

東京都におけるPM_{2.5}の現状と 高濃度事例の発生要因

(公財)東京都環境公社

東京都環境科学研究所 環境資源研究科

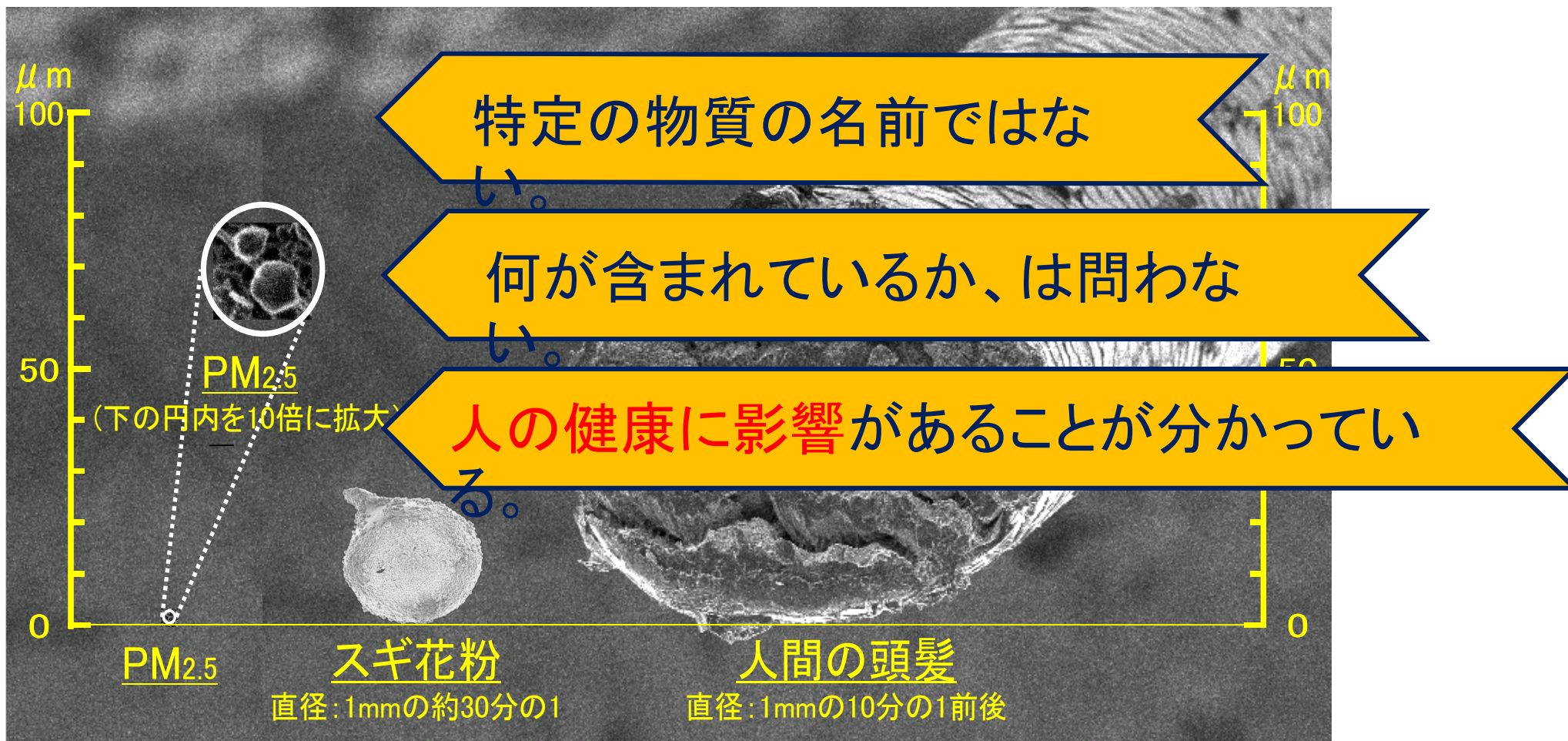
齊藤 伸治

目次

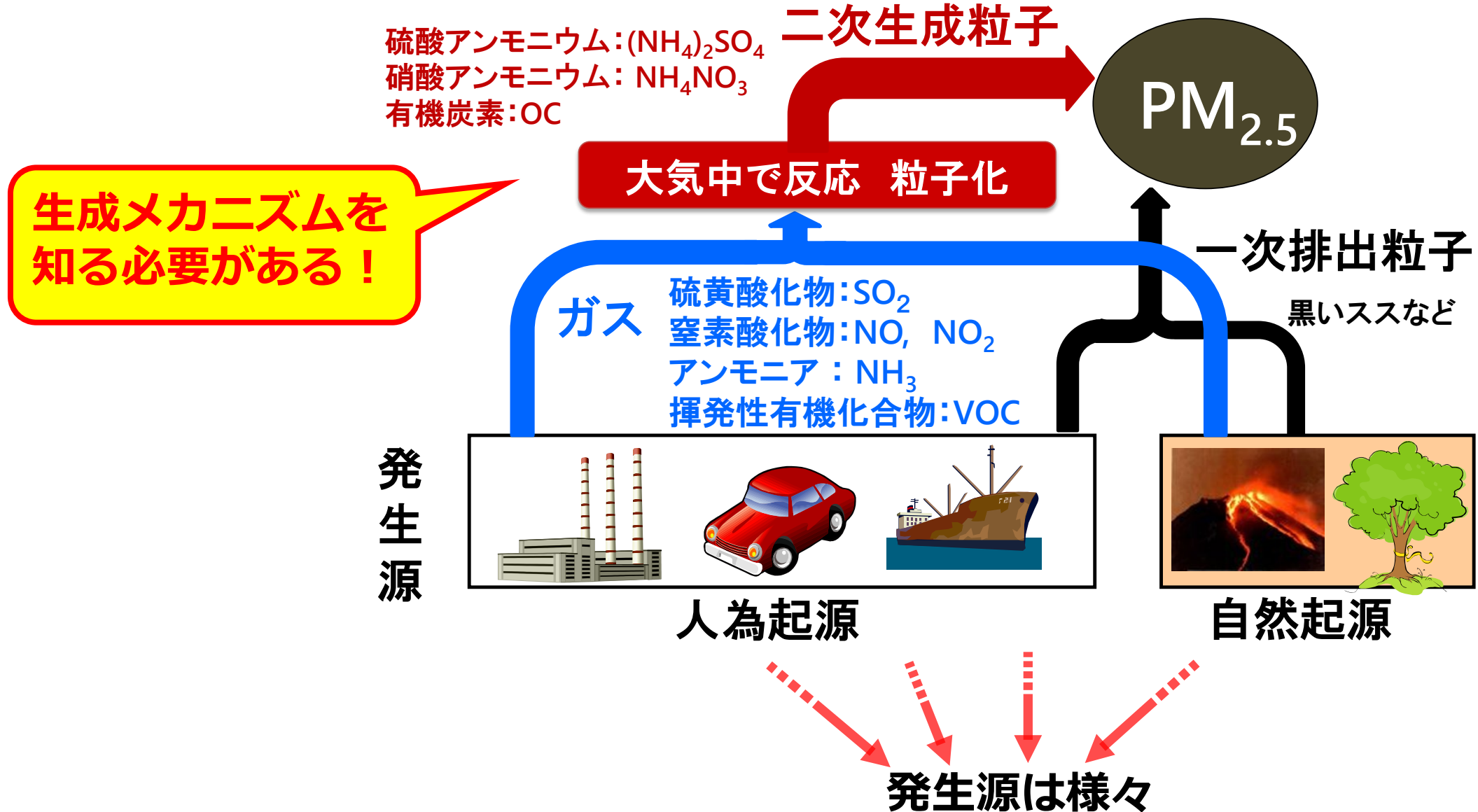
1. PM_{2.5}とは
2. 東京都におけるPM_{2.5}の現状
3. PM_{2.5}の高濃度事例発生要因
4. まとめと今後の取組み

PM_{2.5}とは

微小粒子状物質(PM_{2.5}): 大気中に浮かぶ粒径が2.5 μm以下の粒子



PM_{2.5}の生成機構



大気汚染物質の人体への影響と環境基準

日本における大気汚染に係る環境基準

大気汚染物質	環境基準	人および環境に及ぼす影響
二酸化硫黄(SO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1ppm以下であること。(48.5.16告示)	四日市喘息などのいわゆる公害病の原因物質であるほか、森林や湖沼などに影響を与える酸性雨の原因物質ともなる。
一酸化炭素(CO)	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。(48.5.8告示)	血液中のヘモグロビンと結合して、酸素を運搬する機能を阻害するなど影響を及ぼすほか、温室効果ガスである大気中のメタンの寿命を長くすることが知られている。
浮遊粒子状物質(SPM)	1時間値の1日平均値が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m ³ 以下であること。(48.5.8告示)	大気中に長時間滞留し、肺や気管などに沈着して呼吸器に影響を及ぼす。
二酸化窒素(NO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。(53.7.11告示)	呼吸器に影響を及ぼすほか、酸性雨及び光化学オキシダントの原因物質となる。
光化学オキシダント(O ₃)	1時間値が0.06ppm以下であること。(48.5.8告示)	いわゆる光化学スモッグの原因となり、粘膜への刺激、呼吸器への影響を及ぼすほか、農作物など植物への影響も観察されている。
微小粒子状物質(PM _{2.5})	1年平均値が15μg/m ³ 以下であり、かつ、1日平均値が35μg/m ³ 以下であること。(H21.9.9告示)	疫学及び毒性学の数多くの科学的知見から、呼吸器疾患、循環器疾患及び肺がんの疾患に関して総体として人々の健康に一定の影響を与えていることが示されている。

各国におけるPM_{2.5}の環境基準

	年平均値	日平均値	備考
米国	12 μg/m ³	35 μg/m ³	1997年 基準制定 2013年 基準改定
EU	20 μg/m ³	—	2008年 基準制定
中国	35 μg/m ³	75 μg/m ³	2012年 基準制定 2016年 規制開始 (一部地域で先行実施)
WHO	10 μg/m ³	25 μg/m ³	指針値
日本	15 μg/m ³	35 μg/m ³	2009年 基準制定

環境基準とは

人の健康の保護および生活環境の保全のうえで「維持されることが望ましい」基準
施策を実施していく上での行政目標

目次

1. PM_{2.5}とは
- 2. 東京都におけるPM_{2.5}の現状**
3. PM_{2.5}の高濃度事例発生要因
4. まとめと今後の取組み

PM_{2.5}の常時監視測定

一般環境大気測定局 (一般局)



測定局名		測定局名		測定局名		測定局名		測定局名	
① 千代田区神田司町	⑪ 大田区東糀谷	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
② 中央区晴海	⑫ 世田谷区世田谷	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
③ 港区高輪	⑬ 世田谷区成城	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
④ 港区台場	⑭ 渋谷区宇田川町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
⑤ 国設東京(新宿)	⑮ 中野区若宮	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
⑥ 文京区本駒込	⑯ 杉並区久我山	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
⑦ 江東区大島	⑰ 荒川区南千住	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
⑧ 品川区豊町	⑱ 板橋区本町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
⑨ 品川区八潮	⑳ 練馬区北町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町
⑩ 目黒区碑文谷		⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町	⑲ 練馬区石神井町

○ 檜原

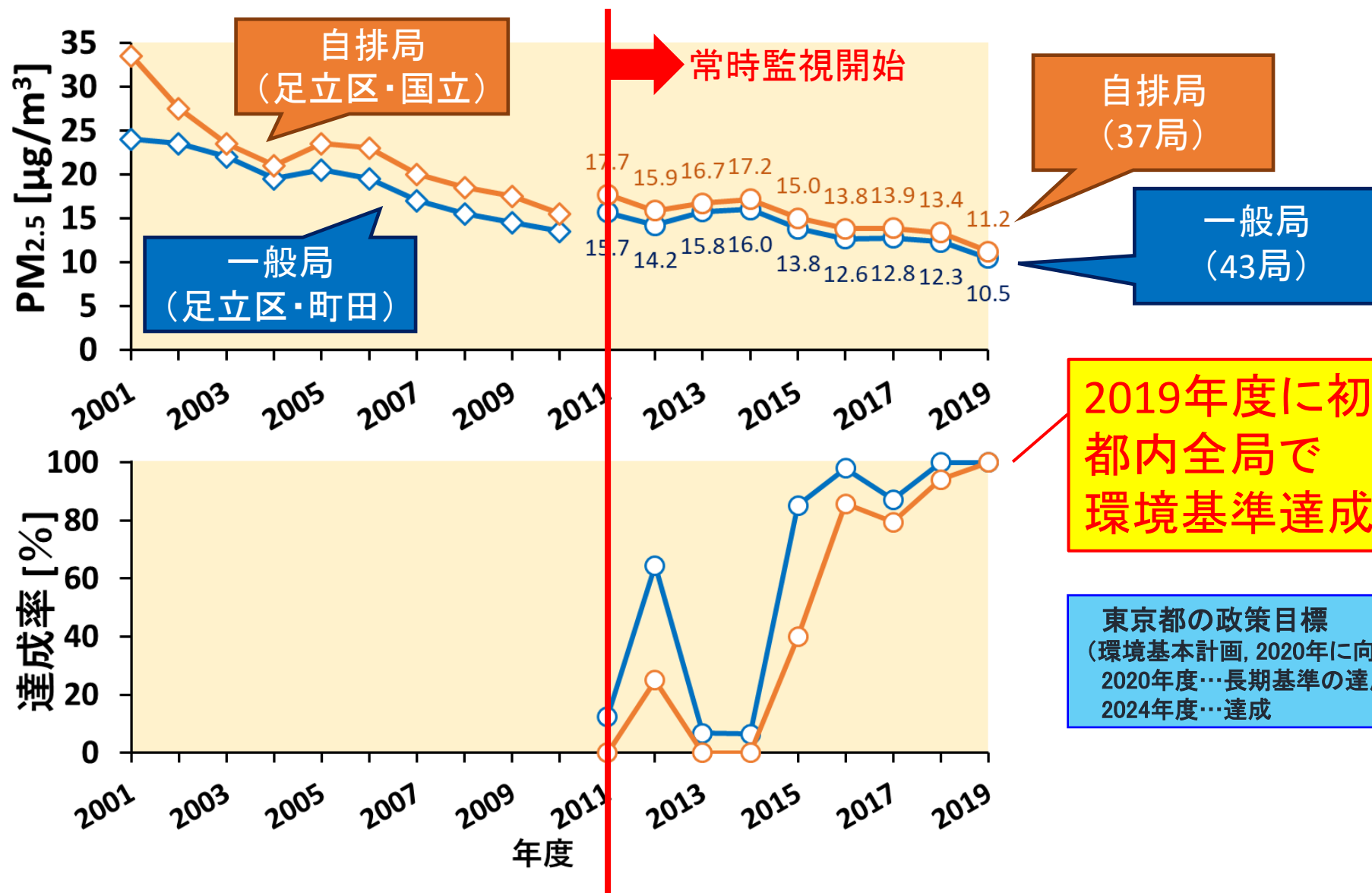
自動車排出ガス測定局 (自排局)



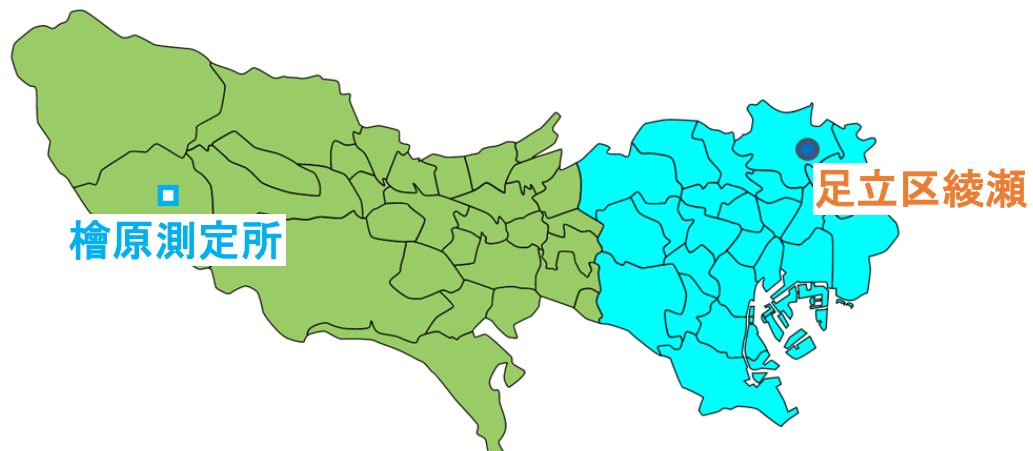
測定局名		測定局名		測定局名		測定局名	
① 日比谷交差点	⑪ 中原口交差点	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
② 永代通り新川	⑫ 山手通り大坂橋	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
③ 第一京浜高輪	⑬ 環七通り柿の木坂	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
④ 新目白通り下落合	⑭ 環七通り松原橋	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
⑤ 春日通り大塚	⑮ 中原街道南千束	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
⑥ 明治通り大関横町	⑯ 環八通り千鳥	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
⑦ 水戸街道東向島	⑰ 玉川通り上馬	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
⑧ 京葉道路亀戸	⑱ 環八通り八幡山	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
⑨ 三ツ目通り辰巳	⑲ 甲州街道大原	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草
⑩ 北品川交差点	⑳ 山手通り東中野	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草	⑲ 早稲田通り下井草

PM_{2.5}濃度と環境基準達成率の推移

年平均値



区部とバックグラウンドとの比較



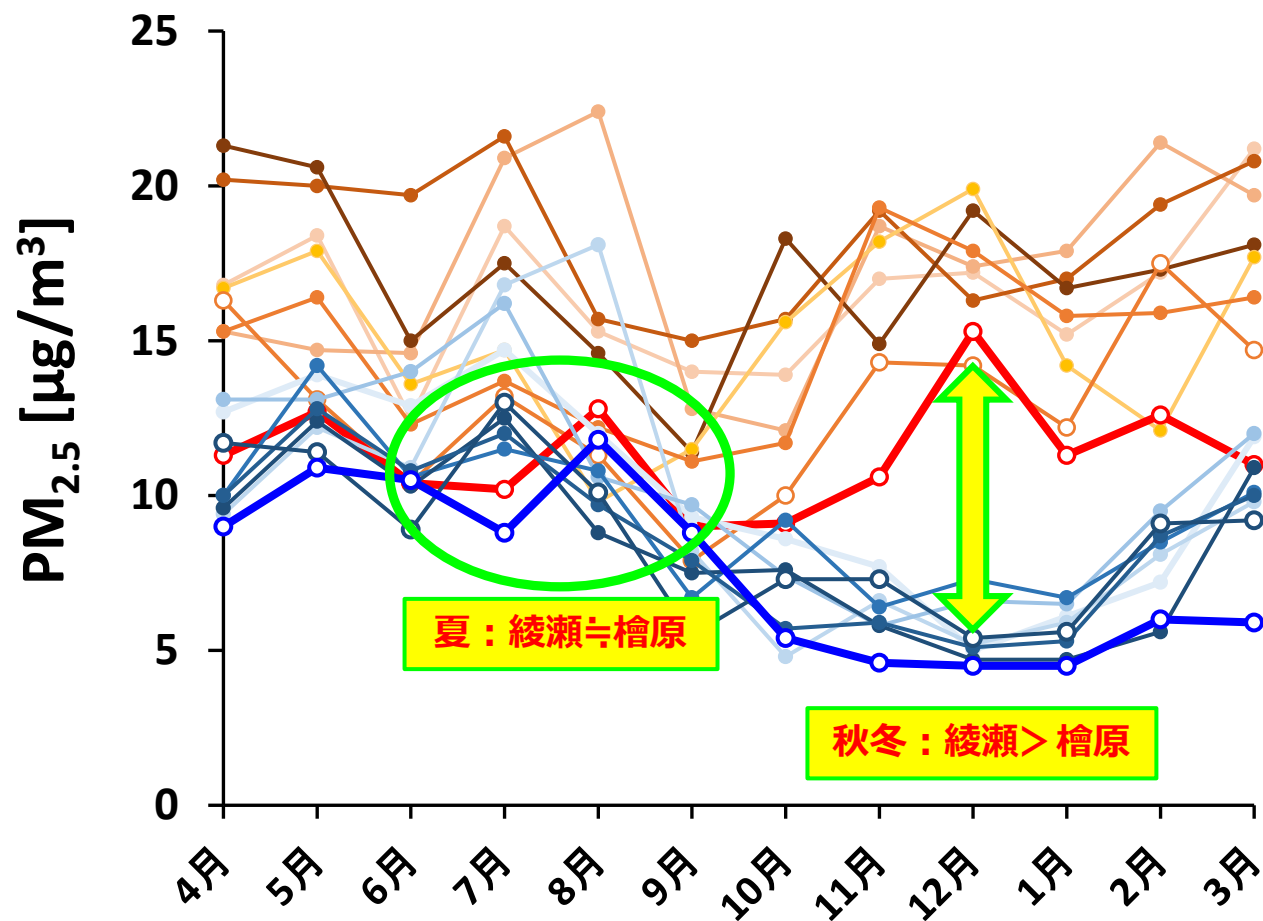
檜原測定所

足立区綾瀬

檜原測定所



足立区綾瀬



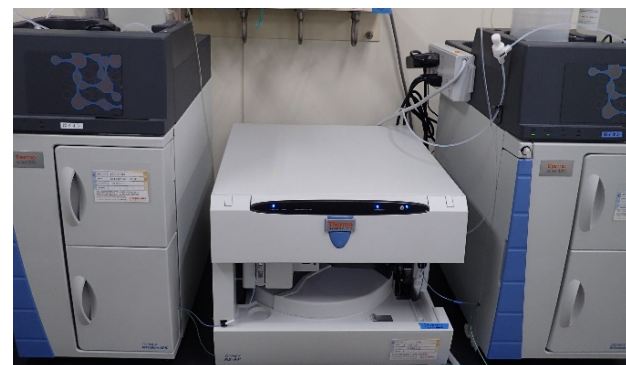
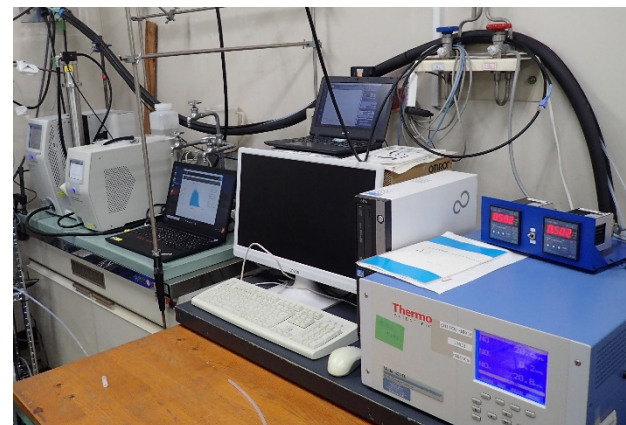
目次

1. PM_{2.5}とは
2. 東京都におけるPM_{2.5}の現状
3. PM_{2.5}の高濃度事例発生要因
4. まとめと今後の取組み

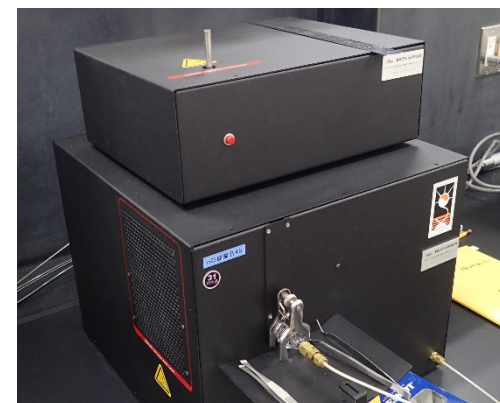
当研究所のPM_{2.5}測定

高濃度事例
の前に...

大気観測室 (ガス成分, 粒子個数濃度等)



水溶性イオン成分 (イオンクロマト分析)

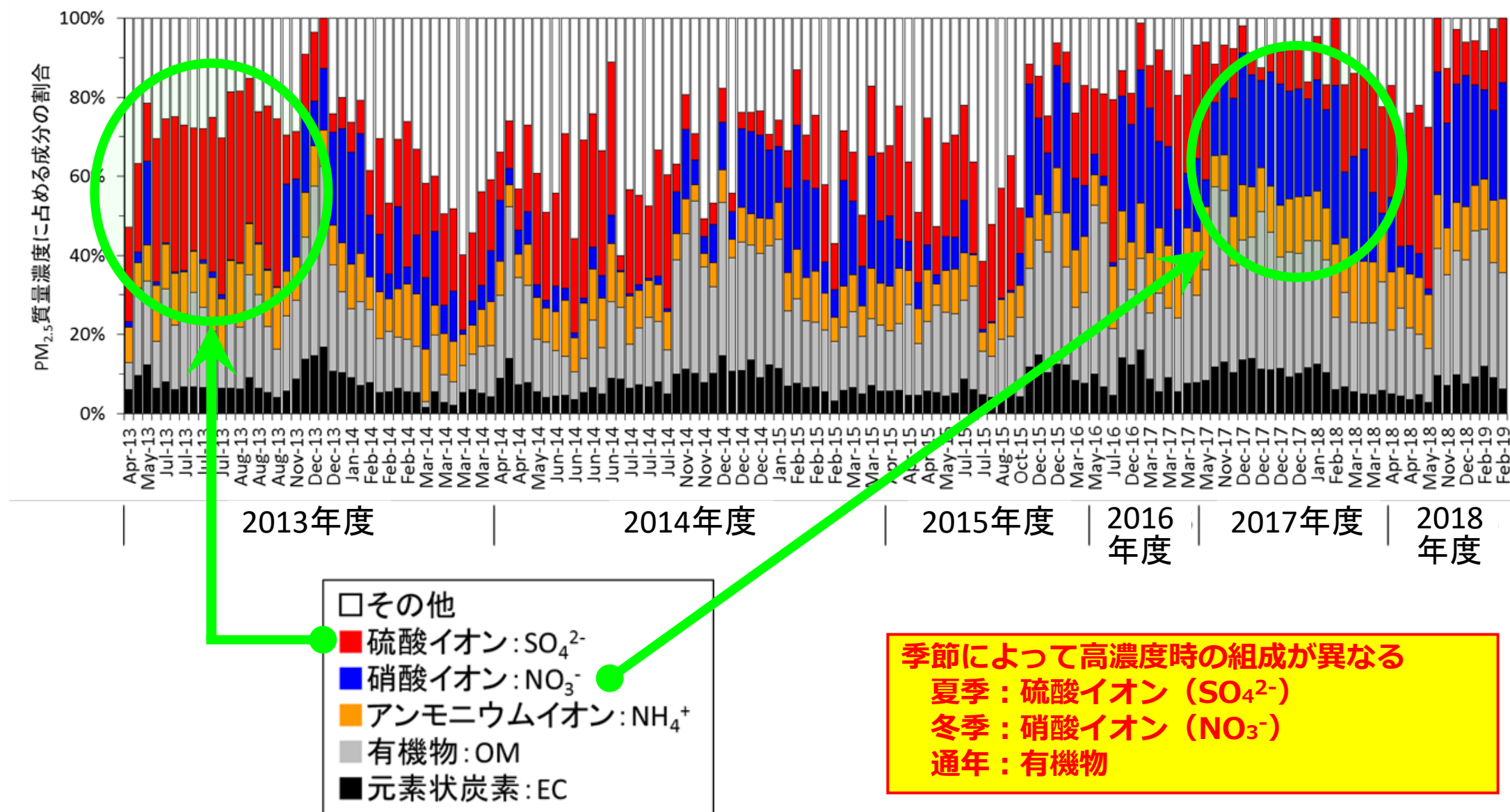


炭素成分

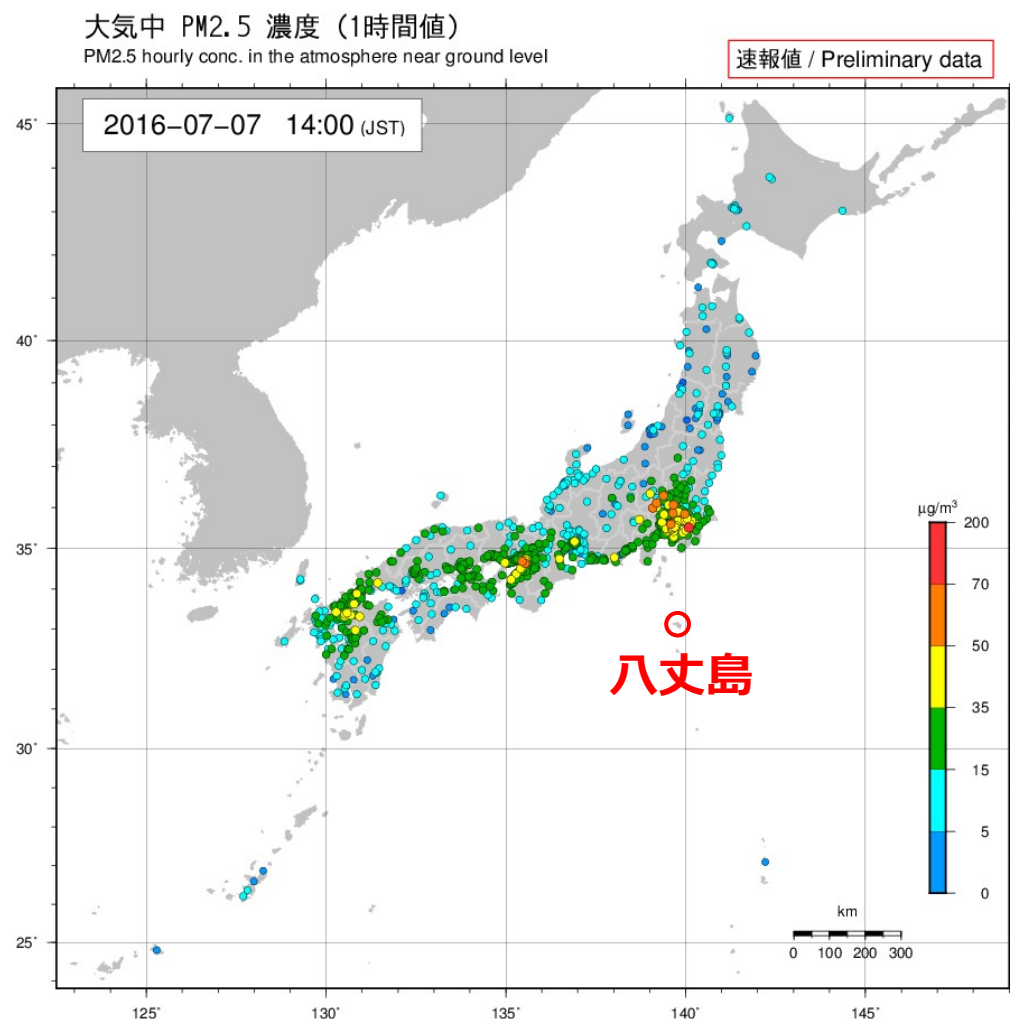
屋上に設置したPM_{2.5}捕集装置



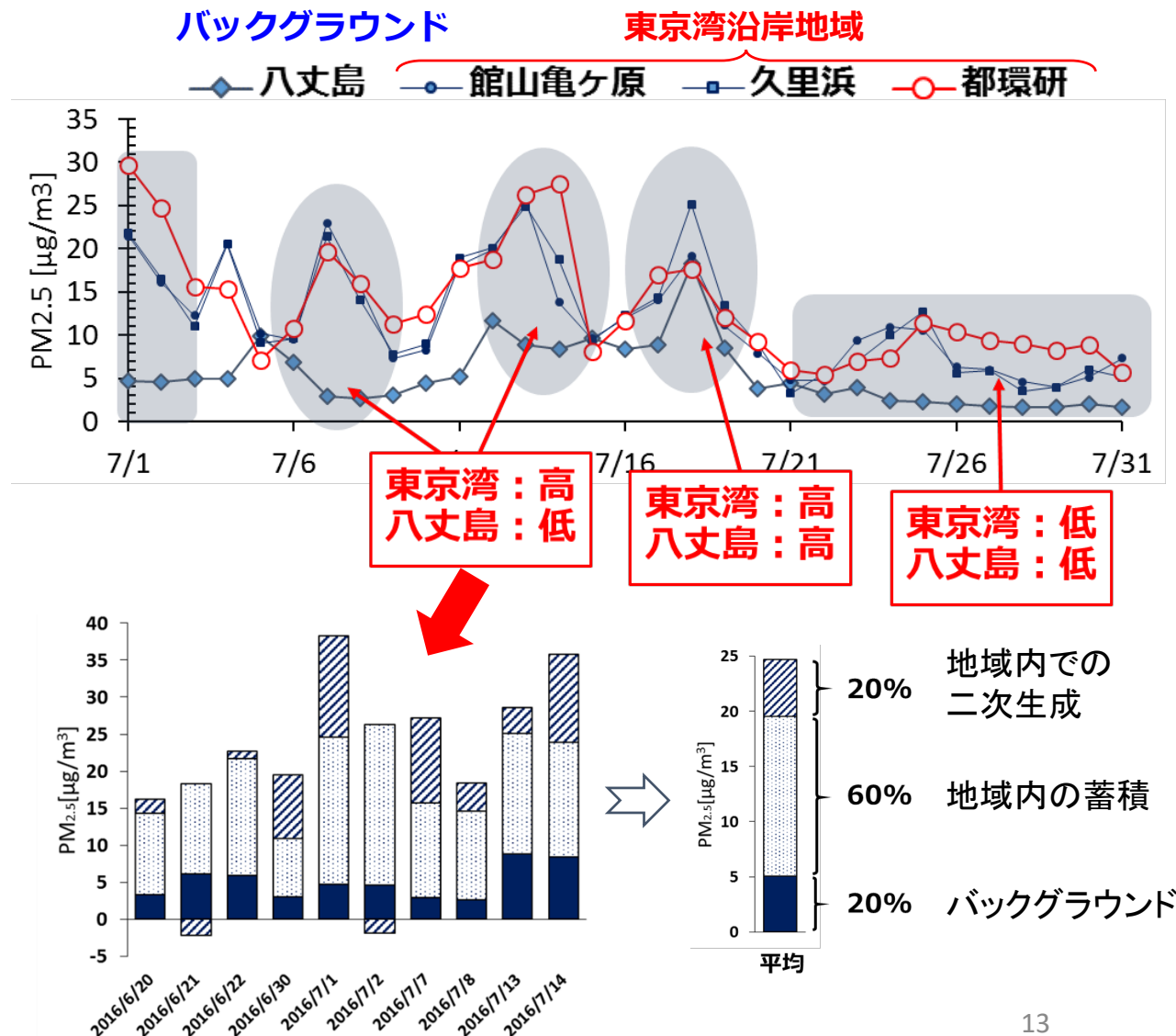
短期基準超過日におけるPM_{2.5}の化学成分組成



事例① 夏に発生する高濃度

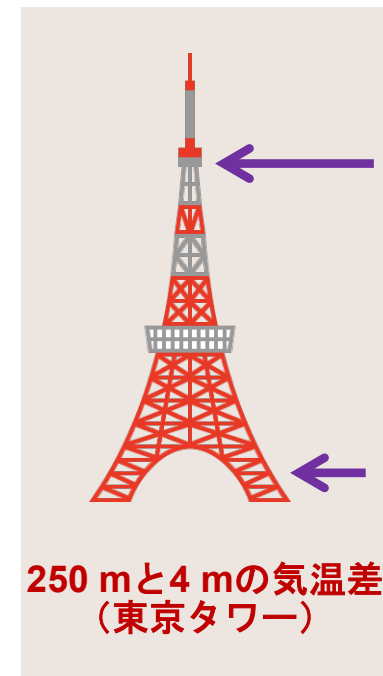
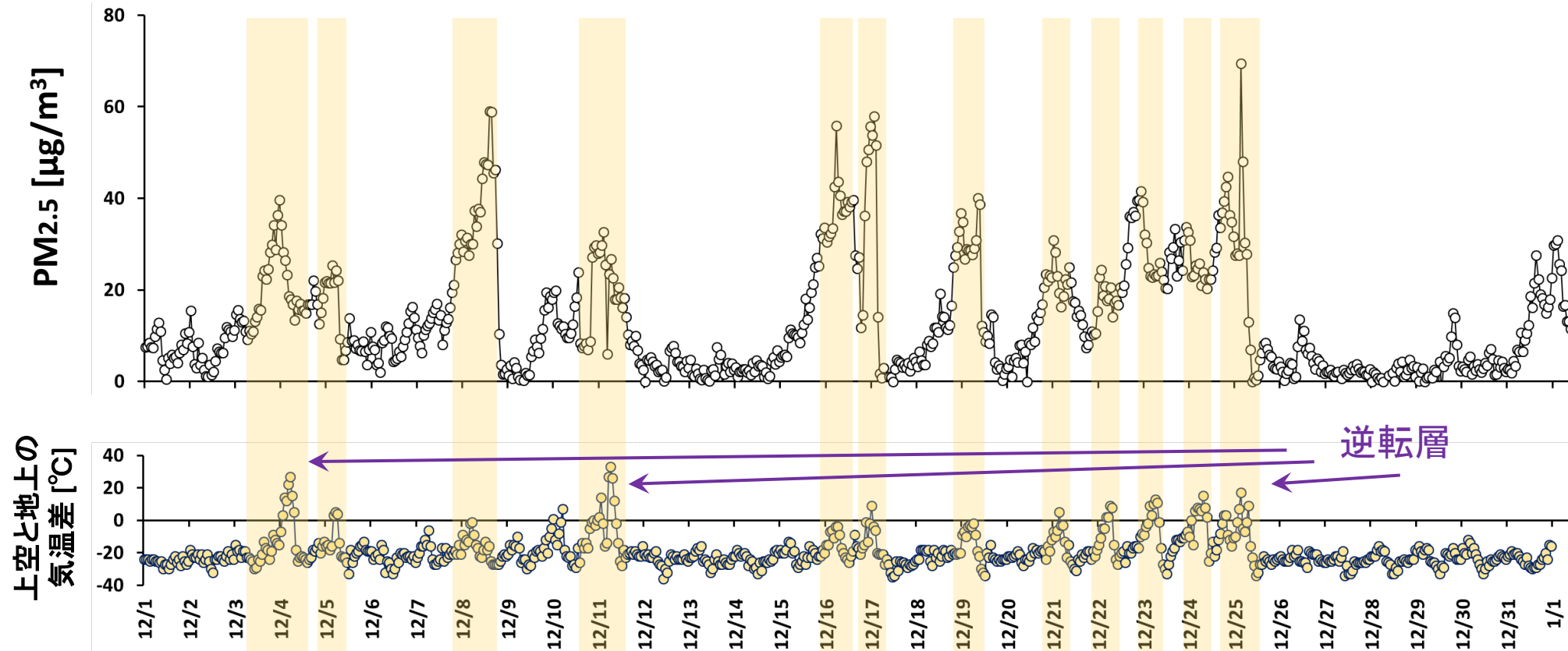


データ出典: 環境省そらまめ君 / Data source: Soramame-Boy (provided by Ministry of Environment, Japan)
作図: 国立環境研究所 / Graphic: National Institute for Environmental Studies, Japan
(c) 2017 National Institute for Environmental Studies, Japan. CC-BY 4.0 International



事例② 冬に発生する高濃度

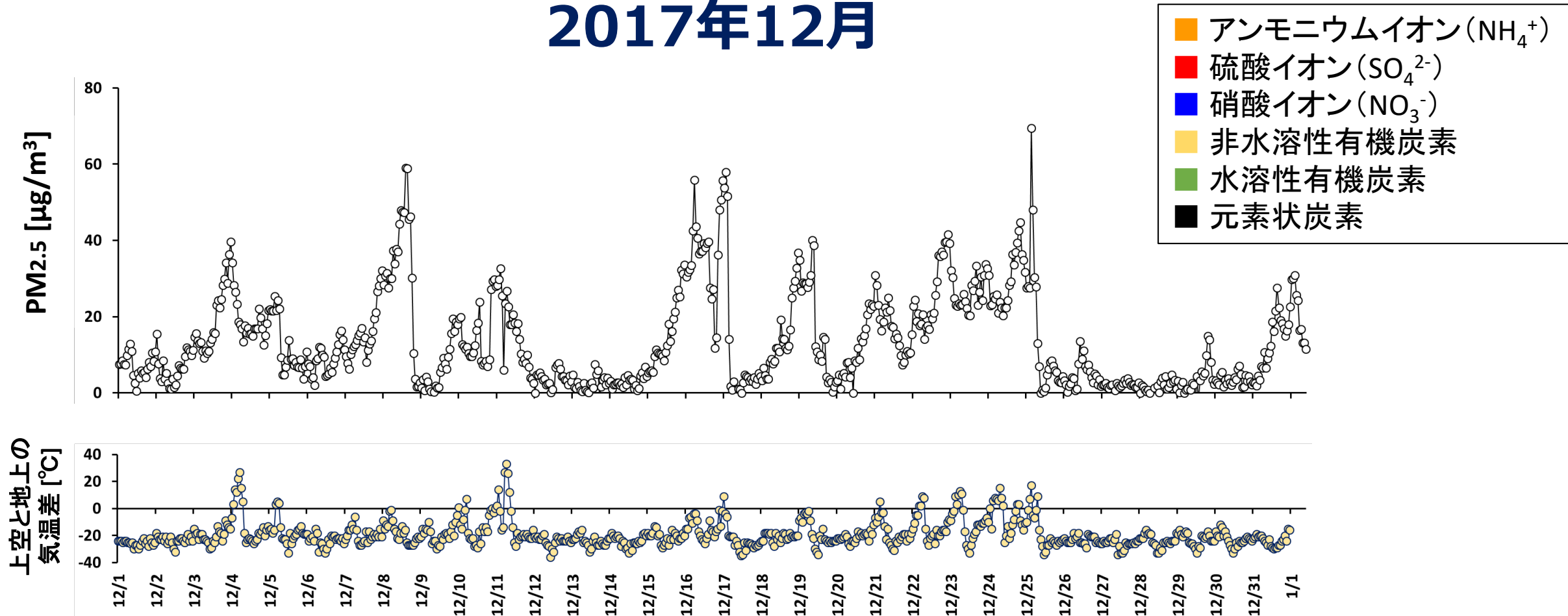
2017年12月



上下の空気混合が起こりにくくなり、
大気汚染物質が滞留し、
高濃度汚染が生じやすくなる

事例② 冬に発生する高濃度

2017年12月



冬の高濃度 硝酸アンモニウム粒子の生成条件



平衡定数 K_p は温度によって決まる定数

$$\ln K_{p \text{ calculated}} = 84.6 - \frac{24220}{T} - 6.1 \times \ln\left(\frac{T}{298}\right)$$

Seinfeld and Pandis (2006)

1. 実測の気温データを用いて平衡定数を計算 ($K_{p \text{ calculated}}$)
2. 実測のガス成分濃度の濃度積 ($K_{p \text{ measured}}$) と比較



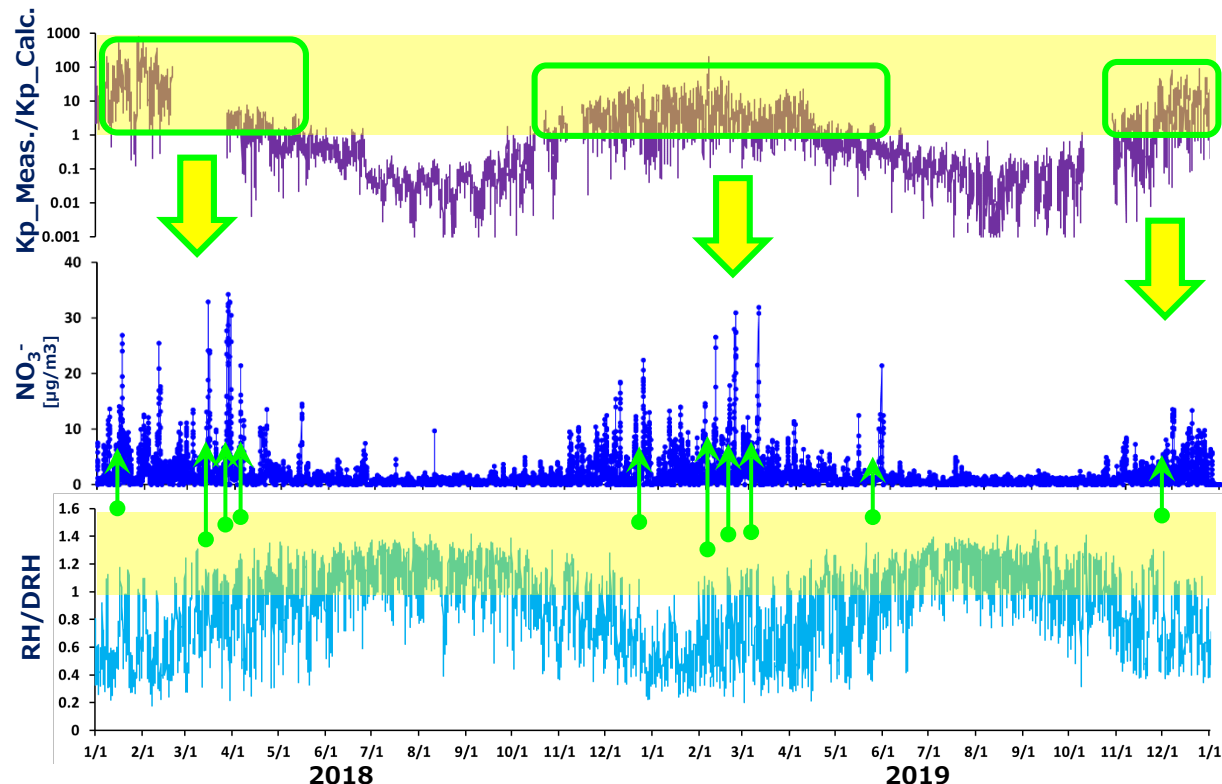
硝酸アンモニウム粒子が潮解する湿度 (潮解相対湿度 : DRH)

$$\ln DRH = \frac{723.3}{T} + 1.6954$$

Seinfeld and Pandis (2006)

1. 実測の気温データを用いて潮解相対湿度を計算 (DRH)
2. 実測の相対湿度 (RH) と比較

硝酸アンモニウム粒子が
生成されやすい状況



潮解相対湿度(DRH)を超える気象条件下で
硝酸アンモニウム粒子の濃度が急増

目次

1. PM_{2.5}とは
2. 東京都におけるPM_{2.5}の現状
3. PM_{2.5}の高濃度事例発生要因
4. まとめと今後の取組み

まとめと今後の取組み

- 東京都におけるPM_{2.5}濃度は着実に減少傾向にある。
- 2019年度に都内すべての測定局(80局)において環境基準を達成した。
➡さらなる濃度低減により、2030年度までに年平均値10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下を目指す。
- PM_{2.5}の高濃度要因は季節によって異なる。
- 夏の高濃度は、2016年のバックグラウンド調査(八丈島)を含めた解析により、およそ2割が地域内の二次生成によると推定された。
- 冬の高濃度は、硝酸ガスとアンモニアガスから粒子を生成しやすい状況に、高湿度条件が重なることで発生することがわかった。
- 硝酸ガスやアンモニアガスについては、都市域における発生源の情報が不足しているため、今後、主要発生源を特定し、対策を検討していく必要がある。
- さらなる濃度低減のためには、粒子の生成メカニズムをより詳細に調査し、高濃度事例の発生抑制に向けた効果的な手法を考える必要がある。

ご清聴ありがとうございました

本日の発表内容(と、発表では触れることのできなかった研究成果)は、

「東京都環境科学研究所年報」にまとめられています。

興味のある方は研究所HPからアクセスしてください。

<https://www.tokyokankyo.jp/kankyoken/meeting/report>