

東京都におけるPM_{2.5}の現状と 無機元素成分の分析

(公財) 東京都環境公社

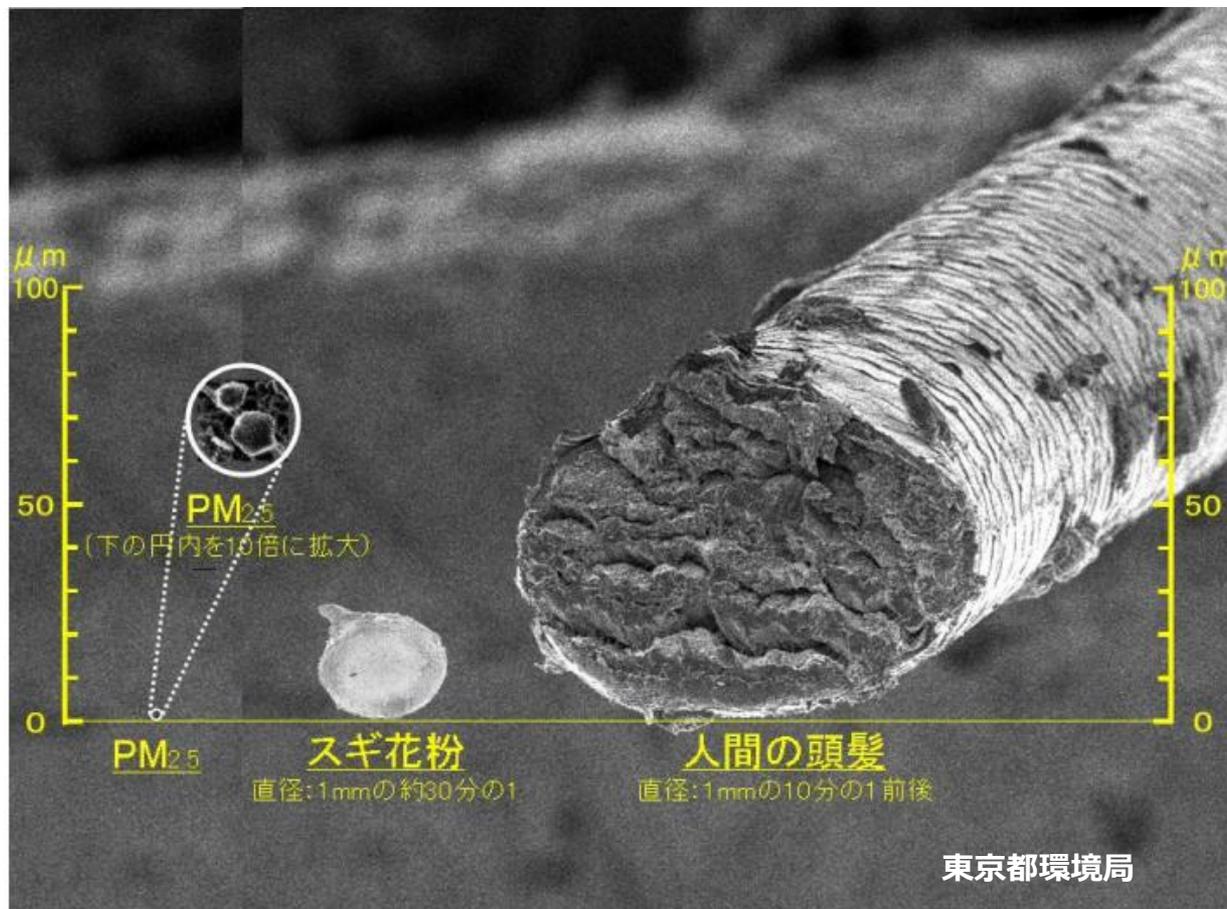
東京都環境科学研究所 環境リスク研究科

八木 義樹

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}無機元素成分の分析
4. まとめと今後の課題

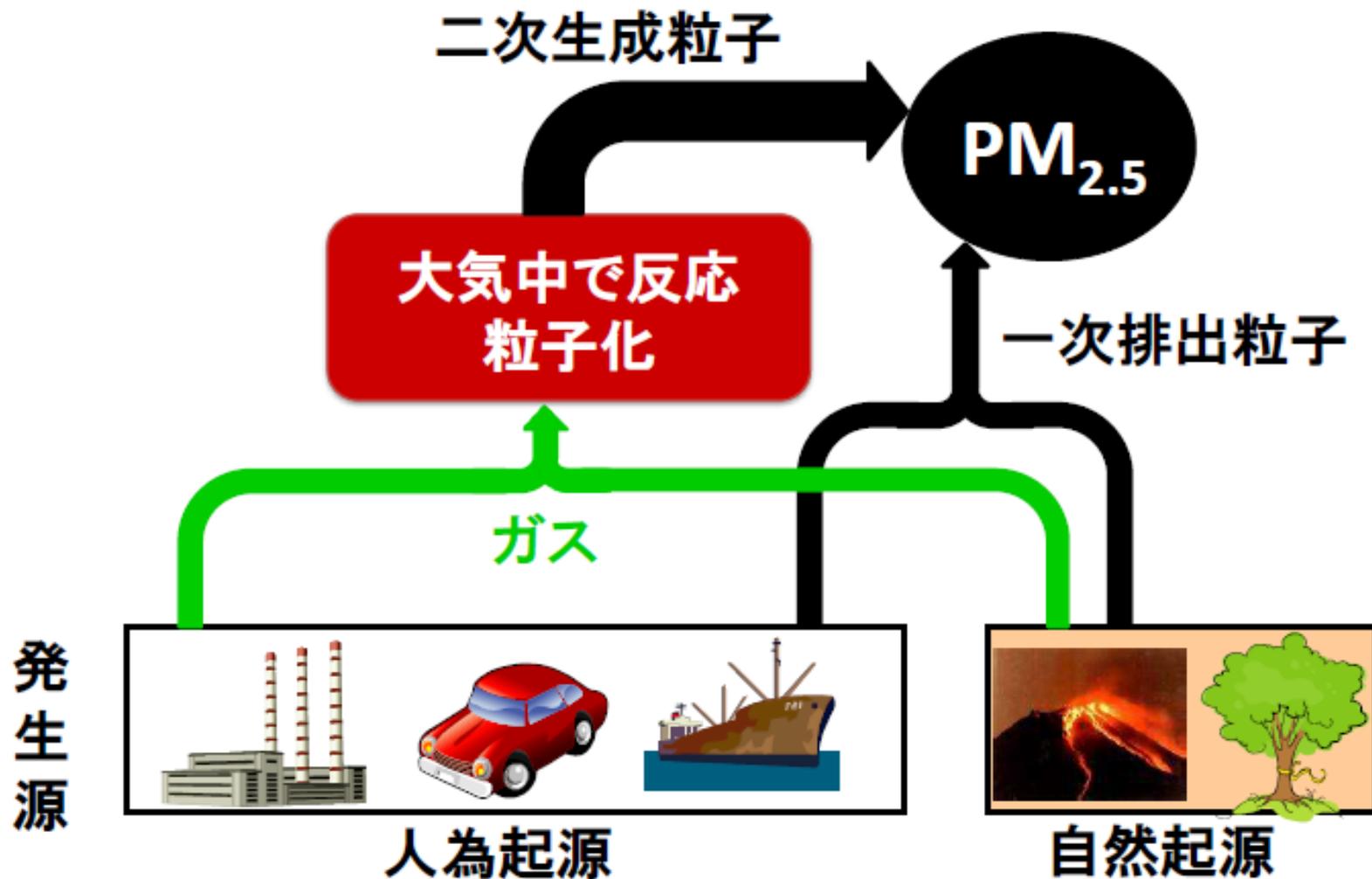
PM_{2.5}とは



PM_{2.5}とは、大気中の粒子状物質のうち、粒径2.5μm以下の微小粒子

特定の物質を表す名称ではない

PM_{2.5}の生成機構



PM_{2.5}の健康影響について

国際がん研究機関（IARC）がグループ1（発がん性がある）に指定

PM_{2.5}と死亡の関係 PM_{2.5}の質量濃度が10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 上昇すると、死亡する人の割合が1.3%増加（国立環境研究所HP）

日本の妊婦集団を対象とする疫学研究でPM_{2.5}と妊娠糖尿病との関連性示唆

妊娠の時期に分けて検討したところ、初期におけるPM_{2.5}濃度が影響

日本では初めての研究成果であり、PM_{2.5}の健康影響に関する新しい知見を追加

（東邦大学、九州大学、国立環境研究所、東京都環境研究所）

PM_{2.5}の環境基準等

環境基準

環境基本法第16条第1項に基づく、大気の汚染に係る環境上の条件につき人の健康を保護する上で維持することが望ましい基準

1年平均値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1日平均値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること

注意喚起のための暫定的な指針 (PM_{2.5}に関する専門家会合)

レベル	暫定的な指針となる値	行動のめやす	注意喚起の判断に用いる値 ※3	
			午前中の早めの時間帯での判断	午後からの活動に備えた判断
	日平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		5時～7時 1時間値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5時～12時 1時間値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
II	70超	不要不急の外出や屋外での長時間の激しい運動をできるだけ減らす。 (高感受性者※2においては、体調に応じて、より慎重に行動することが望まれる。)	85超	80超
I	70以下	特に行動を制約する必要はないが、高感受性者は、健康への影響がみられることがあるため、体調の変化に注意する。	85以下	80以下
(環境基準)	35以下 ※1			

※1 環境基準は環境基本法第16条第1項に基づく人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準
 PM_{2.5}に係る環境基準の短期基準は日平均値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、日平均値の年間98パーセンタイル値で評価
 ※2 高感受性者は、呼吸器系や循環器系疾患のある者、小児、高齢者等
 ※3 暫定的な指針となる値である日平均値を超えるか否かについて判断するための値

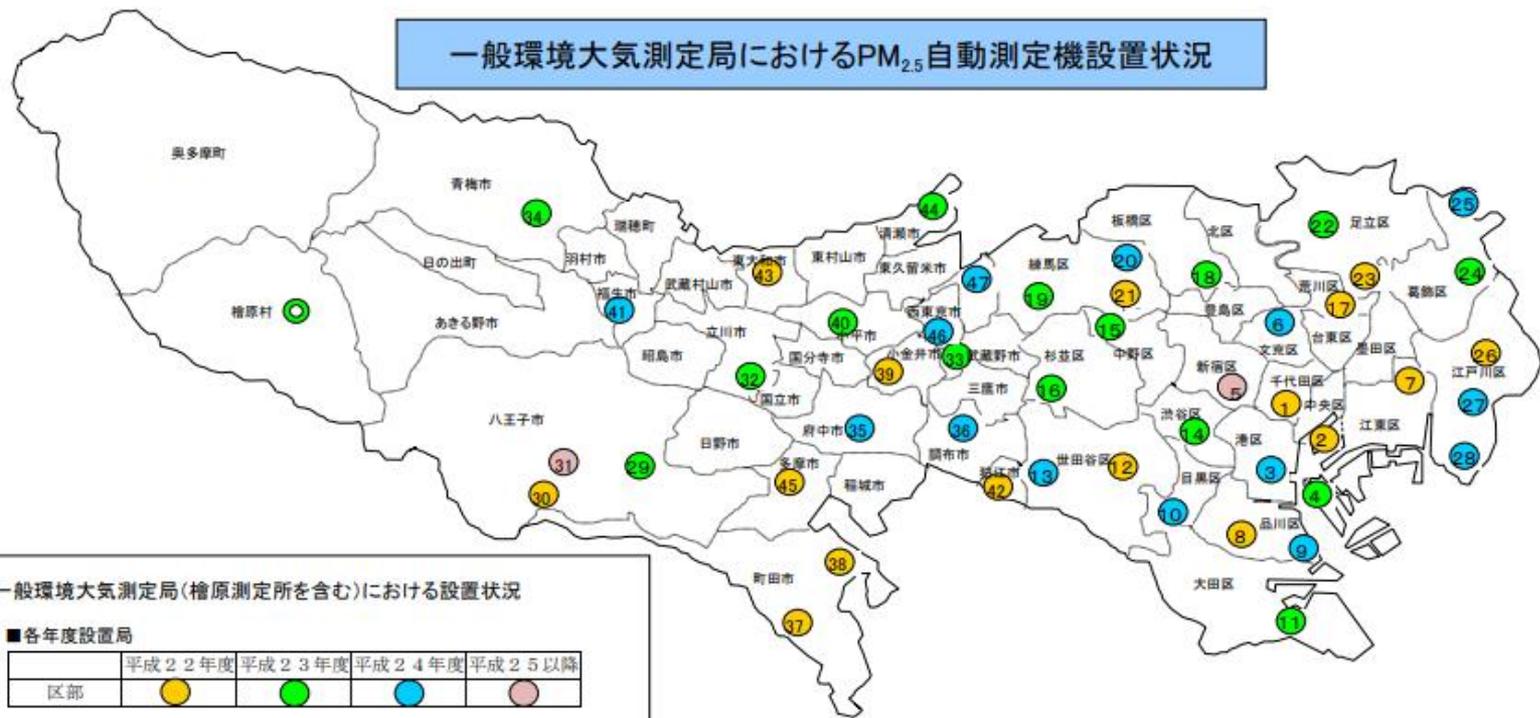
※健康影響が出る可能性が高くなると予測される濃度水準を、法令等には基づかない注意喚起のための「暫定的な指針となる値」として設定

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}無機元素成分の分析
4. まとめと今後の課題

東京都におけるPM_{2.5}の現状

一般環境大気測定局におけるPM_{2.5}自動測定機設置状況



一般環境大気測定局(檜原測定所を含む)における設置状況

■各年度設置局

区部	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25以降
	●	●	●	●

① 千代田区神田司町	⑪ 大田区東糞谷	⑳ 練馬区練馬	㉑ 八王子市大楽寺町	㉒ 福生市本町
② 中央区晴海	⑫ 世田谷区世田谷	㉓ 足立区西新井	⑫ 立川市泉町	⑫ 狛江市中和泉
③ 港区高輪	⑬ 世田谷区成城	㉔ 足立区綾瀬	⑬ 武蔵野市関前	⑬ 東大和市奈良橋
④ 港区台場	⑭ 渋谷区宇田川町	㉕ 葛飾区鎌倉	⑭ 青梅市東青梅	⑭ 清瀬市上清戸
⑤ 国設東京(新宿)	⑮ 中野区若宮	㉖ 葛飾区水元公園	⑮ 府中市宮西町	⑮ 多摩市愛宕
⑥ 文京区本駒込	⑯ 杉並区久我山	㉗ 江戸川区鹿骨	⑯ 調布市深大寺南町	⑯ 西東京市田無町
⑦ 江東区大島	⑰ 荒川区南千住	㉘ 江戸川区春江町	⑰ 町田市能ヶ谷町	⑰ 西東京市下保谷
⑧ 品川区豊町	⑱ 板橋区本町	㉙ 江戸川区南葛西	⑱ 町田市能ヶ谷町	
⑨ 品川区八潮	⑲ 練馬区石神井町	㉚ 八王子市片倉町	⑲ 小金井市本町	
⑩ 目黒区碑文谷	⑳ 練馬区北町	㉛ 八王子市館町	⑳ 小平市小川町	

◎ 檜原測定所



東京都大気情報（一般局）

リアルタイム時報

1時間毎の測定値を過去1週間分ご覧いただけます。

[\(測定項目と単位\)](#)

■測定年月日を選択してください 2023年 01月 23日 13時

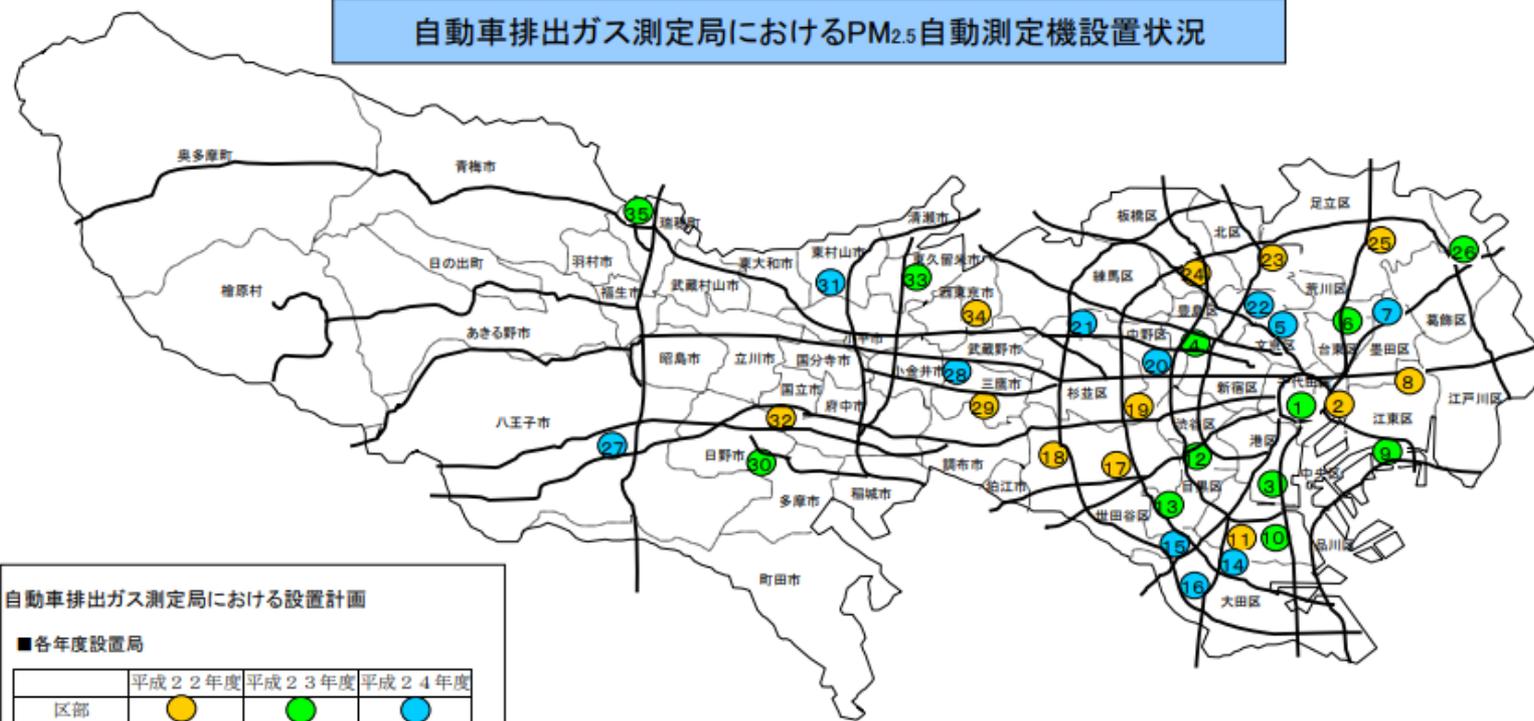
<<< << < > >> >>>

■測定局の区分を選択してください 一般局

測定局	区分	二酸化硫黄	光化学オキシダント	一酸化窒素	二酸化窒素	窒素酸化物	一酸化炭素	浮遊粒子状物質	微小粒子状物質	非燃炭化水素	メタン	風向	風速	温度	湿度	日射量
		ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	0.1ppm	μg/m ³	μg/m ³	pphmC	pphmC		0.1m/s	0.1度	0.1%	0.01MJ/m ²
千代田区神田司町	一般	1	20	8	21	29		15	15			NE	5	51	810	
中央区晴海	一般	1	18	8	21	29		11	14	14	210	NE	12	55	821	
港区高輪	一般		19	8	21	29		12	9	13	212	NE	7	59	729	
港区台場	一般	1	14	26	26	52		12	13	16	211	W	7	57	753	
国設東京新宿	一般	0	19	6	19	25	3	8	12	16	213	NE	6	54	823	90
文京区本駒込	一般		14	21	25	46		12	15	17	210	NNE	14	46	740	
江東区大島	一般		21	8	20	28		11	15	12	214	NNE	30	48	799	
品川区豊町	一般		-	9	20	29		12	9			NE	15	60	685	
品川区八潮	一般	1	19					10	11	10	212	NNE	18	57	750	
目黒区碑文谷	一般		23	7	16	23		11	9			NE	15	68	776	130
大田区東糎谷	一般	1	17	9	24	33	3	7	11	20	214	NE	31	56	745	
世田谷区世田谷	一般	1	23	9	17	26	3	10	10	11	213	N	12	51	767	
世田谷区成城	一般			4	11	15		8	6			-	-	64	665	
渋谷区宇田川町	一般		18	13	26	39		14	11			SSE	12	54	744	
中野区若宮	一般	1	25	4	12	16		6	7	12	208	ENE	16	56	717	
杉並区久我山	一般		-	-	-	-		-	9	-	-	E	4	58	753	
荒川区南千住	一般	0	18	6	17	23	3	13	17			E	17	53	823	
板橋区氷川町	一般		19	10	21	31		13	12			ESE	6	66	799	
練馬区石神井町	一般		24	3	13	16	3	10	8	6	206	NW	1	57	722	
練馬区北町	一般		22	9	18	27		8	9			ESE	10	55	719	109

東京都におけるPM_{2.5}の現状

自動車排出ガス測定局におけるPM_{2.5}自動測定機設置状況



自動車排出ガス測定局における設置計画

■各年度設置局

	平成22年度	平成23年度	平成24年度
区部	●	●	●

① 日比谷交差点	⑪ 中原口交差点	⑳ 早稲田通り下井草	⑳ 新青梅街道東村山
② 永代通り新川	⑫ 山手通り大坂橋	㉑ 明治通り西巣鴨	㉑ 甲州街道国立
③ 第一京浜高輪	⑬ 環七通り柿の木坂	㉒ 北本通り王子	㉒ 小金井街道東久留米
④ 新目白通り下落合	⑭ 環七通り松原橋	㉓ 中山道大和町	㉓ 青梅街道柳沢
⑤ 春日通り大塚	⑮ 中原街道南千東	㉔ 日光街道梅島	㉔ 東京環状長岡
⑥ 明治通り大関横町	⑯ 環八通り千鳥	㉕ 環七通り亀有	
⑦ 水戸街道東向島	⑰ 玉川通り上馬	㉖ 環七通り八幡山	
⑧ 京葉道路亀戸	⑱ 甲州街道大原	㉗ 甲州街道八木町	
⑨ 三ツ目通り辰巳	⑲ 山手通り東中野	㉘ 五日市街道武蔵境	
⑩ 北品川交差点		㉙ 連雀通り下連雀	
		㉚ 川崎街道百草園	

PM_{2.5}リアルタイム時報



(東京都環境局HP)

東京都大気情報（自排局）

リアルタイム時報

1時間毎の測定値を過去1週間分ご覧いただけます。

(測定項目と単位)

測定年月日を選択してください

2023年 01月 23日 13時

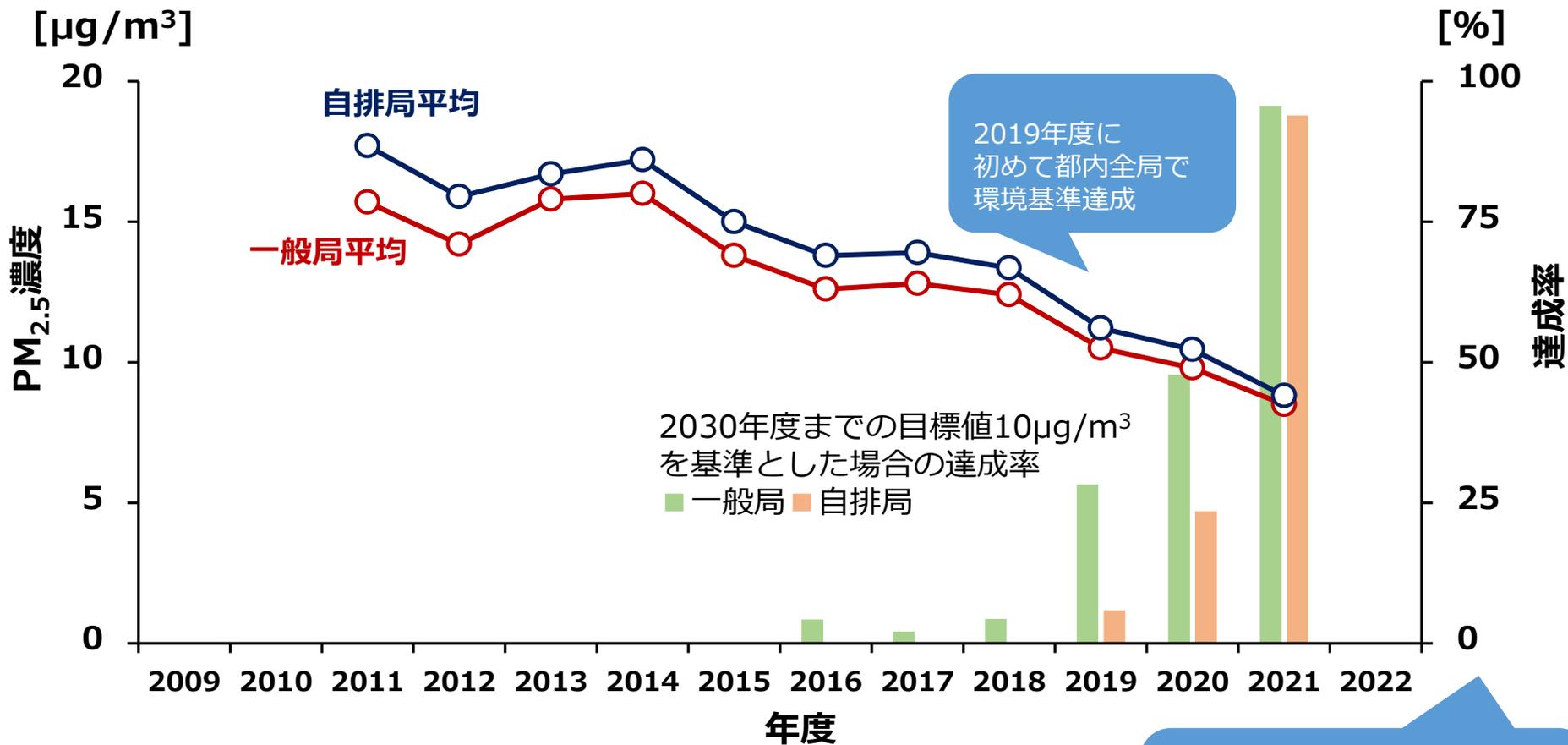
<<< << < > >> >>>

測定局の区分を選択してください

自排局

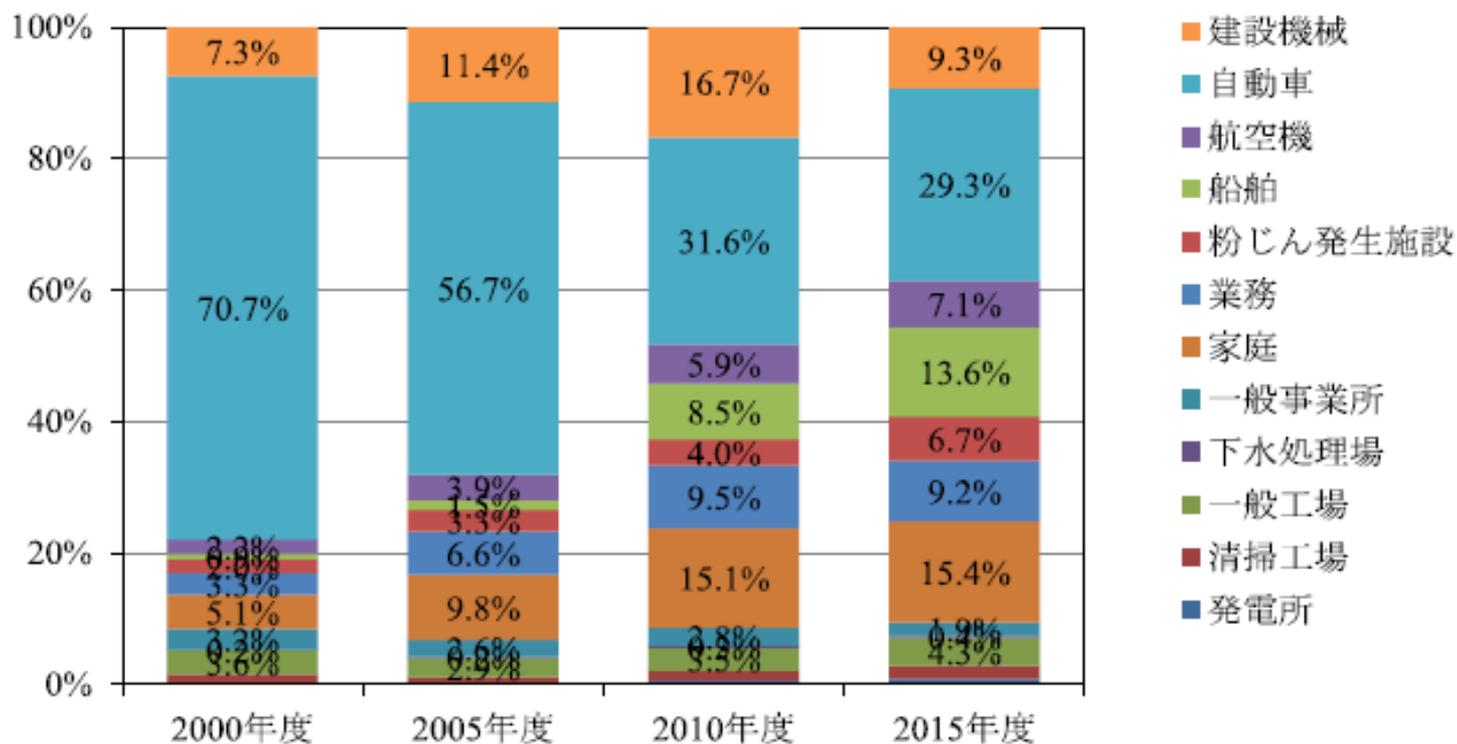
測定局	区分	二酸化硫黄	光化学オキシダント	一酸化窒素	二酸化窒素	窒素酸化物	一酸化炭素	浮遊粒子状物質	微小粒子状物質	非灼炭化水素	メタン	風向	風速	温度	湿度	日射量
		ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	0.1ppm	μg/m ³	μg/m ³	pphmC	pphmC		0.1m/s	0.1度	0.1%	0.01MJ/m ²
日比谷交差点	自排			10	24	34	3	15	13							
永代通り新川	自排			17	28	45		13	16			NE	7	54	781	
第一京浜高輪	自排			-	-	-	-	-	-							
新目白通り下落合	自排			10	22	32		13	9							
春日通り大塚	自排			41	31	72		13	11							
明治通り大関横丁	自排			13	24	37	3	13	16							
水戸街道東向島	自排			8	24	32		14	12							
京葉道路亀戸	自排	1		9	23	32	3	16	14	14	207	W	10	48	818	
三ツ目通り辰巳	自排			-	-	-	-	-	12							
北品川交差点	自排	1		17	26	43	3	10	-							
中原口交差点	自排			21	29	50	4	11	11							
山手通り大坂橋	自排			-	-	-	5	-	-							
環七通り柿の木坂	自排			28	32	60		12	10			E	8	60	779	
環七通り松原橋	自排	1		21	25	46	3	11	6	11	209	SSW	5	60	726	
中原街道南千束	自排			9	17	26		11	5							
環八通り千鳥	自排			10	18	28	4	8	8							
玉川通り上馬	自排			-	-	-	-	-	-							
環八通り八幡山	自排			9	18	27		11	9			N	9	54	770	
甲州街道大原	自排			25	34	59	5	13	10							
山手通り東中野	自排			9	17	26	3	10	7							

都内PM_{2.5}濃度の経年変化



2022年改訂
東京都環境基本計画
(目標) 2030年度までに全ての測定局で10μg/m³を下回る

自動車からの排出が減少



ばいじん排出量割合の推移(大気中微小粒子状物質検討会報告書)

バーチャル研究所の紹介

 大気環境測定編


リンクをコピー

けんきゅうじょ
バーチャル研究所

たいき かんきょう そくてい へん
大気環境測定編

  0:04 / 1:54

  YouTube 

都環研 バーチャル研究所

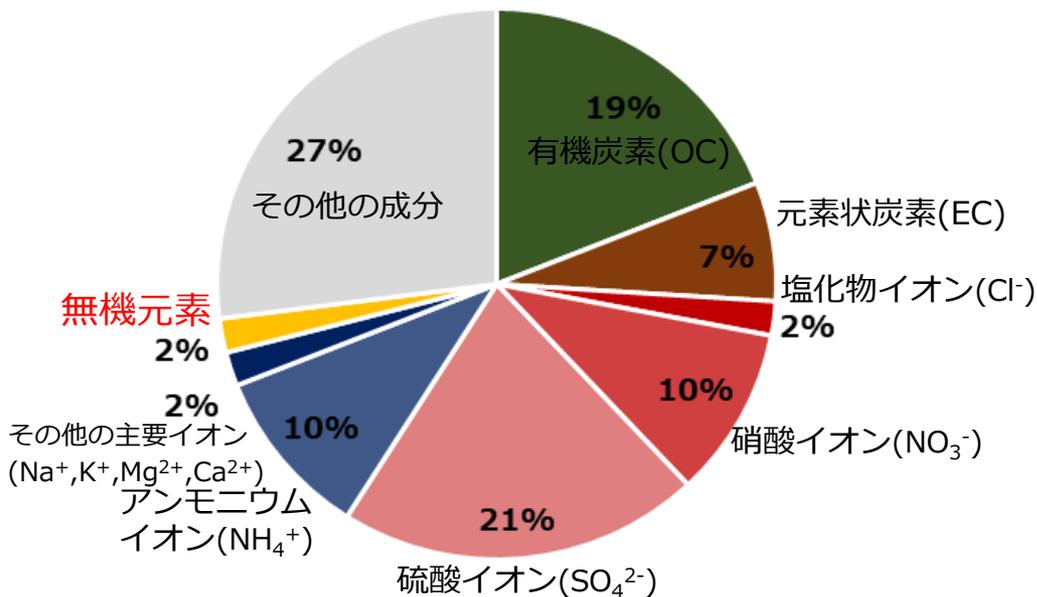


目次

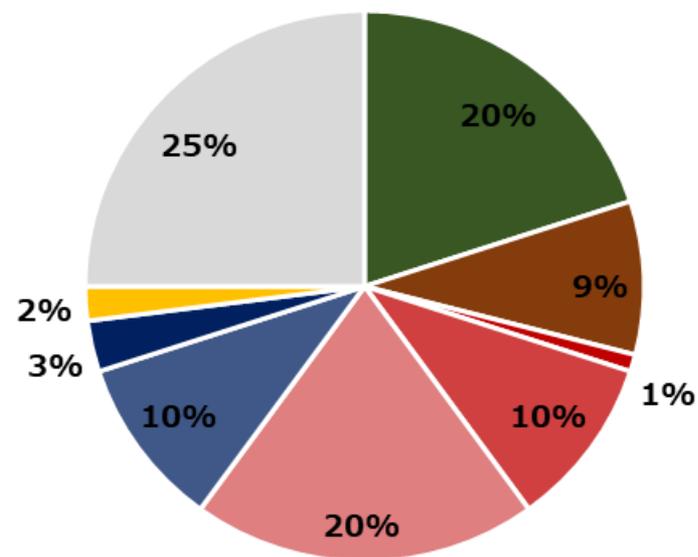
1. PM_{2.5}とは
2. 東京都におけるPM_{2.5}の現状
3. PM_{2.5}無機元素成分の分析
4. まとめと今後の課題

PM_{2.5}の成分 – もっと詳しく –

足立区綾瀬及び多摩市愛宕（一般局）
2012–2020年度 四季 各季2週間



京葉道路亀戸、永代通り新川及び
甲州街道国立（自排局）
2012–2020年度 四季 各季2週間



環境省HP：微小粒子状物質（PM_{2.5}）の質量濃度及び成分測定（手分析）結果(2012-2020年度)

<https://www.env.go.jp/air/osen/pm/monitoring.html>

PM_{2.5}の発生源と成分測定データ

PM_{2.5} 成分測定データは、レセプターモデル(観測点データから発生源寄与濃度を推計)の手法を適用し、PM_{2.5} の発生源寄与割合を推計するのに用いられる。

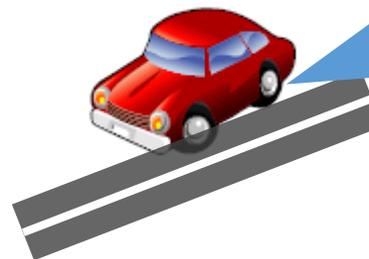
無機元素成分は約2-3%と存在割合は少ないものの発生源のより良い指標(**発生源の情報を含んだ成分**) である。

成分分析 ⇔ 発生源を推定 ⇔ 発生源対策へ

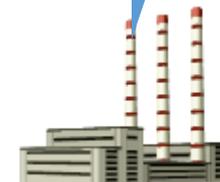
石油燃焼
バナジウム (V)
ニッケル (Ni)



道路粉じん
アルミニウム(Al)
鉄(Fe)…
ブレーキ粉じん
鉄(Fe)、
バリウム(Ba)…



鉄鋼工業
マンガン(Mn)、
鉄(Fe)、クロム(Cr)…



発生源と指標成分

環境省：PM_{2.5}成分測定マニュアル

無機元素測定法 第2版 (2019年5月) より

PM_{2.5}中無機元素分析の流れ

環境省「PM_{2.5}成分測定マニュアル」に準拠

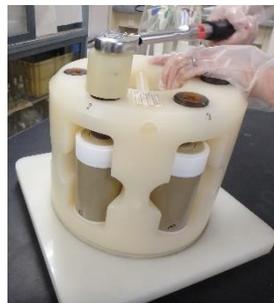


MCAS PM_{2.5}採取装置

(ろ紙を自動的に交換できる機能を備えた装置)



採取後のろ紙



マイクロウェーブ (圧力容器分解装置)

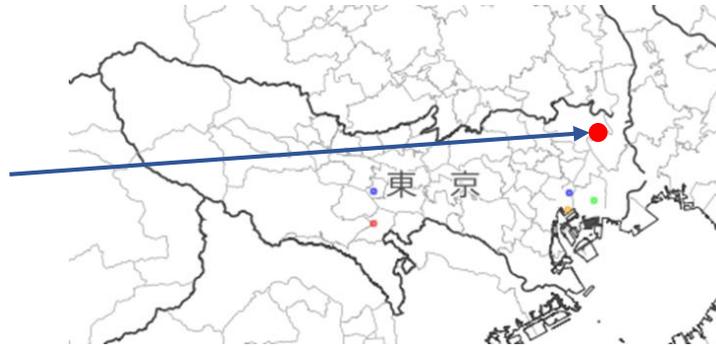
(硝酸、ふっ化水素酸、過酸化水素)



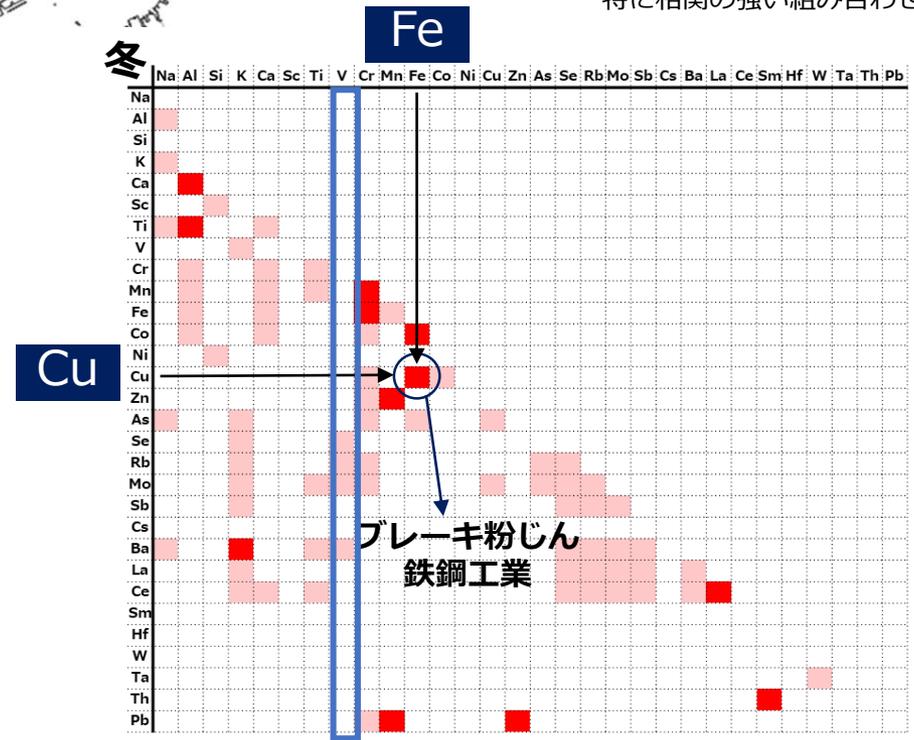
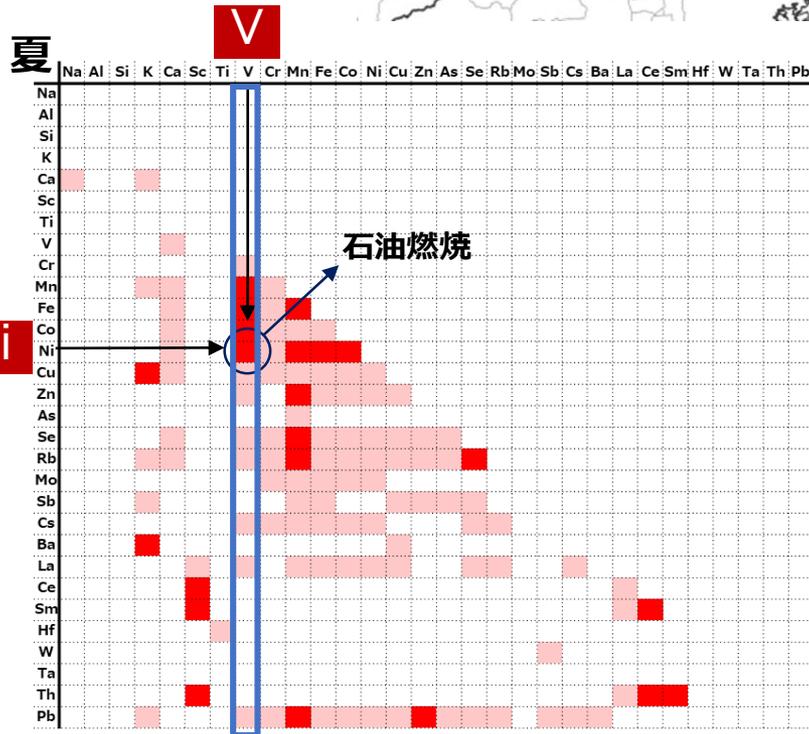
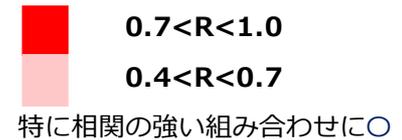
ICP質量分析計

PM_{2.5}の成分分析 – 無機元素① –

足立区綾瀬
(一般局)



2011-2020年度各季2週間

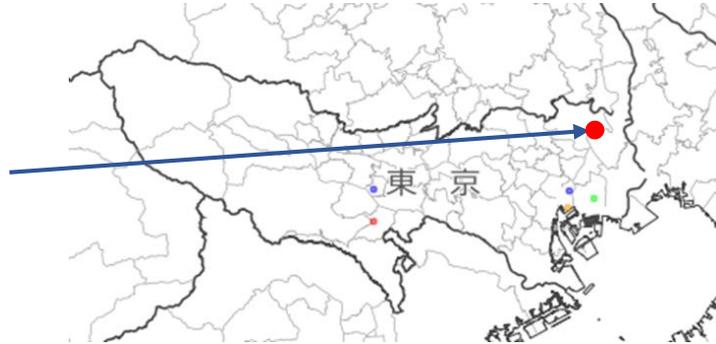


環境省HP：微小粒子状物質（PM_{2.5}）の質量濃度及び成分測定（手分析）結果(2011-2020年度)より作成

<https://www.env.go.jp/air/osen/pm/monitoring.html>

PM_{2.5}の成分分析 – 無機元素① –

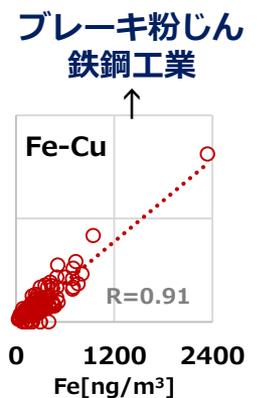
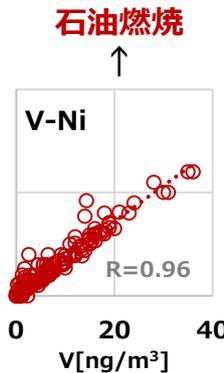
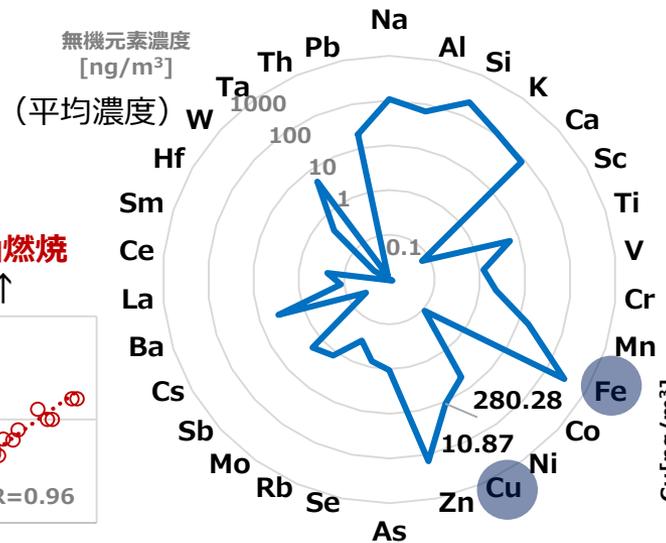
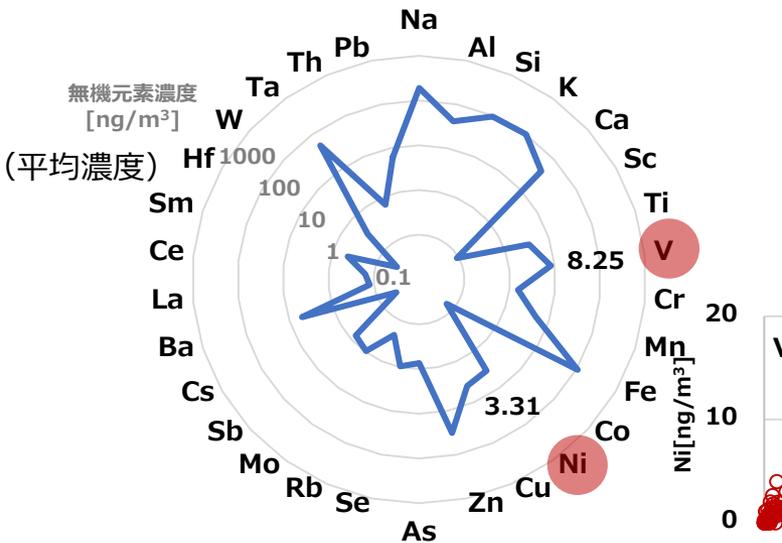
一般局
(足立区綾瀬)



2011-2020年度各季2週間

夏

冬



環境省HP：微小粒子状物質（PM_{2.5}）の質量濃度及び成分測定（手分析）結果(2011-2020年度)より作成

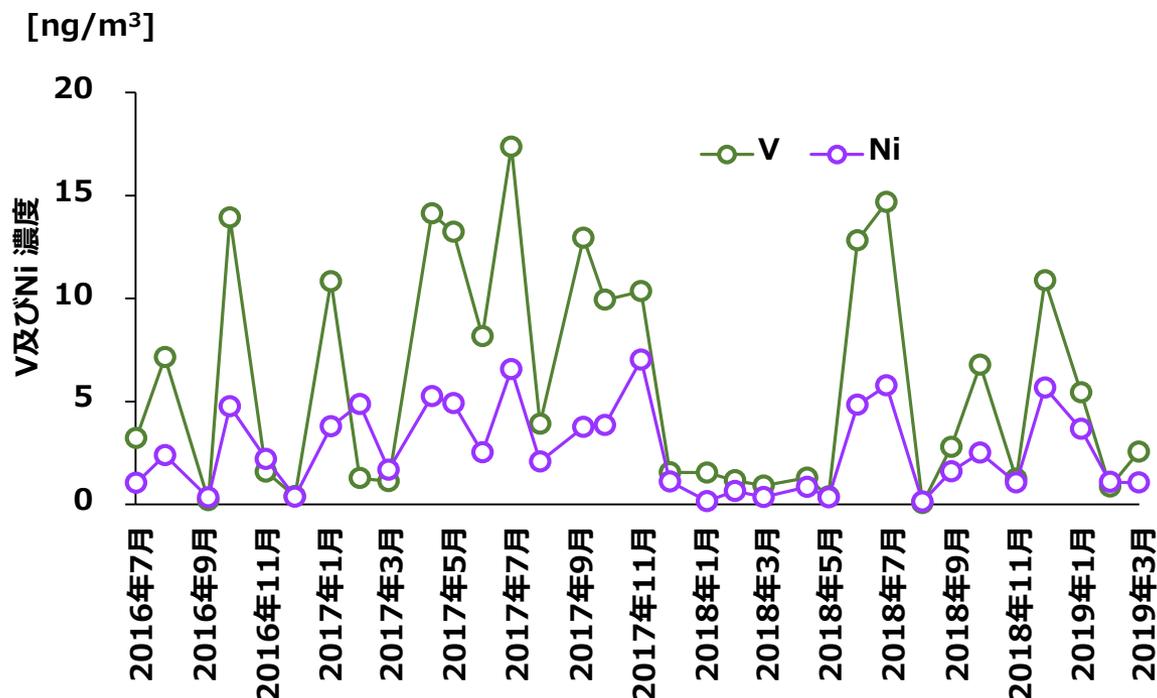
<https://www.env.go.jp/air/osen/pm/monitoring.html>

当研究所によるPM_{2.5}の採取①

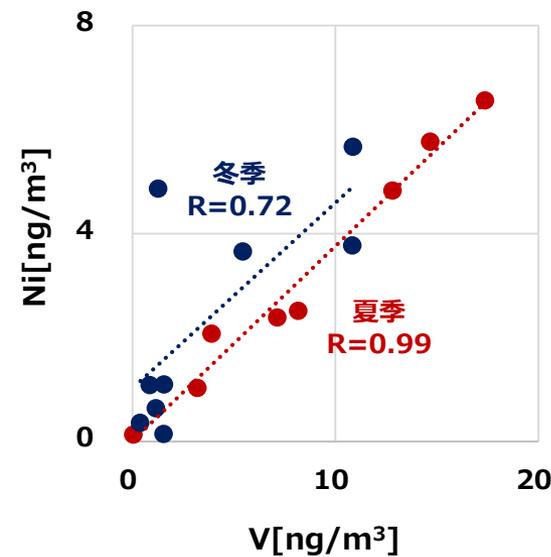
東京都環境科学
研究所



2016年7月から2019年3月までの
各月任意の1日に採取



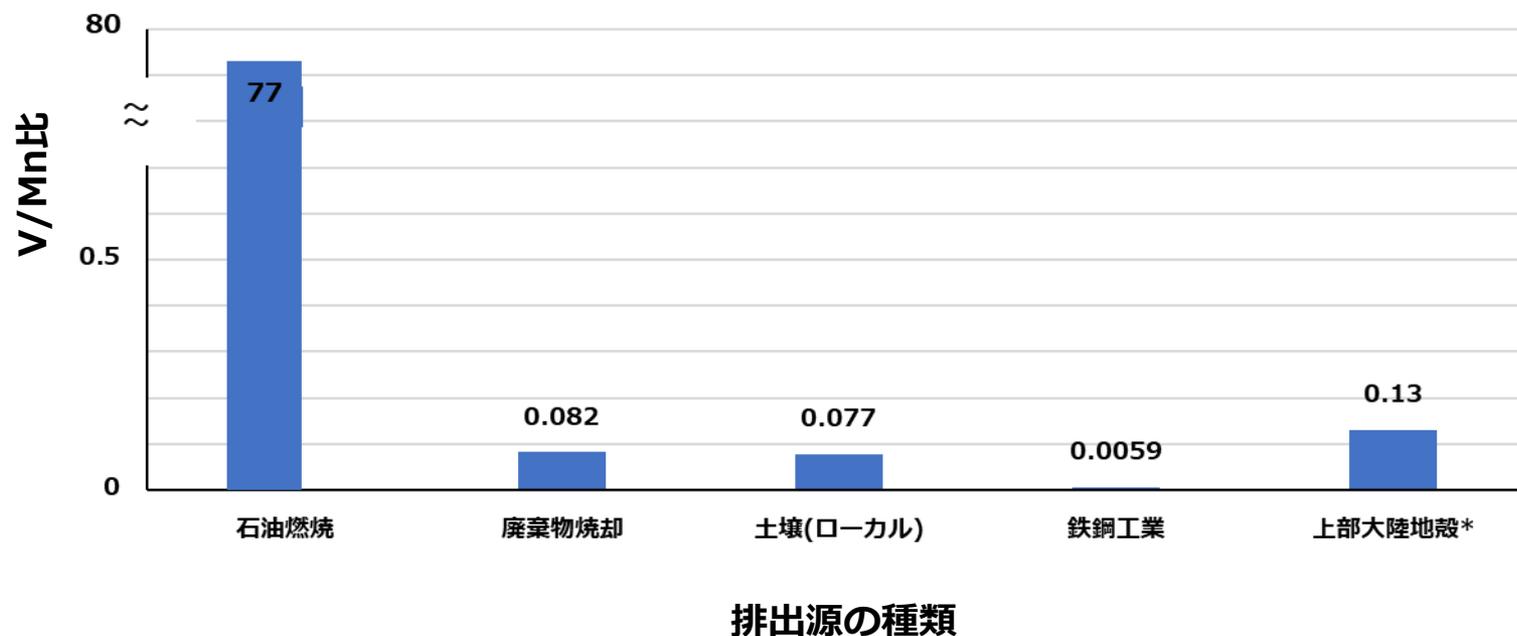
V及びNi濃度の変化



VとNiの関係

V/Mn比について

V/Mn比は発生源の種類によって元素濃度比の差が大きい。

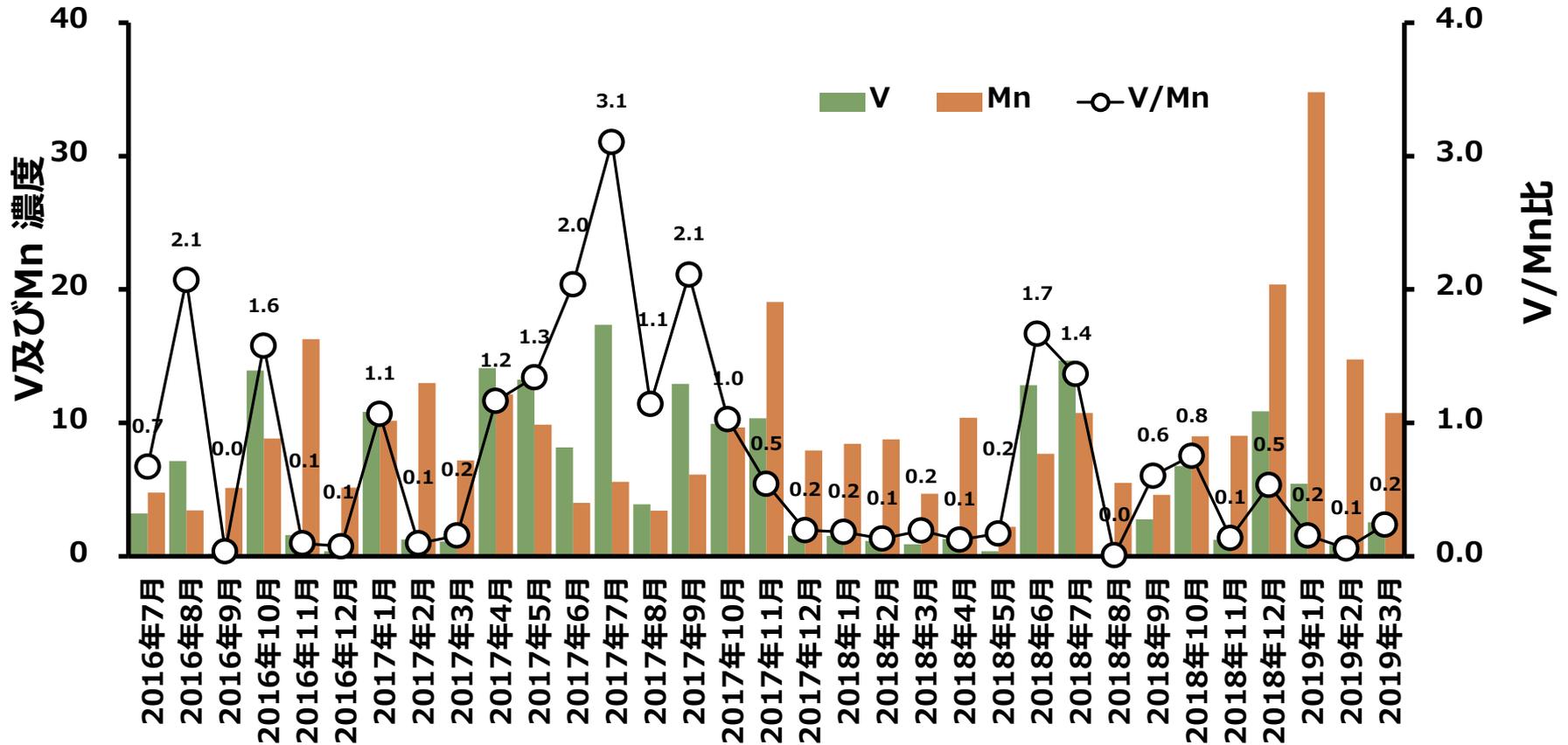


日置 正ら：松山、大阪、つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度比による長距離輸送と地域汚染特性の解析
大気環境学会誌 第44巻 第2号 (2009) p91-101 より引用、作成

*は理科年表2021 令和3年 第94冊 丸善出版 (2020年11月) より引用、作成

当研究所によるPM_{2.5}の採取② -V/Mn比-

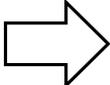
[ng/m³]



V/Mn比、V濃度及びMn濃度の変化

船舶燃料の規制と対応について

(国土交通省HP)

- 船舶の燃料油に含まれる硫黄分濃度を3.5%以下から0.5%以下とする国際的な規制強化（2020年1月）
- 硫黄酸化物（SO_x）や粒子状物質（PM）による人の健康や環境への悪影響をより低減していくために、世界一律で実施されるものであり、環境先進国として、適切に対応していくことが必要
- 対策の方向性
 - （1）低硫黄C重油を供給しやすくする
 - （2）スクラバー（高硫黄C重油）を選択しやすくする
 - （3）低硫黄A重油を選択しやすくする
 - （4）LNG燃料船の導入促進 等
- 世界の大型既存外航船にCO₂排出規制開始（2023年1月）
従来は新造船のみが対象であったCO₂排出規制が既存船に対しても適用
 燃費性能向上、脱炭素化へ

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}無機元素成分の分析
4. まとめと今後の課題

まとめと今後の課題

- 都内のPM_{2.5}濃度は減少傾向にあり、2019年度には全測定局において環境基準を達成した。今後も「2030年度までに全ての測定局で10 μ g/m³を下回る」ことを目標として、継続的な低減対策の実施とモニタリングが必要である。
- 無機元素成分の分析から、都内の夏季において、VやNiの濃度変化及びV/Mn比から示唆された船舶等の石油燃焼からの排出による影響が特徴的であった。
- 今後は、無機元素成分の分析を通じて発生源別の影響を継続的に把握していくとともに、タンパク質のような生物由来の成分にも着目した研究を実施していく予定である。

ご清聴ありがとうございました