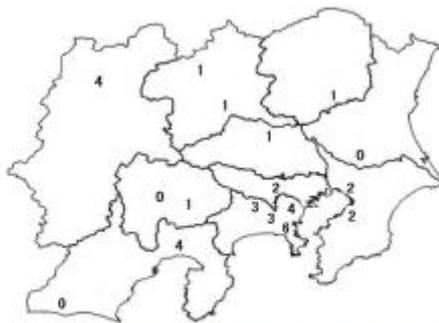


図 4-2-4  $\text{SO}_2$  の期間平均濃度分布(ppb)

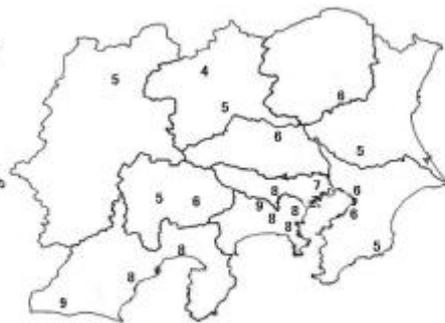


図 4-2-5  $\text{SO}_4^{2-}$  の期間平均濃度分布( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

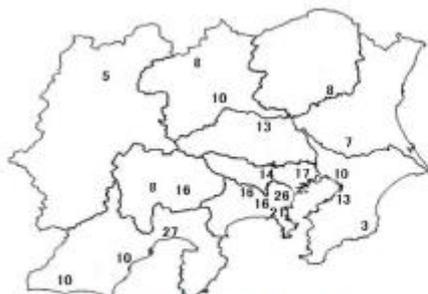


図 4-2-6  $\text{NO}_x$  の期間平均濃度分布(ppb)

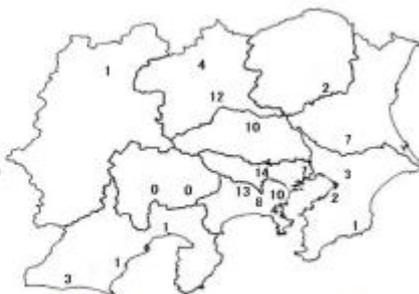
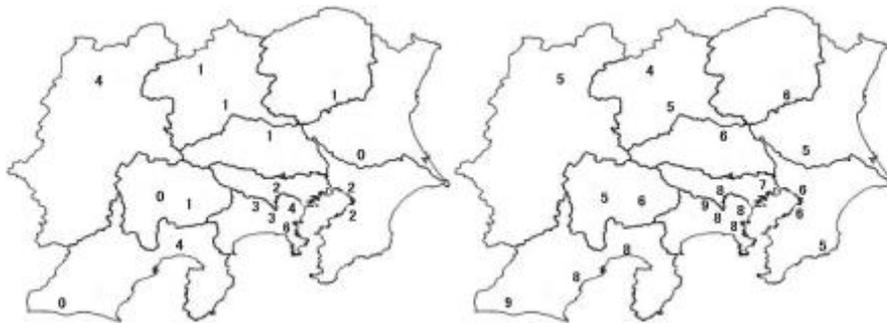


図 4-2-7  $\text{NO}_3^-$  期間平均濃度分布( $\times 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

### 3. 1. 4 炭素成分濃度

(1) OC, EC, WSOC の季節平均濃度の分布 (成分ごとに地図+数値)



(2) TC 中の OC, EC の割合についての考察 (入れるか要検討)

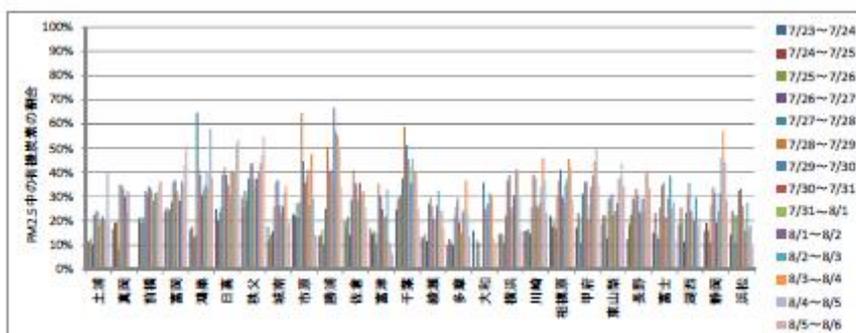


図 4-3-7 PM2.5 中の有機炭素の割合

(期間平均で)

(3) OC 中の WSOC の割合についての考察 (入れるか要検討)

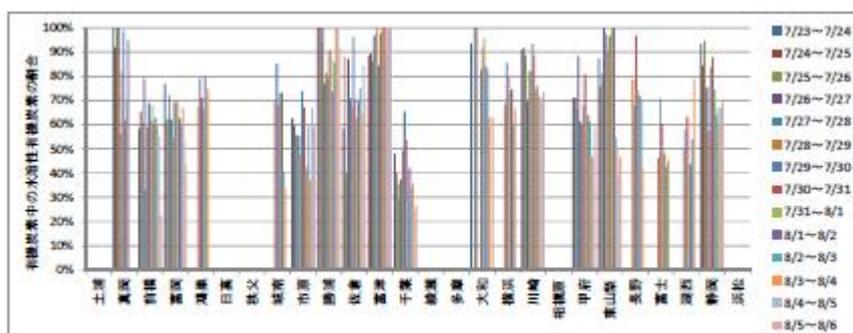


図 4-3-9 有機炭素中の水溶性有機炭素の割合

(期間平均で)

### 3. 1. 5 無機元素濃度 (入れる内容は要検討)

•K, Ca, Na, V, Mn, Al, As, Pb, の季節平均濃度の分布 (成分ごとに地図+数値)

※夏季のみ？

### 3.2.6 ガス成分濃度

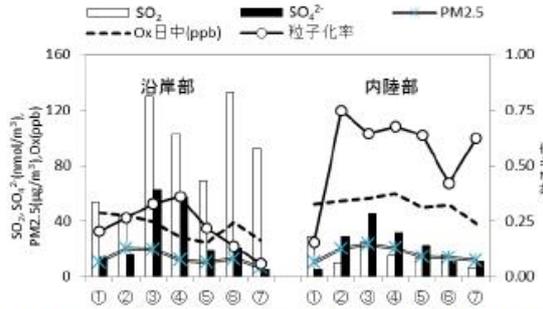


図 4-6-6 SO<sub>2</sub>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、粒子化率、PM2.5 濃度および日中の O<sub>x</sub> 濃度の期間変動

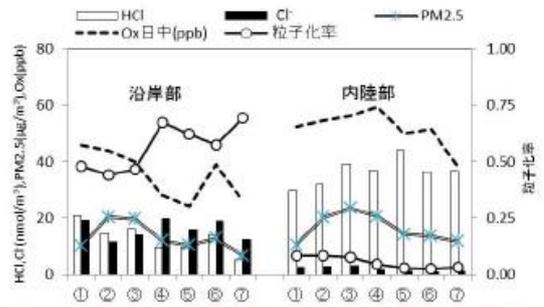


図 4-6-8 HCl、Cl<sup>-</sup>、粒子化率、PM2.5 濃度および日中の O<sub>x</sub> 濃度の期間変動

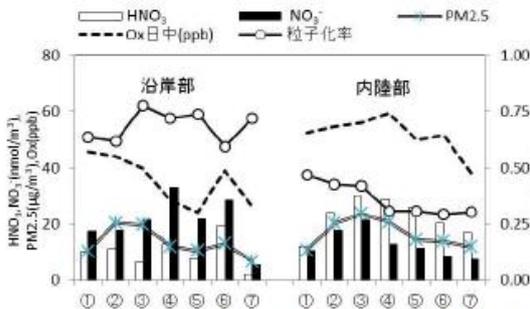


図 4-6-7 HNO<sub>3</sub>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、粒子化率、PM2.5 濃度および日中の O<sub>x</sub> 濃度の期間変動

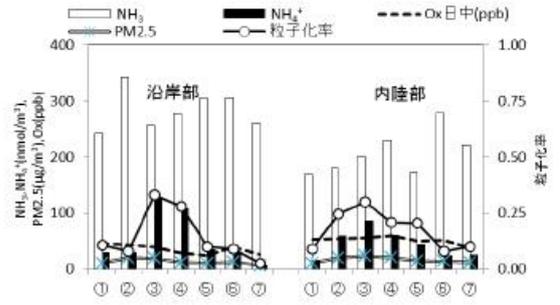


図 4-6-9 NH<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、粒子化率、PM2.5 濃度および日中の O<sub>x</sub> 濃度の期間変動

案1: これまでの報告書と同様に日平均ベースでの解析

案2: 3章の流れに沿って期間平均ベースでの解析 (図の横軸を各測定日の地区平均から、各地点の期間平均に変える)

### ※OC, WSOC と O<sub>x</sub> (NMHC) の関係 (日平均ベース) (入れるか要検討)

#### 4.3.6 有機炭素及び水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度等との関係

有機炭素濃度とオキシダント濃度昼間値(5~20時の平均値)から相関係数を算出した。有意水準 p<0.01 で相関がみられた地点は土浦、前橋、富岡、市原、富津、横浜、川崎、札幌原、甲府、東山梨、長野、富士、湖西、静岡、浜松の15地点であり、有意水準 p<0.05 で相関がみられた地点は真岡、日高、城南、勝浦、佐倉、多摩、大和の7地点であった。ほとんどの地点で相関がみられる結果となった。相関係数の高い3地点の散布図を図4-3-12に示す。

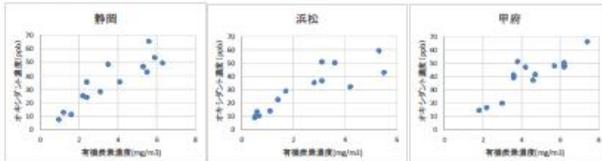


図 4-3-12 有機炭素濃度とオキシダント濃度との関係

同様に、水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度昼間値から相関係数を算出した。有意水準 p<0.01 で相関がみられた地点は前橋、市原、勝浦、富津、川崎、甲府、東山梨、長野、静岡の9地点であり、有意水準 p<0.05 で相関がみられた地点は真岡、佐倉、大和、湖西の4地点であった。相関係数の高い3地点の散布図を図4-3-13に示す。

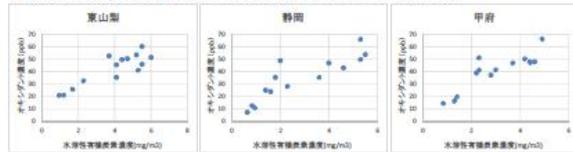


図 4-3-13 水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度との関係

また、有機炭素濃度と非メタン炭化水素濃度から相関係数を算出した。有意水準 p<0.01 で相関がみられた地点は甲府、長野の2地点であり、有意水準 p<0.05 で相関がみられた地点は城南、富津、富士の3地点であった。

さらに、水溶性有機炭素濃度と非メタン炭化水素濃度から相関係数を算出した。有意水準 p<0.01 で相関がみられた地点はなく、有意水準 p<0.05 で相関がみられた地点は真岡、富津、甲府、長野の4地点であった。

有機炭素濃度及び水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度は相関関係がみられる地点が多かった。一方、非メタン炭化水素濃度はオキシダント濃度ほどではないが、相関が認められる地点がみられた。内陸部と沿岸部での明確な差異は確認できなかった。

◆執筆分担

本編	主担当	副担当
3 各季節の概況		
(共通)気象概況	⑭	⑮
3.1 春季	①	②
3.2 夏季	③	④(⑯)
3.3 秋季	⑤	⑥
3.4 冬季	⑦	⑧
4.1 年間を通じた高濃度出現状況	⑨	(⑬)
4.2 高濃度事象の詳細解析		
4.2.1 (春季)	②	①
4.2.2 (夏季)	④	③
4.2.3 (秋季)	⑥	⑤
4.2.4 (冬季)	⑧	⑦
5 発生源寄与の推定	⑩	⑪(⑫)

⑫：発生源寄与推定の対象をどうするか(作業量が多くなるか)によって入れるか決める

⑬：作業効率上、1自治体で行った方がよければ省く

⑯：ガス成分の解析をどのくらい入れるかによって決める

## 5.2 PM2.5 高濃度事象の詳細解析

### 5.2.1 解析方法

解析対象は表 5-1-3 に示した高濃度事象のうち季節的な特徴を考慮して E3 を除く 5 事象とした。調査地点は図 5-1-1 に示した通りである。解析には大気汚染常時監視項目 (PM2.5、NO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>x</sub>、NMHC、湿度、風向、風速) の 1 時間値などを使用した。事象 E4 は夏季調査期間に該当し既に 4.1~4.6 節で検討しているため、本節では PM2.5 日平均値の分布や時間値を用いた濃度推移のみを解析した。事象 E5 は PM2.5 成分分析測定結果を用いた解析も実施した。なお、PM2.5 の環境基準の評価では日平均値 (常時監視データ) を、0 時を起点にした 24 時間の平均値が用いられるが、成分分析は 10 時を起点とした 24 時間で評価する地点が多く、同日でも PM2.5 質量濃度は異なる場合がある。また PM2.5 の 1 時間値の精度は保証されておらず、今回の解析では経時変化等を把握するうえでの参考として使用した。

### 5.2.2 解析結果

(1) 高濃度の発生状況 (日平均値 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  超を高濃度とする)

事象別に PM2.5 質量濃度 (日平均値) の分布状況を示す (図 5-2-1)。

事象 E1 では、4 月 16 日に関東平野の中央部 (埼玉、東京、千葉、神奈川の一部) と北西部 (群馬)、東海地方の西部で高濃度が発生し、翌 17 日は関東平野の東部と中央部を除く広い地域で高濃度が発生した。18 日には群馬、長野、山梨、静岡の一部など、対象地域の西側のみで高濃度が発生した。このように事象 E1 は期間中に高濃度の発生地域が西側へと変化した。

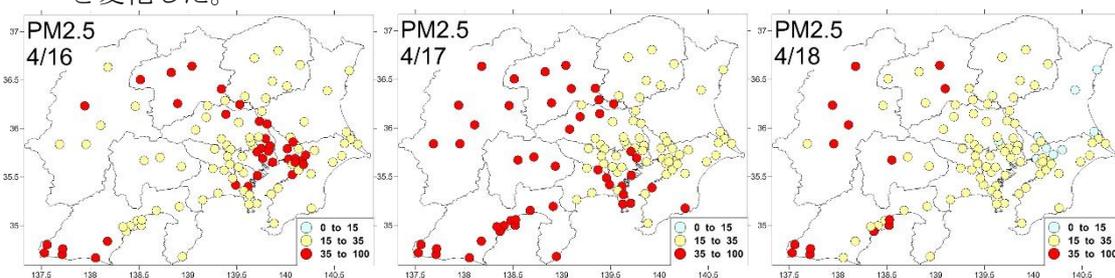
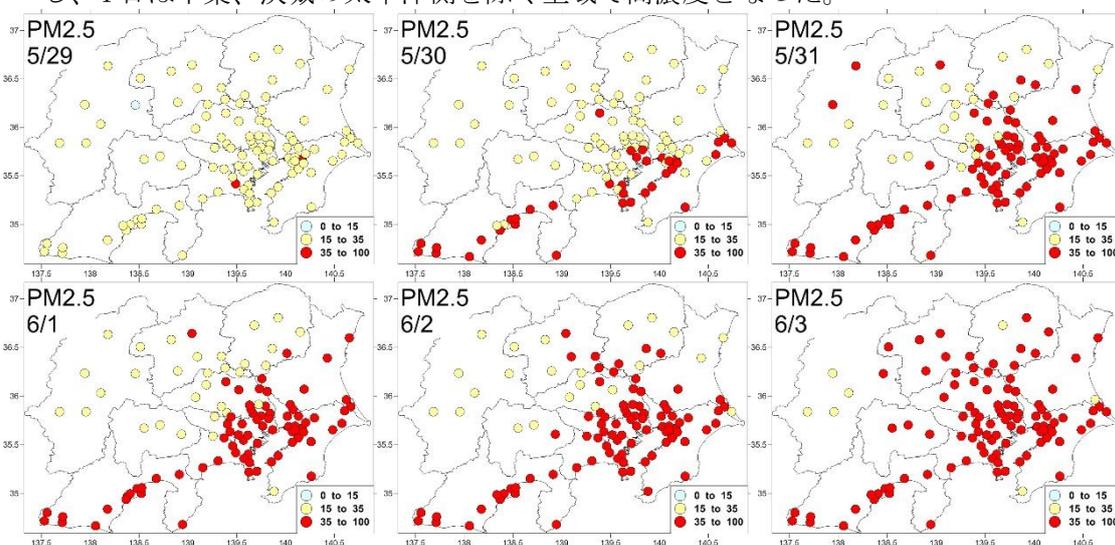


図 5-2-1-① PM2.5 質量濃度分布 (事象 E1)

事象 E2 は高濃度が連続して発生した。5 月 30 日に静岡から千葉にかけての太平洋沿岸部で高濃度が発生し、31 日から 6 月 2 日にかけて東京湾沿岸部と関東平野の中央部付近へと高濃度の発生範囲が拡大した。さらに 3 日には長野を除くほぼ全域に高濃度が発生し、4 日は千葉、茨城の太平洋側を除く全域で高濃度となった。



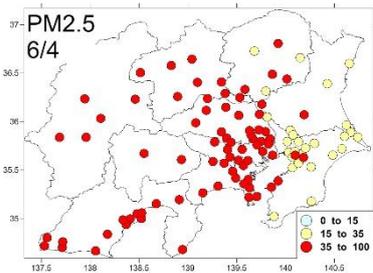


図 5-2-1-② PM2.5 質量濃度分布 (事象 E2)

事象 E4 では、7 月 23 日に関東平野の中央部と東海地方の一部で高濃度が発生し、24 日もほぼ同地域で高濃度となった。7 月 25 日は東海地方の一部と関東南部(神奈川)で高濃度の発生がみられ、26 日は東海の一部と関東平野の西側で高濃度が発生した。

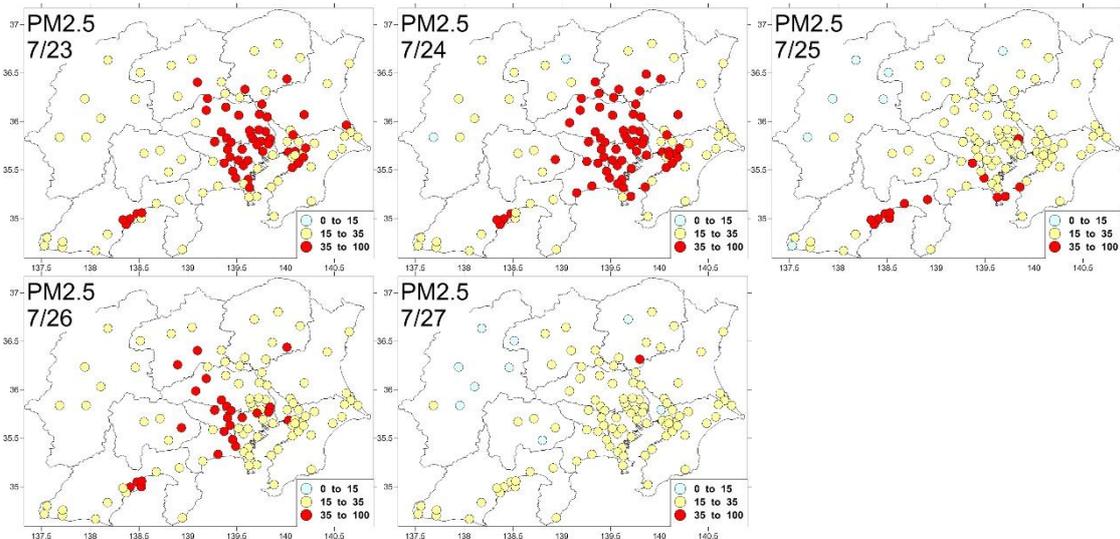


図 5-2-1-③ PM2.5 質量濃度分布 (事象 E4)

事象 E5 では、10 月 31 日に関東平野の中央部付近で高濃度が発生し、11 月 1 日は東京湾沿岸部を中心とした地域でのみ高濃度が発生した。

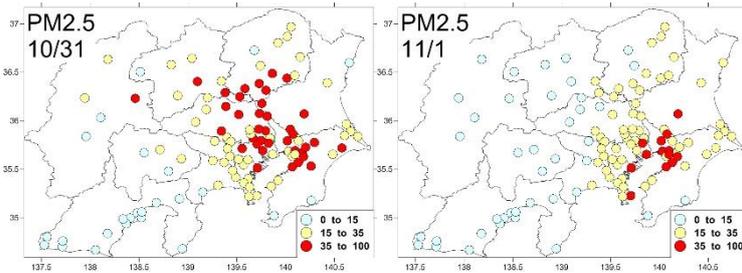
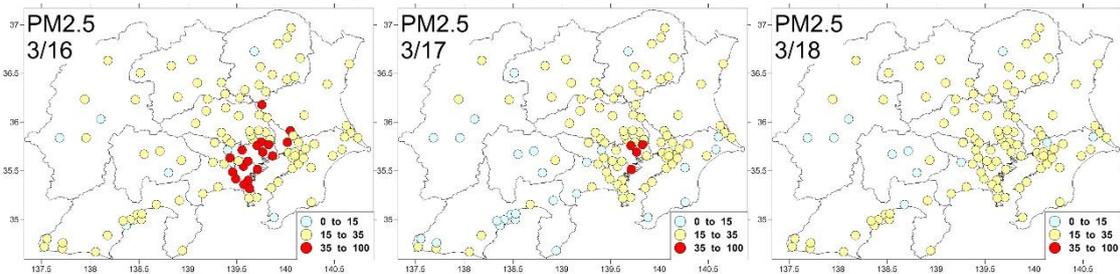


図 5-2-1-④ PM2.5 質量濃度分布 (事象 E5)

事象 E6 は 3 月 16 日に東京湾の西側(東京、神奈川の一部)を中心とした地域で高濃度が発生し、17 日、19 日も同様に東京湾の西側(主に東京)で高濃度が発生した。



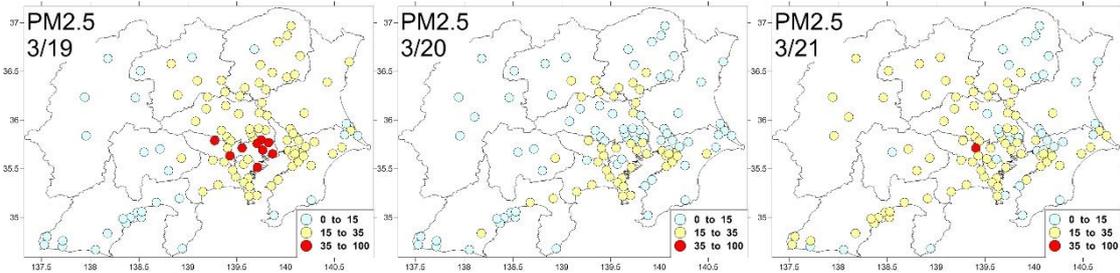


図 5-2-1-⑤ PM2.5 質量濃度分布(事象 E6)

(2) 高濃度の発生時刻や濃度変化の把握

高濃度の発生時刻や期間中の濃度変化を把握するために、調査地点を東京湾沿岸部や太平洋沿岸部、甲信地方など 5 区域に分け、事象別に PM2.5 の質量濃度の推移を解析した。

各地点は常時監視測定項目や成分分析実施の有無、地理的分布を踏まえて選定した。

5 区域及び選定した地点を図 5-2-2 及び表 5-2-1 に示す。また、区域別の PM2.5 質量濃度の推移を区域別に図 5-2-3 に示す。

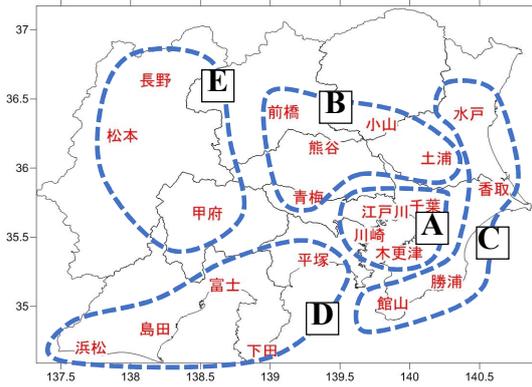


図 5-2-2 区域及び選定地点

表 5-2-1 5 区域と選定地点

区域	名称(測定局名)
A 東京湾 沿岸部	木更津(木更津中央)
	千葉(花見川第一小学校)
	江戸川(江戸川区南葛西)
	川崎(国設川崎)
B 関東平野 中央及び 内陸部	前橋(衛生環境研究所)
	小山(小山市役所)
	土浦(土浦保健所)
	熊谷(熊谷)
C 太平洋 沿岸部①	青梅(青梅市東青梅)
	水戸(水戸石川)
	香取(香取羽根川)
	勝浦(勝浦小羽戸)
	館山(館山亀ヶ原)

区域	名称(測定局名)
D 太平洋 沿岸部②	平塚(旭小学校)
	下田(下田市役所)
	富士(救急医療センター)
	島田(島田市役所)
E 甲信部	浜松(浜松中央測定局)
	長野(環境保全研究所)
	松本(松本)
	甲府(甲府富士見)

・ 事象 E1(図 5-2-3-①)

高濃度は主に 4 月 16 日から 18 日にかけて発生した。発生時刻をみると多くの地点で正午から深夜にかけて濃度が上昇し、その後に濃度が低下するパターンを示した。A 区域(東京湾沿岸部)では 16 日は各地点とも同様の推移を示すものの、18 日には川崎、木更津で濃度が上昇した。B 区域(関東平野中央部及び内陸部)では、より内陸部に位置する熊谷と前橋の濃度が上昇した。熊谷は 16 から 17 日の濃度が上昇し、前橋では主に 17 から 18 日にかけて濃度が上昇した。C 区域(太平洋沿岸部①)は A 区域と類似した推移を示したが水戸や香取では 18 日の濃度上昇はみられなかった。D 区域(太平洋沿岸部②)は

主に 17 日に浜松や島田で正午頃をピークとする濃度上昇が見られた。E 区域(甲信部)では松本を除き 16 日の濃度上昇はみられず、主に 18 日に濃度上昇がみられた。特に長野では 18 日の午後 4 時頃に濃度が上昇した。

・事象 E2(図 5-2-3-②)

5 月 29 日から 6 月 4 日にかけて高濃度が連日発生した。日内変動をみると E1 と異なり、E2 は正午頃がピークとなる傾向を示した。この日内変動を繰り返しながら 4 日まで濃度が上昇する傾向を示した。期間中は夜間に濃度が低下するものの、十分に下がりきらず  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える地点が多く見られた。

各区域とも概ね同様な濃度変化を示したが、E 区域は他と比較して濃度上昇の程度は弱かった。特に松本は 6 月 2 日以降に夜間の濃度が低下した。

・事象 E4 図(5-2-3-③)

期間中に広域的に高濃度が発生したのは 7 月 23、24 日、26 日であった。

主に A、B 区域で高濃度が発生したが、D 区域の一部(平塚、富士)でも高濃度の発生がみられた。

日内変動をみると E2 と同様に濃度のピークは正午頃であった。A 区域ではこの日内変動が明瞭にみられた。その他詳細な解析は 4.1~4.6 節を参照。

・事象 E5(図 5-2-3-④)

E5 は E6 と同様に高濃度の発生期間が短くまた発生地域も限定的であった。E5 の高濃度発生は 10 月 31 日と 11 月 1 日の 2 日間で、区域間の濃度差異が大きく、かつ急激な濃度変化をおこした。

日内変動をみると濃度の上昇時刻は E4 より遅く、またピークは午後 6 時頃あるいは午前零時前後に多く見られた。

A 区域では木更津を除き 11 月 1 日の午前 1 時頃急激に濃度が上昇した。B 区域では前橋と熊谷で 30 日と 31 日にそれぞれ午後 4 時以降に急激に濃度が上昇した。また土浦では 11 月 1 日に高濃度が発生した。C 区域では水戸で濃度がやや高かったが急激な濃度上昇はみられなかった。D 区域は濃度上昇が見られなかった。E 区域は長野と松本で濃度上昇がみられた。

・事象 E6(図 5-2-3-⑤)

E6 は 3 月 16、17 日及び 19 日に地域限定的に高濃度が発生した(5-2-1-⑤)。濃度の高い地域は A 区域(東京湾沿岸)に集中していた。

A 区域で日内変動をみると、16 日は午前中から濃度が上昇し、午後 6 時頃にピークとなった。17 日は午前 1 時頃から濃度が上昇し午前 6 時頃にピークとなった。19 日は前日夜から濃度が上昇しておりピークは午後 1 時頃であった。

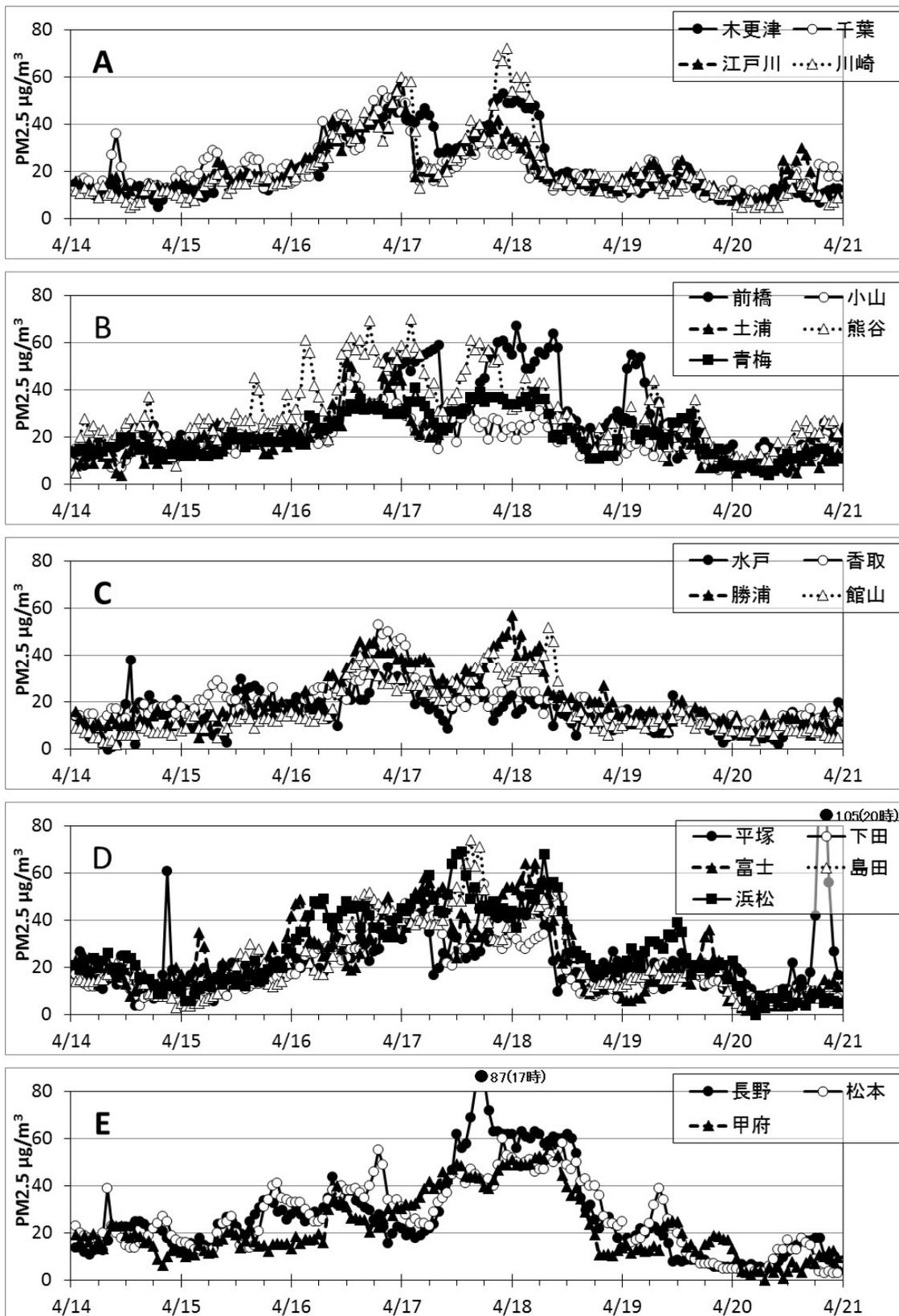


図 5-2-3-① PM2.5 質量濃度の推移 (事象 E1)

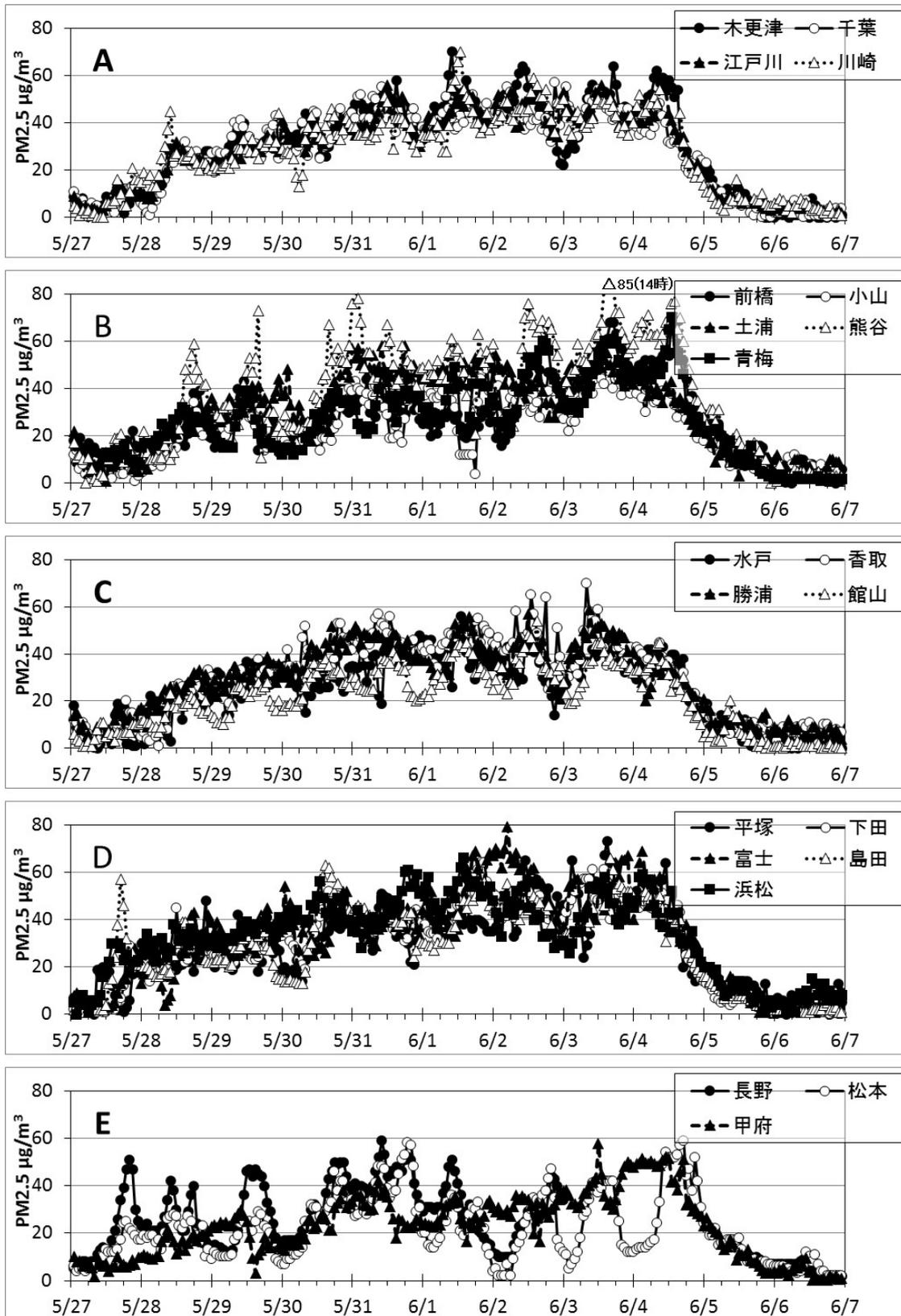


図 5-2-3-② PM2.5 質量濃度の推移 (事象 E2)

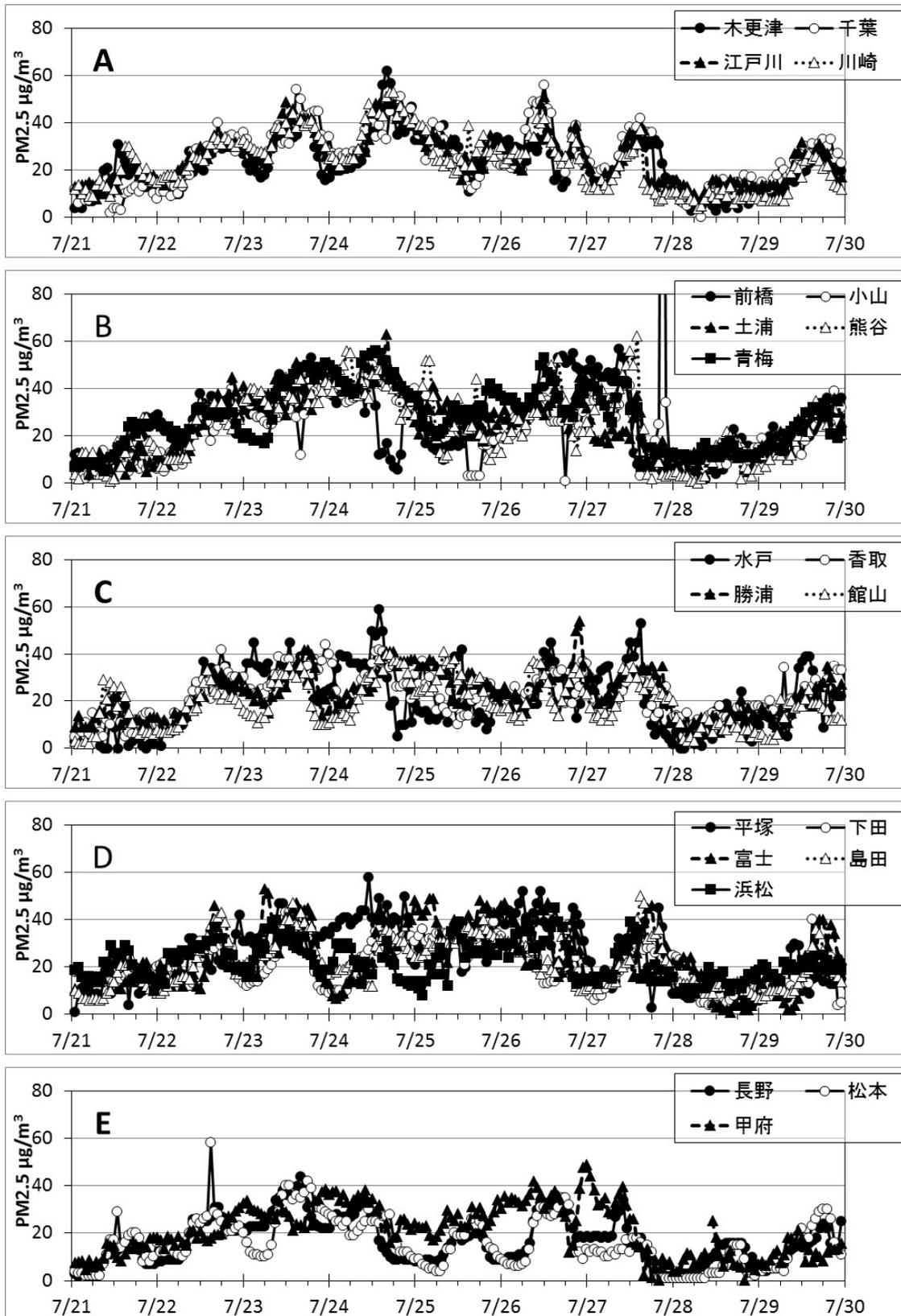


図 5-2-3-③ PM2.5 質量濃度の推移 (事象 E4)

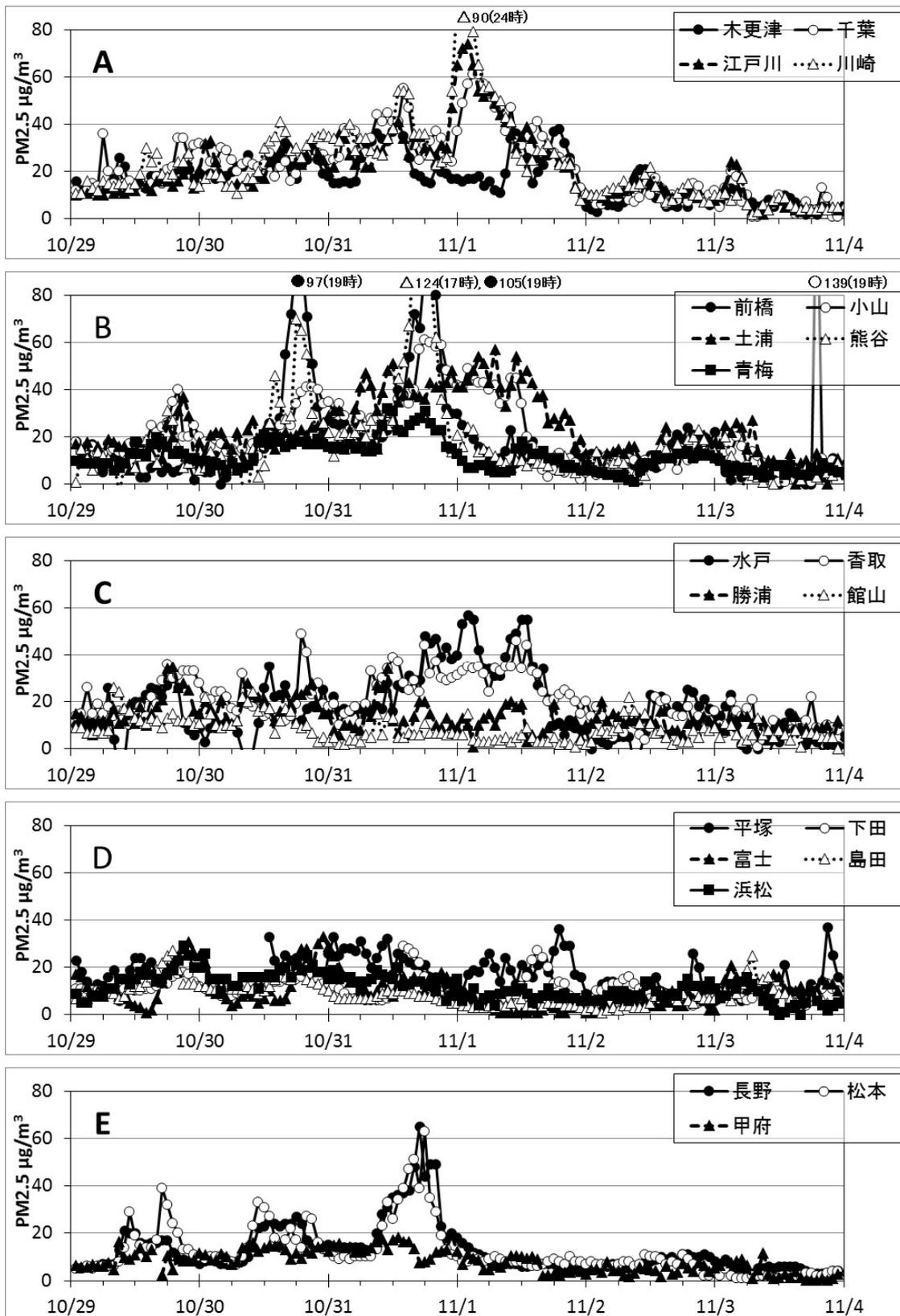


図 5-2-3-④ PM2.5 質量濃度の推移 (事象 E5)

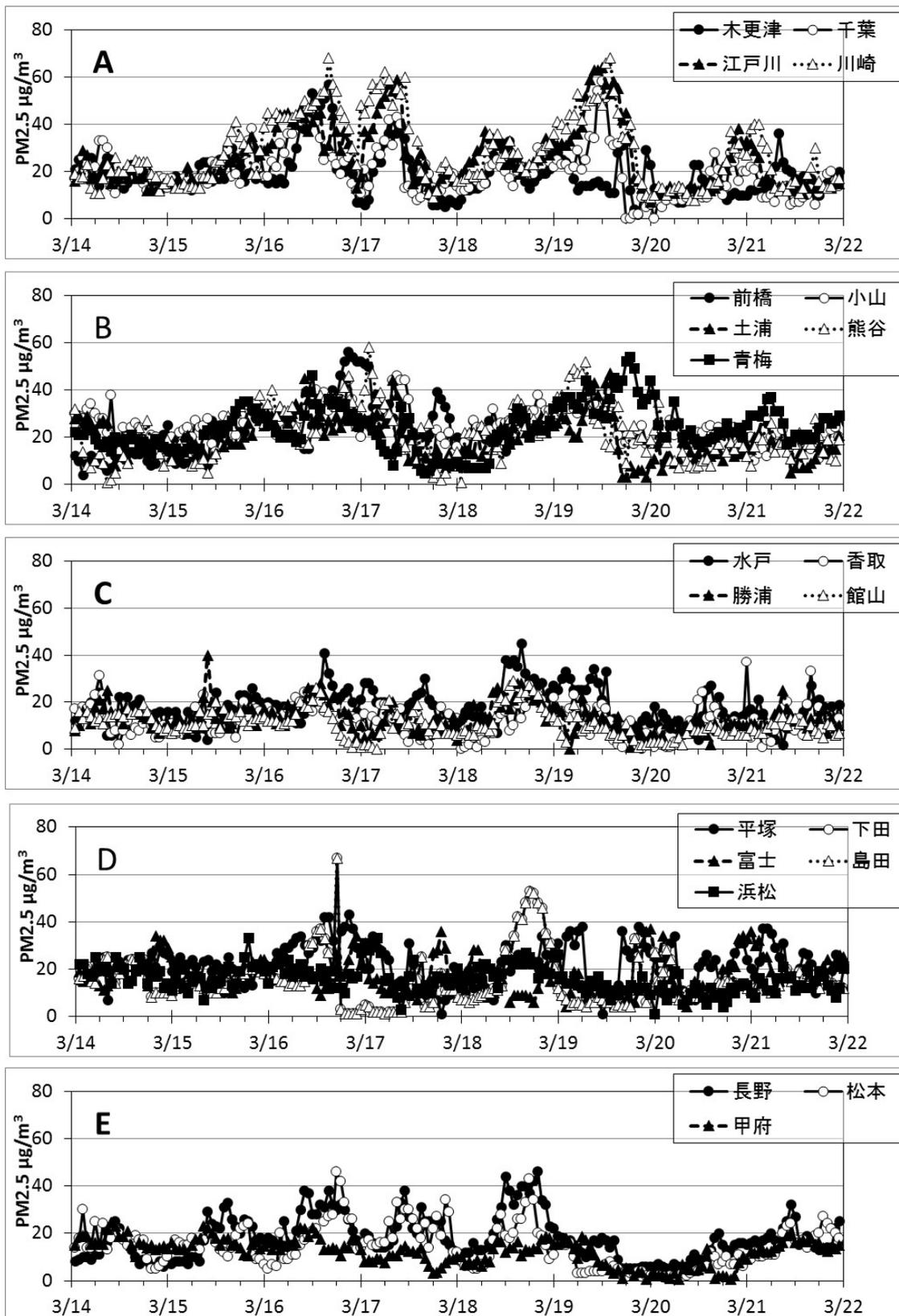


図 5-2-3-⑤ PM2.5 質量濃度の推移 (事象 E6)

### (3) 気象及び前駆物質を含めた詳細解析

ここまで PM2.5 の質量濃度を用いて日単位での高濃度の発生状況を整理し、高濃度の発生時刻や濃度変化について把握したので、ここでは高濃度の発生時刻を中心に NO<sub>x</sub> や O<sub>x</sub> などの関連物質と風向風速などの情報も含めた時間的、空間的な挙動について解析した。

#### ① 事象 E1

##### ・ 気象概要

4月16日は関東甲信で夏日を観測し、翌17日も近畿・東海では夏日となった。  
18日は前線の影響により東日本でも朝から雨となった。

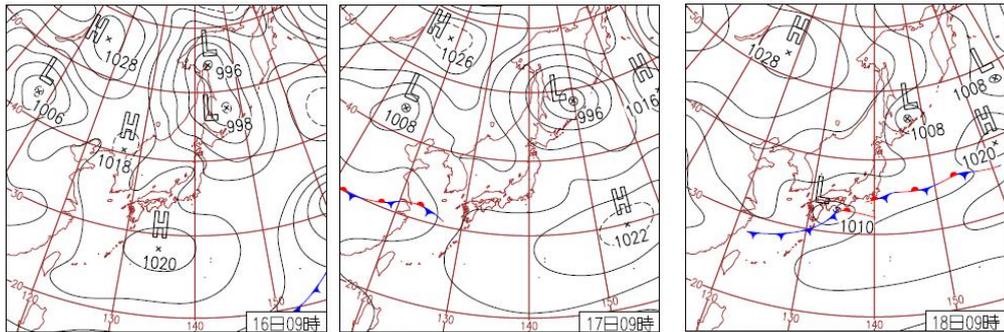


図 5-2-4 天気図 (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)

##### ・ PM2.5 や関連物質の挙動

図 5-2-3-①において多くの地点で濃度上昇がみられた 4月16日を中心に検討した。

4月16日の朝方は関東平野北部で北風が吹いていたが、正午には(図 5-2-5①左図)東海地方と関東南部では南風が吹いており、PM2.5 濃度は群馬、埼玉、千葉、東海地方(浜松付近)で高く、SO<sub>2</sub> 濃度は東京湾沿岸部や浜松などで高かった。また、O<sub>x</sub> は関東平野部と浜松付近では 60-80ppb 程度まで上昇し、特に神奈川、東京などでは 80ppb を超える濃度となった。

午後6時頃には海風がやや弱まり、PM2.5 濃度は東京湾沿岸部と群馬、静岡の一部で高くなった。その後は全体的に風速が弱まり PM2.5 濃度は東京湾付近を中心とした関東南部で高くなった。

17日の午前3時(図 5-2-5①右図)には鹿島灘方向から北東風が強く吹き、PM2.5 の濃度は関東平野の東側で低く、西側では高い分布を示した。群馬や埼玉ではこの北東風の影響を受けておらず、特に群馬では PM2.5 が比較的高い濃度を維持していた。その後も鹿島灘方向からの東風が続いて吹いており、17日の正午(図 5-2-5②左図)には群馬、埼玉の一部を除いて関東平野の PM2.5 濃度は低下した。このとき東海地方では南風(浜松付近は南西風)が吹いており、SO<sub>2</sub>、O<sub>x</sub> とも濃度が高く PM2.5 濃度もこれらの地域では高かった。

翌18日も鹿島灘方向からの北東風が吹いており(図 5-2-5②右図)、関東平野では風下側に位置する神奈川や北東風の影響が弱い群馬、埼玉の一部で PM2.5 濃度が高かった。

事象 E1 では、16日は気温が高く O<sub>x</sub> や SO<sub>2</sub> 濃度が上昇したことから、硫酸系二次粒子の生成が起りやすい状態にあり、関東平野では日中に南風の進路に沿って埼玉、群馬などで PM2.5 の濃度が上昇したと推察された。一方、17日から18日にかけて鹿島灘方面から強く東風が吹くことによって、関東平野の東側の濃度は上昇せず、風下側に位置する西側などでの濃度が高かったと考えられた。

なお、この事象はⅡ型共同研究により大和、加須、前橋で成分分析が行われており、その結果、高濃度時の主成分は SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>で、そのほか NO<sub>3</sub><sup>-</sup>や OC の濃度も高いこと、広域的に高濃度が発生しており、越境汚染と地域汚染との複合によるものとの報告がなされている<sup>1)</sup>。

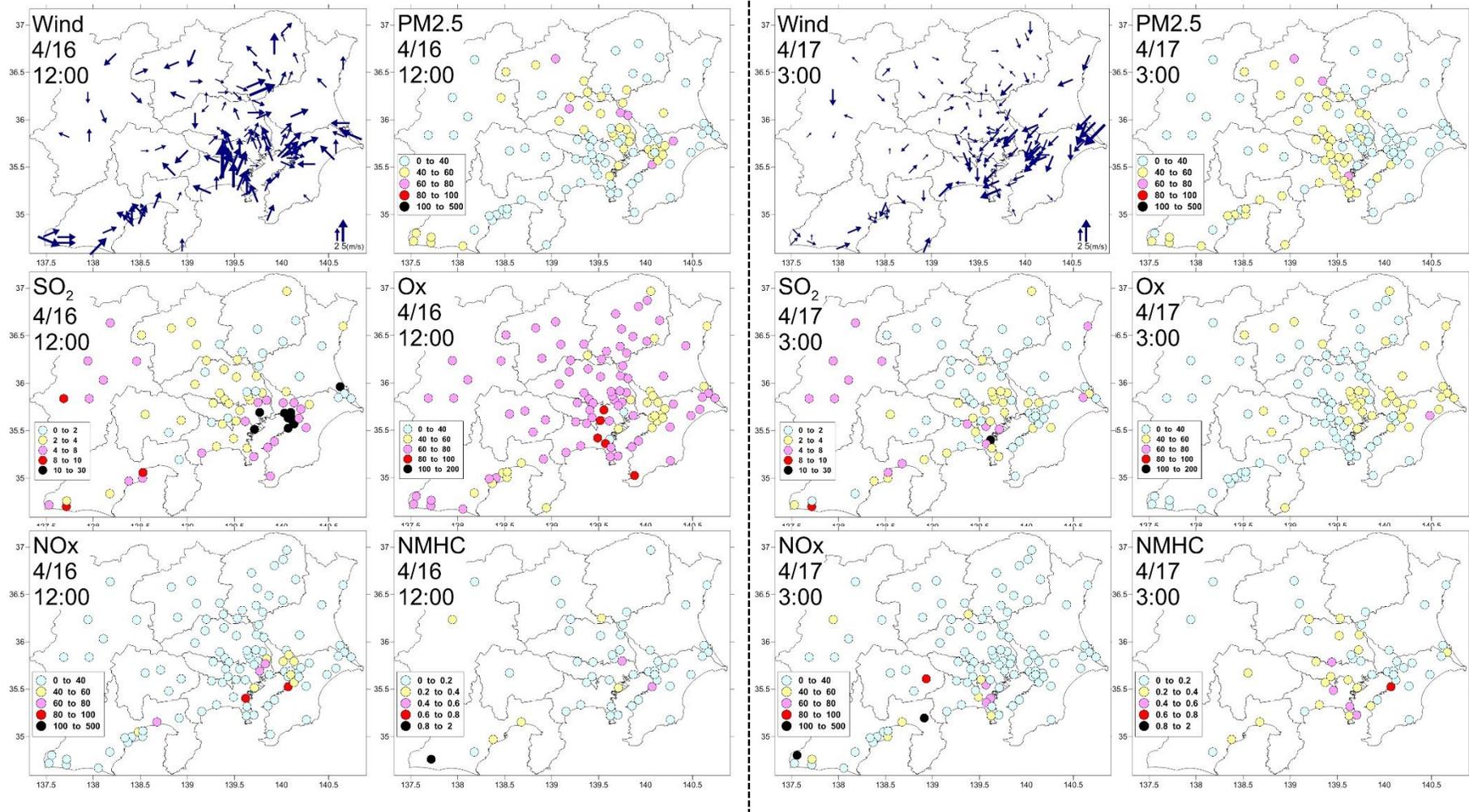


図 5-2-5① 事象 E1 における PM2.5 質量濃度等の分布状況

(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC: ppmC, その他: ppb)

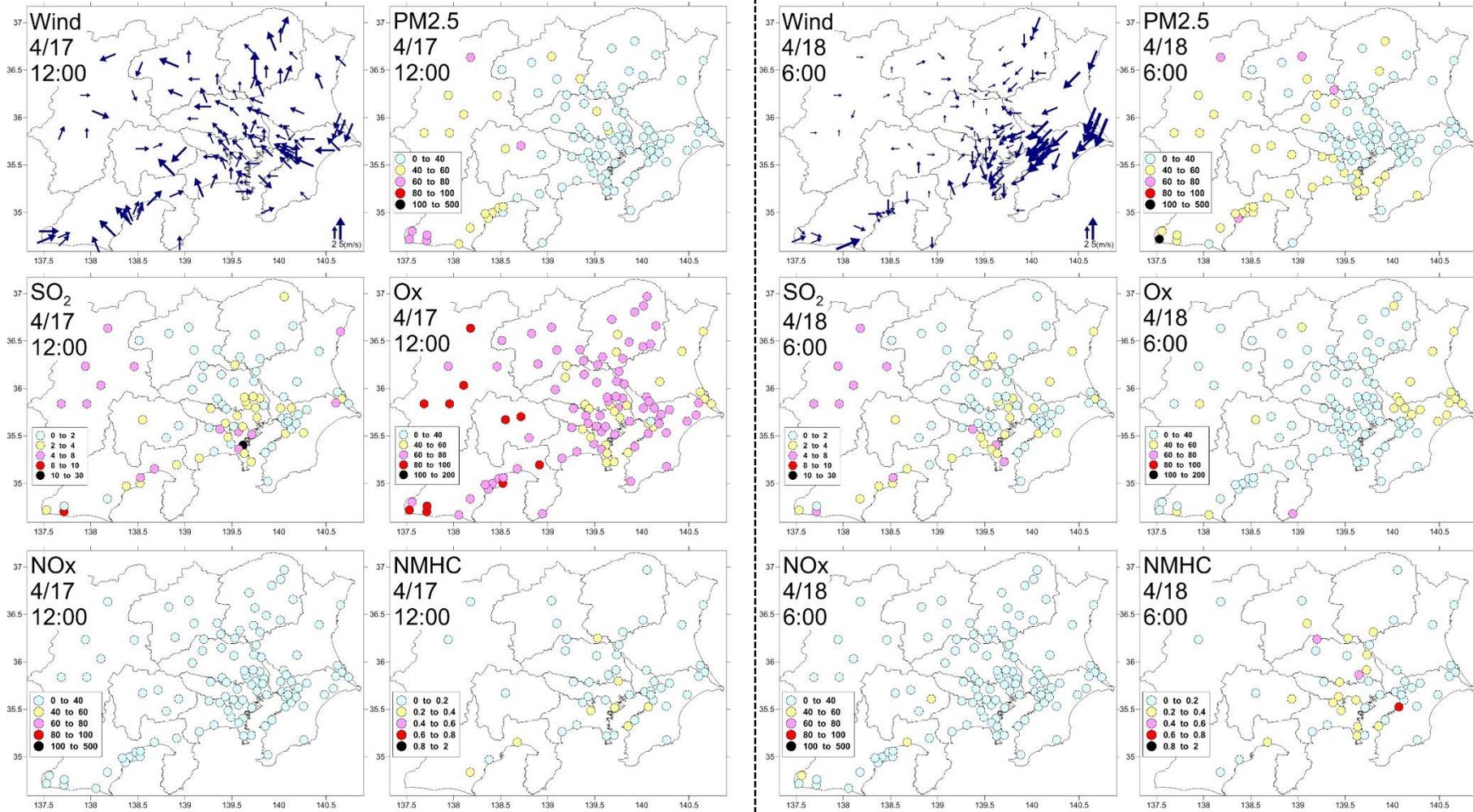


図 5-2-5② 事象 E1 における PM2.5 質量濃度等の分布状況

(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC: ppmC, その他: ppb)

②事象 E2

・ 気象概要

5月30日は高気圧に覆われ全国的に気温が上昇し、東海・北日本などでは黄砂が観測された。31日は高気圧に覆われ東北以南の各地で真夏日となり、関東を除く広い範囲で黄砂が観測された。6月1日は高気圧に覆われ関東では猛暑日となった。西日本から東日本の広い範囲で黄砂が観測された。2日は東日本から北日本は晴れて気温が上昇した。3日も東日本から北日本にかけて晴れて暑い日となった。

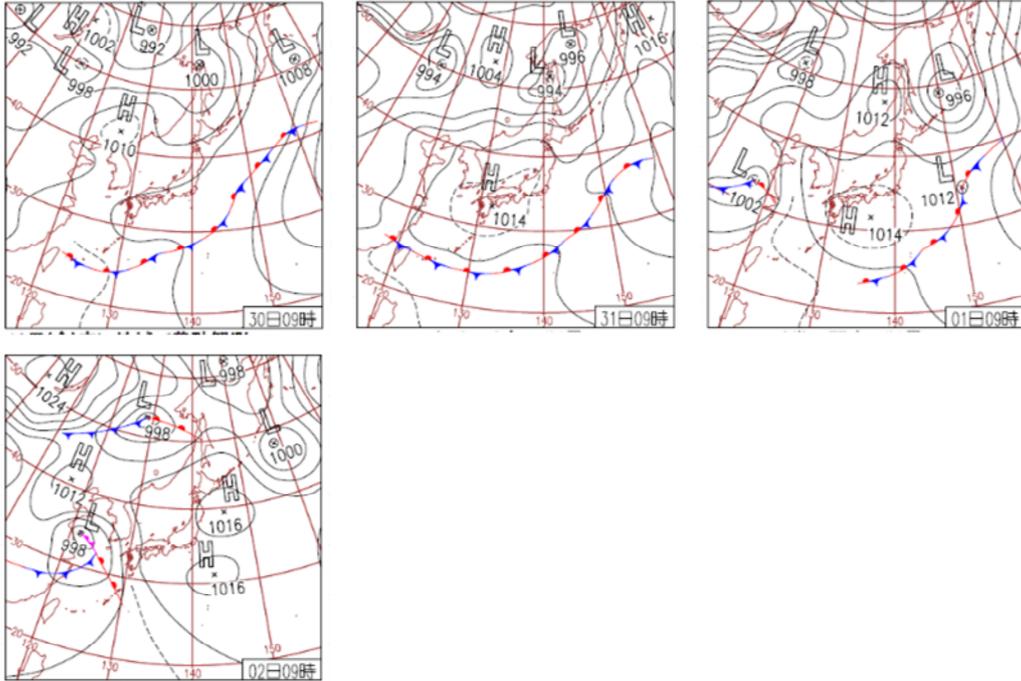
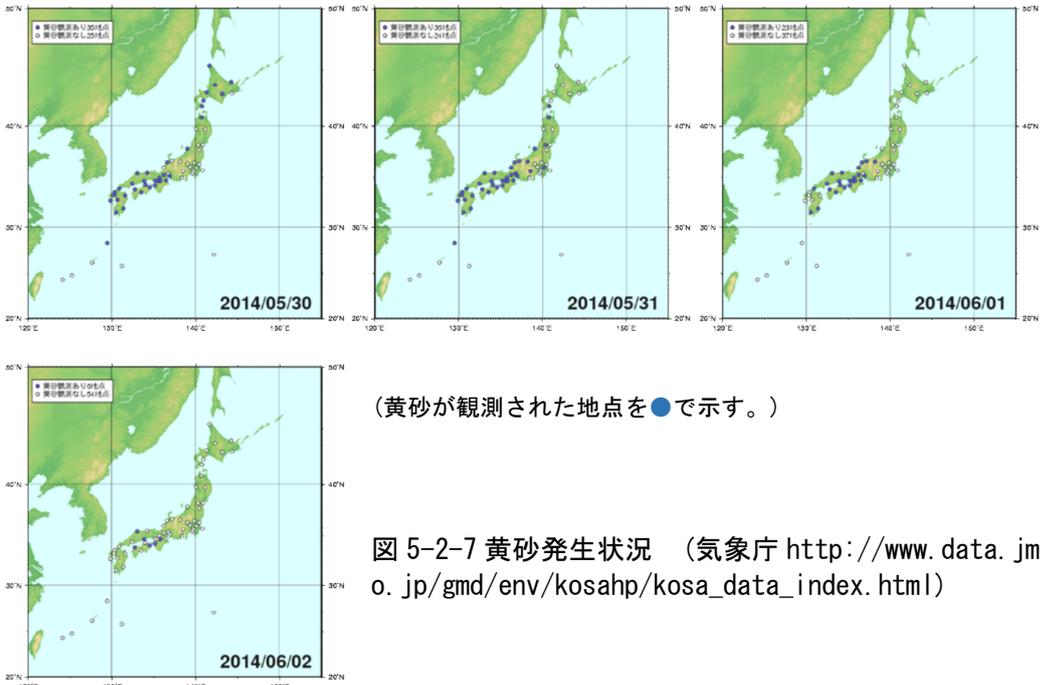


図 5-2-6 天気図 (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)



(黄砂が観測された地点を●で示す。)

図 5-2-7 黄砂発生状況 (気象庁 [http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa\\_data\\_index.html](http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_data_index.html))

関東、東海では気象庁発表による黄砂の到達は確認されていないものの、この期間に各気象台では煙霧や靄が観測されている。解析対象地域で西側に位置する浜松、房総半島の東側に位置する勝浦、さらにこれらの間にある横浜での状況をみると5月30日から6月1日にかけて浜松では煙霧、横浜や勝浦では靄や霧が観測された。翌2日から3日は浜松、横浜、勝浦とも煙霧が観測され、4日は浜松で煙霧、横浜と勝浦では靄が観測されていた。

・PM2.5や関連物質の挙動

事象 E2 は高濃度の発生が長く続き、連日同様の濃度変化を示したことから(図 5-2-3-②)、高濃度の発生初期である5月30日と期間の中頃に位置する6月2日の状況を解析した。

5月30日は早朝から全域で北風が吹いていたが午前9時頃から東海地方と関東南部では南風が吹き始めた。午後3時の状況をみると(図 5-2-8①左図)、東海地方と関東平野ともに南風が吹いておりPM2.5濃度は東海地方から関東地方南部(神奈川、千葉)にかけて高かった。一方、 $O_x$  や  $SO_2$  濃度はPM2.5濃度分布とやや異なり、 $O_x$  濃度は南風の風下側に位置する関東平野の内陸部や山梨、長野にかけて高く、 $SO_2$  濃度は東京湾沿いと埼玉などで高かった。

翌31日の午前零時(図 5-2-8①右図)には太平洋沿岸部では南風が吹くものの、関東平野北部では南風が弱まり北寄りの風となった。PM2.5濃度は埼玉付近まで高濃度域が拡大した。

6月2日の午前3時の風向は(図 5-2-8②左図)、太平洋沿岸部では南風が、関東平野北部では北風が吹いており、PM2.5の濃度分布をみると東海地方から東京湾沿岸付近で高い状況にあった。夜間にも関わらず神奈川、千葉の一部では $O_x$ 濃度が60ppbを超えていた。正午の状況をみると(図 5-2-8②右図)、関東平野では鹿島灘方向からの北東風が吹いたが東海地方と関東平野の広い地域でPM2.5濃度は高かった。このとき、関東平野部では $O_x$ 濃度や $SO_2$ 濃度が上昇し、群馬、栃木、埼玉、東京、千葉、神奈川では $O_x$ 濃度が100ppbを超えており、硫酸系二次粒子の生成が盛んに起きていたと推察された。

事象 E2 では、5月30日に太平洋沿岸部や東京湾沿いでPM2.5濃度が高くなり、日を迫うごとに関東平野全体へと高濃度発生地域が拡大した。気象概要で述べたとおり、この時期に西日本では黄砂が、東海や関東では煙霧や靄が観測された。高濃度のPM2.5が東海地方や関東南部の太平洋沿岸沿いにみられたことから、黄砂を含む粒子状物質の移流が関東甲信静の濃度上昇に影響を及ぼした可能性が考えられた。また、この期間は全国的にも気温が高く、 $O_x$  や  $SO_2$  濃度も上昇していたことから、地域汚染として活発な光化学反応による二次粒子の生成が加わることで、連日の濃度上昇につながったと考えられた。

なお、この事象はⅡ型共同研究により加須、前橋、長野を含む全国9地点においてPM2.5成分が測定されている。全国的に $SO_4^{2-}$ と $Ca^{2+}$ 濃度が増加しており、6月2日以降は前橋で $NO_3^-$ 濃度の増加が確認された。5月27日～6月1日までは黄砂と越境汚染、6月2日～4日は越境汚染と国内汚染の複合的汚染によるものと報告されている<sup>2)</sup>。

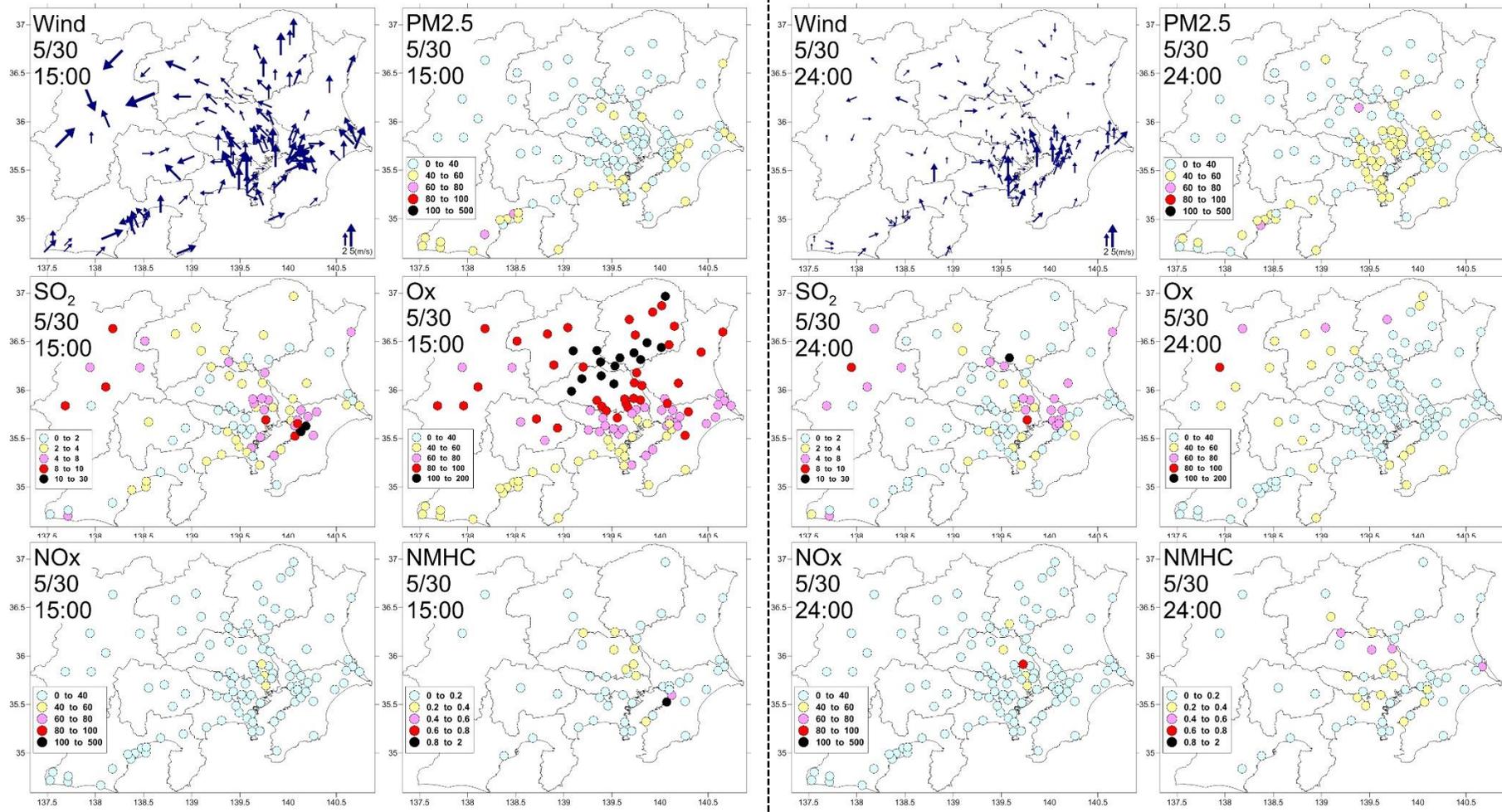


図 5-2-8① 事象 E2 における PM2.5 質量濃度等の分布状況

(単位 PM2.5: μg/m<sup>3</sup>, NMHC: ppmC, その他: ppb)

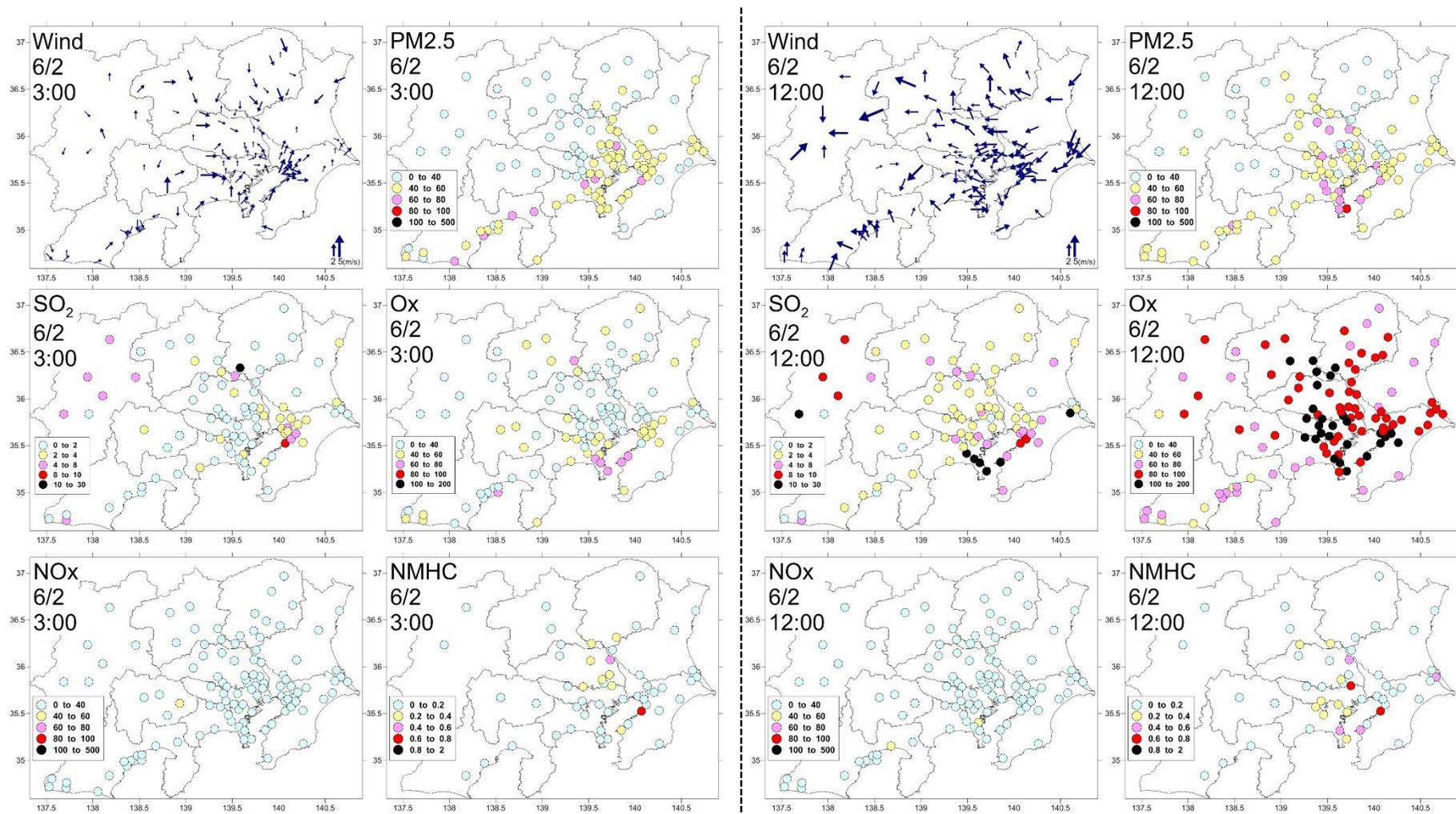


図 5-2-8② 事象 E2 における PM2.5 質量濃度等の分布状況

(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC: ppmC, その他: ppb)

#### ④事象 E5

##### ・気象概要

10月31日は、沖縄から東日本にかけて湿った気流や前線の影響で雨が降った。

11月1日も西日本から東日本では前線の影響で曇りや雨となった。また最低気温が高く9月並みのところもあった。

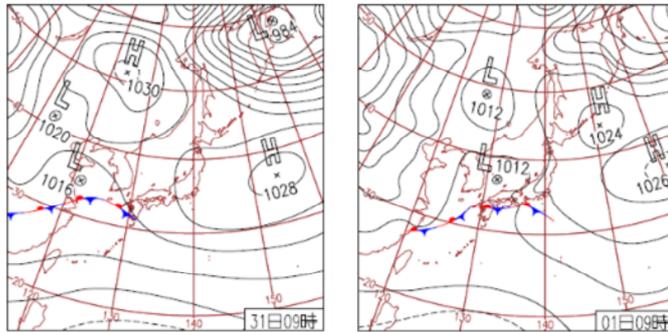


図 5-2-9 天気図 (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)

##### ・PM2.5 や関連物質の挙動

図 5-2-3-④において高濃度のピークは10月31日午後6時頃に確認されたので、その前後を対象に解析した。

31日の午後3時には(図 5-2-10①左)、関東南部では南風が、群馬、栃木、埼玉の一部では北風が吹いたことから埼玉付近でこれらの収束域がみられた。PM2.5 や O<sub>x</sub> 濃度の高い地点(60-80ppb)は埼玉北部でみられたが、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、NMHC 濃度の高い地点は PM2.5 濃度分布とは異なり、東京湾沿岸部やその近傍にみられた。その後、PM2.5 濃度の高い地点は群馬、埼玉、栃木まで拡大した。午後9時には(図 5-2-10①右)東京湾海風が弱まり、埼玉南部から東京まで北風が吹くようになり、PM2.5 濃度の高い地点が埼玉南部から東京の一部にかけてみられるようになった。このとき NMHC 濃度は埼玉、東京で濃度が高く、NO<sub>x</sub> 濃度は東京を中心に高かった。

11月1日午前零時には(図 5-2-10②左)、東京湾海風はさらに弱まり、東京、神奈川、千葉(西部)でも北風が吹いていた。PM2.5 濃度の高い地点は東京、神奈川へと南下した。NO<sub>x</sub> 濃度の高い地域は東京湾沿岸でみられたが、前日午後9時と比較すると濃度は低下した。NMHC の濃度は午後9時と同様に東京、千葉、神奈川で高かった。

1日午前3時も同様の風系が継続しており(図 5-2-10②右)、PM2.5 濃度の高い地点はさらに風下側である千葉(西部)と神奈川の南東部へと移動した。NO<sub>x</sub> 及び NMHC は午前零時と同様の分布を示した。その後午前6時の時点でも同様の風系が継続し、PM2.5 濃度の高い地点はさらに神奈川南東部(三浦半島)へと移動した。

E5 は、はじめに埼玉付近で PM2.5 濃度が上昇し(31日午後3時)、その後北風の進入に伴って濃度の高い地点が東京、神奈川へと移動した。また、はじめに PM2.5 濃度が上昇した際に PM2.5 の高濃度地点と前駆物質の高濃度地点とは一致しなかった。

PM2.5 の高濃度地点が拡大した際に O<sub>x</sub> の濃度上昇や分布に変化がみられず、PM2.5 が東京や神奈川付近で高くなった際に NO<sub>x</sub> や NMHC 濃度の高い地域と概ね一致したことから、硝酸系二次粒子や有機粒子の影響を受けていると推察された。この時の構成成分は次項(平成26年10~11月(E5)の高濃度事象における PM2.5 成分の状況を参照)また、高濃度の発生地域が限定的であり地域汚染の影響を大きく受けていると推察された。

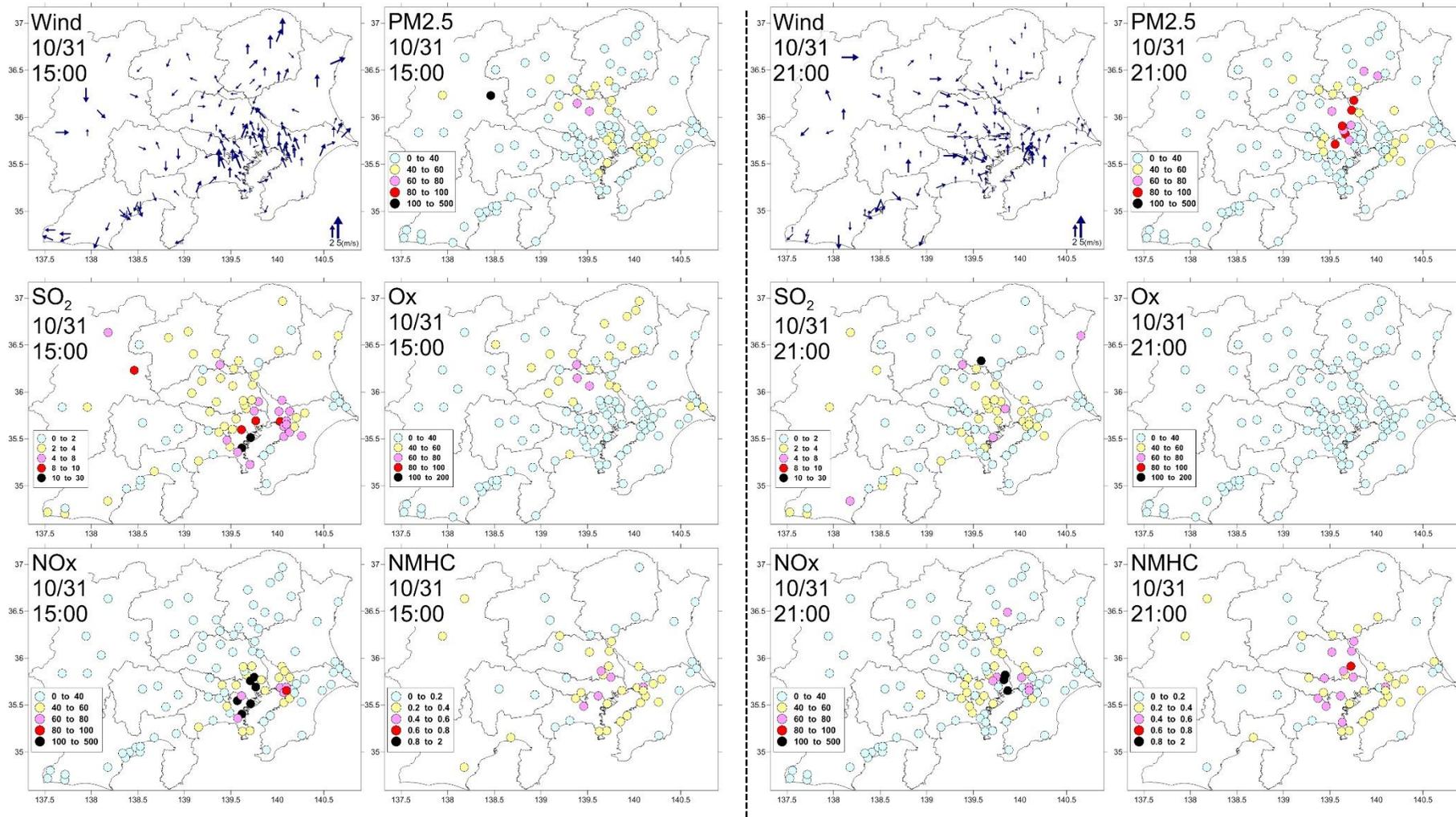


図 5-2-10① 事象 E5 における PM2.5 質量濃度等の分布状況

(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC:ppmC, その他:ppb)

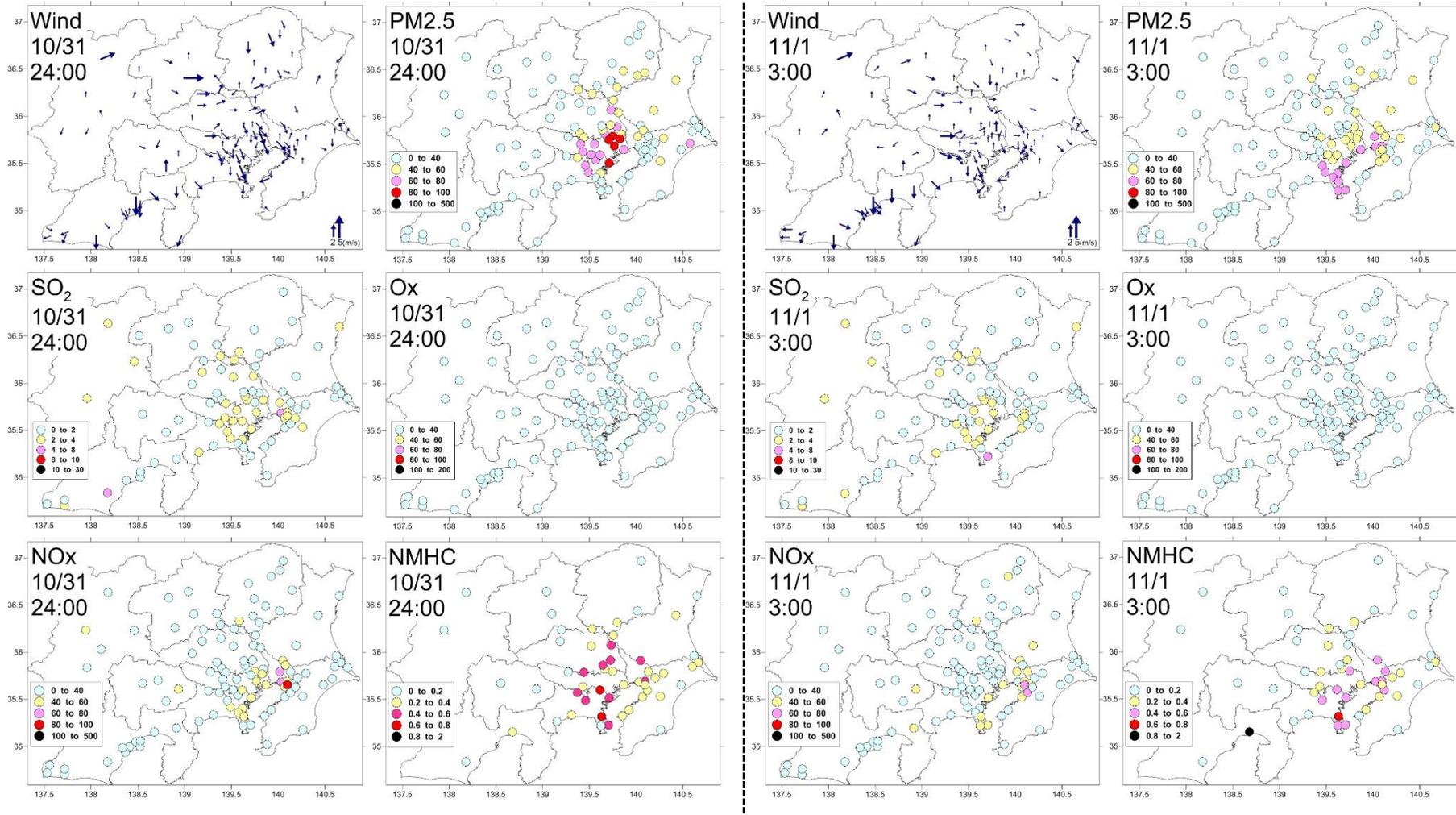


図 5-2-10② 事象 E5 における PM2.5 質量濃度等の分布状況

(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC: ppmC, その他: ppb)

・平成 26 年 10～11 月 (E5) の高濃度事象における PM2.5 成分の状況

図 5-2-11-①に各地点における 10 月 29 日～11 月 3 日の主要成分濃度の推移を示す。29 日から PM2.5 濃度は増加し、31 日をピークに濃度は低下した。PM2.5 濃度が最も高かった地点は、真岡(59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、次いで鴻巣(55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )であった。土浦ではこの日の PM2.5 濃度は欠測であったが、総成分濃度が高いことから、PM2.5 濃度も高かったと予想される。その他、城南、市原、綾瀬、川崎、横浜なども 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上と高い濃度となっており、高濃度地域は東京湾沿岸から関東平野中央部に広がっていた。高濃度時における PM2.5 成分は、いずれの地点においても OC と  $\text{NO}_3^-$  が大きな割合を占めていた。 $\text{SO}_4^{2-}$  は鴻巣で若干の増加(最大 6.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )が見られた以外はどの地点も顕著な濃度増加は見られなかった。前橋や秩父、多摩、相模原、長野など高濃度地域の周囲の地点でも増加幅は小さいものの同様の組成変化が見られていた。一方、勝浦、静岡、浜松などでは低濃度で推移しており、高濃度地域とは異なる濃度変動および組成であった。

図 5-2-11-②に PM2.5 濃度が高かった地点について OC および  $\text{NO}_3^-$  の濃度変動を示す。OC も  $\text{NO}_3^-$  も PM2.5 の濃度変動(図 5-2-11-①)と同様で 10 月 31 日が最大濃度となっていた。OC 濃度は関東平野中央部の土浦(24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、鴻巣(17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、真岡(14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )で特に高い傾向が見られた。 $\text{NO}_3^-$  濃度は、鴻巣、川崎が最も高く(いずれも 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、次いで横浜、真岡(いずれも 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )が高かった。 $\text{NO}_x$  濃度分布と合わせて見ると(図 5-2-10)、 $\text{NO}_3^-$  濃度が高い地点と  $\text{NO}_x$  高濃度地点は必ずしも一致しておらず、鴻巣や真岡のように  $\text{NO}_x$  がそれほど高い値でなくても(それぞれ最大値 43、36ppb)、 $\text{NO}_3^-$  粒子が高濃度になり得ることが分かった。

図 5-2-11-③にバイオマス燃焼の指標とされる  $\text{K}^+$  と廃棄物燃焼の指標とされる  $\text{Cl}^-$  の濃度変動を示す。OC の変動(図 5-2-11-②)と比較すると、綾瀬を除き、OC とこれら指標成分の濃度変動は同期しており、 $\text{K}^+$  は真岡や鴻巣で、 $\text{Cl}^-$  は土浦や鴻巣で大きく増加していた。この期間中  $\text{Na}^+$  は低濃度で推移していたため海塩由来の  $\text{Cl}^-$  はわずかであり、 $\text{Cl}^-$  の主たる発生源は人為起源と考えられる。これらのことから、バイオマス燃焼や廃棄物燃焼など化石燃料以外の燃焼系発生源も OC および PM2.5 の高濃度化に寄与していた可能性がある。

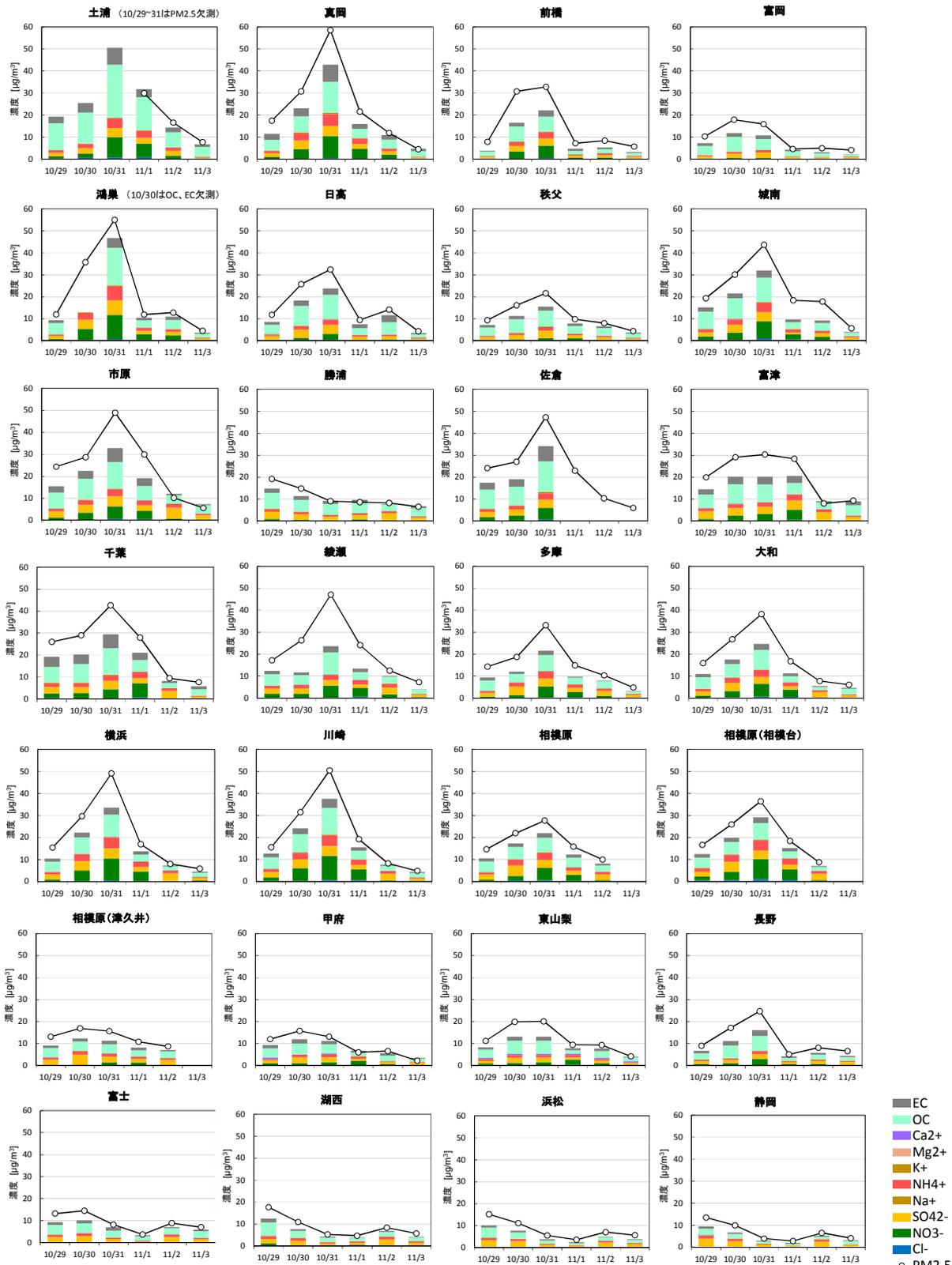


図 5-2-11-① 平成 26 年 10~11 月の高濃度事象 (E5) における PM2.5 組成の変化

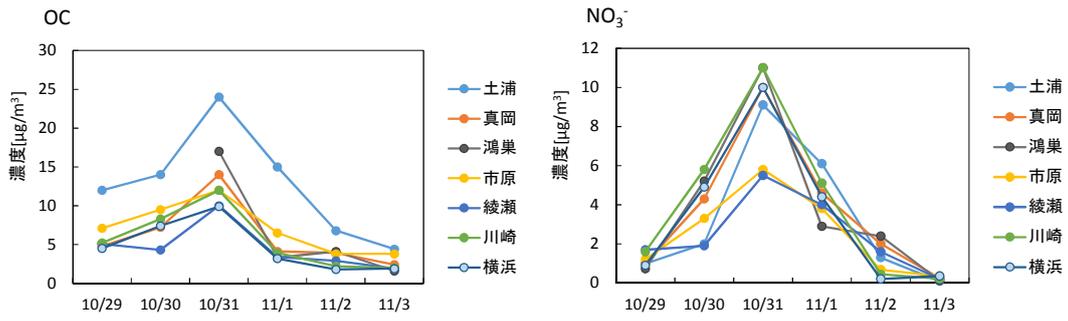


図 5-2-11-② 平成 26 年 10～11 月の高濃度事象 (E5) における PM2.5 中の OC、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度変化

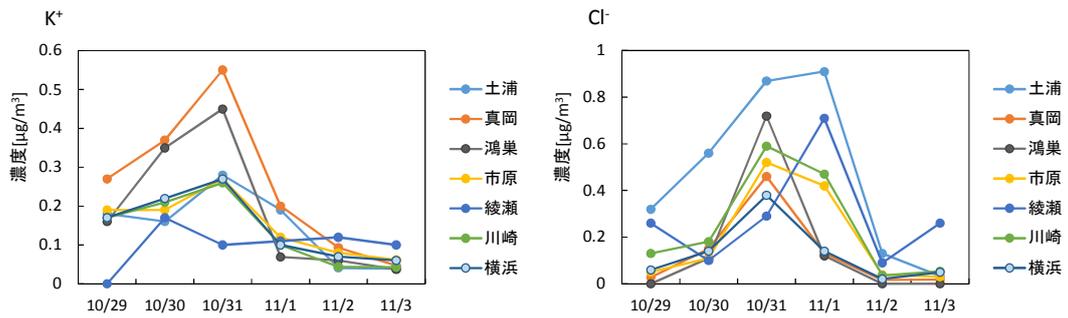


図 5-2-11-③ 平成 26 年 10～11 月の高濃度事象 (E5) における PM2.5 中の K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>濃度変化

⑤事象 E6

・気象概要

3月16日は低気圧の影響により西日本から東日本の太平洋側を中心に雨となった。翌17日は高気圧によって全国的に晴れの日が多かった。

3月19日は低気圧により広い地域で雨となった。

3月21日は東海や関東では湿った気流の影響により曇りとなった。

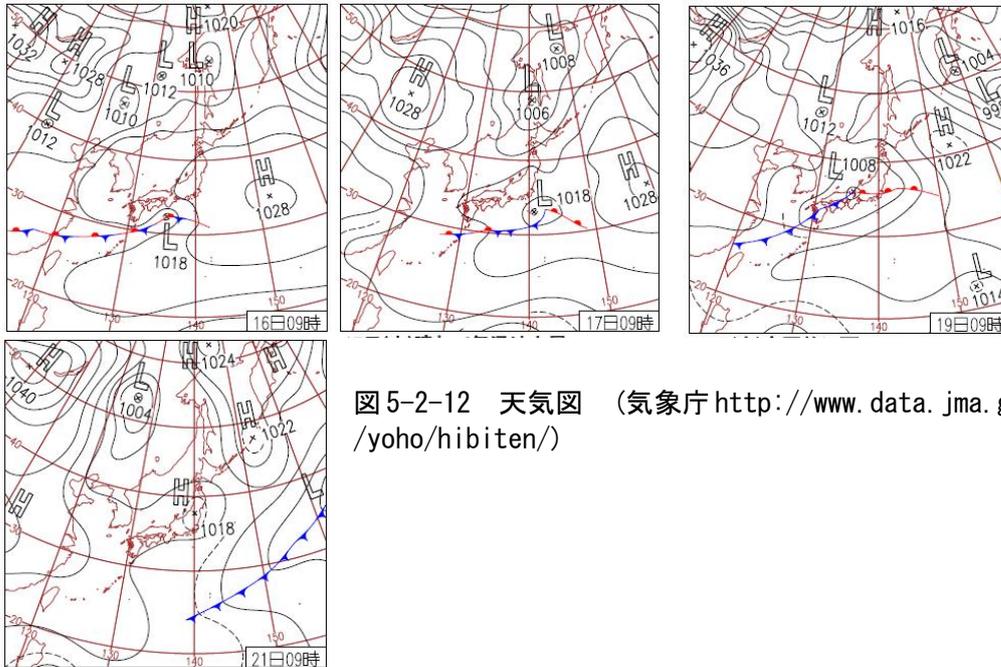


図5-2-12 天気図 (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)

・PM2.5 や関連物質の挙動

E6の事象は、3月16日(午後6時頃)、19日(正午頃)に高濃度が発生していたことから(図5-2-3-⑤)、この時刻付近を対象に解析した。

3月16日の午前9時の状況を見ると(図5-2-13①左)、東海から関東平野にかけて北風が吹いていた。PM2.5濃度は主に東京、神奈川、千葉で高く、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、NMHC濃度の高い地域も概ね一致していた。なおO<sub>x</sub>濃度は全域で40ppb以下であった。

正午頃からは鹿島灘方向から東風が吹くようになり、午後6時には(図5-2-13①右)PM2.5、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、NMHC濃度が東京湾の西側で高くなった。この時多くの地域で相対湿度が90%を超えており(図5-2-14)、窒素酸化物(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)とH<sub>2</sub>Oによって硝酸系二次粒子が生成した可能性が考えられた。(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とH<sub>2</sub>Oによる硝酸系二次粒子の発生事例については文献3を参照)

3月19日は午前中に太平洋岸の沿岸では南風が、関東平野の北部では北風が吹いており、東京、神奈川、千葉(西部)で収束線が生成した。午前6時の状況を見ると(図5-2-13②左)、主に埼玉、東京でPM2.5濃度は高かったものの、NO<sub>x</sub>やO<sub>x</sub>の濃度は高い状況になかった。正午になると鹿島灘からの北西風が加わったほかは概ね午前6時と同様な風向であり(図5-2-13②右)、PM2.5濃度は主に東京、千葉で高かった。なおこれらの地域ではO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、NMHC等の濃度が高くなっておらず生成要因は把握できなかった。

E6の事象は高濃度の発生規模が限定的であり、地域汚染によるものと推察された。期間中、光化学反応は活発でなかったことから、硫酸系二次粒子の影響は少なく、主に硝酸系二次粒子や有機粒子の影響を受けている可能性が考えられた。ただし、19日は風の収束域でPM2.5濃度が高い傾向は確認されたがO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、NMHC等の濃度の分布は一致せず、この日についてはPM2.5高濃度の生成要因は明確でなかった。

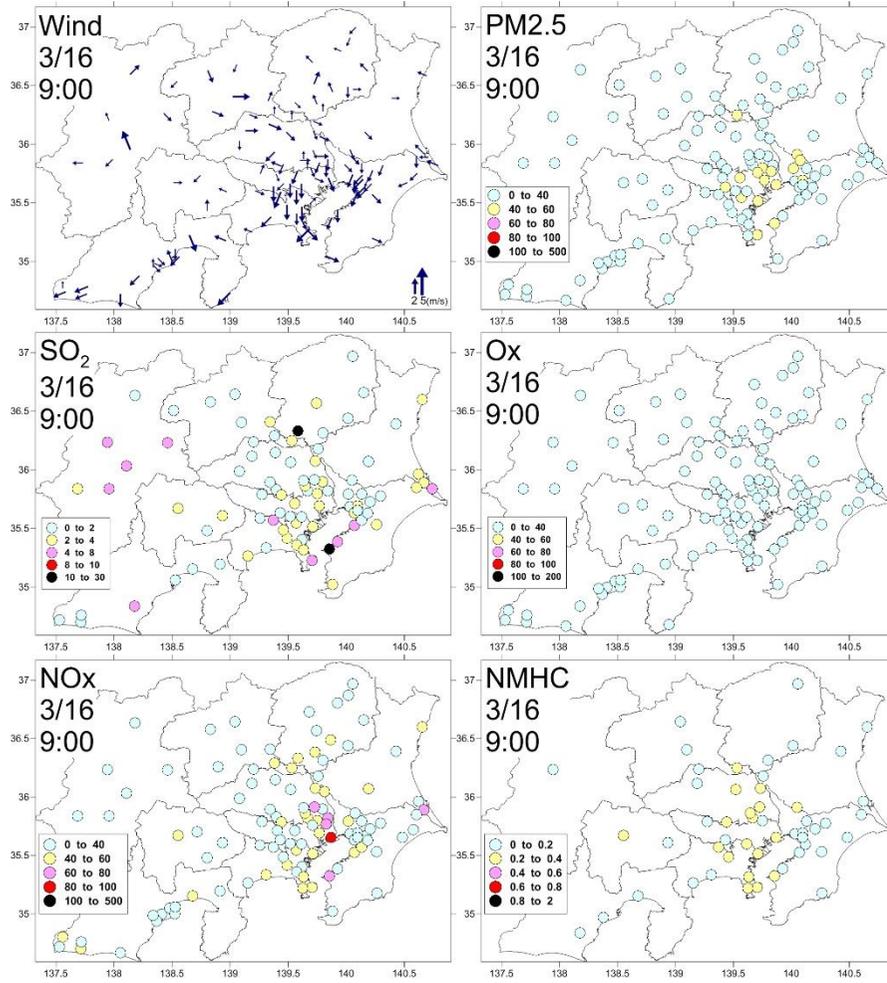
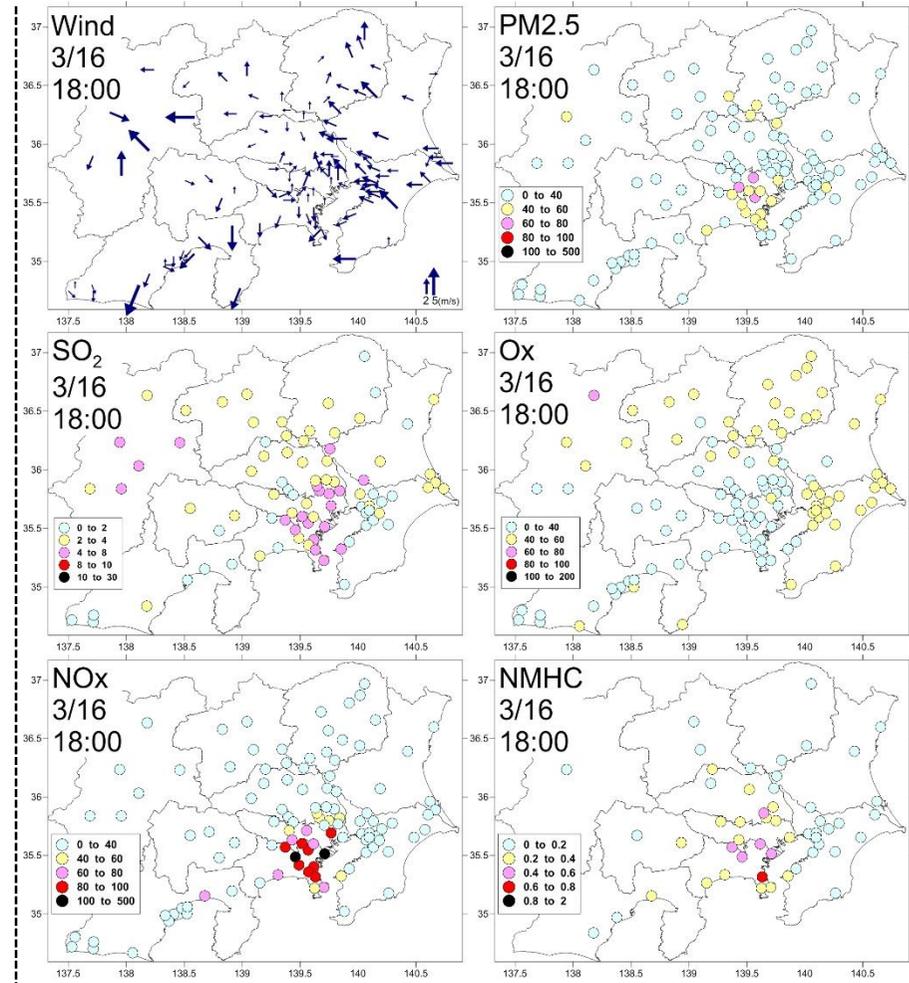


図 5-2-13① 事象 E6 における PM2.5 質量濃度等の分布状況



(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC: ppmC, その他: ppb)

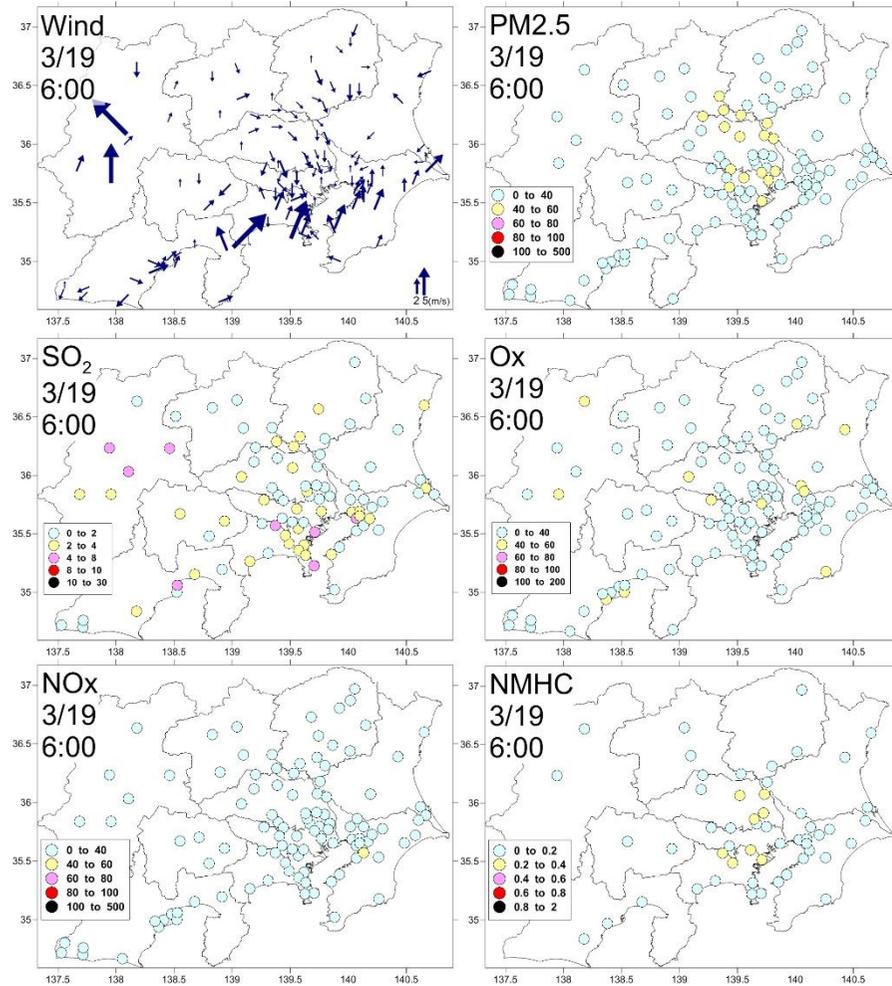
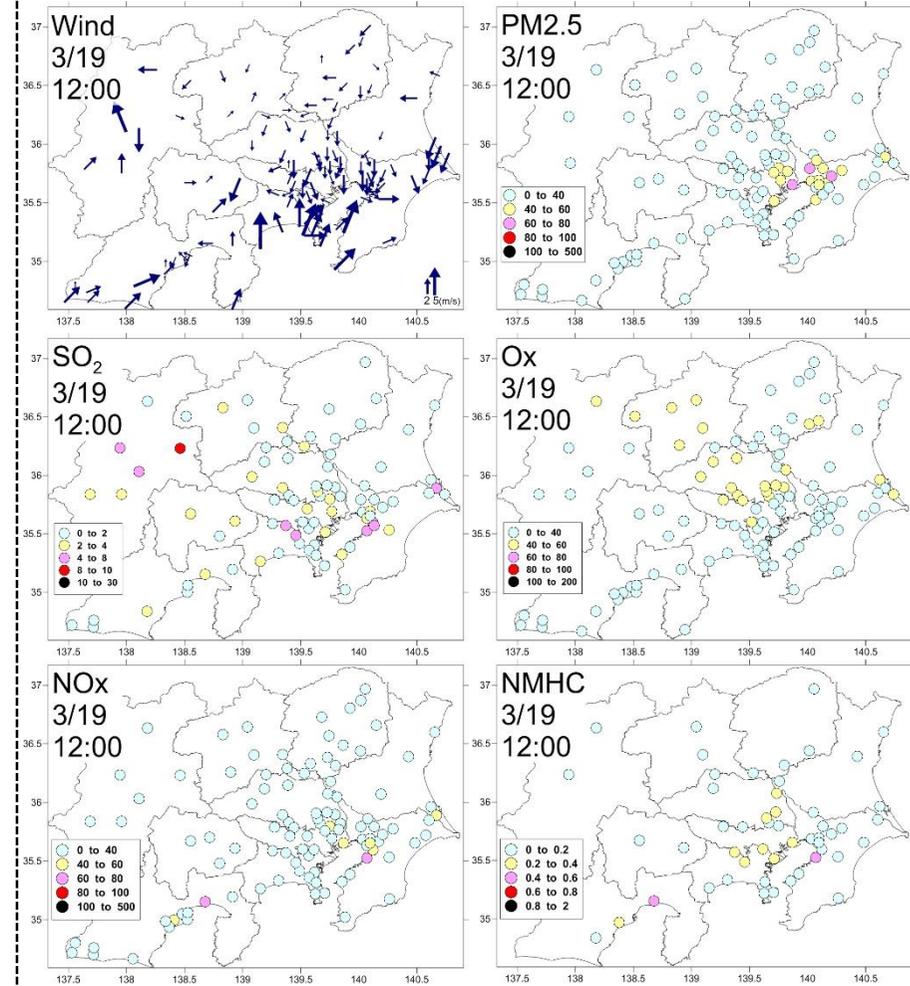


図 5-2-13② 事象 E6 における PM2.5 質量濃度等の分布状況



(単位 PM2.5:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NMHC: ppmC, その他: ppb)

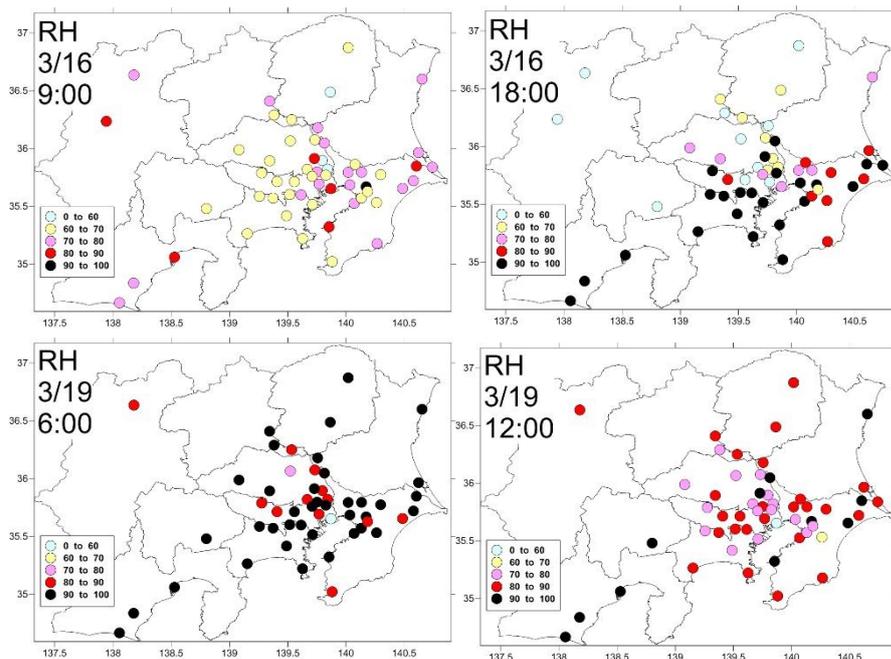


図 5-2-14 相対湿度の分布状況 (単位 %)

### 5.3 まとめ

・年間のPM<sub>2.5</sub>常時監視データ(日平均値)を用いて、平成26年度におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度日の発生状況について調査した。その結果、5～6月と7月には広範囲でかつ数日間にわたる比較的規模の大きい高濃度事象があり、その他1～3日程度の短い期間での高濃度事象も複数回発生していた。高濃度日数は、5～7月と12月に多く、8～10月に少なく、高濃度発生率としては、規模の大きい事象が発生した6、7月に高かった。前年度の結果と比較すると9、10月には高濃度の発生頻度が少ないことは共通していた。大規模な高濃度事象の発生状況は年によって異なることが予想されるため、今後、複数年に対して同様の集計を行い、データを蓄積した上で、再度検討していく必要がある。

・常時監視データ(1時間値)を用いて、高濃度事象の詳細解析を行った結果、以下のことが確認された。また、表5-2-2に発生規模とともに推定される生成要因を整理した。

4月の事象(E1)は、気温が高くO<sub>x</sub>やSO<sub>2</sub>の濃度も高かったことから硫酸系二次粒子の生成が促進され、関東平野では南風の進入に伴って埼玉、群馬のPM<sub>2.5</sub>濃度が上昇したと推察された。関東以外でも高濃度の発生が確認されており、越境汚染と地域汚染との複合的な汚染と考えられた。

5～6月の事象(E2)は、黄砂を含む粒子状物質の関東圏外からの移流と活発な光化学反応による地域的な二次粒子の生成が加わり、高濃度が連続的に発生したと考えられた。

7月の事象(E4)では、関東平野の中央部と東海の一部で高濃度が発生した。光化学反応による硫酸系二次粒子の影響を受けて高濃度になったと考えられた。

10～11月の事象(E5)は、関東平野で北風に沿った粒子の移動と硝酸系二次粒子や有機粒子の生成が加わり高濃度になったと考えられた。また、高濃度の発生規模が限定的であり、地域汚染の影響を大きく受けていると推察された。PM<sub>2.5</sub>成分測定結果においても、高濃度地点ではNO<sub>3</sub><sup>-</sup>、OCの増加に加え、Cl<sup>-</sup>やK<sup>+</sup>の増加も見られたことから、廃棄物燃焼やバイオマス燃焼など化石燃料以外の燃焼系発生源の影響もあったと推察された。

3月の事象(E6)は、光化学反応は活発でないことからPM<sub>2.5</sub>は主に硝酸系二次粒子や有機粒子によるものと考えられた。また高濃度の発生規模が限定的であり、地域汚染の影響を

受けている可能性が高いと推察された。なお、19日の高濃度は原因物質とPM<sub>2.5</sub>濃度の分布が一致せず明確な生成要因が把握できなかった。

事象E5のようなNO<sub>3</sub><sup>-</sup>、OCの増加によるPM<sub>2.5</sub>の高濃度化は、前年度の秋冬季にも同様の事象が見られており、この季節における高濃度については関東内での地域汚染の影響が大きく、PM<sub>2.5</sub>低減には地域内での発生源対策が重要と考えられる。

表 5-2-2 高濃事例の特徴と推測される要因

事象	規模	特徴	推測される要因
E1	中	東海地方、東京湾沿岸部(西側)、甲信地方で発生。関東平野の東部では発生していない。正午から深夜にかけて濃度が上昇。	越境汚染と地域汚染との複合的な汚染と考えられた。光化学反応が盛んで地域汚染としては主に硫酸系二次粒子が生成したと推測される。鹿島灘からの東風により関東東部の濃度が上昇しない。
E2	大	東海から東京湾沿岸部にかけて発生したのち、関東全域に拡大。連日高濃度が発生した。濃度のピークは正午頃にみられるが夜間の濃度も比較的高かった。	関東圏への黄砂を含む粒子状物質の移流と光化学反応による二次粒子の生成とが加わり、連続した高濃度が発生したと推測される。
E4	中	関東平野の中央部と東海地方の一部で発生。濃度のピークは正午頃にみられた。	主に光化学反応による硫酸系二次粒子の生成により濃度が上昇したと推測される。(詳細は4.1~4.6節を参照。)
E5	中	関東平野の中央部で発生。短期的に濃度が上昇。濃度のピークは午後6時から深夜にかけてみられた。	埼玉付近で濃度が上昇した後北風に乗って高濃度域は関東平野南部に移った。Ox濃度上昇は限定的であり、主に地域的な影響を受け硝酸系二次粒子や有機粒子が生成したと推測される。また成分分析から廃棄物燃焼やバイオマス燃焼などの影響も示唆された。
E6	小	東京湾の西側(主に東京、神奈川)で限定的に発生。濃度のピークの出現時刻は期間内で異なった。	活発な光化学反応はみられず、湿度が高かったことから、主に地域的な影響を受け硝酸系二次粒子や有機粒子が生成した可能性が高いと考えられた。(3月19日は原因物質とPM <sub>2.5</sub> の濃度分布が一致せず生成要因は不明)

発生規模の目安：調査地点の3割未満：、3~6割未満：中、6割超：大

#### 参考文献

- 1) 橋本貴世, 山神真紀子, 武田麻由子, 熊谷貴美代, 寺本佳宏, 宮本朋子, 長谷川就一, 菅田誠治: 2014年4月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析, 第56回大気環境学会年会講演要旨集, 425, (2015).
- 2) 寺本佳宏, 遠藤昌樹, 熊谷貴美代, 長谷川就一, 宮本朋子, 花岡良信, 山神真紀子, 橋本貴世, 中島亜矢子, 菅田誠治: 2014年5、6月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析, 第56回大気環境学会年会講演要旨集, 279, (2015).
- 3) 長谷川就一, 米持真一, 山田大介, 鈴木義浩, 石井克巳, 齊藤伸治, 鴨志田元喜, 熊谷貴美代, 城裕樹: 2011年11月に関東で観測されたPM<sub>2.5</sub>高濃度の解析, 大気環境学会誌, 49巻, 第6号, 242-251, (2014).

## ガス状成分の分析について

アンケート調査結果に基づき、以下のとおり事務局（案）を提示します。

### 1 ガス状成分の分析について

#### 平成 29 年度以降の方針について

事務局案	理由
環境省マニュアルに準拠した方法で実施可能な自治体数を確認し、平成 29 年度の実施について判断する。	終了しても良いと回答した自治体数とそれ以外の意見の自治体数がほぼ同数であるため、実施可能な自治体が参加する従前の方針をふまえ、合同調査として有効なデータ数が確保できるか確認します。

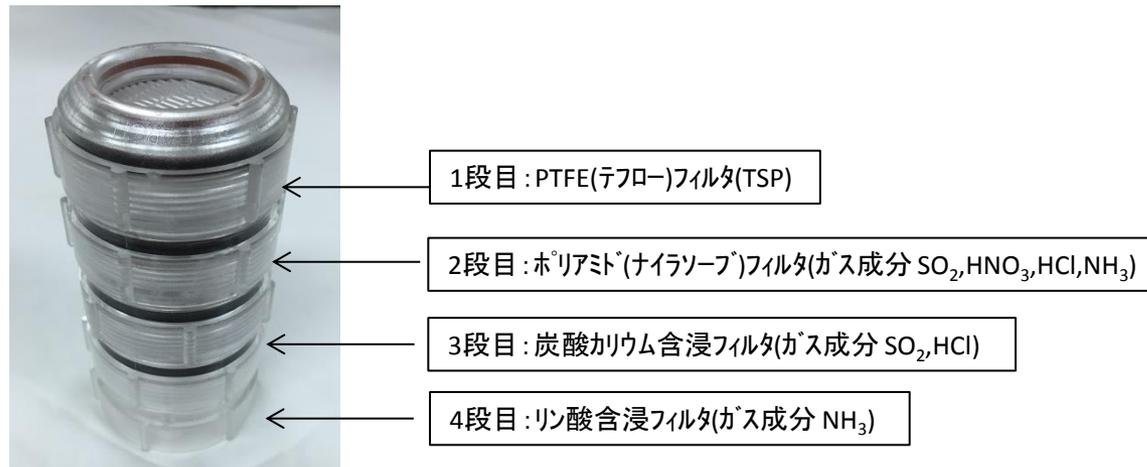
# ガス成分の測定のための捕集方法 ～環境省PM2.5成分測定マニュアルに沿って～

※本資料に記載の価格は、資料作成時(下記)のもので  
詳細はお問合せ下さい。

東京ダイレック株式会社  
営業部  
[TEL: 03-5367-0891](tel:03-5367-0891)  
Mail: [info@tokyo-dylec.co.jp](mailto:info@tokyo-dylec.co.jp)  
2016.7

## フィルタパック法(NILU)

大気試料を、各々前処理が施された4段のフィルタを通過させることで、  
粒子状物質や様々なガス成分を捕集する



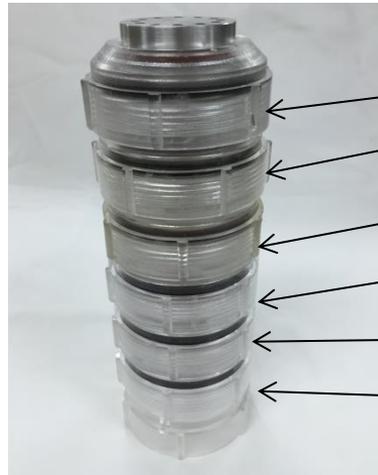
NILU社製  
4段オープン型



H28年4月 PM2.5インパクタの取付が、  
PM2.5ガス成分測定マニュアルに盛り込まれた

# フィルタパック法(NILU) + PM2.5分級

NILUフィルタホルダの段数を増やし、インパクトをセットすることで測定誤差を減らす



0-1段目: PM10インパクト(10 $\mu$ m以上カット) ※マニュアルに記載ないが、PM10プレカットにより、より良い分級性能が得られる＝測定誤差を低減できる

0-2段目: PM2.5インパクト(2.5～10 $\mu$ mカット)

4段フィルタパックの前段に増設

1段目: PTFE(テフロン)フィルタ(PM2.5)

2段目: ポリアミド(ナイロン)フィルタ(ガス成分 SO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, NH<sub>3</sub>)

3段目: 炭酸カリウム含浸フィルタ(ガス成分 SO<sub>2</sub>, HCl)

4段目: リン酸含浸フィルタ(ガス成分 NH<sub>3</sub>)

## NILU式フィルタパック用ホルダ

※注: 下記価格には各種フィルタや含浸液などは含まれておりません。

- ・6段PM10 & PM2.5インパクト付
  - @20L/min 用(アルミ製) 定価: 115,000円
  - @10L/min他 用(アルミ製) 定価: 125,000円
  - @20L/min用(ポリカーボネイト製) 定価: 125,000円
  - @10L/min他用(ポリカーボネイト製) 定価: 130,000円
- ・5段 PM2.5インパクト付
  - @20L/min 用付 定価: 80,000円
  - @10L/min他 用付 定価: 85,000円
  - @20L/min用(ポリカーボネイト製) 定価: 85,000円
  - @10L/min他用(ポリカーボネイト製) 定価: 90,000円

## 既存の4段オープン型を6段にアップグレードする場合

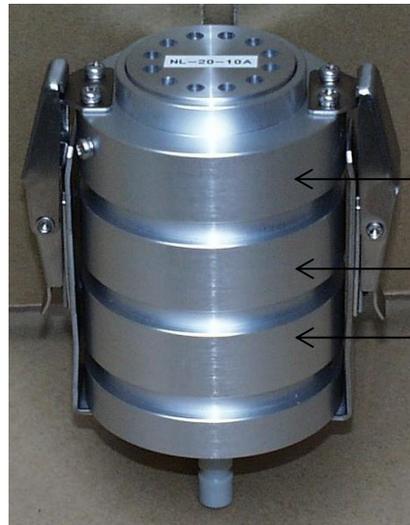
- ・ミドルステージを2段増設する  
定価: ¥10,000 × 2段
- ・PM10・PM2.5インパクトを増設する  
定価: 以下参照



- アルミ製 2.5 or 10  $\mu$ mカット@20L/min : ¥25,000
- アルミ製 その他のカット径と流量組合せ : ¥30,000
- ポリカーボネイト製 2.5 or 10  $\mu$ mカット@ 20L/min : ¥30,000
- ポリカーボネイト製 その他のカット径と流量組合せ : ¥35,000

## フィルタパック法(MCI)

MCIは通常、2段+バックアップでPM2.5を捕集するための装置。  
NILUと比べ、気密性に優れる



1段目 : PM10インパクタ(10 $\mu$ m以上カット)

2段目 : PM2.5インパクタ(2.5~10 $\mu$ mカット)

バックアップ(3段目) : PTFEフィルタ(PM2.5)



段数を増やせば、フィルタパック法にも応用可能

# フィルタパック法(MCI)+PM2.5分級



0-1段目: PM10インパクト(10 $\mu$ m以上カット) ※マニュアルに記載ないが、PM10プレカットにより、より良い分級性能が得られる

0-2段目: PM2.5インパクト(2.5~10 $\mu$ mカット)

4段フィルタパックの前段に増設

1段目: PTFE(テフロン)フィルタ(PM2.5)

2段目: ポリアミド(ナイロン)フィルタ(ガス成分 SO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, NH<sub>3</sub>)

3段目: 炭酸カリウム含浸フィルタ(ガス成分 SO<sub>2</sub>, HCl)

4段目: リン酸含浸フィルタ(ガス成分 NH<sub>3</sub>)

## MCI式フィルタパック用ホルダ

- ・6段(PM10 & PM2.5インパクト@20L/min 付) 定価: 360,000円
- ・5段 (PM2.5インパクト@20L/min 付) 定価: 275,000円

### 既存の2段+バックアップ型を5段+バックアップにアップグレードする場合

- ・ミドルステージを3段増設する  
定価: ¥60,000 × 3段
- ・スペーサー用テフロンパッキンを追加する  
定価: 1,000円 × 3本
- ・フィルタ支持網を追加する  
定価: 1,000円 × 3枚
- ・ホルダ留め具を改造する  
定価: 15,000円



ホルダ留め具は2段+バックアップ用に設計されている

※注: 上記価格には各種フィルタや含浸液などは含まれておりません。

## フィルタパック法の注意点

- ・ ガス成分と粒子状物質との化学反応に起因して、ガス成分及び粒子状成分の正負の測定誤差(アーティファクト)が生じる。

※環境省 PM2.5「ガス成分の測定方法」マニュアルより抜粋

- ・ NILUは、締込みが甘いとリークする  
→NILU締め具が推奨される  
→またはMCIの使用が推奨される
- ・ PM10/PM2.5インパクタで、実測によりJIS法に沿っていることが確認済みなのは、20L/min用のみ。他は理論値で設計されている。



NILU締め具 価格:¥75,000

# デニューダー法

デニューダーで前処理することにより、アーティファクトを防ぎ、より精度の高いガス成分捕集が可能に(デニューダー法もアーティファクトが無いわけではない)

## ハニカムデニューダー



ハニカムデニューダー



デニューダー・フィルタホルダー



4段フィルタパック格納部



デニューダー格納部(2.5µmカットインパクタ付)

Thermo Fisher Scientific社製  
組成分析用カートリッジ Model:3500

## アニューラデニューダー



URG社製アニューラデニューダー

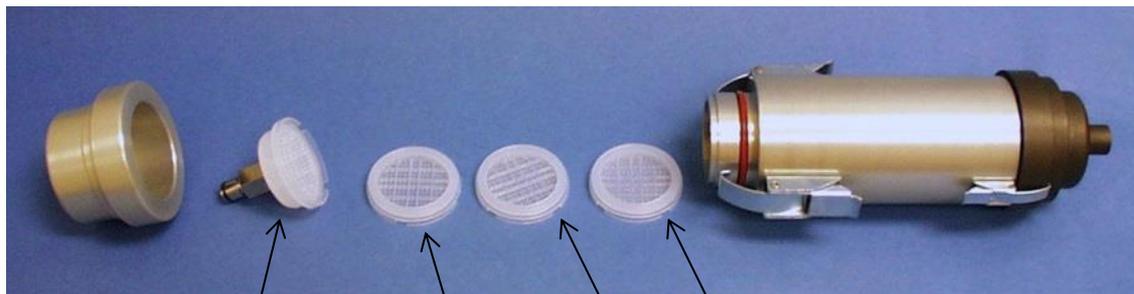


NILUフィルタホルダ  
4段インライン型  
※写真は2段インライン型

# ハニカムデニューダー法

ハニカムデニューダー構成例(Thermo製 組成分析用サンプリングカートリッジ Model 3500 ※デニューター2個含む)

←  
吸引

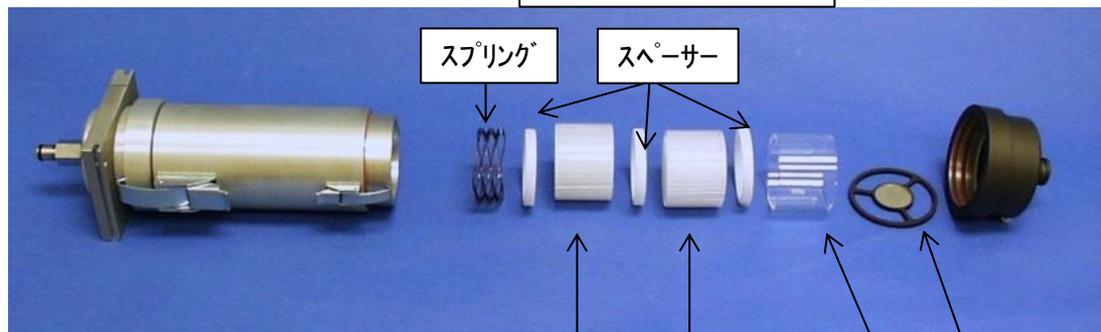


炭酸カリウム含浸フィルタ (SO<sub>2</sub>, HCl)

リン酸含浸フィルタ(NH<sub>3</sub>)

ホリアミド(ナイラソープ)フィルタ (SO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, NH<sub>3</sub>)

テフロフィルタ(PM2.5)



スプリング

スペーサー

リン酸/グリセリン塗布 ハニカムデニューター

炭酸カリウム塗布 ハニカムデニューター

PM2.5分級

ガラススペーサー

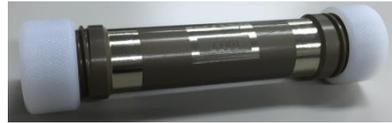
カートリッジ価格:

10L/min・PM2.5用	450,000円
10L/min・PM10用	550,000円
16.7L/min・PM2.5用	480,000円
16.7L/min・PM10用	490,000円

【オプション】  
ハニカムデニューター(予備品): 150,000円/個

※注: 上記価格には各種フィルタや含浸液などは含まれておりません。

# アニューラデニューダー法



URG製アニューラデニューダー  
※写真は150mm



3チャンネル  
※1mmのスリットが3層

## アニューラデニューダー価格 【1チャンネル】

・242mm ¥62,000

## 【3チャンネル】

・100mm ¥150,000  
・150mm ¥150,000  
・242mm ¥150,000

## 【4チャンネル】

・242mm ¥180,000  
・500mm ¥220,000

## 【URG4段フィルタパック】

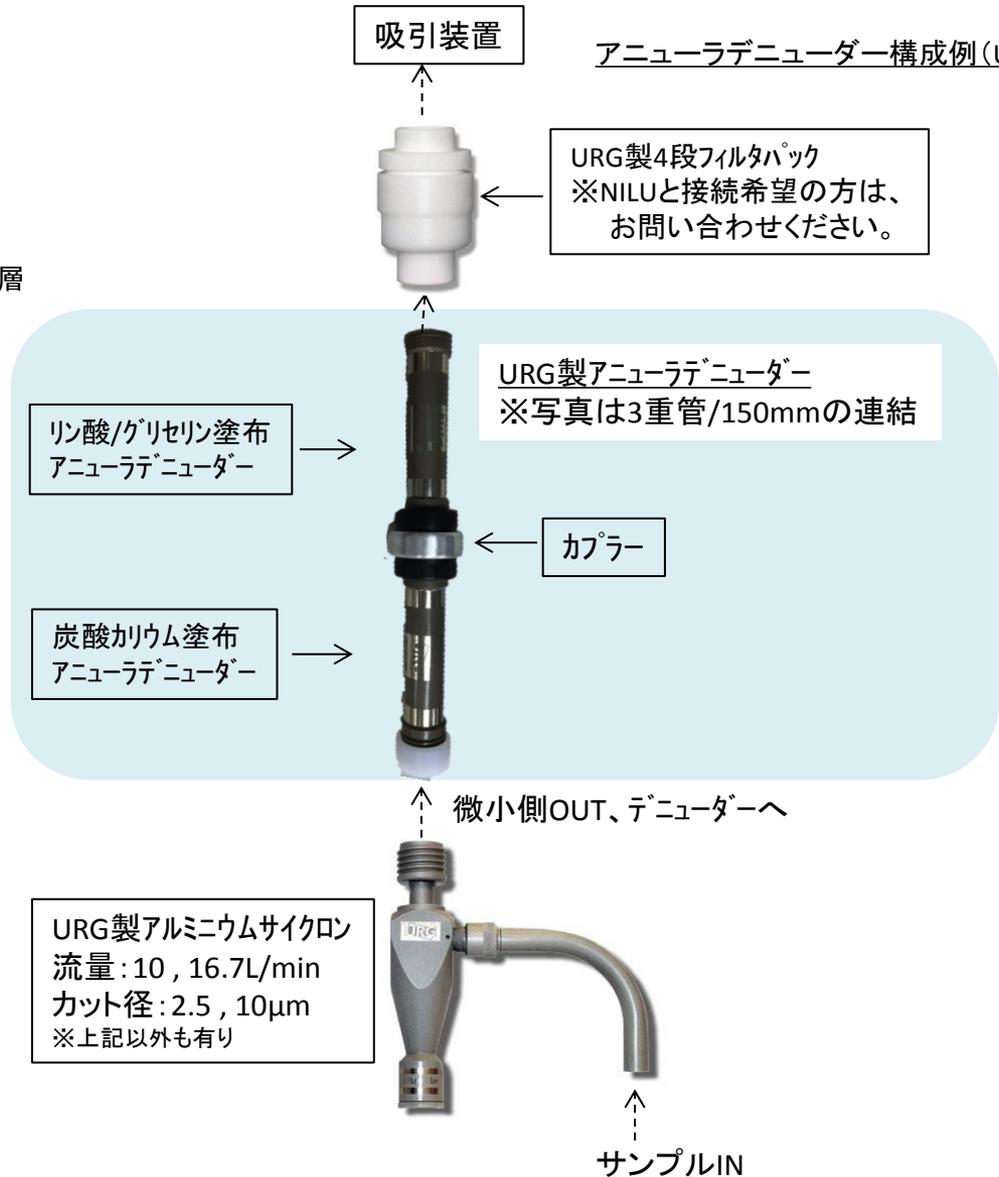
・φ47mm 225,000円

## 【連結具】

・カプラー ¥22,000  
・テフロンアダプター ¥20,000

※注: 上記価格には各種フィルタや含浸液などは含まれておりません。

## アニューラデニューダー構成例(URG製)



## その他のガス測定法

### 【URG社製空気中イオンモニター URG9000D】

・下記4チャンネルを連続測定

①陰イオン粒子 ②陰イオンガス ③陽イオン粒子 ④陽イオンガス

・検出器にはThermo Dionex型ICSが用いられる

・1時間毎の無機イオン成分データを連続で得られる

・フィルタ捕集プロセスが無いいため、アーティファクトの影響を受けない

・欧米やアジア各国で多数の納入実績

・第33回エアロゾル科学・技術研究討論会(2016.8.31~9.2@大阪府立大)にて、  
米国環境保護局(EPA)の研究員が本装置を用いた研究を紹介



※注.環境省マニュアルに記載のある方法ではありません