

関東甲信静におけるPM2.5の広域調査について

～関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・
光化学オキシダント調査会議より～

○調査研究部 菊池麻希子、武田麻由子

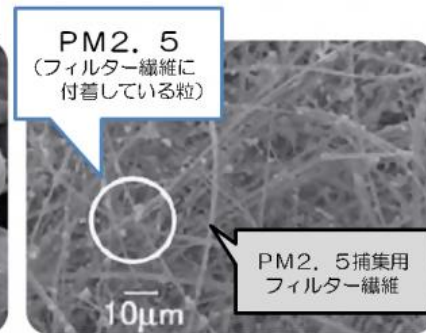
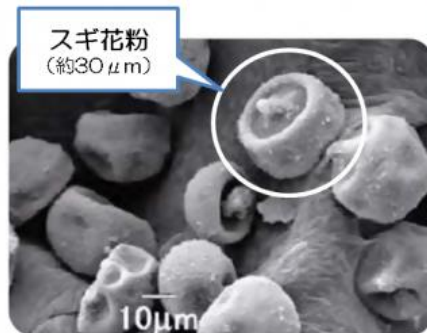
- ✓PM2.5（微小粒子状物質）
- ✓ 関東地方大気環境対策推進連絡会
微小粒子状物質・光化学オキシダント
調査会議
- ✓令和3年度PM2.5調査結果
 - PM2.5成分分析（四季）
 - 発生源寄与解析（四季）
 - 高濃度事象解析（年間）

PM2.5（微小粒子状物質）

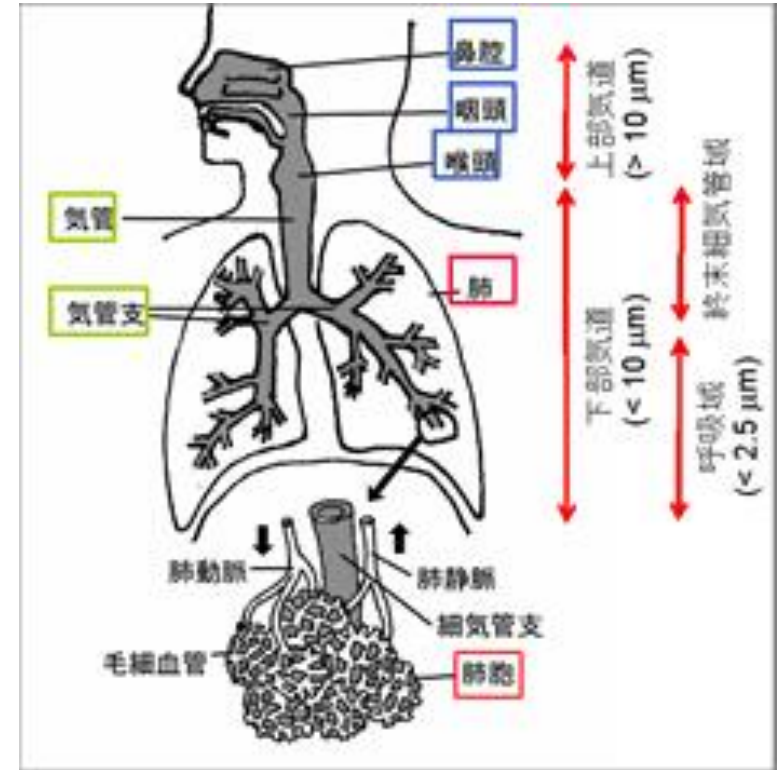
PM2.5 (微小粒子状物質)

大気中に浮遊している $2.5\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子のこと

※ $1\mu\text{m}$ は 1mm の千分の1



スギ花粉(左)とPM2.5(右)の大きさ比較
(写真出典: 神奈川県公害防止推進協議会)



人の呼吸器と粒子の沈着領域(概念図)
(出典: 国立環境研究所)

PM2.5（微小粒子状物質）



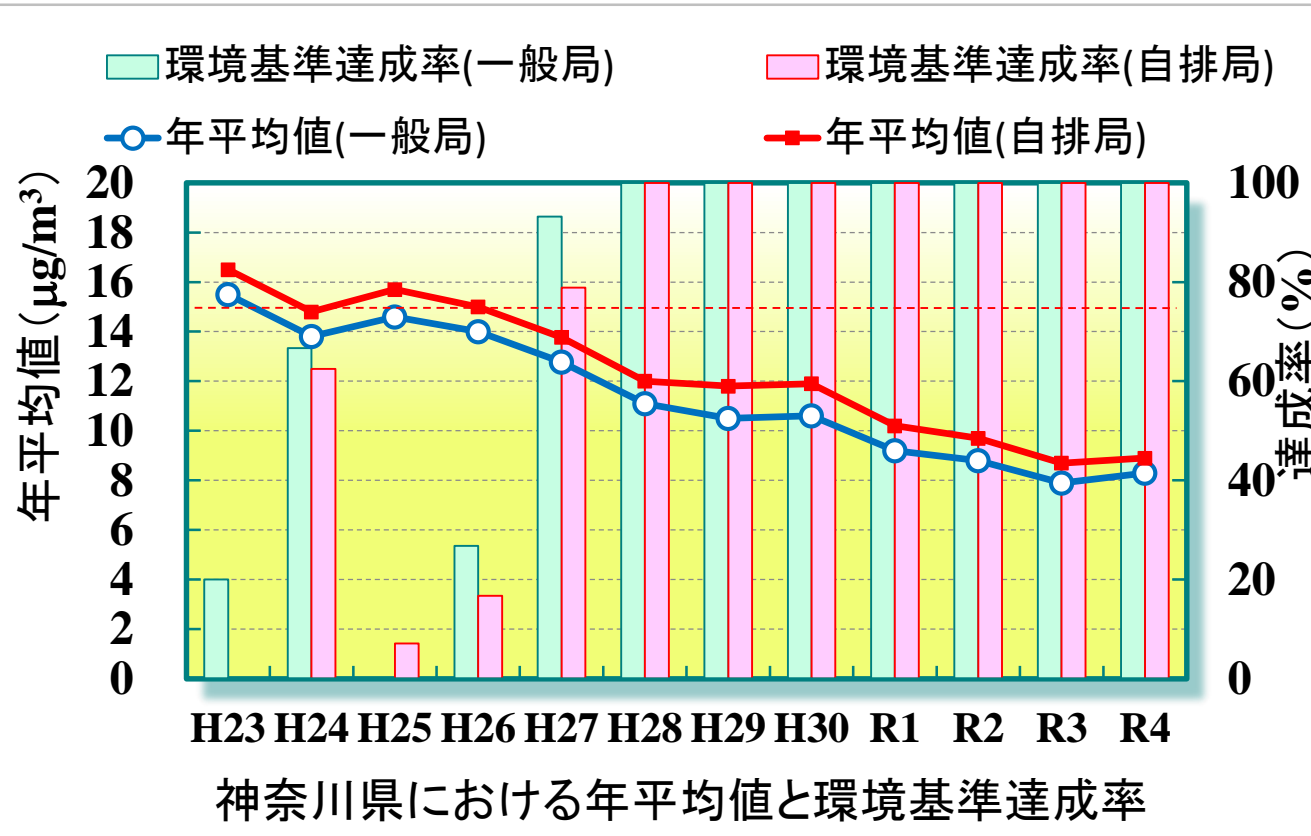
PM2.5発生または生成のしくみ（出典：神奈川県公害防止推進協議会）

- 一次粒子：発生源から粒子として直接排出される粒子
- 二次粒子：大気中で反応して生成される粒子

PM2.5（微小粒子状物質）

環境基準

1年平均値が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下かつ1日平均値が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
※平成21年9月に環境基準設定（環境省）



H28～全ての測定局で環境基準達成しているが…

東京都
 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
※令和12年度までの目標値

世界保健機構 (WHO)
 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
※ガイドライン値

PM2.5等大気汚染物質の低減には、地域全体での連携が必要

関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント 調査会議

関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議

微小粒子状物質(PM2.5)及び光化学オキシダントの汚染実態、発生源等を把握し、今後の対策に資することを目的に関東甲信静1都9県7市の自治体が共同して調査を実施。

S56 【南関東浮遊粒子状物質合同調査】1都3県2市

→微小粒子及び粗大粒子に関する調査

H7 【関東SPM検討会】1都6県3市

H12 【浮遊粒子状物質調査会議】1都9県3市

→夏季(及び冬季)を中心とした調査

→道路沿道調査

→ガス状物質調査

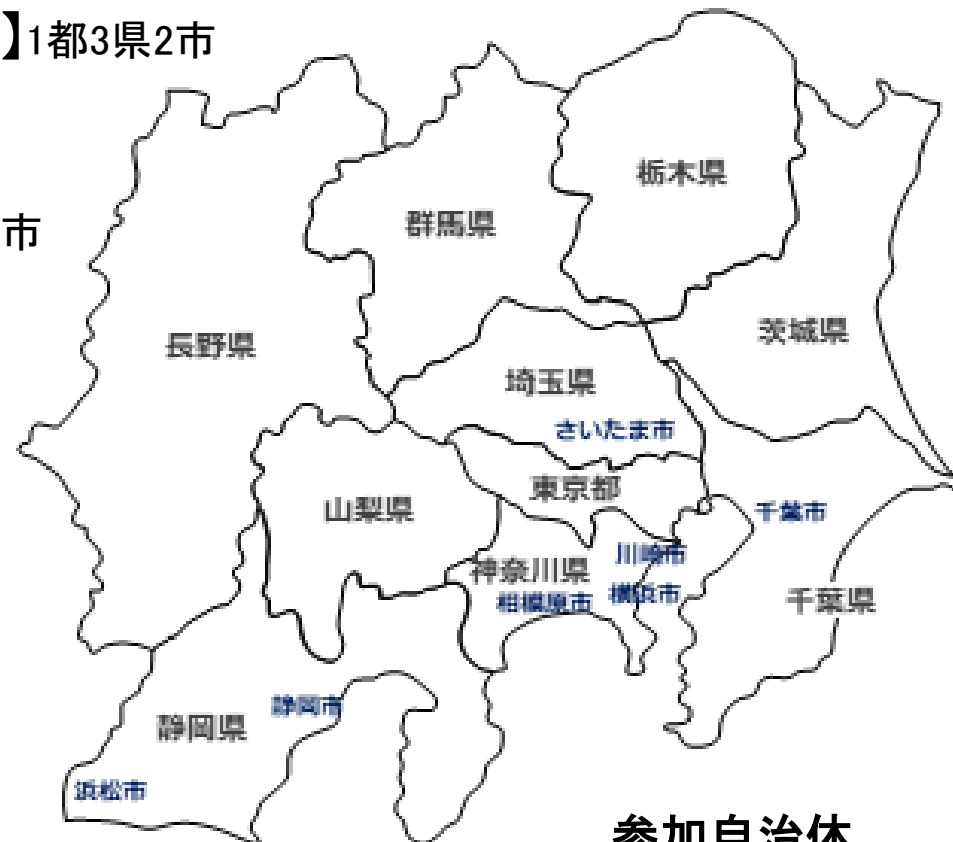
H22 現在の体制1都9県7市

→四季にわたる調査

H29 【微小粒子状物質調査会議】

R2 →光化学オキシダント調査開始

R3 【微小粒子状物質・
光化学オキシダント調査会議】



参加自治体

関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議

微小粒子状物質 (PM2.5) 調査

成分分析結果 (四季)

各季節概況

発生源寄与解析

常時監視データ (年間)

高濃度事象の発生状況

高濃度事象の詳細解析

精度管

光化学オキシ

今回は令和3年度のPM2.5調査
結果 (成分分析・発生源寄与解
析・高濃度事象解析) を紹介

解析
に1回)

VOC等

地域的な差異を比較

Ox濃度との関係を解析

調査会議ホームページ

—関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議—

閲覧には
IDとPASSが必要です

> 各自治体ページへ

ホーム
Home

調査概要
About

調査結果
Results

活動報告
Report

リンク
Link

お問い合わせ
Contact

<http://kanto-spm.org/>

関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議

日本最大の大都市圏といえる本地域では、近年SPM（浮遊粒子状物質）の濃度レベルは低下傾向にあり、環境基準達成状況も良好な状況にあると言えます。

しかしながら、今後も安定的に環境基準達成を維持していくためには、より一層の濃度低減が必要であり、また、濃度だけでなく、その組成にも着目した広域的な取組が必要と言えます。一方で、米国では微小粒子PM2.5（粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子）の環境基準が強化され、2009年9月には、日本においても環境基準が告示されました。

現在では、連続自動測定器を用いた常時監視体制の整備と、その組成情報を得るための「成分分析」体制の整備が進められています。

本調査会議では、関東甲信静の1都9県7市*の行政機関、試験研究機関とが協同して、本地域の大気エアロゾルの実態解明、トレンドの把握、行政施策の効果の検証などを目的とし、広域的な調査や解析、情報交換を行っています。

参画自治体

> 各自治体ページ

茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、長野県、静岡県、さいたま市、千葉市、横浜市、川崎市、相模原市、静岡市、浜松市

活動報告 Report

> More

- 2022.2.25 令和3年度 第4回微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議を開催しました。
- 2021.12.16 令和3年度 第3回微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議を開催しました。
- 2021.10.8 令和3年度 第2回微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議を開催しました。

調査について

> 調査概要

> 調査結果

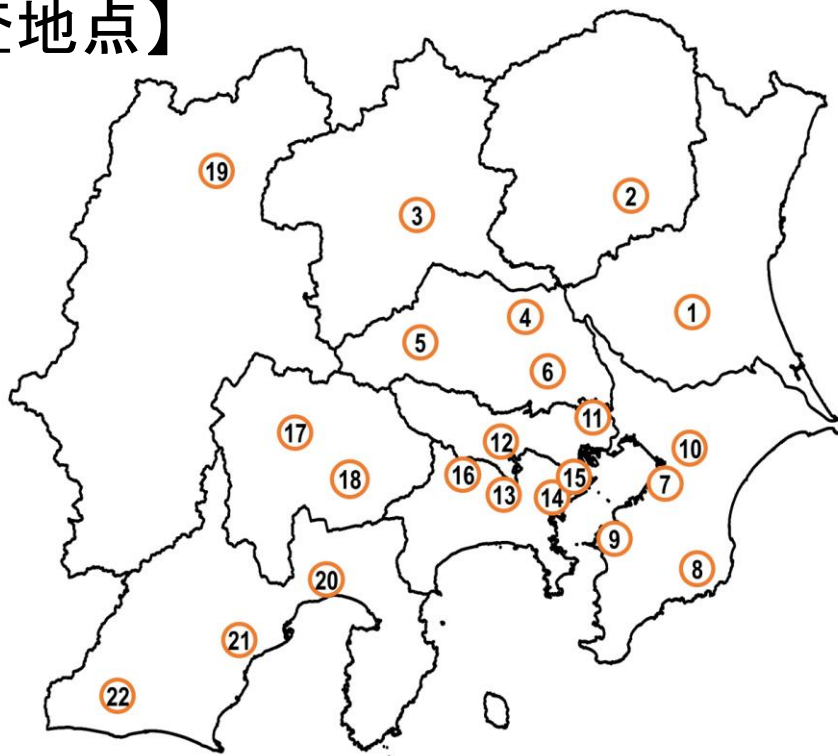
R3年度調査 PM2.5成分分析（四季）

調査方法

試料採取期間

春季	令和3年 5月13日（木）～ 5月27日（木）
夏季	令和3年 7月22日（木）～ 8月 5日（木）
秋季	令和3年10月21日（木）～ 11月 4日（木）
冬季	令和4年 1月22日（木）～ 2月 3日（木）

【調査地点】



Kana_

番号	地点名	場所
1	土浦	土浦保健所
2	真岡	真岡市役所
3	前橋	群馬県衛生環境研究所
4	鴻巣	鴻巣市役所
5	秩父	秩父局
6	さいたま	さいたま市役所
7	市原	千葉県環境研究センター
8	勝浦	勝浦小羽戸局（春～秋）
	勝浦	勝浦植野局(冬)
9	富津	富津市富津中学校
10	千葉	千城台わかば小学校測定局
11	綾瀬	東京都立東綾瀬公園
12	多摩	多摩市愛宕
13	大和	大和市役所
14	横浜	鶴見区潮田交流プラザ
15	川崎	市立田島支援学校
16	相模原	相模原市役所
17	甲府	山梨県衛生環境研究所
18	吉田	吉田局
19	長野	長野県環境保全研究所
20	富士	富士市救急医療センター
21	静岡	静岡市立服織小学校
22	浜松	浜松市立葵が丘小学校

調査方法

【試料採取】



例：神奈川県大和市役所
(一般環境大気測定局)

Kanagawa Prefectural Government

OC: 有機炭素
EC: 元素状炭素
WSOC: 水溶性有機炭素

環境省のPM2.5成分測定マニュアルに準拠



10時開始の24時間
連続採取



PTFE及び石英フィルタ

分析

イオン成分

(イオンクロマトグラフ等)
 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ ,
 K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}

無機成分

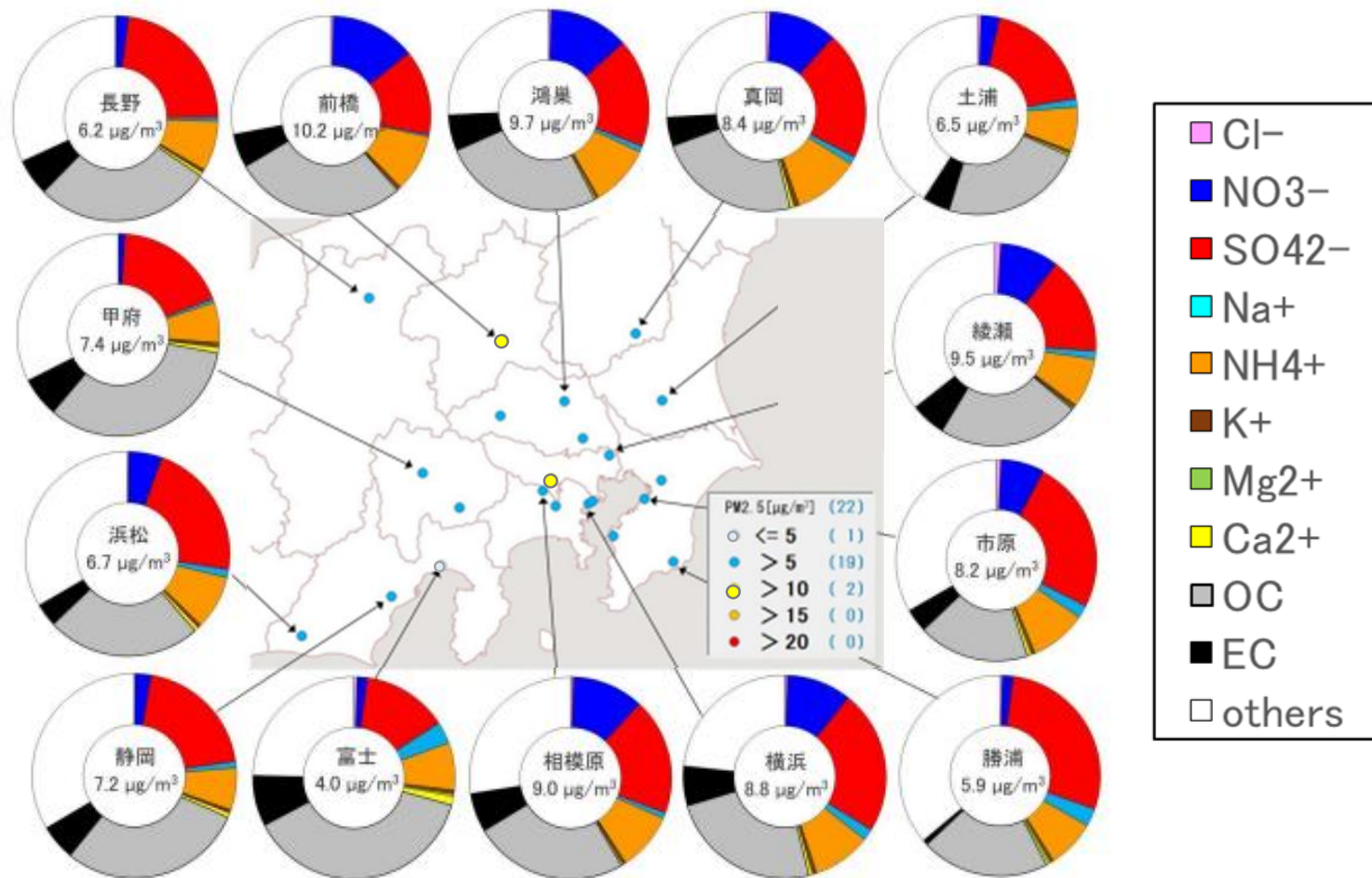
(ICP-MS等)
V, Cr, Mn, Feなど約30元素

炭素成分

(炭素分析装置、TOC計等)
OC、EC、WSOCなど

質量濃度

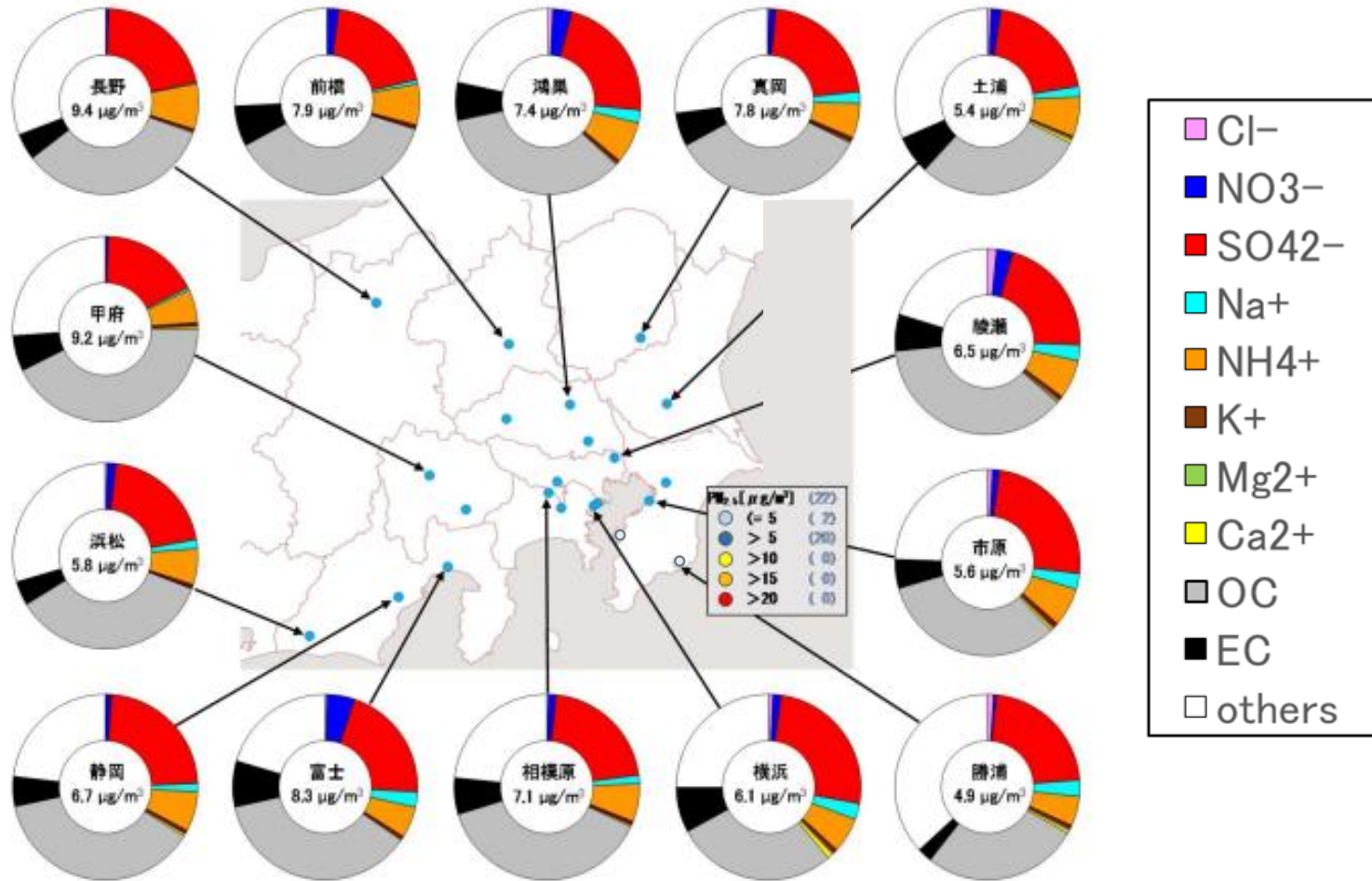
(重量法等)
※神奈川県は委託



- PM2.5全地点平均濃度: $8.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(最大: $10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 最小: $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- 主要成分: 有機炭素、硫酸イオン

夏季の概況

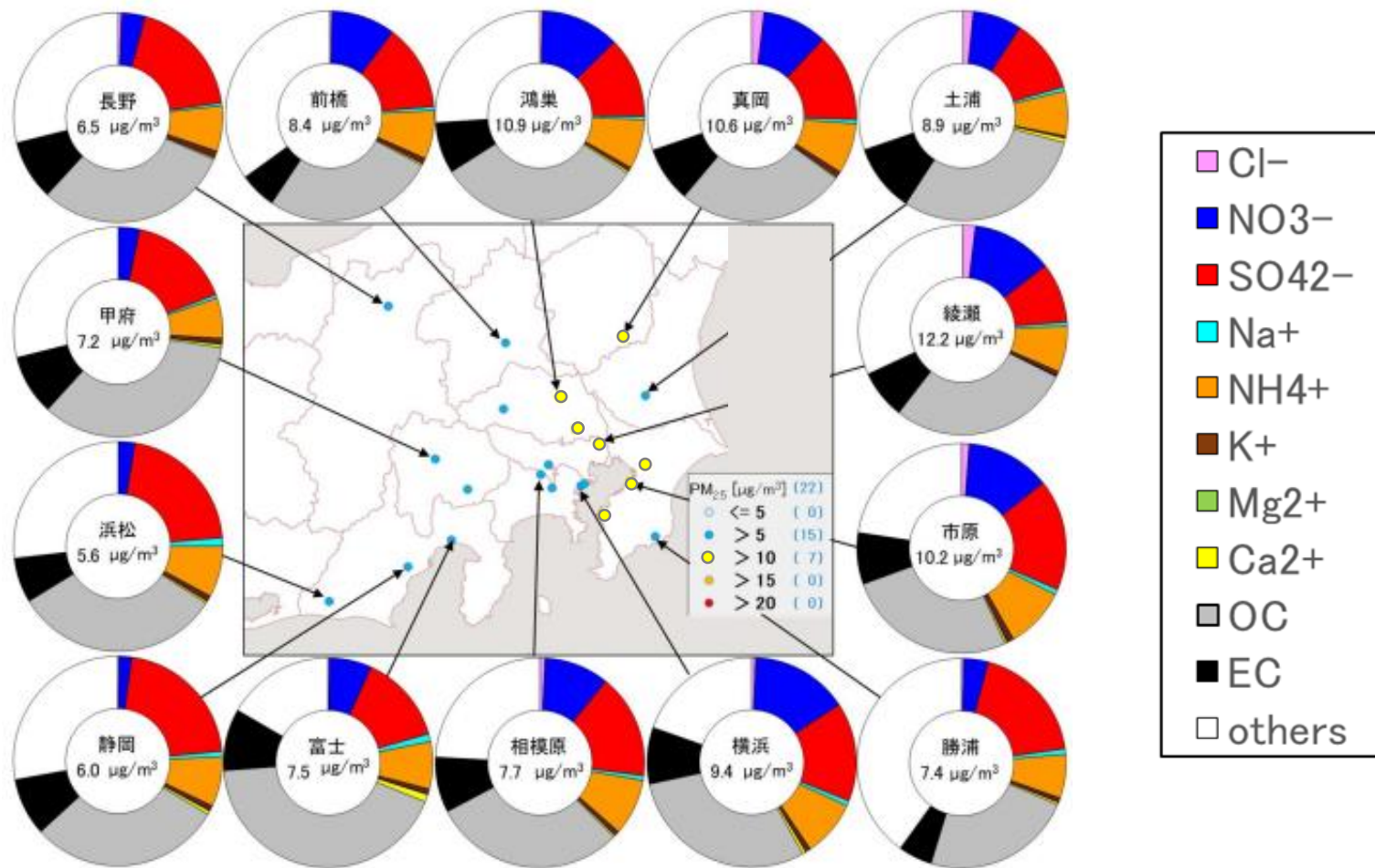
令和3年 7月22日(木) ~ 8月5日(木)



- PM2.5全地点平均濃度: $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(最大: $9.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 最小: $4.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

● 主要成分: 有機炭素、**硫酸イオン**

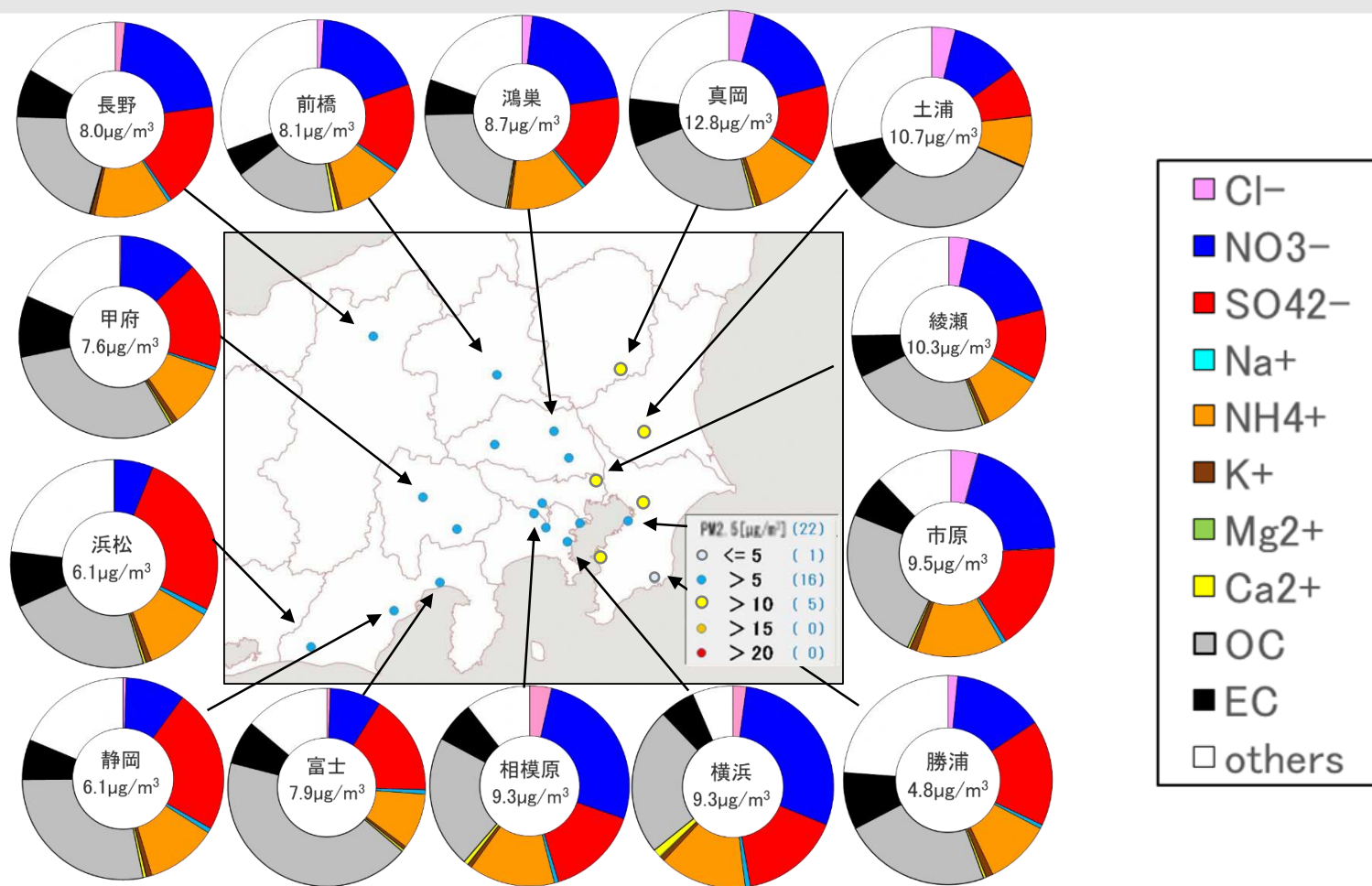
● **硝酸**及び**塩化物イオン**は非常に低濃度 ⇒ 気温が高く粒子化しにくい



- PM2.5全地点平均濃度: $8.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(最大: $12.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 最小: $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- 主要成分: 有機炭素、硫酸イオン、硝酸イオン
- 相対的に濃度の高い地域は、関東平野の中央部及び東部に分布
(硝酸イオン、有機炭素、元素状炭素の濃度も同様)

冬季の概況

令和4年 1月22日(木) ~ 2月3日(木)



- PM2.5全地点平均濃度: $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(最大: $12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 最小: $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- 主要成分: 有機炭素、硝酸イオン、硫酸イオン、アンモニウムイオンが拮抗
- PM2.5濃度は関東甲信静の東側で高く、西側で低い傾向
(硝酸イオン、有機炭素、元素状炭素も同様)

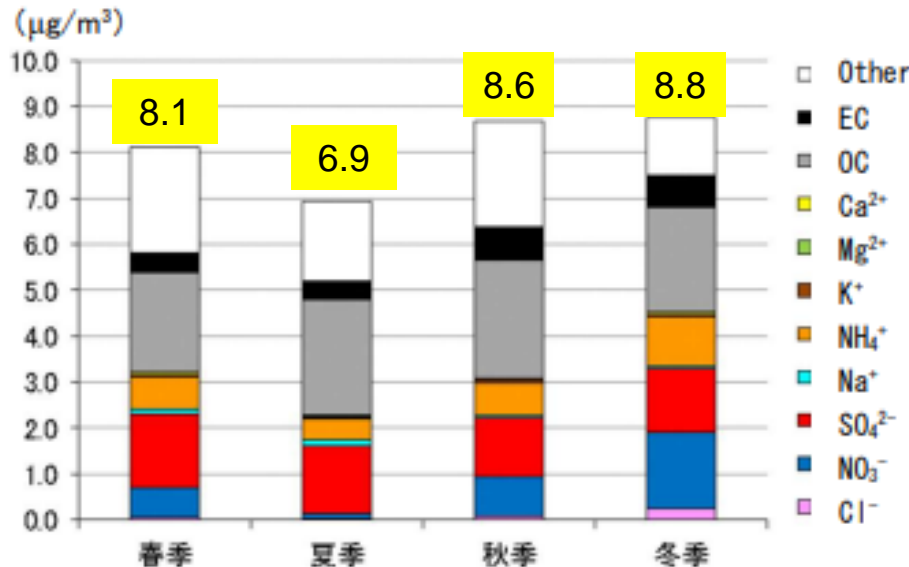
四季の比較

PM2.5平均濃度の階級分布

階級	質量濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0~5 (≤ 5)	5~10 (> 5)	10~15 (> 10)	15~20 (> 15)	20~ (> 20)	計
度数(地点数)	春季	1	19	2	0	0	22
	夏季	2	20	0	0	0	22
	秋季	0	15	7	0	0	22
	冬季	1	16	5	0	0	22
	合計	4	70	14	0	0	88

- 全体的に低い水準
- 春季と夏季はほとんどの地点で $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていた
- 年間を通して $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る地点はなかった

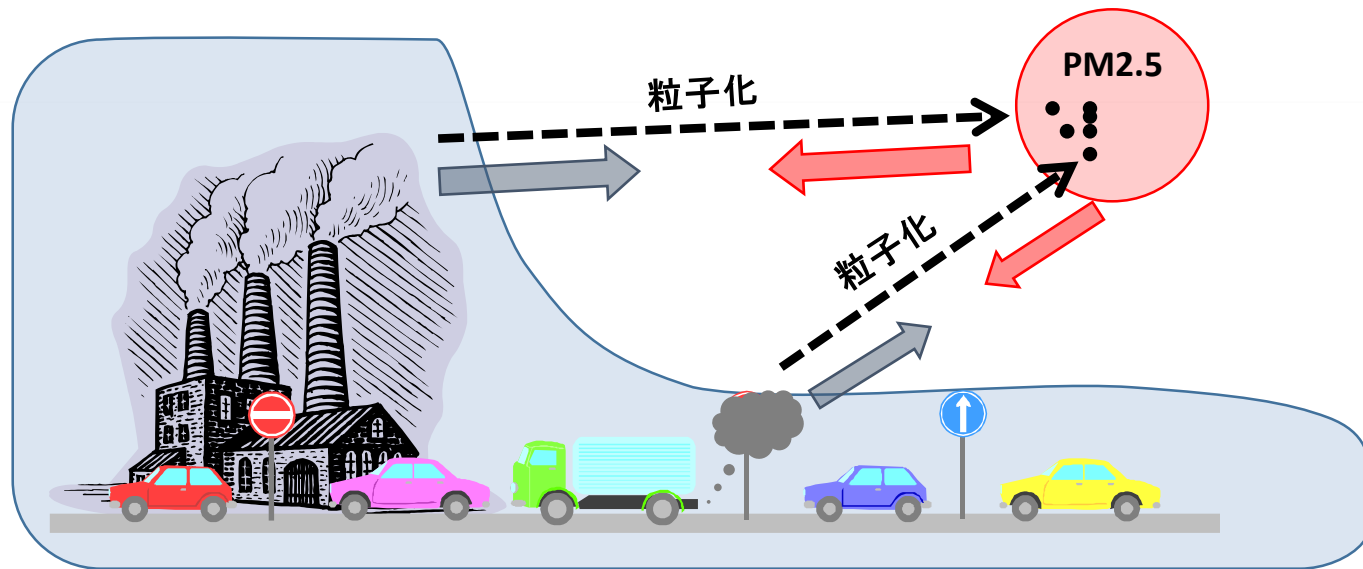
各季節におけるPM2.5平均濃度及び主要成分組成(全地点平均)



- PM2.5平均濃度: 冬 > 秋 > 春 > 夏
- 主要成分組成
 - 有機炭素 (年間を通して26~36%)
 - 硫酸イオン (年間を通して20%程度)
 - 硝酸イオンは夏に2%、冬に19%
- すべての季節で主要5成分(硫酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン、有機炭素、元素状炭素)で約7割以上を占める

R3年度調査 PM2.5成分分析結果での 発生源寄与解析

発生源寄与解析の方法

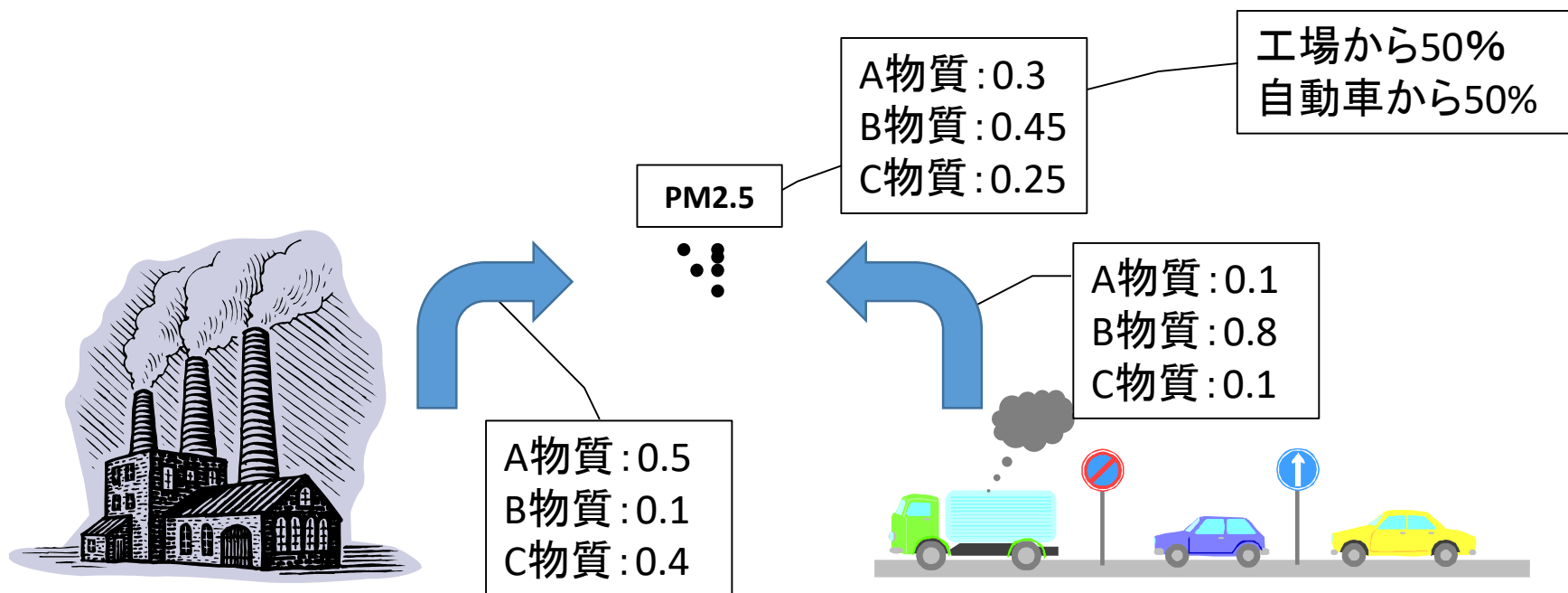


- 手法1：統計的手法（レセプターモデル）
実際に測定した各成分分析の結果を使う。
- 手法2：シミュレーション法（ソースモデル）
発生源及び気象のデータから濃度を推計する。

発生源寄与解析の方法

CMB (Chemical Mass Balance) 法

各発生源から出る粒子に何がどのくらい含まれているか（発生源プロファイル）わかっている場合に、そのパターンと実際に採取した試料中の構成濃度を比較し、各々の発生源の寄与を推定する方法。



発生源寄与解析の方法

【使用モデル】

EPA-CMB8.2

【対象期間】

PM2.5成分測定期間

【発生源データ】

- ・6発生源: 東京都微小粒子状物質検討会報告書
- ・2発生源: プロファイル更新 飯島明宏: 環境省環境研究総合推進費 5B-1101 終了成果報告書, 菅田誠治編, 2014 年
- ・二次粒子

土壌・道路粉じん

二次(硫酸塩): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

海塩粒子

二次(硝酸塩): NH_4NO_3

鉄鋼工業

二次(塩化物): NH_4Cl

自動車排ガス

二次(OC): $\text{OC} \times 1.6$

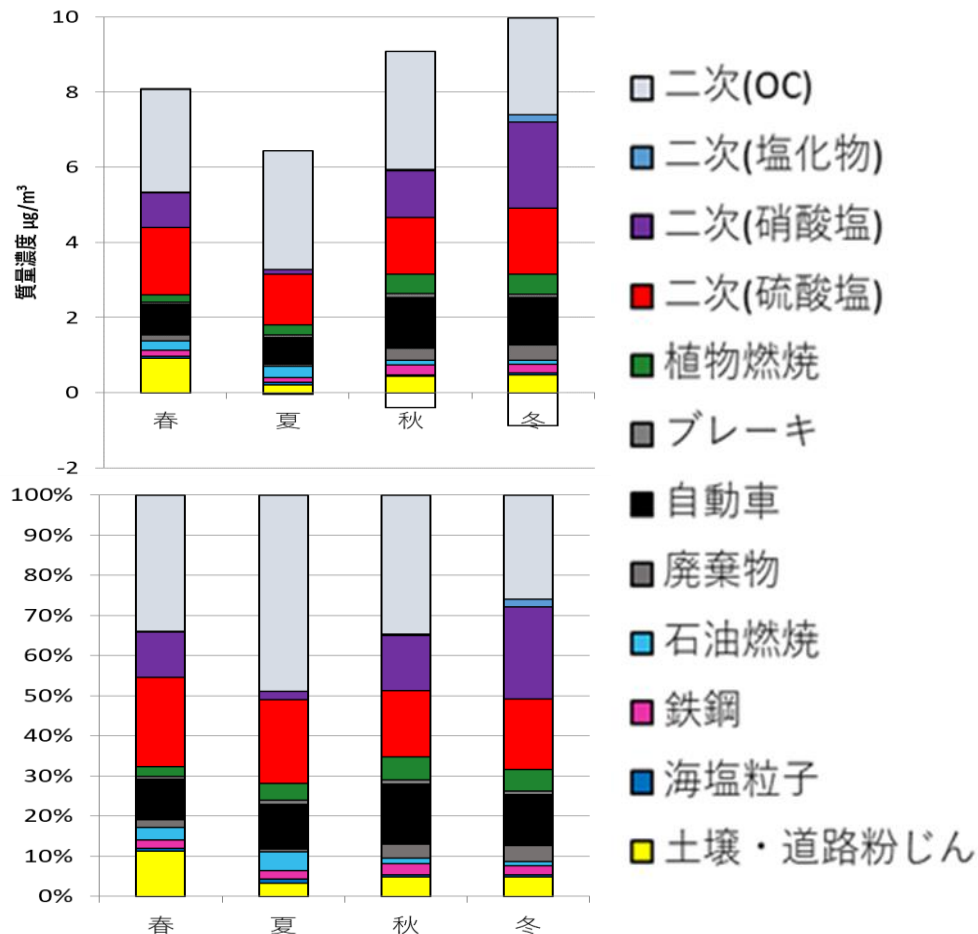
ブレーキ粉じん

植物燃焼

石油燃焼

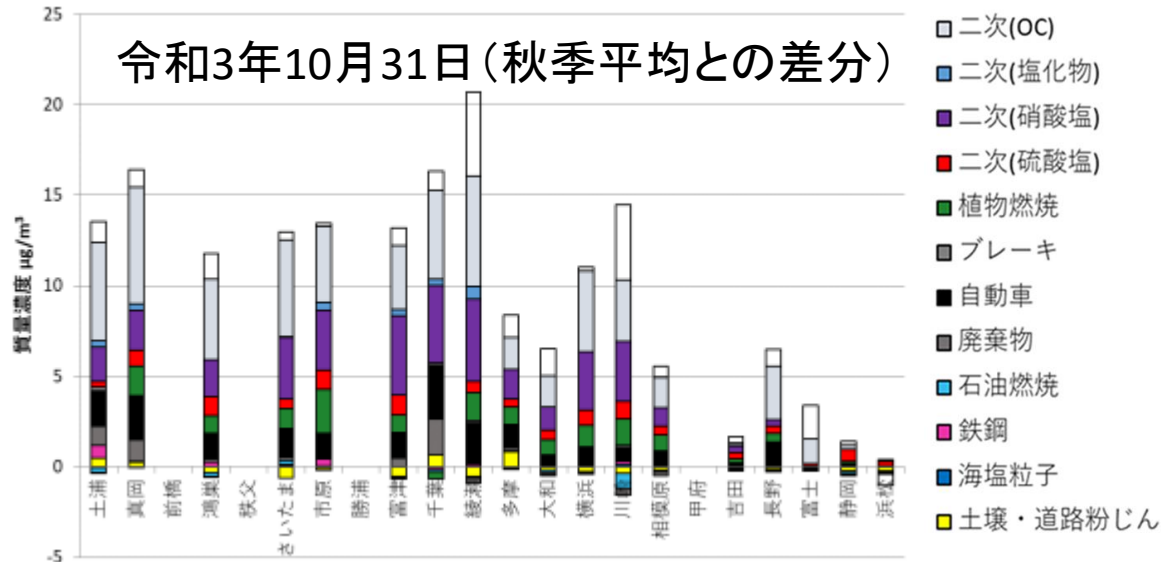
廃棄物燃焼

発生源寄与解析の四季の結果

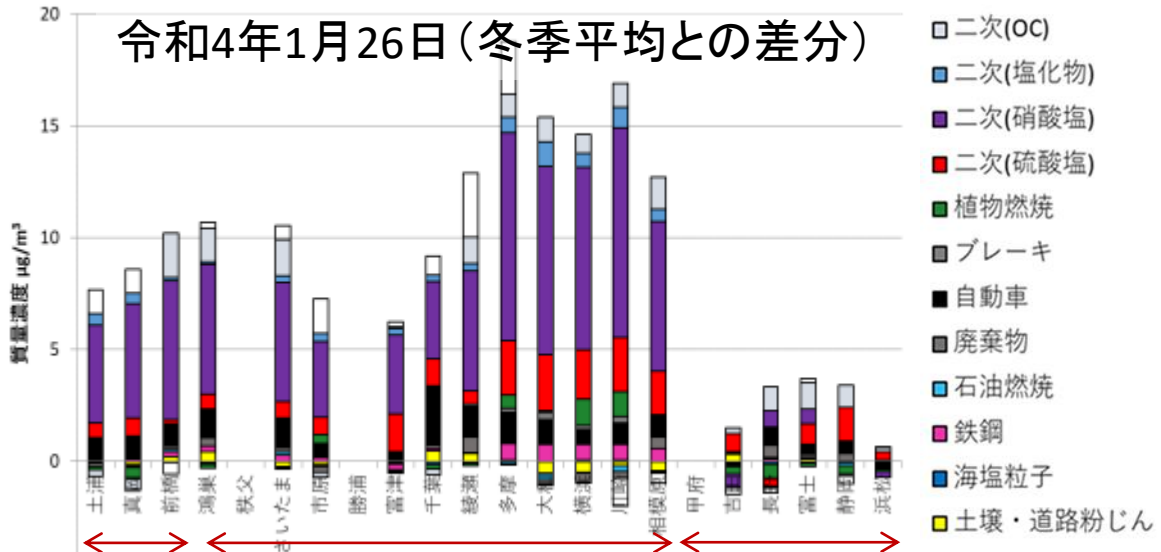


- 全季節で二次粒子の寄与が大きく、60～70%程を占める
- 二次(OC(有機炭素))は夏に高く、二次(硝酸塩)は冬に高い傾向が見られたが、二次(硫酸塩)は季節変動が見られなかった。
- 一次粒子では自動車排ガスが年間を通して高く、春に土壌・道路粉じん、夏に石油燃焼、秋冬に廃棄物や植物燃焼が若干高くなる傾向が見られた。

高濃度日の発生源寄与 (各季節平均との差分)



- 10/31は綾瀬(東京都)及び千葉県、栃木、茨城、埼玉県などの地点で高濃度
- 自動車、植物燃烧、二次(硝酸塩)、二次(OC(有機炭素))が秋季平均より増

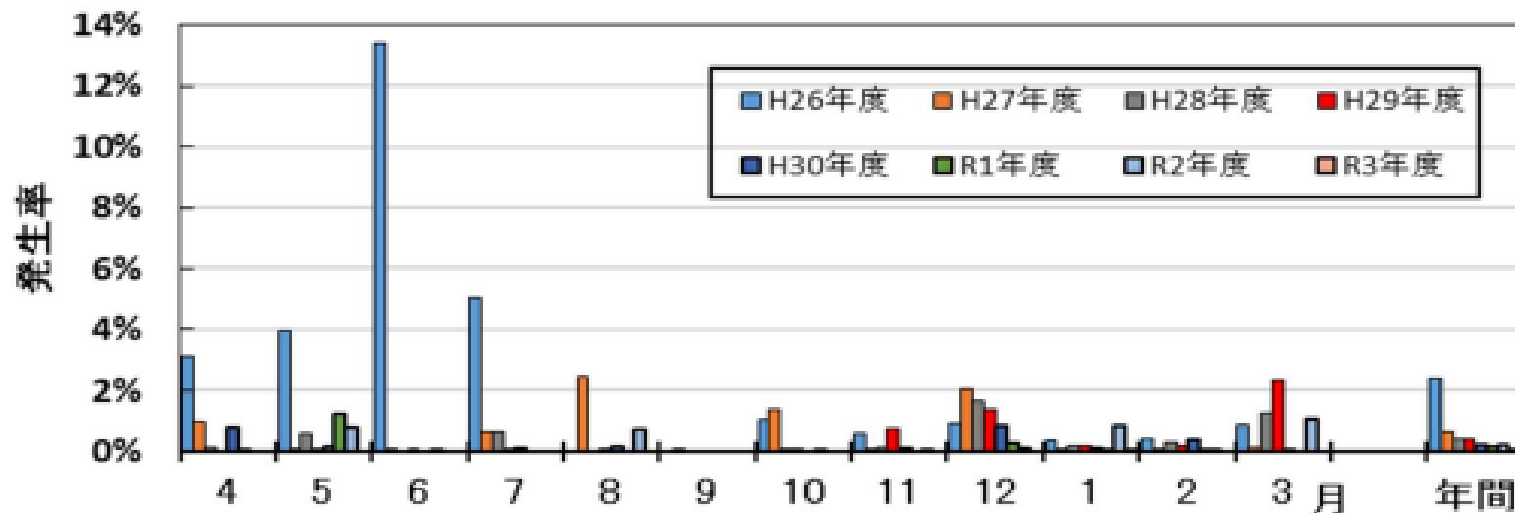
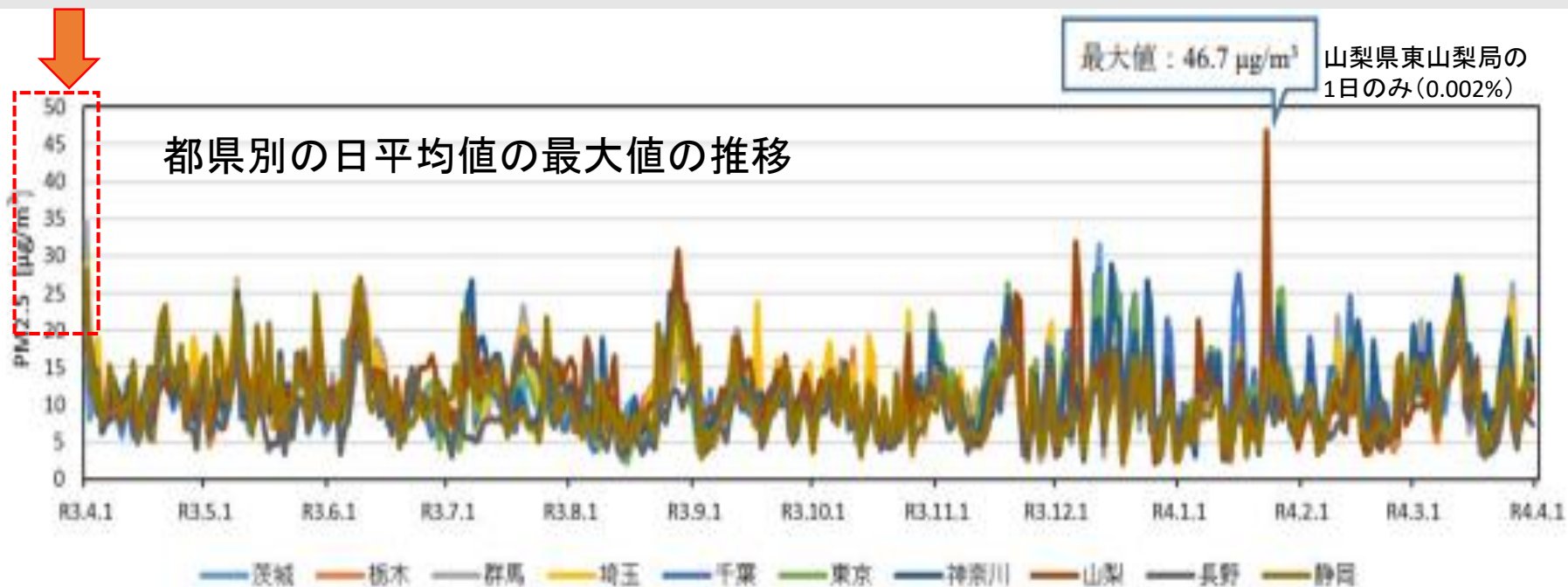


- 1/26は神奈川県、東京都で高濃度
- 二次(硝酸塩)が大幅増、二次(硫酸塩)も増

北関東 南関東 甲信静

R3年度調査 年間の常時監視データ による高濃度事象の詳細解析

高濃度事象の発生状況



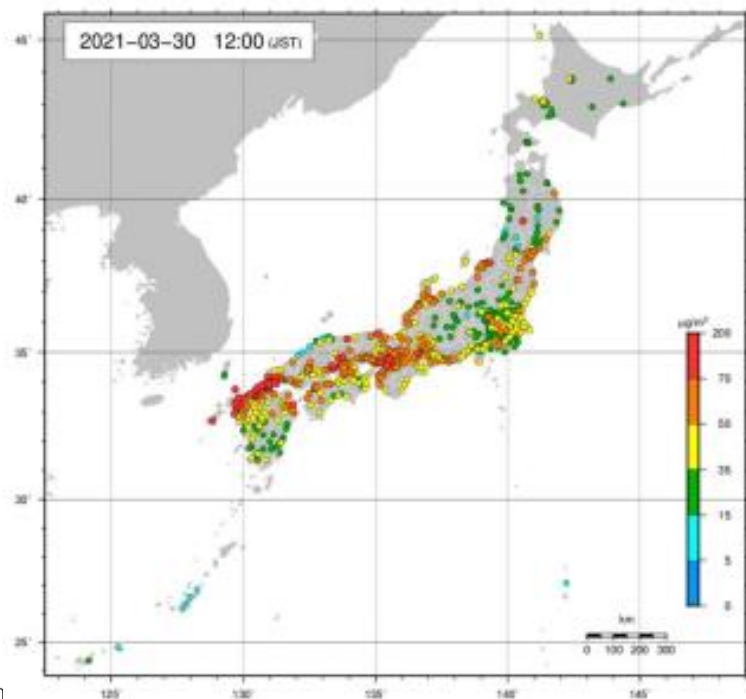
高濃度事象の詳細解析

期間

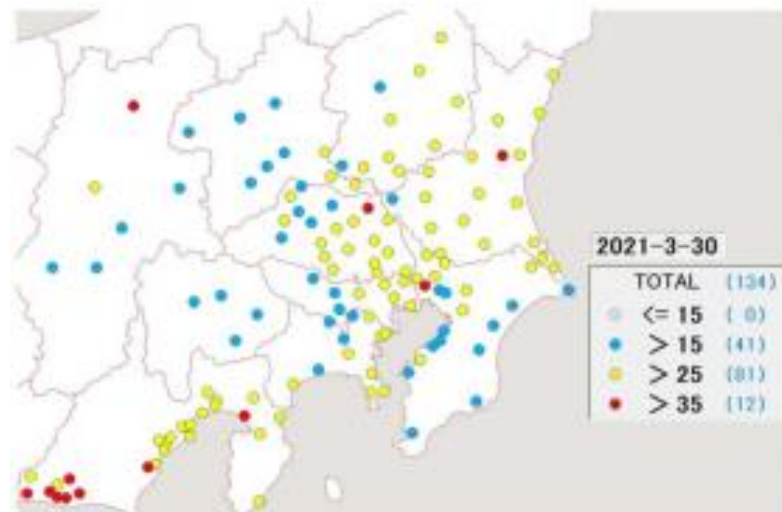
発生範囲

2021/3/30~31 茨城、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、長野、静岡

- 東京湾岸～静岡県沿岸部で高濃度
- 3月30日～31日は気象庁により黄砂が観測され、全国的にPM2.5濃度が高かった

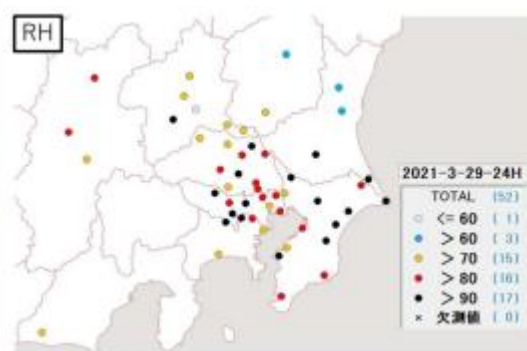
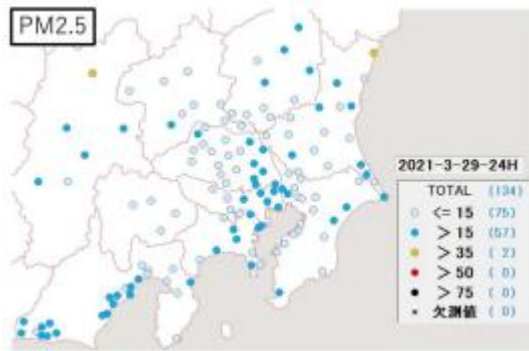
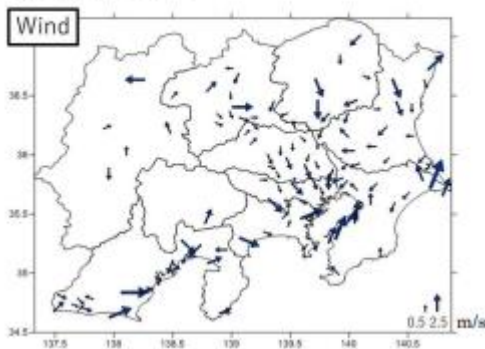


Kan

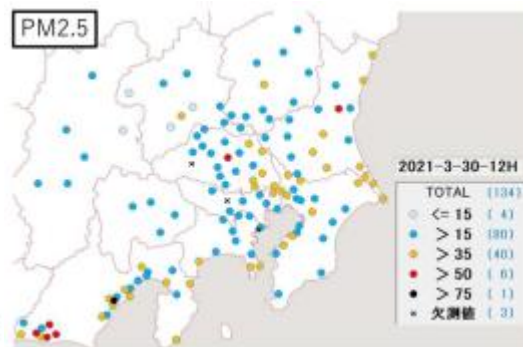
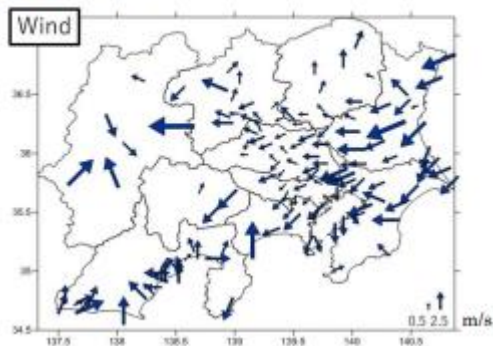


高濃度事象の詳細解析

3月29日 24:00

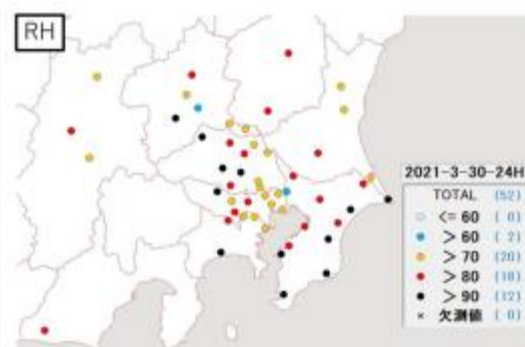
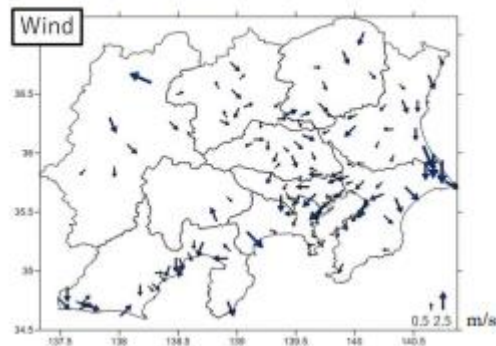


3月30日 12:00



- 夜遅くから未明にかけての高湿度、微風
- 日中の気温上昇
- 埼玉県、東京都付近で微風
→Ox濃度も上昇
- 地域的に発生した大気汚染物質が滞留しやすい

3月30日 24:00



まとめ

- 令和3年度各季節の調査期間におけるPM2.5濃度の全地点平均値は、すべて $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回る低い水準となっていた
- 平均組成については、主要成分である有機炭素、硫酸イオンは年間を通して、硝酸イオンは主に冬季に高い傾向がみられた
(硫酸イオンの季節変動がないのが特徴)
- 発生源寄与解析の結果、二次粒子の寄与が6~7割と高くなった
二次粒子: 有機炭素は夏に高く、硝酸塩は冬に高い傾向。硫酸塩は年間通して一定の寄与量があった
一次粒子: 自動車排ガスが年間通して高く、春に土壌・道路粉じん、夏に石油燃焼、秋冬に廃棄物・植物燃焼が若干高くなった
- 10/31、1/26については、その増加分の解析から高濃度の特徴の違いが確認された
- 令和3年度の高濃度事象は、年間で1地点1日のみであった。
- 令和3年3月30日~31日の高濃度事象の詳細解析では、黄砂を含む越境汚染に加え、風が弱く大気が滞留しやすい気象状況の影響があったと推察された

おわりに

- ◆ PM2.5は本調査地域内でも多くの地点で環境基準を達成しているが、東京都はPM2.5の年平均値を令和12年度までに10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下とする目標に掲げ、またWHO(世界保健機関)が大気汚染から健康を保護するためのガイドライン値を5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とするなど、PM2.5の更なる低減に向けた動きもある

⇒PM2.5の低減には、地域全体での連携が重要であり、本調査会議がそれに貢献するよう今後も活動していく

関東地方大気環境対策推進連絡会
微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議
HP: <http://kanto-spm.org/>