

微小粒子状物質(PM_{2.5})等
発生源調査結果報告書

東京都環境局環境改善部
東京都環境科学研究所

目次

第1章 本編

1 調査目的	1
2 調査期間	1
3 調査対象	1
4 調査内容	1
5 採取方法	1
5-1 採取順序	1
5-2 採取方法	1
6 分析方法	11
7 調査結果	13
7-1 質量濃度	13
7-2 炭素・イオン成分	14
7-3 金属成分	22
7-4 炭素フラクション	26
7-5 全成分構成比	27
8 調査対象情報	29
9 調査結果のまとめ	31

第2章 解析編

1 質量濃度	32
2 イオン・金属成分	33
3 炭素成分	38
4 凝縮性ダスト	40
5 解析結果のまとめ	42

付録

成分濃度一覧

成分構成比一覧

※本調査結果は、JIS 等に準拠した測定方法を採用していますが、平成 23 年 7 月現在、発生源からの PM_{2.5} の公定法(測定方法)は定められていませんので、調査結果の利用にはご注意ください。

第1章 本編

1 調査目的

PM_{2.5}等の発生源別寄与割合を推定するため、排ガス、排気及び粉じん中のばいじん(TSP)、浮遊粒子状物質(SPM)、PM_{2.5}及び凝縮性ダストの濃度、成分を把握することを目的とした。

2 調査期間

平成20～21年度(2か年)

3 調査対象

表1のとおり

4 調査内容

TSP、SPM、PM_{2.5}、凝縮性ダストの濃度及び成分とした(表2、3)。

5 採取方法

排ガスの最終排出口付近の測定口又は最終排出口から、ばいじん、SPM、PM_{2.5}及び凝縮性ダストを同時に採取した。

5-1 採取順序

原則として、石英繊維フィルタに2回、PTFEフィルタに2回、次の順序で採取した。

	準備・ 基本測定	石英 (予備)	PTFE (予備)	石英 (本測定)	PTFE (本測定)	撤去
1日目 PM	流速・ 水分量等					
2日目 AM		質量濃度				
2日目 PM			質量濃度			
3日目 AM・PM				質量濃度・ 炭素・イオン		
4日目 AM・PM					質量濃度・ 金属	
5日目 AM						撤去

5-2 採取方法

調査対象とした発生源が多岐にわたるため、カスケードインパクトによる採取を原則とし、それぞれの発生源種類に適した採取方法を採用した(表2)。

表1 調査対象施設一覧

(順不同)

No.	調査対象	原燃料等	排ガス処理	採取期間(準備、撤去含む)
1	ボイラー	都市ガス	EGR	平成20年11月17日～21日
2	地下街	通路・店舗・駐車場		平成20年11月25日～28日
3	廃棄物焼却炉	都市ごみ	BF+洗煙+脱硝	平成20年12月1日～5日
4	廃棄物焼却炉	都市ごみ	BF+洗煙+脱硝	平成20年12月8日～12日
5	廃棄物焼却炉	下水汚泥	CF+洗煙	平成20年12月15日～19日
6	廃棄物焼却炉	下水汚泥	EP+洗煙	平成20年12月22日～26日
7	厨房	食堂	グリスフィルタ	平成21年1月13日～16日
8	電気炉	くず鉄	BF	平成21年1月23日～25日
9	ボイラー	重油		平成21年2月2日～6日
10	厨房	家庭		平成21年2月23日～27日
11	ガスタービン	都市ガス	脱硝	平成21年3月2日～6日
12	窯業炉	ガラスくず	脱硫+サイクロン	平成21年3月10日～12日
13	自動車3(長期)	軽油	EGR+酸化触媒	平成20年8月13日
14	自動車4(新長期)	軽油	EGR+尿素SCR	平成20年12月10日
15	粉じん	土壌		平成21年2月19日
16	粉じん	道路粉じん		平成21年2月19日
17	ボイラー	木くず	サイクロン	平成21年8月3日～5日
18	ボイラー	都市ガス		平成21年8月10日～14日
19	ガス機関	都市ガス	希薄燃焼	平成21年8月17日～21日
20	喫煙所	タバコ		平成21年8月24日～28日
21	船舶	重油		平成21年9月11日
22	ボイラー	重油	EP+脱硝	平成21年10月5日～9日
23	野焼き	稲わら		平成21年11月16日～20日
24	野焼き	雑草・剪定枝		平成21年11月16日～20日
25	建設機械	軽油		平成21年12月13日～15日
26	鉄道	車輪・線路		平成21年12月16日～18日
27	石油ファンヒーター	灯油		平成22年2月15日～19日
28	自動車(元年規制)	軽油		平成22年2月23日～25日
29	ボイラー	重油		既存ろ紙(ばいじんのみ)
30	ボイラー	重油+ガス		既存ろ紙(ばいじんのみ)
31	金属溶解炉			既存ろ紙(ばいじんのみ)
32	廃棄物焼却炉	廃プラ、木材等		既存ろ紙(ばいじんのみ)
33	ディーゼル機関	重油		既存ろ紙(ばいじんのみ)
34	骨材乾燥炉			既存ろ紙(ばいじんのみ)
35	ディーゼル機関	重油		既存ろ紙(ばいじんのみ)
36	廃棄物焼却炉	木くず		既存ろ紙(ばいじんのみ)
37	骨材乾燥炉	重油		既存ろ紙(ばいじんのみ)
38	廃棄物焼却炉	廃プラ、木材等		既存ろ紙(ばいじんのみ)
39	金属加熱炉	液体燃料		既存ろ紙(ばいじんのみ)
40	金属溶解炉	重油		既存ろ紙(ばいじんのみ)
41	金属溶解炉	重油		既存ろ紙(ばいじんのみ)
42	火山灰	地殻物質		平成21年2月3日
43	自動車8(新長期)	軽油	EGR+DPF	平成21年11月11日
44	自動車9(新長期)	軽油	EGR+尿素SCR	平成21年12月9日

※調査対象 No.29～41 については、既に採取してあった円筒ろ紙を用いて成分分析したが、妨害成分が多く、ブランク値が高かったため、参考値扱いとし、巻末の一覧表にのみ掲載している。

表2 調査項目一覧(粒径)

(順不同)

No.	調査対象	PM _{2.5}	SPM	TSP	凝縮	採取位置	採取方法
1	ボイラー	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
2	地下街	○	○	○		排気ダクト内	(2)FRM
3	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
4	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
5	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
6	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
7	厨房	○	○	○		排気ダクト	(1)カスケードインパクト
8	電気炉	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
9	ボイラー	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
10	厨房	○	○	○		排気ダクト(模擬)	(1)カスケードインパクト
11	ガスタービン	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
12	窯業炉	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
13	自動車3(長期)			○		希釈トンネル(フル)	(4)PM サンプルング装置
14	自動車4(新長期)			○		希釈トンネル(フル)	(4)PM サンプルング装置
15	粉じん	○	○	○		地上	(3)FRM、多段式分粒装置
16	粉じん	○	○	○		道路上	(3)FRM、多段式分粒装置
17	ボイラー	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
18	ボイラー	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
19	ガス機関	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
20	喫煙所	○	○	○	○	排気ダクト(模擬)	(1)カスケードインパクト
21	船舶	○	○	○	○	煙道(模擬)	(1)カスケードインパクト
22	ボイラー	○	○	○	○	煙道	(1)カスケードインパクト
23	野焼き	○	○	○	○	チャンバ排気ダクト	(7)カスケードインパクト
24	野焼き	○	○	○	○	チャンバ排気ダクト	(7)カスケードインパクト
25	建設機械	○	○	○		希釈トンネル(擬似)	(6)カスケードインパクト
26	鉄道	○	○	○		排気ダクト内	(2)FRM
27	石油ファンヒーター	○	○	○		チャンバ室内	(2)FRM
28	自動車	○	○	○	○	排気管	(5)カスケードインパクト、FRM
29	ボイラー			○		煙道	既存ろ紙
30	ボイラー			○		煙道	既存ろ紙
31	金属溶解炉			○		煙道	既存ろ紙
32	廃棄物焼却炉			○		煙道	既存ろ紙
33	ディーゼル機関			○		煙道	既存ろ紙
34	骨材乾燥炉			○		煙道	既存ろ紙
35	ディーゼル機関			○		煙道	既存ろ紙
36	廃棄物焼却炉			○		煙道	既存ろ紙
37	骨材乾燥炉			○		煙道	既存ろ紙
38	廃棄物焼却炉			○		煙道	既存ろ紙
39	金属加熱炉			○		煙道	既存ろ紙
40	金属溶解炉			○		煙道	既存ろ紙
41	金属溶解炉			○		煙道	既存ろ紙
42	火山灰			○		地上(降灰)	
43	自動車8(新長期)			○		希釈トンネル(マイクロ)	(4)PM サンプルング装置
44	自動車9(新長期)			○		希釈トンネル(フル)	(4)PM サンプルング装置

※調査対象 No.29～41 については、既に採取してあった円筒ろ紙を用いて成分分析したが、妨害成分が多く、ブランク値が高かったため、参考値扱いとし、巻末の一覧表にのみ掲載している。

表3 調査項目一覧(成分)

(順不同)

No.	調査対象	質量濃度	炭素成分	イオン成分	金属成分	
			TOR	IC	INAA	ICP-MS
1	ボイラー	○	○	○	○	
2	地下街	○	○	○	○	
3	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	
4	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	
5	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	
6	廃棄物焼却炉	○	○	○	○	
7	厨房	○	○	○	○	
8	電気炉	○	○	○	○	
9	ボイラー	○	○	○	○	
10	厨房	○	○	○	○	
11	ガスタービン	○	○	○	○	
12	窯業炉	○	○	○	○	
13	自動車3(長期)	○	○	○	○	
14	自動車4(新長期)	○	○	○	○	
15	粉じん		○	○	○	
16	粉じん		○	○	○	
17	ボイラー	○	○	○	○	
18	ボイラー	○	○	○	○	
19	ガス機関	○	○	○	○	
20	喫煙所	○	○	○	○	
21	船舶	○	○	○	○	
22	ボイラー	○	○	○	○	
23	野焼き	○	○	○	○	
24	野焼き	○	○	○	○	
25	建設機械	○	○	○	○	
26	鉄道	○	○	○	○	
27	石油ファンヒーター	○	○	○	○	
28	自動車	○	○	○	○	
29	ボイラー	○	○	○		○
30	ボイラー	○	○	○		○
31	金属溶解炉	○	○	○		○
32	廃棄物焼却炉	○	○	○		○
33	ディーゼル機関	○	○	○		○
34	骨材乾燥炉	○	○	○		○
35	ディーゼル機関	○	○	○		○
36	廃棄物焼却炉	○	○	○		○
37	骨材乾燥炉	○	○	○		○
38	廃棄物焼却炉	○	○	○		○
39	金属加熱炉	○	○	○		○
40	金属溶解炉	○	○	○		○
41	金属溶解炉	○	○	○		○
42	火山		○	○		○
43	自動車8(新長期)	○	○	○		○
44	自動車9(新長期)	○	○	○		○

※調査対象 No.29~41 については、既に採取してあった円筒ろ紙を用いて成分分析したが、妨害成分が多く、ブランク値が高かったため、参考値扱いとし、巻末の一覧表にのみ掲載している。

(1)カスケードインパクタによる採取

①PM _{2.5}	採取装置	JIS K0302「排ガス中のダスト粒径分布の測定方法」: 分粒特性 PM _{2.5} 相当(アンダーセンスタックサンプラーの分級板を選択して使用することにより、目的の粒分をバックアップフィルターに採取)
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 63 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 63 φ
②SPM	採取装置	JIS K0302「排ガス中のダスト粒径分布の測定方法」: 分粒特性 PM ₇ 相当(アンダーセンスタックサンプラーの分級板を選択して使用することにより、目的の粒分をバックアップフィルターに採取)
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 63 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 63 φ
③ばいじん	採取装置	JIS Z8808「排ガス中のダスト濃度の測定方法」: 普通型手動採取装置 1型又は2型
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 55 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 55 φ
④凝縮性ダスト (PM _{2.5} 含む)	採取装置	空気希釈法: 希釈装置 Dekati 社製 Fine Particle Sampler ModelFPS-4000 スタック加熱器 FPS-4230(PM _{2.5} ミニサイクロン付) 希釈エア加熱器 DH-1723 圧縮空気ろ過乾燥ユニット FPS-4001 自動圧力調整器 FPS-4005 滞留用チャンバ 16.7L 円筒型 ガラス製 (滞留時間 10s) 冷却槽 水道水 吸引ポンプ 100L/min 程度の流量が確保できるもの 流量計 100L/min 程度の流量が測定可能であるもの 耐圧ホース コンプレッサー用 耐圧 1MPa 以上 希釈機用 外径 10mm 耐圧 1MPa 以上 ウレタン製 サンプリングチューブ PTFE 製

	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 100 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 100 φ
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

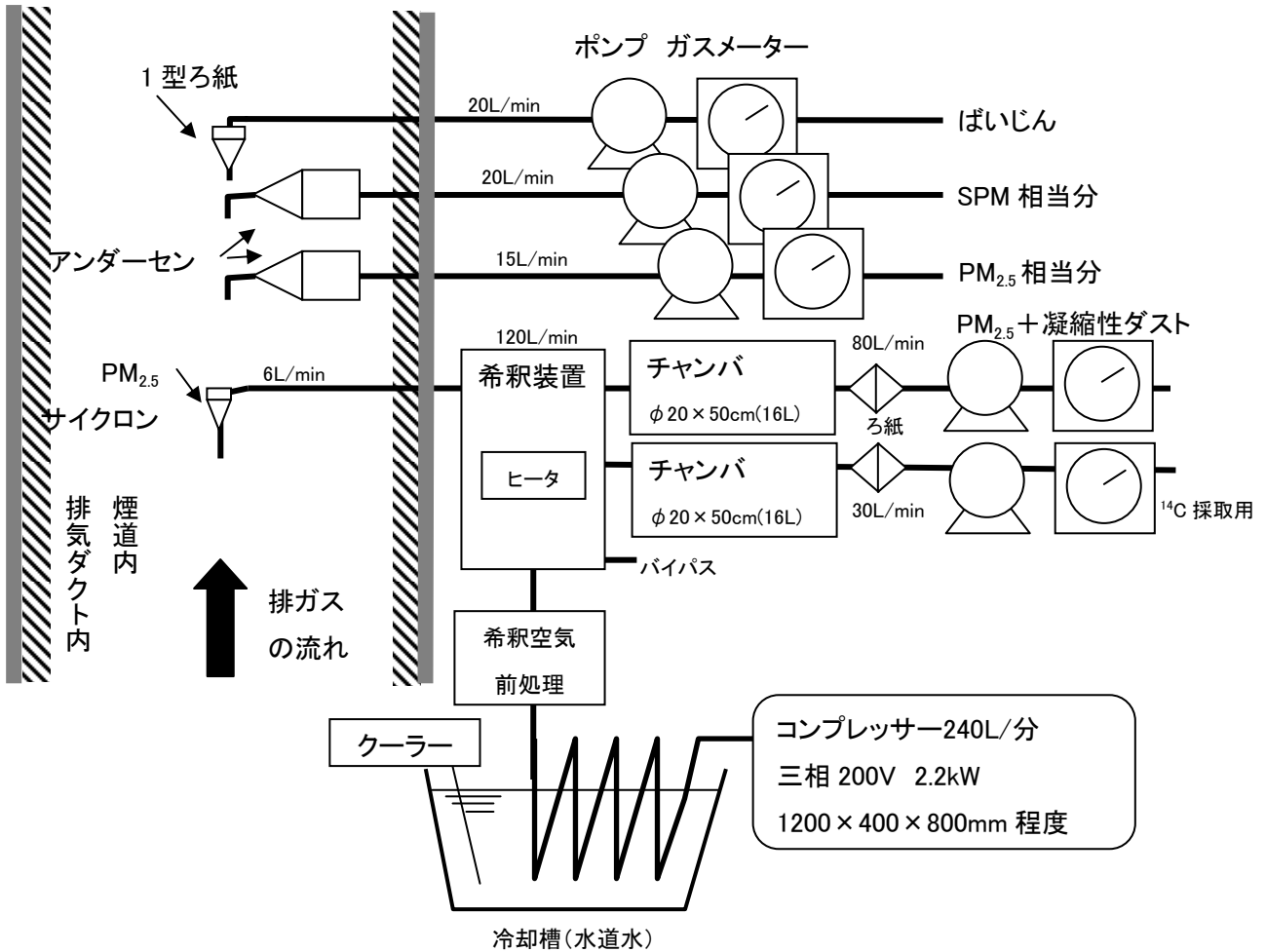


図1 カスケードインパクトによる採取方法

(2)FRM による採取

①PM _{2.5}	採取装置	R&P 社 FRM-2000 分粒特性 PM _{2.5} (2.5 μ m50%カット) 吸引流量 16.7L/min(自動補正) 内蔵流量計 マスフローセンサー 温度計 サーミスタ 圧力計 半導体センサー 吸引ポンプ ダイヤフラムポンプ
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 47 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 47 φ
②SPM	採取装置	R&P 社 FRM-2000 分粒特性 SPM(10 μ m100%カット) 吸引流量 16.7L/min
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 47 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 47 φ
③TSP	採取装置	R&P 社 FRM-2000 インパクタをはずして TSP を採取 吸引流量 16.7L/min
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 47 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 47 φ

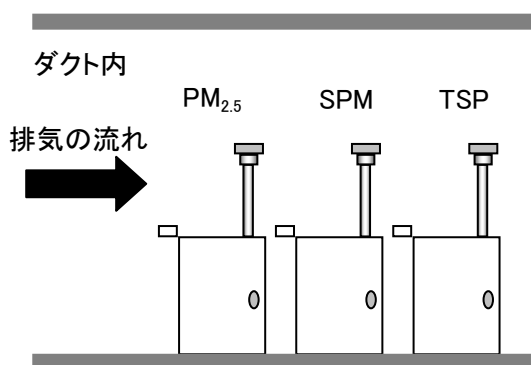


図2 ダクト内での採取方法

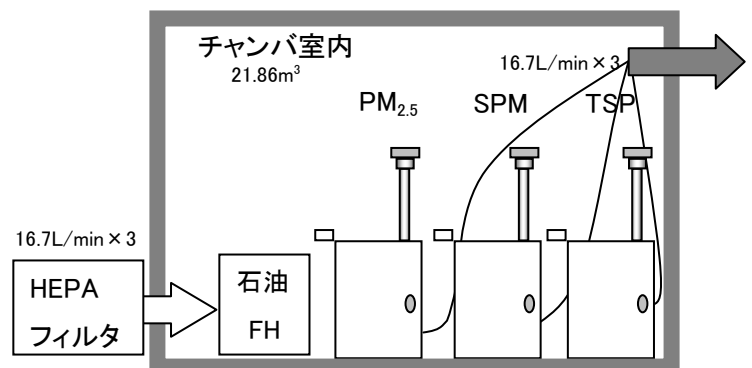


図3 チャンバ室内での採取方法

(3) 小型チャンバでの再飛散による採取

①PM _{2.5}	採取装置	R&P 社 FRM-2000 分粒特性 PM _{2.5} (2.5 μm50%カット) 吸引流量 16.7L/min(自動補正) 内蔵流量計 マスフローセンサー 温度計 サーミスタ 圧力計 半導体センサー 吸引ポンプ ダイヤフラムポンプ
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 47 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 47 φ
②SPM	採取装置	ロウボリウムエアサンプラー及び多段式分粒装置 SIBATA C-30 型 分粒特性 SPM(10 μm100%カット) 吸引流量 30L/min
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 47 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 47 φ
③TSP	採取装置	TSPとして直接採取
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 47 φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 47 φ

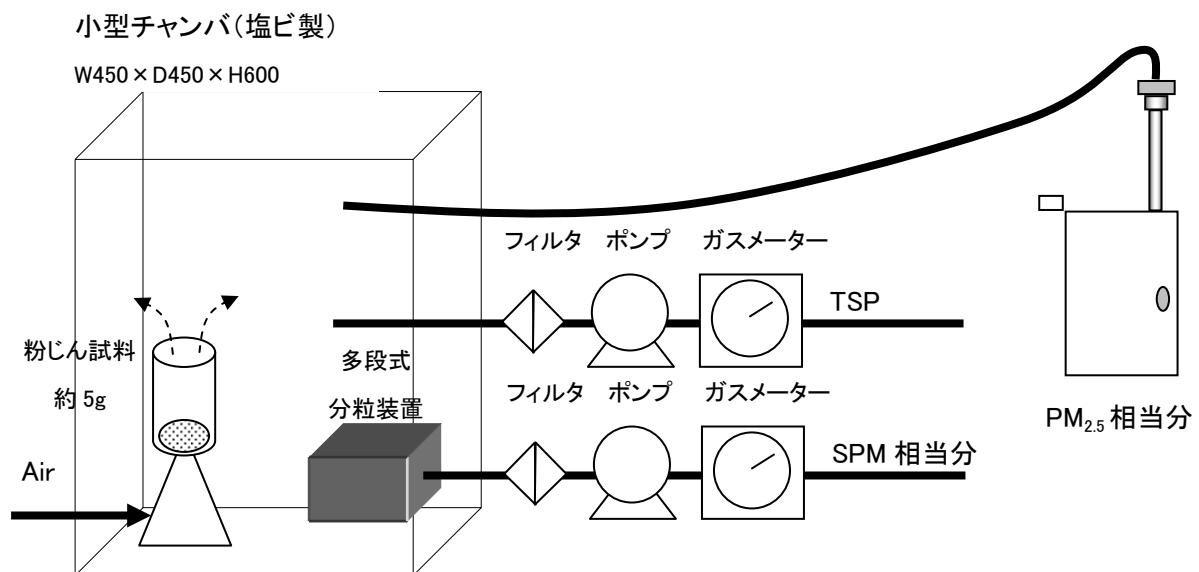


図4 小型チャンバ内での再飛散による採取方法

(4) シャシダイナモによる採取

③TSP	希釈トンネル	DLT-24120W トンネル直径:609.6mm 流量:120m ³ /min(Max)
	マイクロトンネル	MDLT-1302T サンプル流量 40~80L/min
	採取装置	DLS-7200 サンプル流量 35~150L/min
	フィルタ	石英繊維(質量濃度、イオン成分、炭素成分分析用) Pallflex 社 2500QAT-UP 70φ PTFE(質量濃度、金属成分分析用) ADVANTEC 社 PF-020 70φ

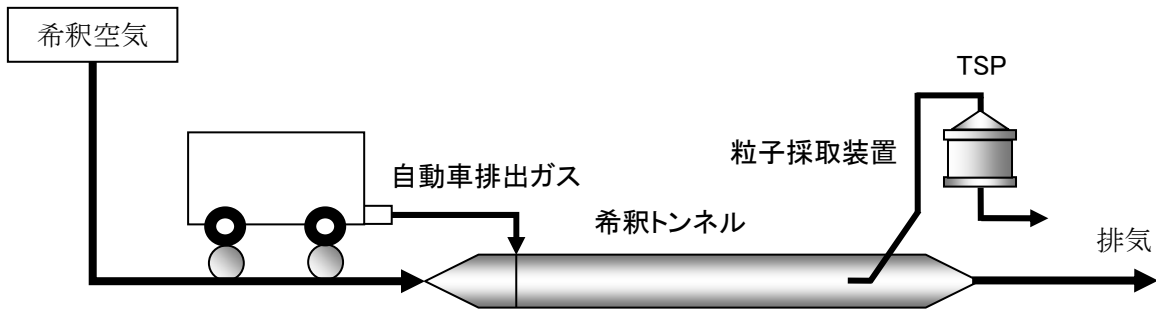


図5 シャシダイナモでの採取方法

(5) エンジンダイナモによる採取

①PM _{2.5} ②SPM ③TSP	採取装置	(1)カスケードインパクタによる採取に同じ
④凝縮性ダスト (PM _{2.5} 含む)	フィルタ	(1)カスケードインパクタによる採取に同じ

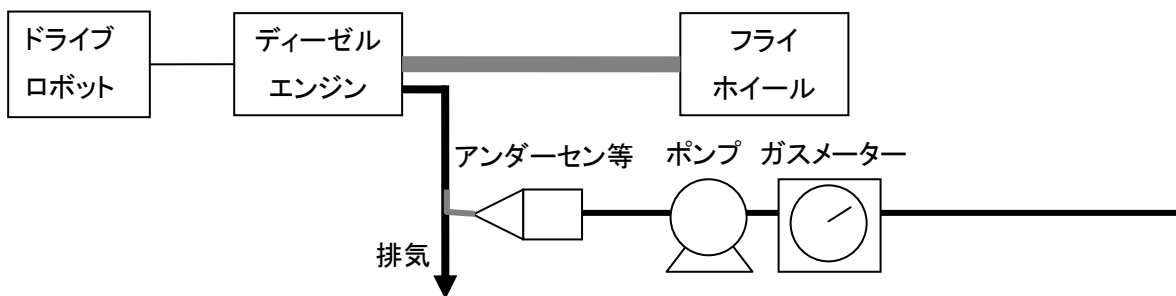


図6 エンジンダイナモでの採取方法

(6) 希釈トンネル(擬似)による採取

①PM _{2.5} ②SPM ③TSP	採取装置	(1)カスケードインパクトによる採取に同じ
④凝縮性ダスト (PM _{2.5} 含む)	フィルタ	(1)カスケードインパクトによる採取に同じ

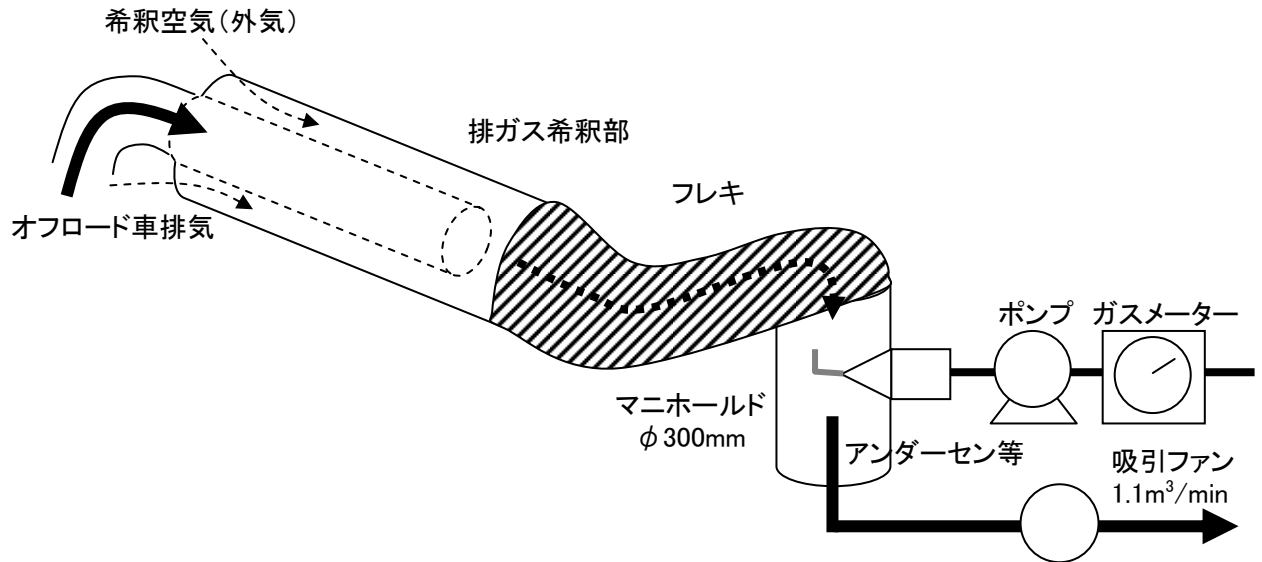


図7 希釈トンネル(擬似)による採取方法

(7) 燃焼チャンバによる採取

①PM _{2.5} ②SPM ③TSP	採取装置	(1)カスケードインパクトによる採取に同じ
④凝縮性ダスト (PM _{2.5} 含む)	フィルタ	(1)カスケードインパクトによる採取に同じ

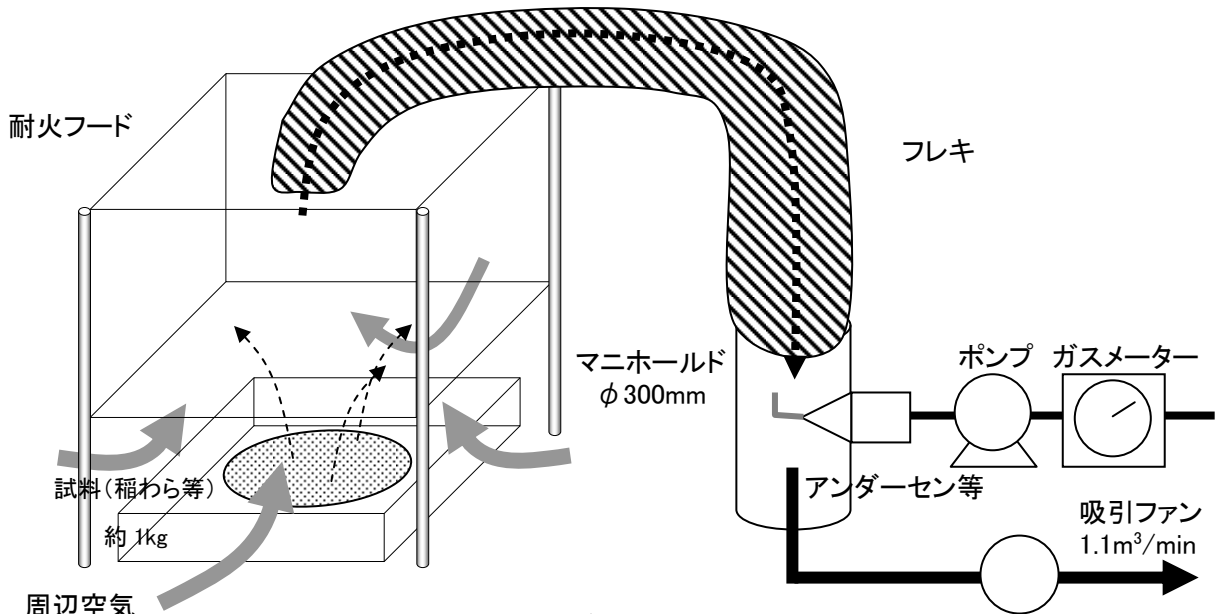


図8 燃焼チャンバによる採取方法

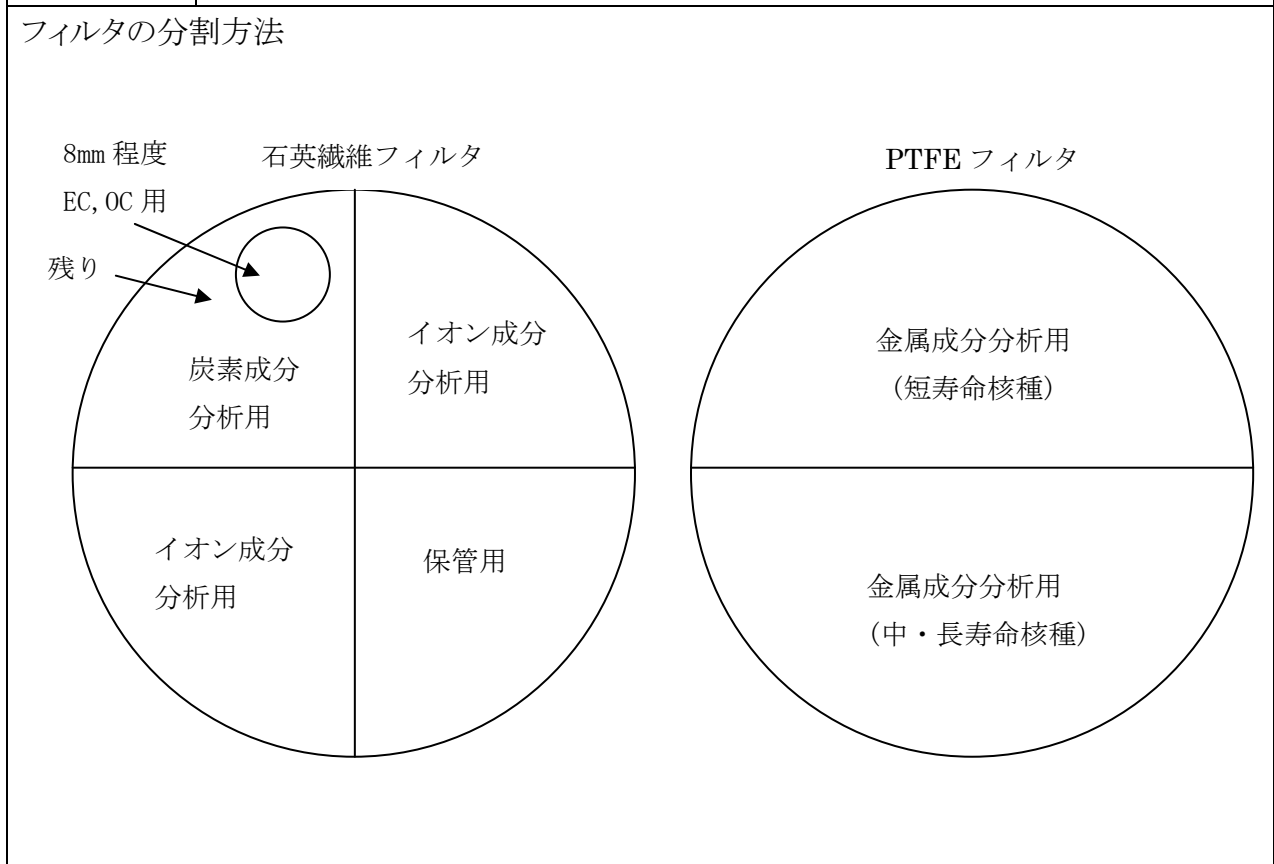
6 分析方法

「大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})測定方法 暫定マニュアル 改訂版(平成19年7月 環境省)」に準拠した。

分析方法(ばいじん、SPM、PM_{2.5}、凝縮性ダスト 共通)

質量濃度	<p>秤量法(石英繊維フィルタ、PTFE フィルタとも共通)</p> <p>測定機器</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天秤:ザルトリウス・メカトロニクス社 M5P-F <p>秤量条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度 21.5°C±1.5°C、相対湿度 50%±5%
イオン成分	<p>イオンクロマトグラフ法(石英繊維フィルタ)</p> <p>石英繊維フィルタ1/4×2片を純水10~18mLで15分間超音波抽出し、ろ過後、測定装置に導入した。</p> <p>測定装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本ダイオネクス株式会社 ICS-1500(陽イオン)、ICS-2000(陰イオン) <p>測定条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分離カラム:DIONEX [陽イオン CS-16、陰イオン AS-17] ・ガードカラム:DIONEX [陽イオン CG-16、陰イオン AG-17] ・検出器:陽イオン EC 検出器、陰イオン EC 検出器 ・試料導入量:50 μL ・オープン温度:40°C ・サプレッサ:陽イオン-電気透析形、陰イオン-電気透析形 ・サプレッサ電流値:陽イオン 90mA、陰イオン 130mA ・溶離液:陽イオン[メタンスルホン酸溶液(30mmol/L)]、陰イオン[KOH グラジエント分析(1→35 mmol/L)] ・ポンプ送量:陽イオン 1.0mL/min、陰イオン 1.5mL/min
金属成分	<p>中性子放射化分析法(PTFE フィルタ)</p> <p>測定装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本原子力研究機構 JRR-3 <hr/> <p>ICP-MS 法(円筒ろ紙)</p> <p>測定装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Agilent 7500ce <p>測定条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・RF パワー:1600W ・キャリアガス:アルゴン 0.9 /min ・干渉除去用ガス:ヘリウム 4.5 /min ・積分時間:Cr,Mn,Ni 質量数毎 0.99 秒(0.33 秒×3 回) :Be,As, 質量数毎 3.0 秒 (1.0 秒×3 回) ・繰り返し測定回数:3回

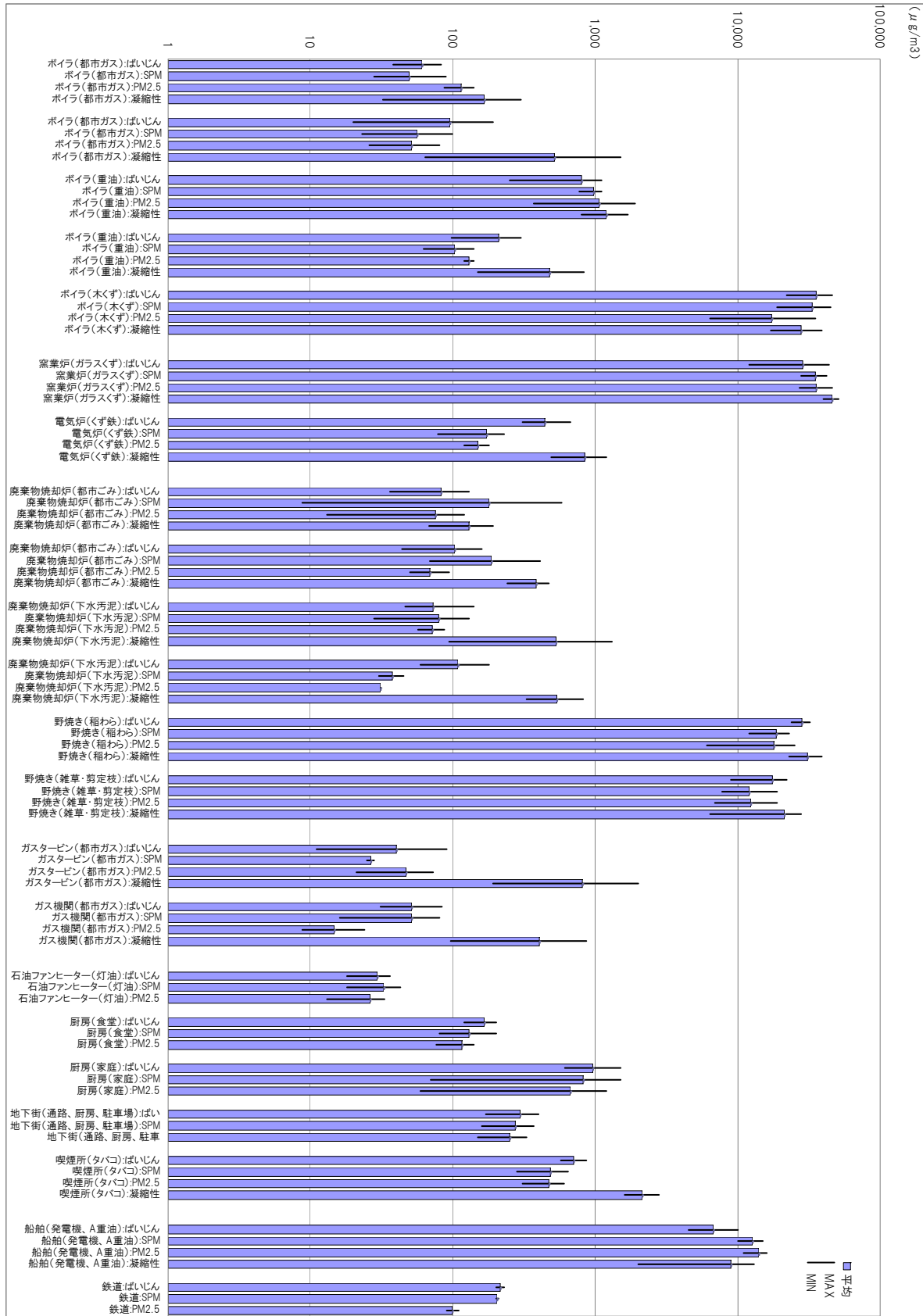
炭素成分	サーマルオプテカル・リフレクタンス法(石英繊維フィルタ) 石英繊維フィルタ 1/4 から 8φ ポンチで抜き、測定装置に導入した。		
	測定装置 ・柴田科学株式会社 DRI Model 2001 OC/EC カーボンアナライザー		
	使用ガス ・高純度ヘリウム(純度 99.999%以上) ・高純度水素(純度 99.9999%以上) ・10%酸素/ヘリウムベース ・5%メタン/ヘリウムベース ・高純度エア		
	測定条件		
	炭素フラクション	設定温度	分析雰囲気
	OC1	120°C	He
	OC2	250°C	He
	OC3	450°C	He
	OC4	550°C	He
	EC1	550°C	98%He+2%O ₂
	EC2	700°C	98%He+2%O ₂
	EC3	800°C	98%He+2%O ₂



7 調査結果

7-1 質量濃度

○発生源からの粒子状物質排出濃度一覧



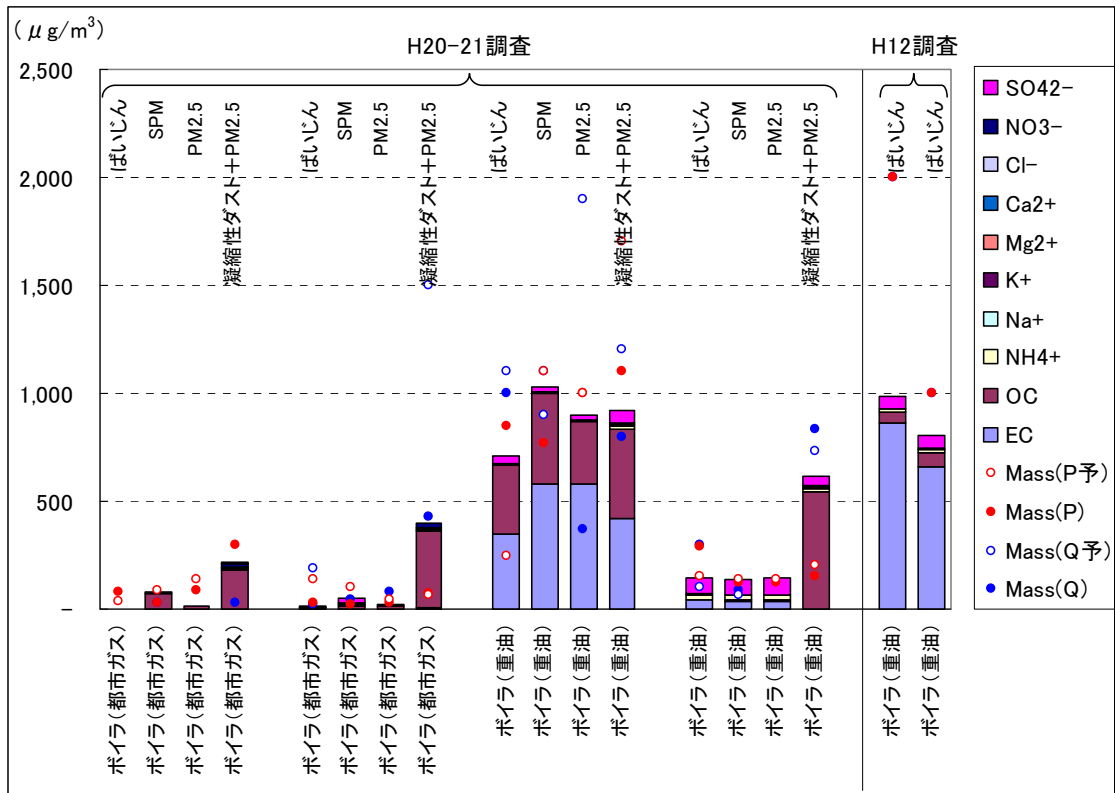
※希釈トンネルにより採取した試料、既存ろ紙を除く(自動車・粉じん・建設機械 等)

※PTFE フィルタ、石英繊維フィルタ各2回、計4回採取のうち、秤量値がマイナスとなったものを除く

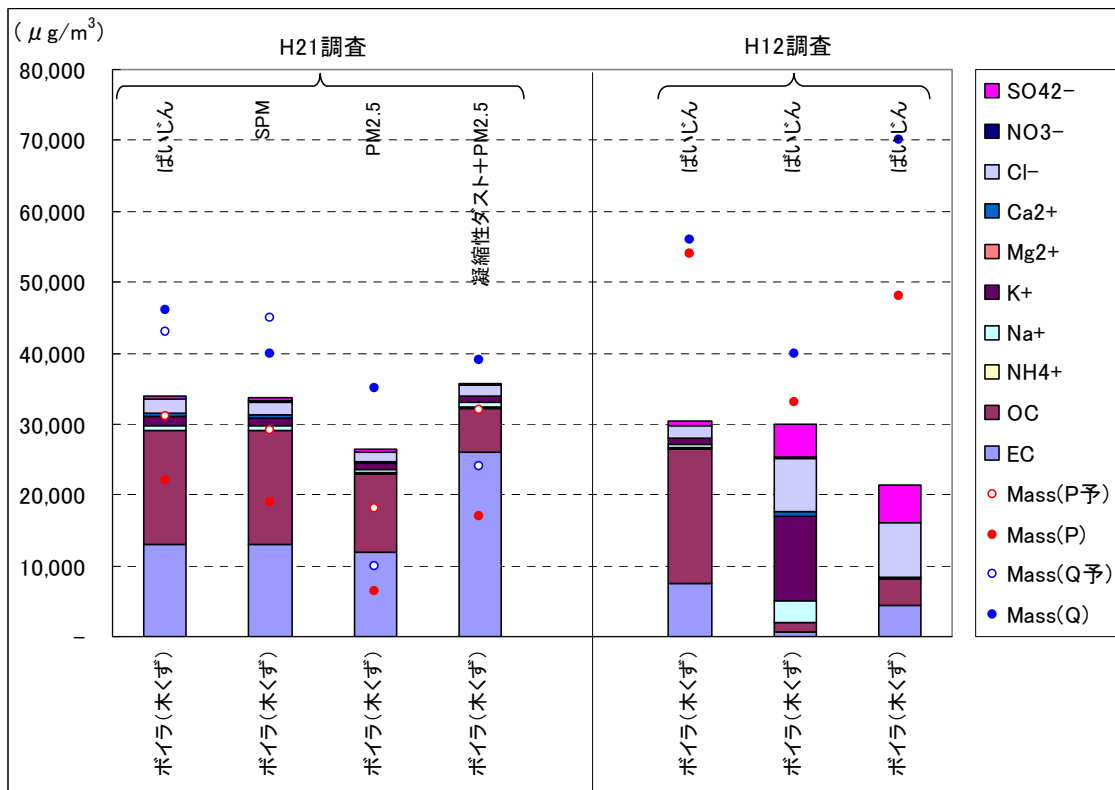
7-2 炭素・イオン成分

各調査対象の粒径別質量濃度、炭素・イオン成分濃度を次に示す。なお、過去調査結果(平成12年度)がある発生源については、比較のために併記した。

○ボイラー(都市ガス・重油)



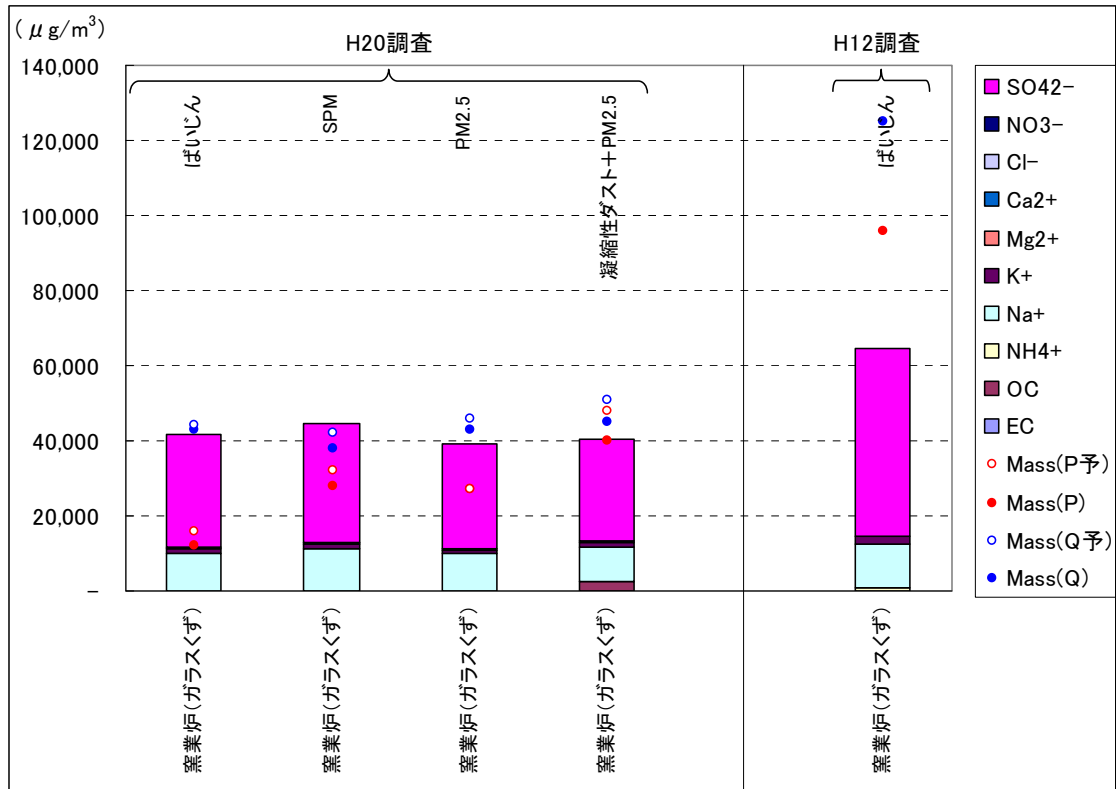
○ボイラー(木くず)



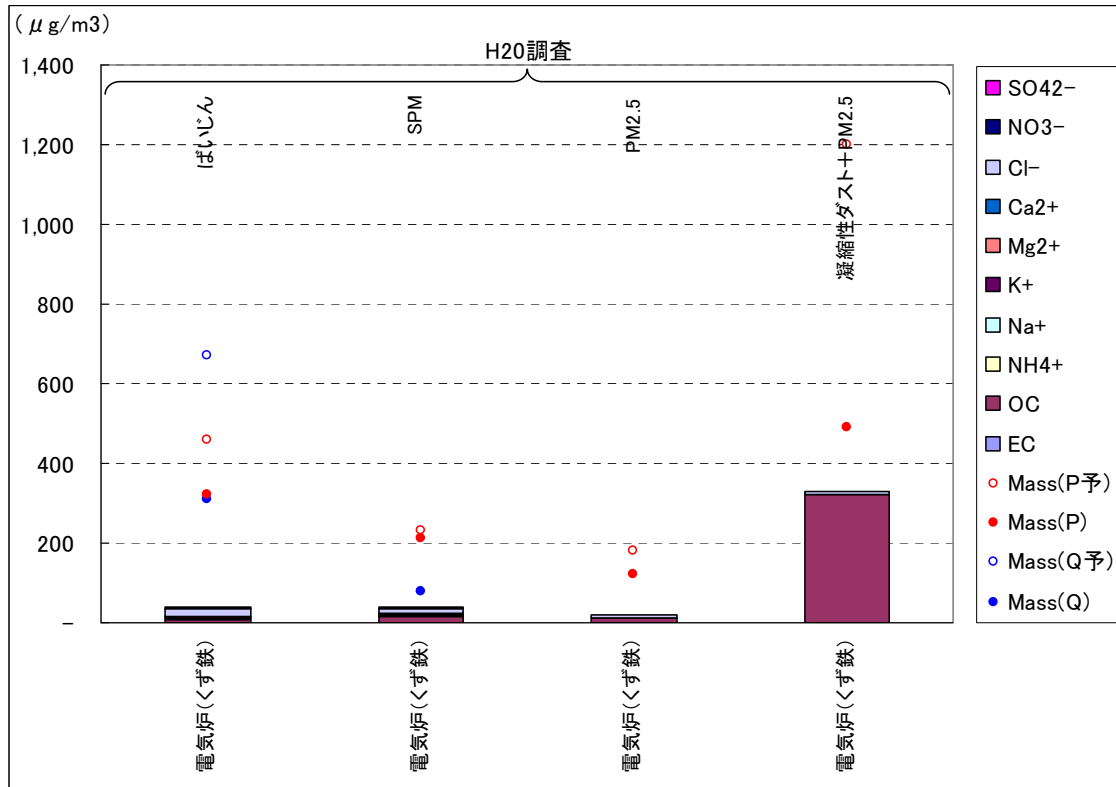
※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

※炭素成分は、本調査は TOR、H12 年度調査は CHN コーダー、イオン成分は共に IC 法による。

○ 窯業炉

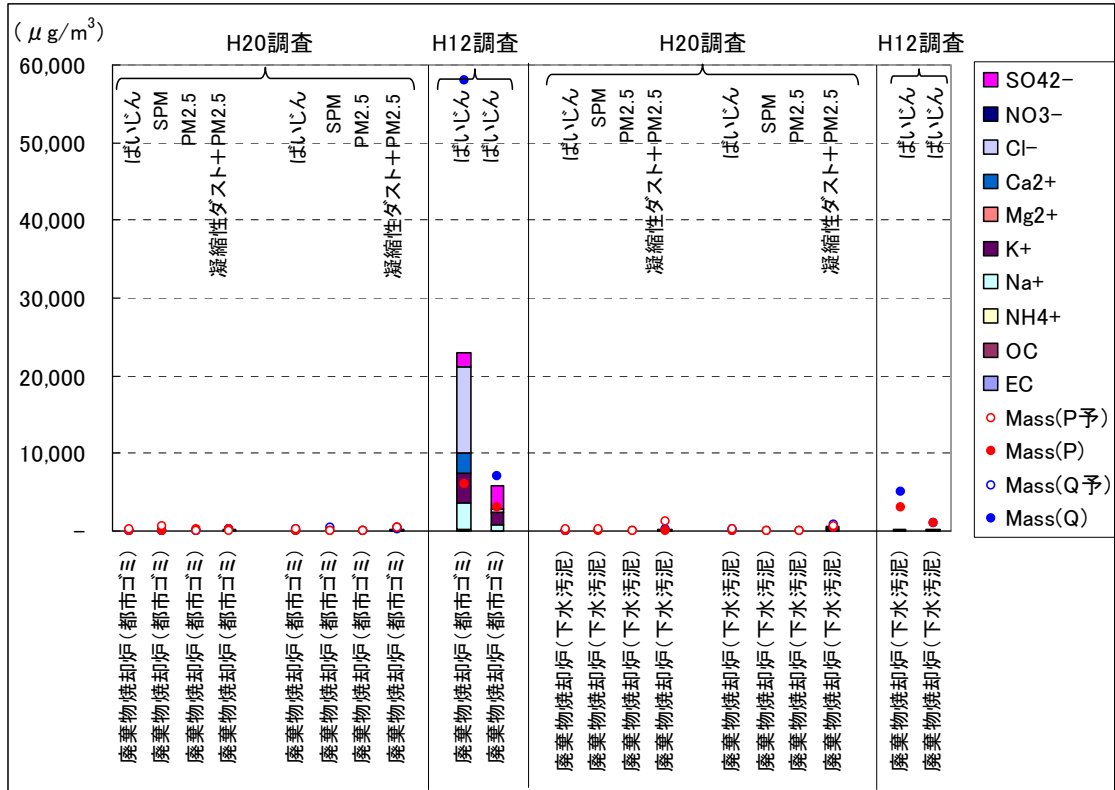


○ 電気炉

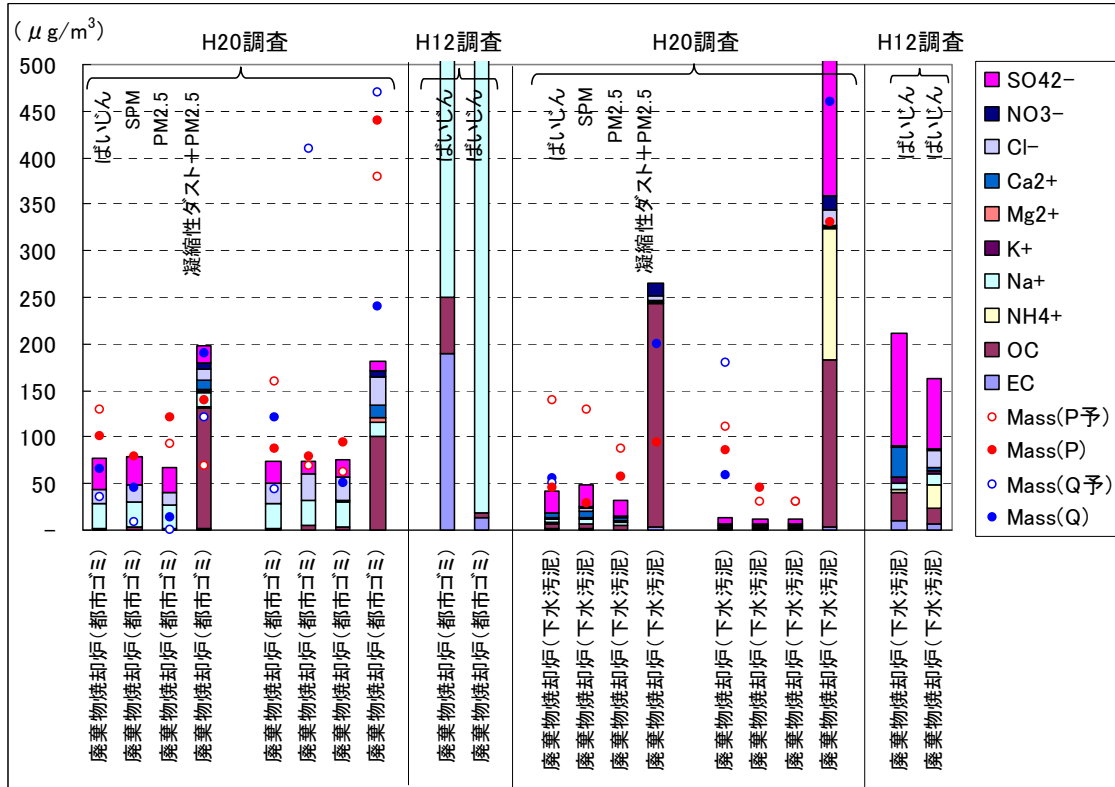


※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。
 ※炭素成分は、本調査は TOR、H12 年度調査は CHN コーダー、イオン成分は共に IC 法による。

○廃棄物焼却炉



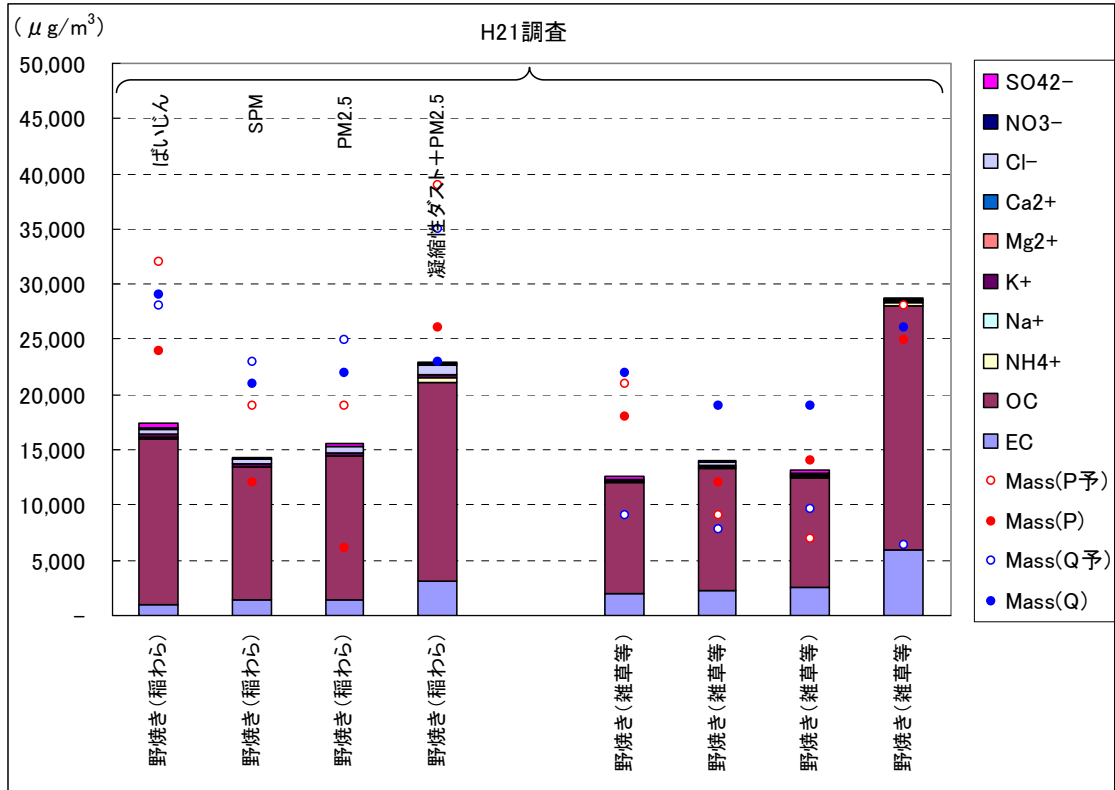
○廃棄物焼却炉(拡大グラフ)



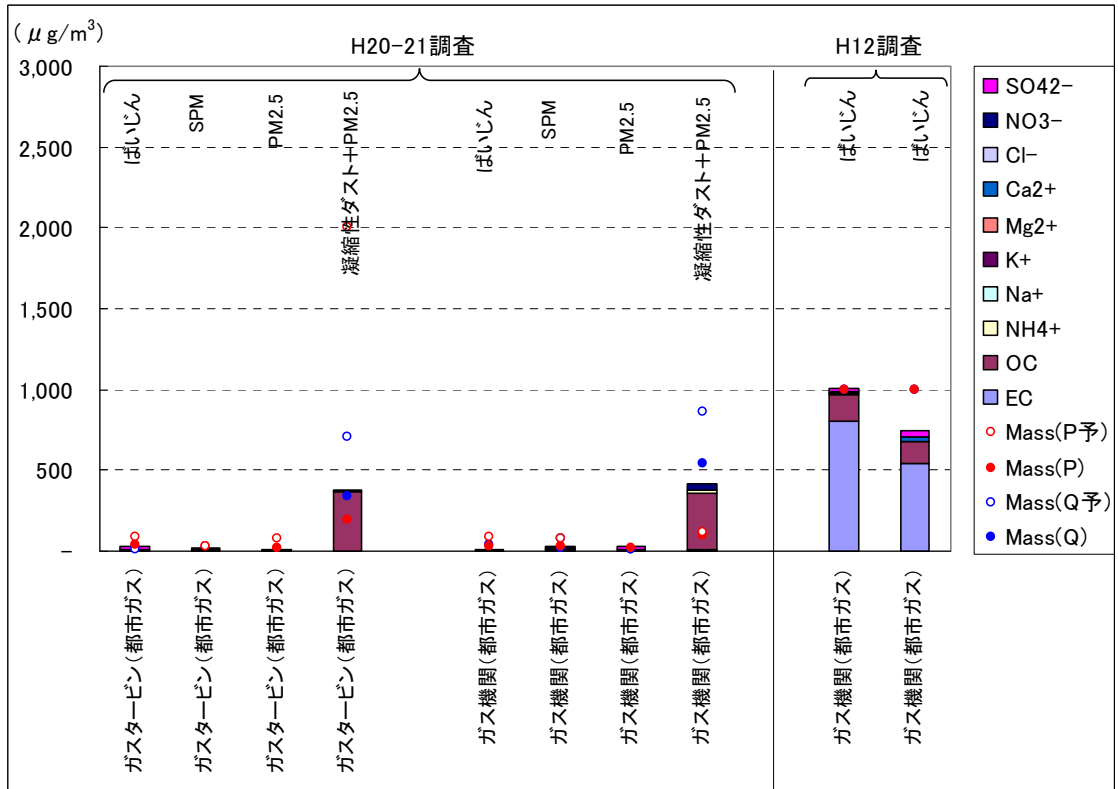
※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

※炭素成分は、本調査はTOR、H12年度調査はCHNコーダー、イオン成分は共にIC法による。

○野焼き



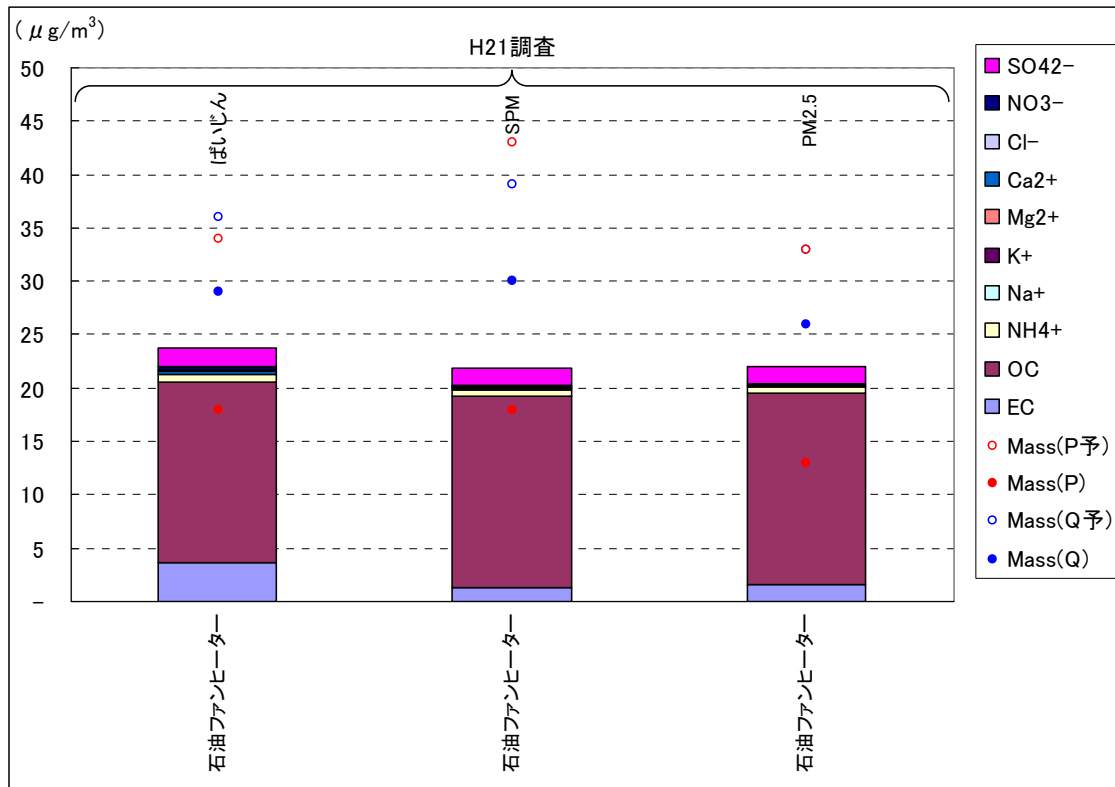
○ガスタービン・ガス機関



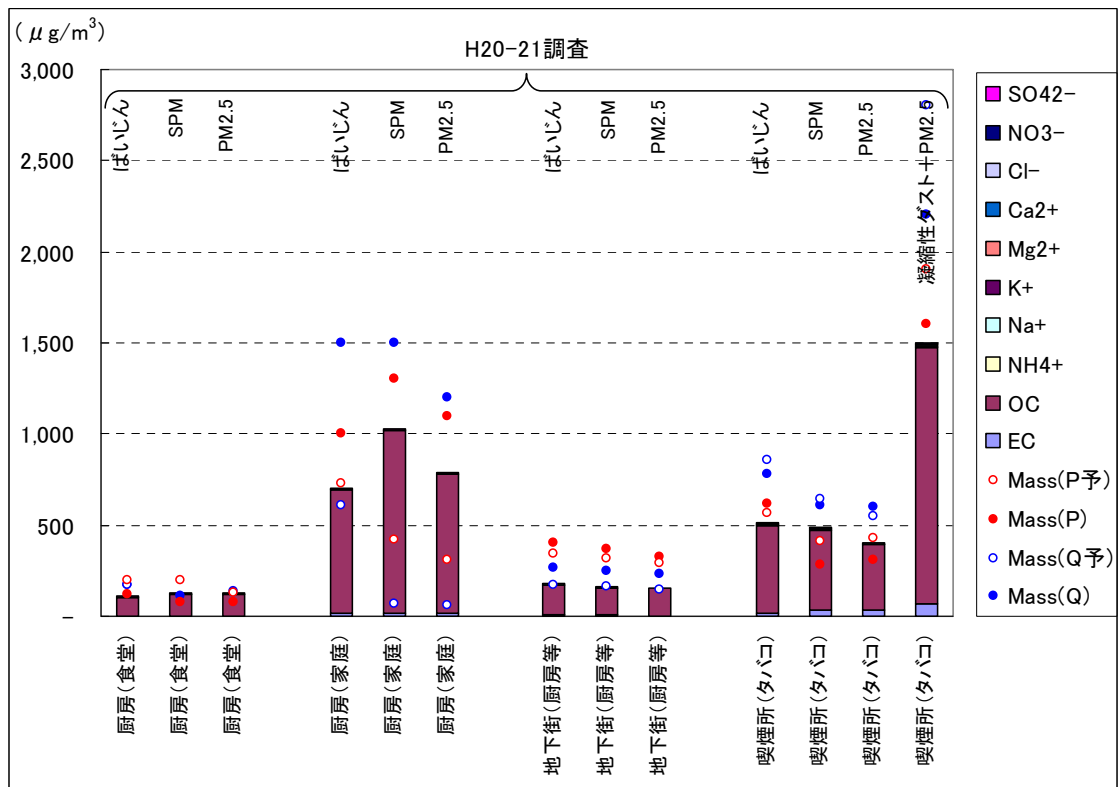
※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

※炭素成分は、本調査は TOR、H12 年度調査は CHN コーダー、イオン成分は共に IC 法による。

○石油ファンヒーター

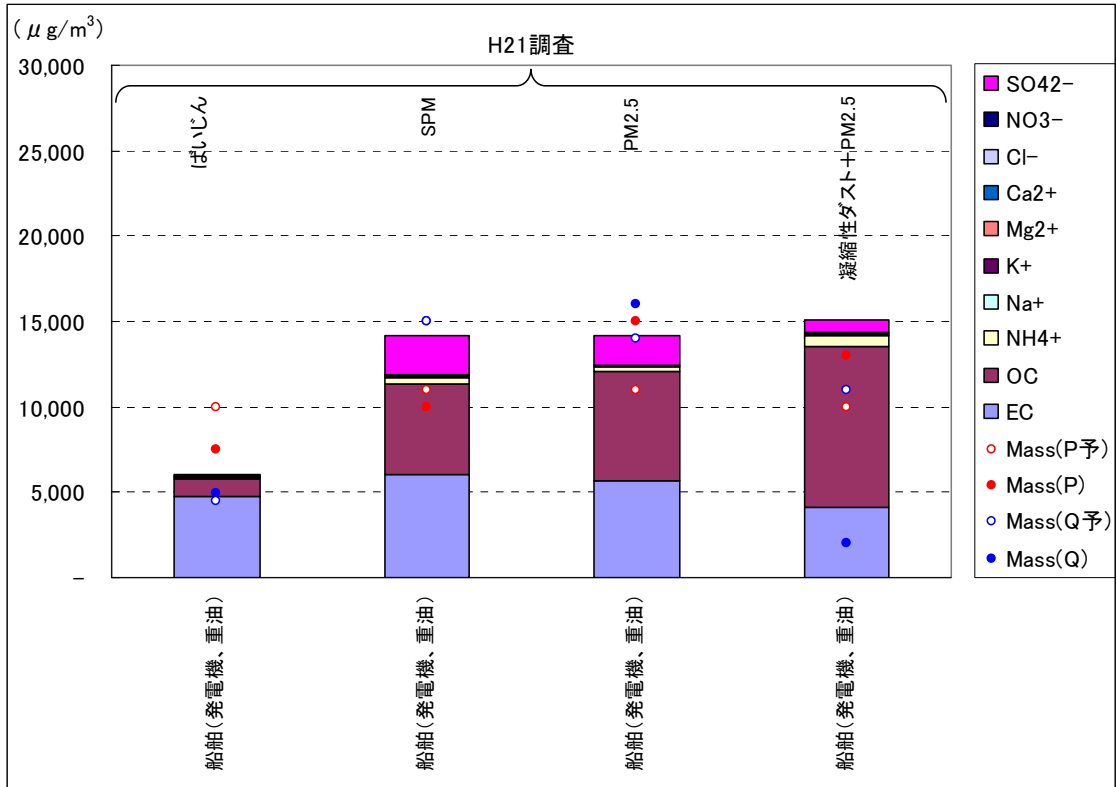


○調理・たばこ

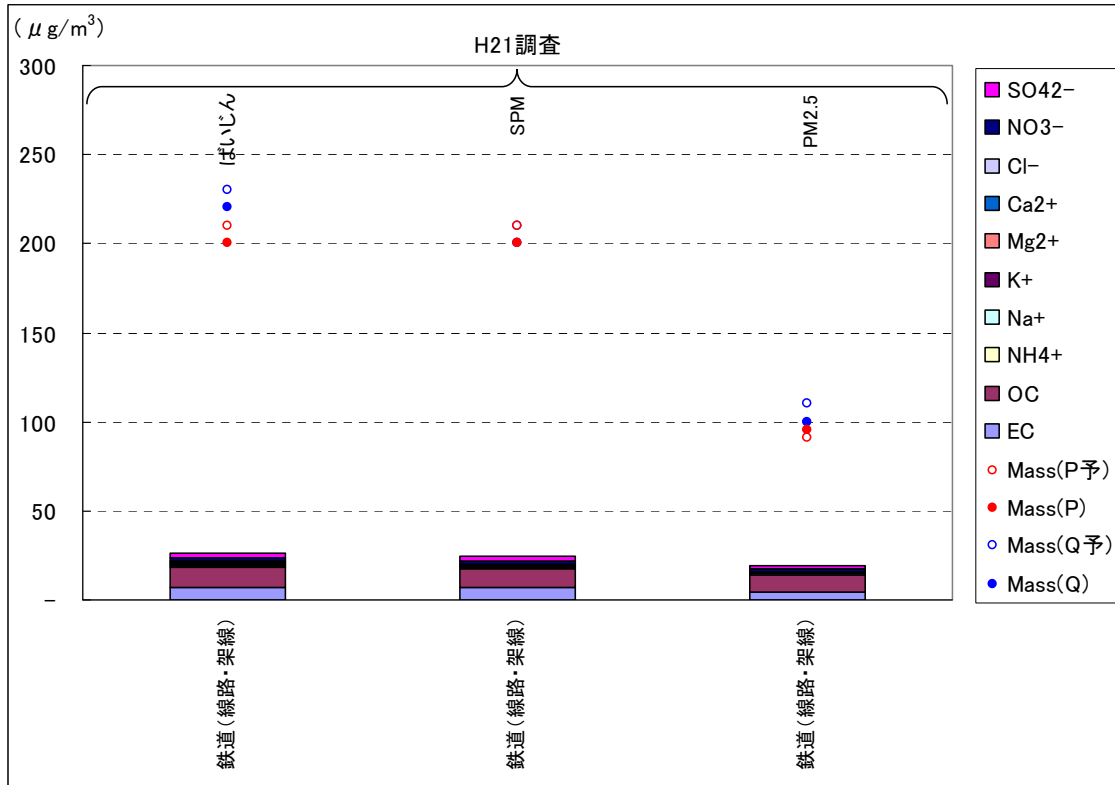


※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

○船舶

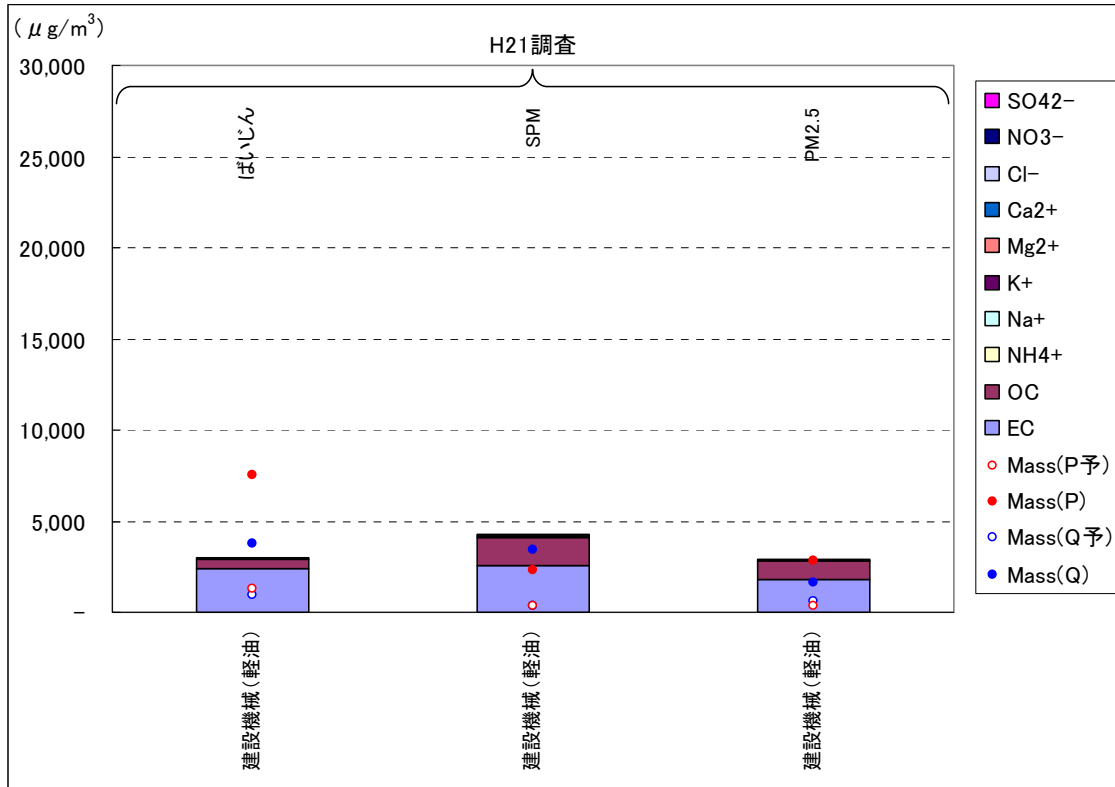


○鉄道



※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

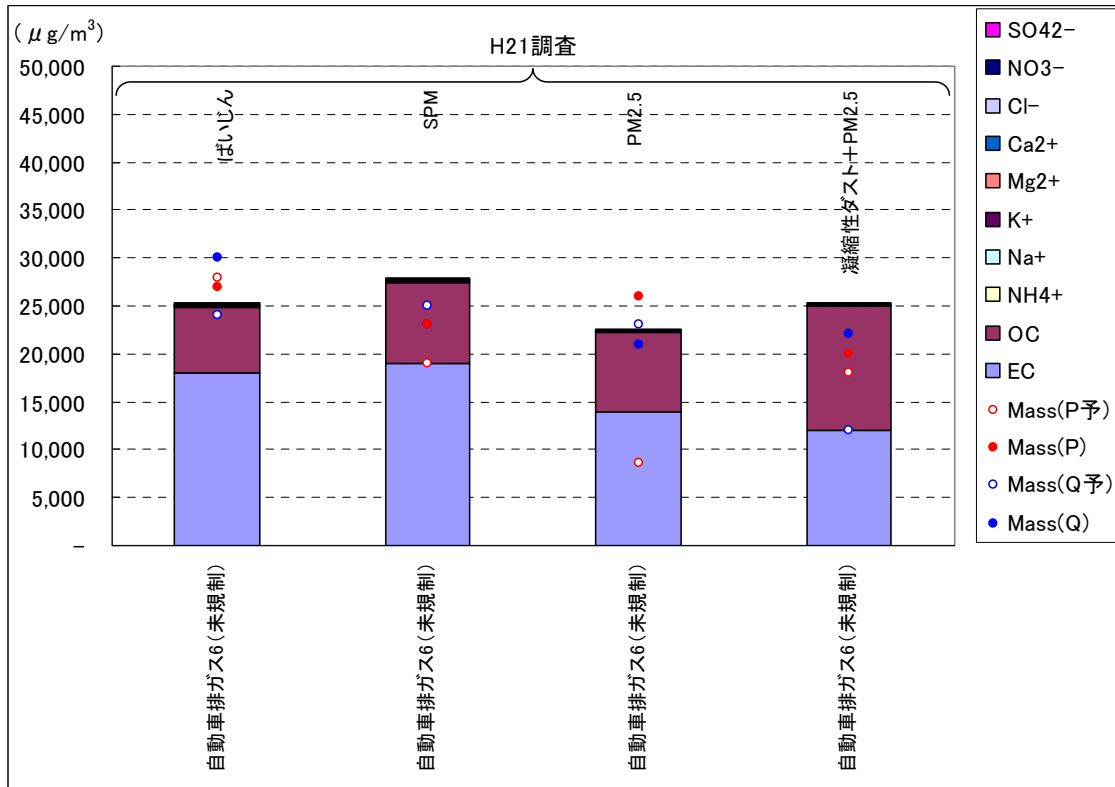
○建設機械(希釈後に採取)



※疑似希釈トンネルを通過後に採取した結果

※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

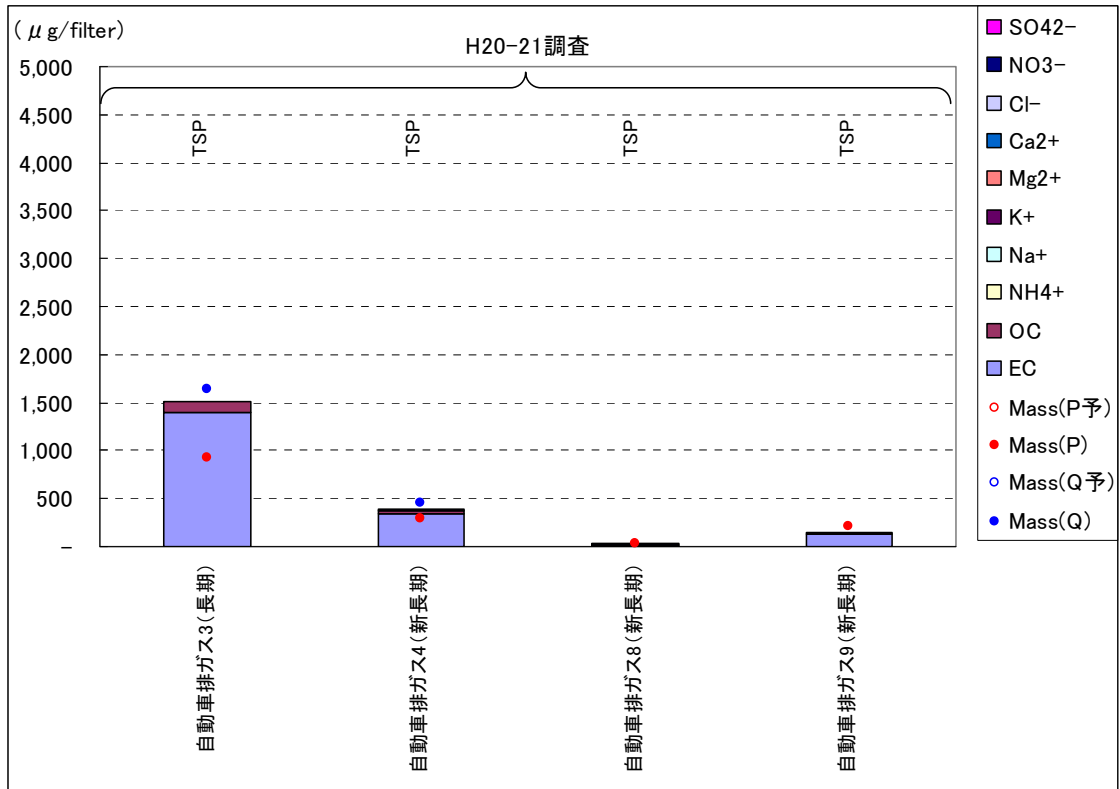
○自動車(排気管からの直接採取)



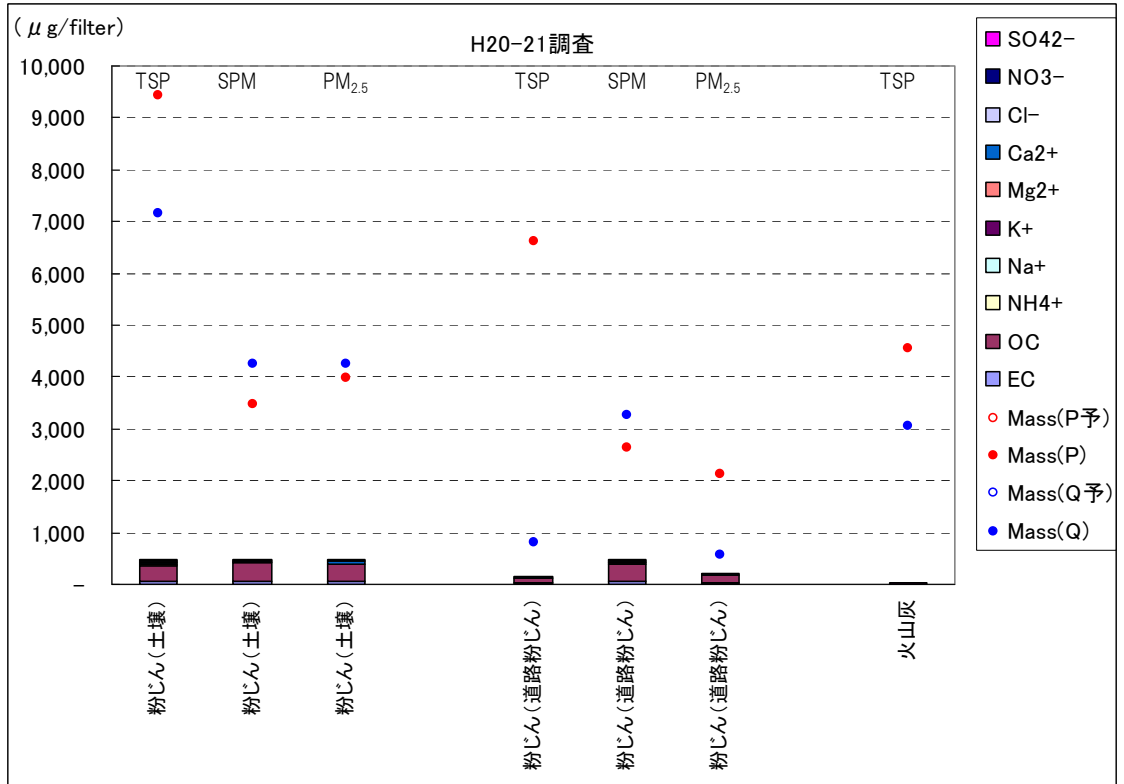
※希釈トンネルを通さず、排気管から直接採取した結果(元年規制(PMについては未規制))である。

※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

○自動車(希釈トンネルからの採取)



○粉じん(小型チャンバでの再飛散による採取)



※小型チャンバによる再飛散、希釈トンネルからの採取であるので、質量濃度は($\mu\text{g}/\text{filter}$)で示した。
 ※定量下限値未満はそのままの値を使用し、検出下限未満は0とした。

7-3 金属成分

○検出された金属成分一覧

試料名	Na	Mg	Al	Cl	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb
ボイラー(都市ガス):ばいじん	○		○							○	○	○	○			○				
ボイラー(都市ガス):SPM			○						○	○	○	○	○		○	○				
ボイラー(都市ガス):PM2.5	○		○						○	○	○	○	○			○				
ボイラー(都市ガス):凝縮性ダスト																				
ボイラー(都市ガス):ばいじん	○		○	○		○			○	○	○	○	○			○				
ボイラー(都市ガス):SPM	○		○			○				○		○	○			○				
ボイラー(都市ガス):PM2.5			○			○					○					○				
ボイラー(都市ガス):凝縮性ダスト	○		○	○		○			○		○					○				
ボイラー(重油):ばいじん	○		○			○			○	○	○	○	○			○	○			
ボイラー(重油):SPM			○			○	○		○	○	○	○	○			○	○	○		
ボイラー(重油):PM2.5			○			○	○		○	○	○	○	○			○	○			
ボイラー(重油):凝縮性ダスト		○	○			○			○		○					○				
ボイラ(重油):ばいじん	○		○	○					○	○	○	○	○				○			
ボイラ(重油):SPM	○		○						○	○	○	○	○			○	○			
ボイラ(重油):PM2.5	○		○						○	○	○	○	○				○			
ボイラ(重油):凝縮性ダスト	○		○	○					○		○									
ボイラー(木くず):ばいじん	○		○	○	○	○				○	○	○	○			○			○	○
ボイラー(木くず):SPM	○		○	○	○	○				○	○	○				○			○	○
ボイラー(木くず):PM2.5	○		○	○	○					○	○					○			○	
ボイラー(木くず):凝縮性ダスト	○			○	○					○	○		○			○			○	
窯業炉(ガラスくず):ばいじん	○	○	○		○	○			○	○	○					○	○	○		○
窯業炉(ガラスくず):SPM	○		○		○	○			○	○	○		○			○	○	○		○
窯業炉(ガラスくず):PM2.5	○		○		○	○			○	○	○		○			○	○	○		○
窯業炉(ガラスくず):凝縮性ダスト	○		○		○	○			○	○						○	○	○		
電気炉(くず鉄):ばいじん	○	○	○	○		○			○	○	○	○	○		○	○	○		○	
電気炉(くず鉄):SPM	○	○	○	○		○			○	○	○	○	○		○	○	○		○	
電気炉(くず鉄):PM2.5		○	○	○		○			○	○	○	○	○		○	○	○		○	
電気炉(くず鉄):凝縮性ダスト		○	○			○			○		○					○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):ばいじん	○		○	○		○		○	○	○	○	○				○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):SPM	○		○	○		○	○		○	○	○	○	○		○	○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):PM2.5	○		○			○			○	○	○	○	○		○	○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):凝縮性ダスト	○		○		○				○		○					○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):ばいじん	○		○	○		○			○	○	○	○	○		○	○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):SPM	○		○	○		○			○	○	○	○	○		○	○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):PM2.5	○		○	○		○			○	○	○	○	○		○	○			○	
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):凝縮性ダスト	○		○	○		○			○	○	○	○				○			○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):ばいじん	○	○	○			○			○	○	○					○			○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):SPM	○	○	○			○			○	○	○		○			○			○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):PM2.5	○		○			○			○	○	○	○	○			○			○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):凝縮性ダスト		○	○			○					○								○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):ばいじん	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):SPM	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):PM2.5		○	○			○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
廃棄物焼却炉(下水汚泥):凝縮性ダスト			○			○	○		○		○						○		○	
野焼き(稲わら):ばいじん	○		○	○	○						○					○	○		○	
野焼き(稲わら):SPM			○	○	○						○					○	○		○	
野焼き(稲わら):PM2.5					○	○										○	○		○	
野焼き(稲わら):凝縮性ダスト	○		○	○												○	○		○	
野焼き(剪定枝・雑草):ばいじん	○		○	○		○	○		○	○	○	○			○	○			○	
野焼き(剪定枝・雑草):SPM	○		○	○							○				○	○			○	
野焼き(剪定枝・雑草):PM2.5			○	○							○	○			○	○			○	
野焼き(剪定枝・雑草):凝縮性ダスト	○		○	○					○		○					○			○	
ガスタービン(都市ガス):ばいじん		○	○			○			○	○	○		○			○			○	
ガスタービン(都市ガス):SPM		○	○			○		○	○	○	○	○	○		○	○	○		○	
ガスタービン(都市ガス):PM2.5		○	○			○			○	○	○	○	○		○	○			○	
ガスタービン(都市ガス):凝縮性ダスト			○			○			○	○	○								○	
ガス機関(都市ガス):ばいじん	○		○			○			○	○	○	○	○		○	○			○	
ガス機関(都市ガス):SPM	○		○						○	○	○	○	○		○	○			○	
ガス機関(都市ガス):PM2.5			○						○	○	○	○	○		○	○			○	
ガス機関(都市ガス):凝縮性ダスト			○	○						○	○		○						○	

試料名	Sr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Eu	Au	K(L)	Ni(S)	In	I	Hf	Ta	W	Th
ボイラー(都市ガス):ばいじん																				
ボイラー(都市ガス):SPM																				
ボイラー(都市ガス):PM2.5		○																		○
ボイラー(都市ガス):凝縮性ダスト																				
ボイラー(都市ガス):ばいじん																				
ボイラー(都市ガス):SPM																				
ボイラー(都市ガス):PM2.5																				
ボイラー(都市ガス):凝縮性ダスト																				
ボイラー(重油):ばいじん								○												
ボイラー(重油):SPM					○			○					○							
ボイラー(重油):PM2.5					○								○							
ボイラー(重油):凝縮性ダスト																				
ボイラ(重油):ばいじん					○			○												
ボイラ(重油):SPM																				
ボイラ(重油):PM2.5																				
ボイラ(重油):凝縮性ダスト																				
ボイラー(木くず):ばいじん					○									○						
ボイラー(木くず):SPM					○									○						
ボイラー(木くず):PM2.5					○									○						
ボイラー(木くず):凝縮性ダスト					○									○						
窯業炉(ガラスくず):ばいじん		○	○	○	○	○						○	○							
窯業炉(ガラスくず):SPM		○	○	○	○	○						○								
窯業炉(ガラスくず):PM2.5		○	○	○	○	○						○								
窯業炉(ガラスくず):凝縮性ダスト		○			○	○						○	○							
電気炉(くず鉄):ばいじん					○														○	
電気炉(くず鉄):SPM			○		○									○					○	
電気炉(くず鉄):PM2.5					○									○					○	
電気炉(くず鉄):凝縮性ダスト																				
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):ばいじん												○								
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):SPM					○							○								
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):PM2.5		○																		
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):凝縮性ダスト	○				○		○											○		○
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):ばいじん												○								
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):SPM												○								
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):PM2.5						○														
廃棄物焼却炉(都市ゴミ):凝縮性ダスト					○		○			○										
廃棄物焼却炉(下水汚泥):ばいじん					○								○							
廃棄物焼却炉(下水汚泥):SPM					○															
廃棄物焼却炉(下水汚泥):PM2.5					○							○	○							
廃棄物焼却炉(下水汚泥):凝縮性ダスト					○															
廃棄物焼却炉(下水汚泥):ばいじん					○		○	○		○			○							○
廃棄物焼却炉(下水汚泥):SPM					○		○	○		○		○	○							○
廃棄物焼却炉(下水汚泥):PM2.5					○		○	○		○		○	○							○
廃棄物焼却炉(下水汚泥):凝縮性ダスト					○															
野焼き(稲わら):ばいじん													○						○	
野焼き(稲わら):SPM													○							
野焼き(稲わら):PM2.5													○							
野焼き(稲わら):凝縮性ダスト																				
野焼き(剪定枝・雑草):ばいじん																			○	
野焼き(剪定枝・雑草):SPM																			○	
野焼き(剪定枝・雑草):PM2.5																			○	
野焼き(剪定枝・雑草):凝縮性ダスト																				
ガスタービン(都市ガス):ばいじん					○															
ガスタービン(都市ガス):SPM					○															
ガスタービン(都市ガス):PM2.5																				
ガスタービン(都市ガス):凝縮性ダスト																				
ガス機関(都市ガス):ばいじん												○								○
ガス機関(都市ガス):SPM												○								○
ガス機関(都市ガス):PM2.5												○								○
ガス機関(都市ガス):凝縮性ダスト																				

試料名	Na	Mg	Al	Cl	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb
石油ファンヒーター(灯油):ばいじん	○		○	○							○									
石油ファンヒーター(灯油):SPM	○		○	○					○		○									
石油ファンヒーター(灯油):PM2.5	○		○	○					○		○									
厨房(食堂):ばいじん			○			○					○					○				○
厨房(食堂):SPM		○				○				○	○					○				
厨房(食堂):PM2.5		○	○			○			○	○	○					○				
厨房(家庭):ばいじん	○	○	○	○		○			○		○					○	○			○
厨房(家庭):SPM	○	○	○			○			○	○	○					○	○	○		
厨房(家庭):PM2.5	○	○	○			○			○	○	○					○	○	○		
地下街(通路、厨房、駐車場):ばいじん	○		○	○					○		○	○				○				○
地下街(通路、厨房、駐車場):SPM	○		○	○			○		○		○	○				○				○
地下街(通路、厨房、駐車場):PM2.5	○		○	○					○		○	○				○				○
喫煙所(タバコ):ばいじん	○		○	○	○					○	○	○	○			○				○
喫煙所(タバコ):SPM			○	○	○						○	○	○							○
喫煙所(タバコ):PM2.5	○		○	○						○		○								○
喫煙所(タバコ):凝縮性ダスト	○		○	○	○		○		○		○									
船舶(重油):ばいじん	○		○			○			○	○	○	○	○			○				
船舶(重油):SPM	○		○			○		○	○	○	○					○				
船舶(重油):PM2.5			○						○	○						○				
船舶(重油):凝縮性ダスト	○		○	○					○											
鉄道(車輪・線路):ばいじん	○		○	○		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○			○
鉄道(車輪・線路):SPM	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○			○
鉄道(車輪・線路):PM2.5	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○			○
建設機械(軽油):ばいじん	○		○	○		○	○			○	○	○				○				
建設機械(軽油):SPM			○	○							○					○				
建設機械(軽油):PM2.5			○	○					○	○	○					○				

試料名	Na	Mg	Al	Cl	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb
自動車(元年規制):TSP			○												○	○				
自動車(元年規制):SPM				○					○	○	○	○	○							
自動車(元年規制):PM2.5										○		○	○			○				
自動車(元年規制):凝縮性ダスト	○		○	○												○				

試料名	Na	Mg	Al	Cl	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb
自動車(長期):TSP	○		○	○		○										○				○
自動車(新長期):TSP	○		○	○												○				○
自動車(新長期):TSP			○							○	○	○	○	○	○	○				
自動車(新長期):TSP			○				○				○	○	○		○	○				
粉じん(土壌):TSP	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○			○	○			○
粉じん(土壌):SPM	○		○	○		○	○	○	○	○	○	○	○				○			○
粉じん(土壌):PM2.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○			○
粉じん(道路粉じん):TSP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○			○
粉じん(道路粉じん):SPM	○	○	○	○		○	○		○	○	○	○	○			○	○			○
粉じん(道路粉じん):PM2.5	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○			○	○			○
火山灰:TSP	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○

※検出限界以上の元素に“○”を記した。

試料名	Sr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Eu	Au	K(L)	Ni(S)	In	I	Hf	Ta	W	Th	
石油ファンヒーター(灯油):ばいじん																					
石油ファンヒーター(灯油):SPM					○																
石油ファンヒーター(灯油):PM2.5					○							○									
厨房(食堂):ばいじん																					
厨房(食堂):SPM												○	○								
厨房(食堂):PM2.5					○								○								
厨房(家庭):ばいじん																					
厨房(家庭):SPM					○																
厨房(家庭):PM2.5					○																
地下街(通路、厨房、駐車場):ばいじん					○			○													
地下街(通路、厨房、駐車場):SPM					○			○													
地下街(通路、厨房、駐車場):PM2.5					○			○													
喫煙所(タバコ):ばいじん					○			○	○				○								
喫煙所(タバコ):SPM					○			○	○				○								
喫煙所(タバコ):PM2.5					○			○	○				○								
喫煙所(タバコ):凝縮性ダスト					○			○	○												
船舶(重油):ばいじん																					
船舶(重油):SPM																					
船舶(重油):PM2.5																					
船舶(重油):凝縮性ダスト																					
鉄道(車輪・線路):ばいじん					○		○	○					○							○	
鉄道(車輪・線路):SPM					○		○	○					○							○	
鉄道(車輪・線路):PM2.5					○		○	○													
建設機械(軽油):ばいじん					○						○										
建設機械(軽油):SPM																					
建設機械(軽油):PM2.5																					

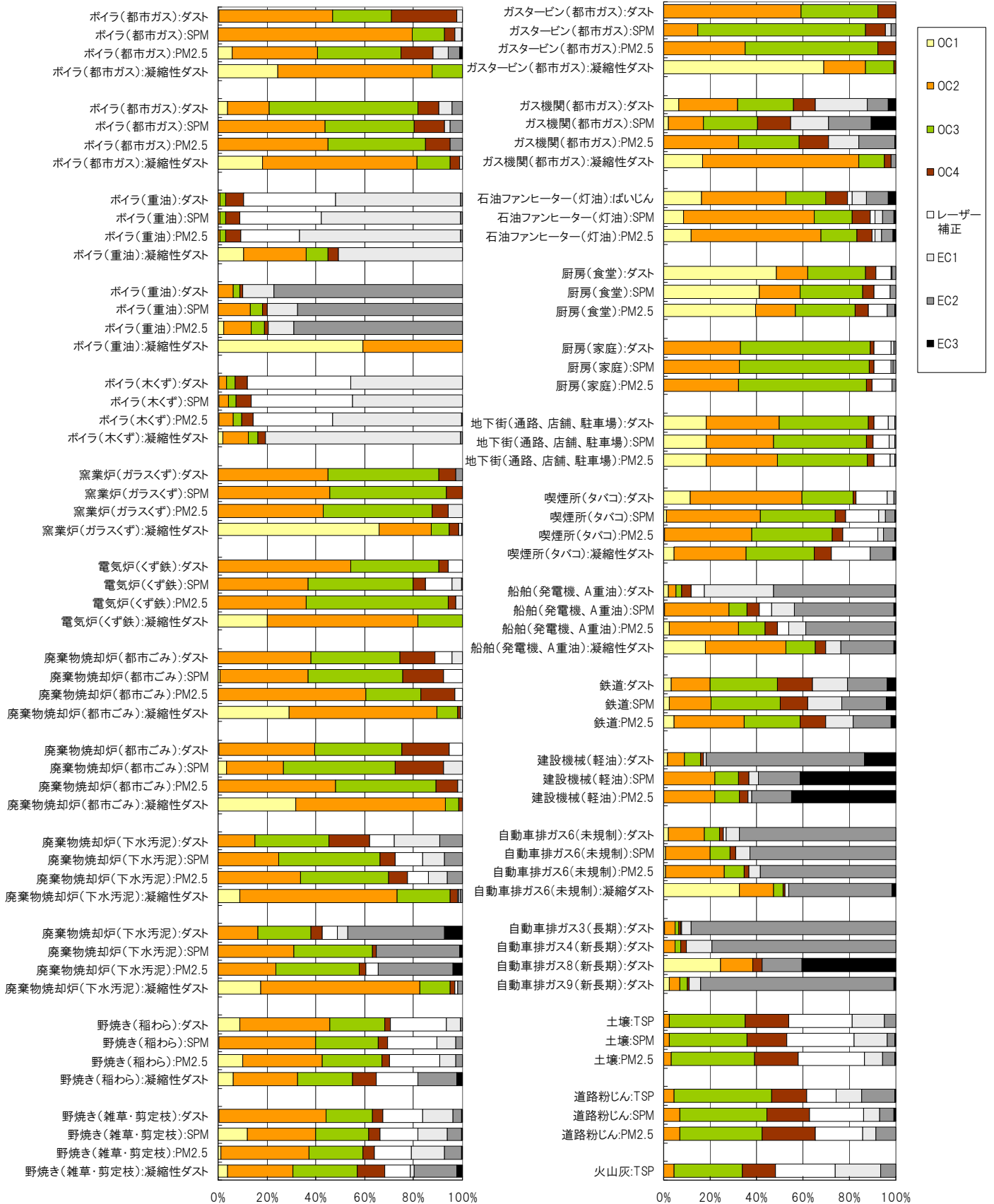
試料名	Sr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Eu	Au	K(L)	Ni(S)	In	I	Hf	Ta	W	Th	
自動車(元年規制):TSP																					○
自動車(元年規制):SPM					○																
自動車(元年規制):PM2.5																					○
自動車(元年規制):凝縮性ダスト																					

試料名	Sr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Eu	Au	K(L)	Ni(S)	In	I	Hf	Ta	W	Th	
自動車(長期):TSP					○								○								
自動車(新長期):TSP													○								
自動車(新長期):TSP		○					○	○	○												
自動車(新長期):TSP		○					○	○	○												
粉じん(土壌):TSP					○			○	○	○	○		○				○				○
粉じん(土壌):SPM								○	○	○			○								○
粉じん(土壌):PM2.5					○			○	○	○	○		○				○				○
粉じん(道路粉じん):TSP					○			○	○	○	○	○	○				○			○	○
粉じん(道路粉じん):SPM					○			○	○	○			○								○
粉じん(道路粉じん):PM2.5					○			○	○	○			○				○				○
火山灰:TSP	○	○		○	○		○	○	○	○						○					

※検出限界以上の元素に”○”を記した。

7-4 炭素フラクション

○炭素フラクション構成比



7-5 全成分構成比(案)

発生源寄与解析を行うにあたっては、PM 中の成分構成比に関する情報が必須である。具体的には、レセプターモデルに使用する発生源プロファイル、シミュレーションモデルに使用する PM 組成分解などに利用される。

これらプロファイルの更新について検討するため、本調査結果を用いてPM_{2.5}の構成比(案)を作成した。なお、この構成比は、本調査結果からのみ作成したものであるため、必ずしも各発生源の代表性を有しているとは限らないことに注意が必要である。また、最終的に成分濃度を wt%にしたが、100%を超えるものは、現時点では補正はしていない。

1 前提条件

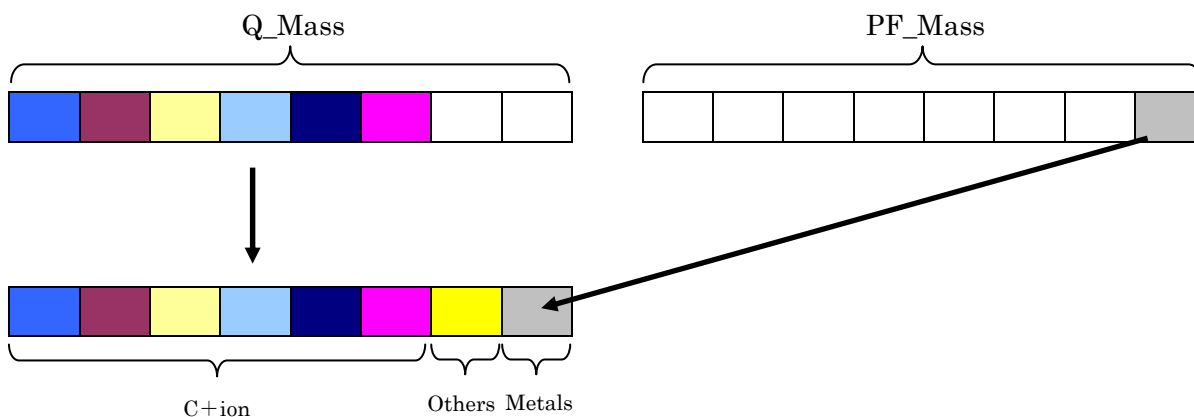
全成分構成比を作成するにあたっては、次に示す前提条件を考慮した。

- 炭素とイオン成分は、石英繊維フィルタ(Q)を用いて分析している。
- 金属成分は、PTFE フィルタ(PF)を用いて分析している。
- 石英繊維フィルタと PTFE フィルタは、採取日時が異なる。

2 基本的な考え方

前提条件を踏まえ、構成比を作成するにあたっての基本的な考え方は、次のとおりとした。

- 炭素とイオン成分は、Q の Mass を用いて構成比を算出
- 金属成分は、PF の Mass を用いて構成比を算出
- これらを合成して、全成分構成比を作成

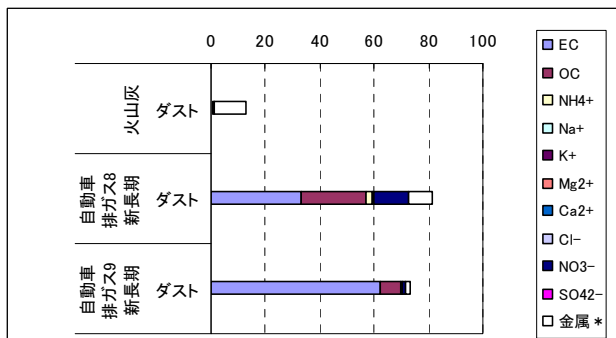
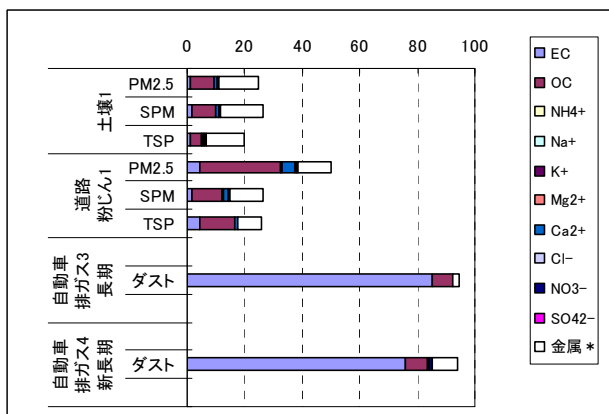
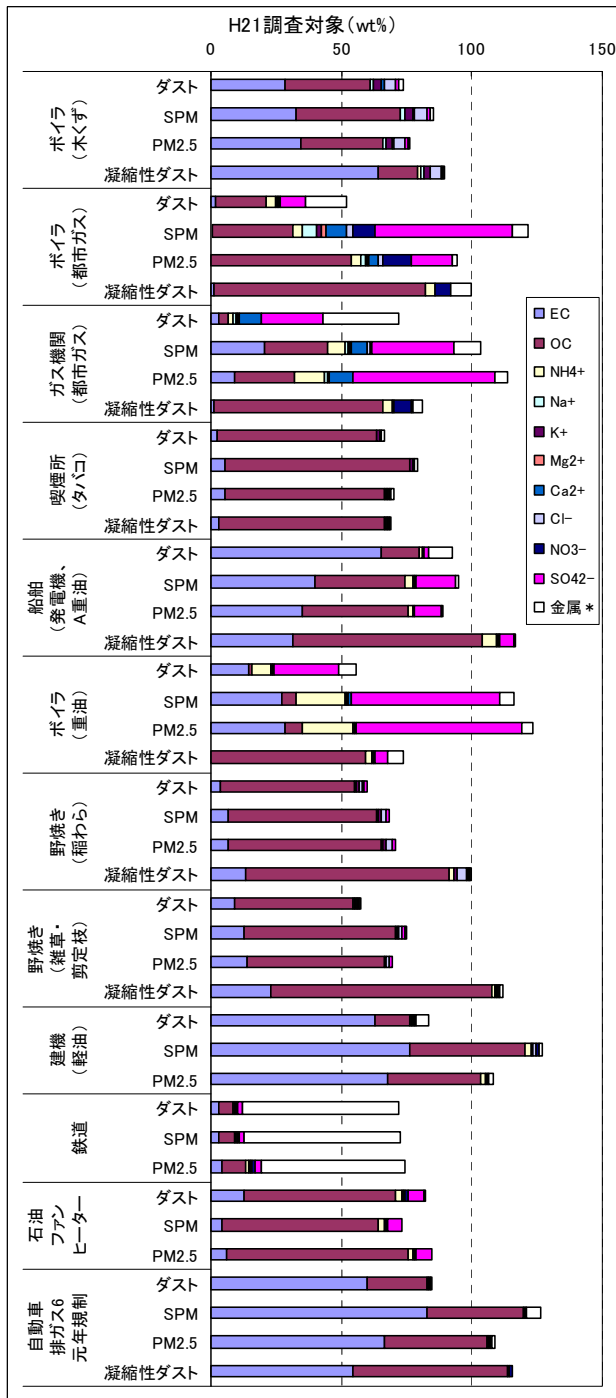
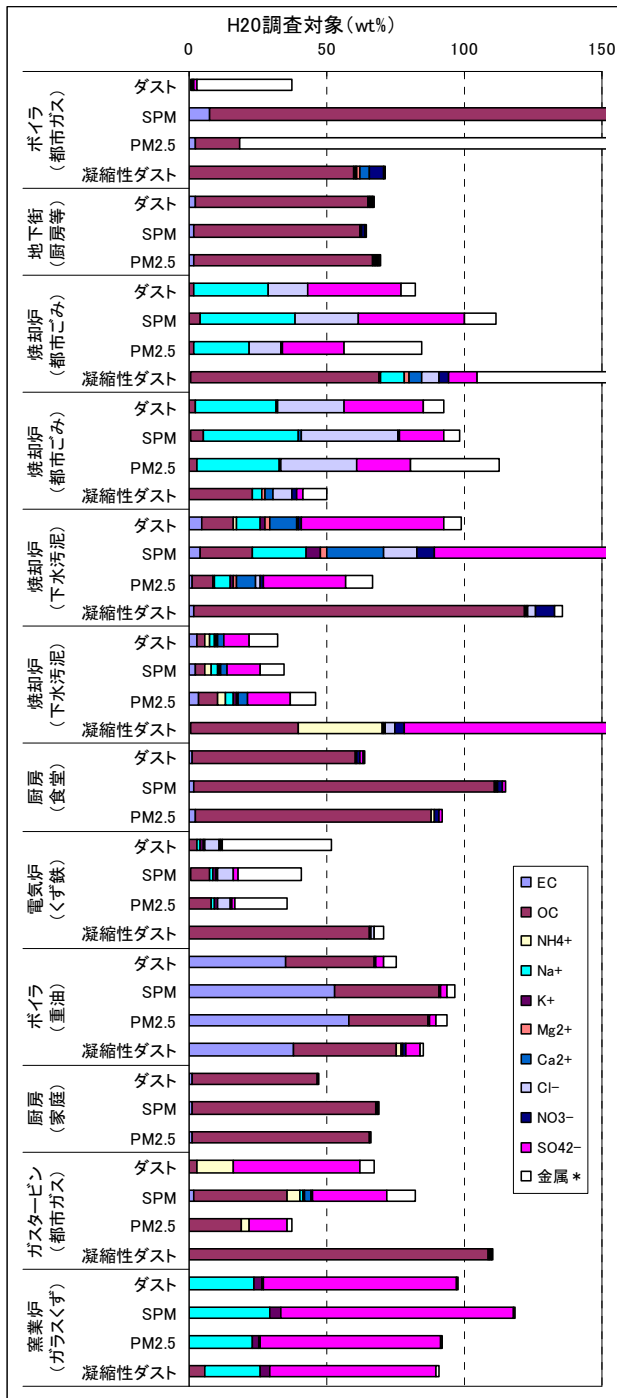


3 構成比を作成するにあたっての処理

構成比を作成するにあたっての算出処理は次のとおりとした。

- ① 質量濃度は基本的に PF を用いた(窯業炉のみ Q を採用)。
- ② Q フィルタを分析した炭素・イオン成分については、「成分濃度/石英質量濃度×PF 質量濃度」で補正した。ただし、明らかな異常値(マイナス値等)を除いた。
- ③ 自動車排ガスで、PM がほとんど排出されず質量が測定できなかったものはカットした。

以上のようにして、算出処理した構成比の結果を次に示す。



8 調査対象情報

本調査における調査対象を選定した理由を次に示す。

調査対象	理由	出所・参考資料
ボイラー	都内におけるボイラーの型式は、冷温水発生機が 29%、貫流ボイラーが 16%を占めている。また、使用燃料は、都市ガス、LSA 重油、灯油、木材の順に多いため、冷温水発生機（都市ガス）、小型貫流ボイラー（都市ガス）、水管ボイラー（LSA 重油）、煙管ボイラ（木くず）を選定した。	ばい煙排出量調査結果（H17 年度 東京都）
廃棄物焼却炉（都市ゴミ）	全国的には焼却方式として、ストーカ炉が 76%、流動床炉が 21%を占めており、処理能力は、51～100t/day 規模のものが多。また、排ガス処理方式は、バグフィルター（BF）が 83%を占めている。しかし、都内には同規模の炉が少ないため、都内でも比較的小規模な炉2種（ストーカ炉＋BF、流動床炉＋BF）を選定した。	一般廃棄物処理実態調査結果 市町村・一部事務組合設置の一般廃棄物焼却施設の排ガス中のダイオキシン類濃度測定結果について（H18 年度 環境省）
廃棄物焼却炉（下水汚泥）	関東地方における下水汚泥焼却炉の型式は、流動床炉が 95%を占めている。規模は、平均すると 100t/day 程度であるが、排ガス処理方式に係る統計情報が見当たらない。このため、電気集じん機（EP）、BF が主であると仮定し、流動床炉2種（流動床炉＋EP、流動床炉＋BF）を選定した。	下水道統計（第 62 号）（平成 17 年度版（社）日本下水道協会） 下水道統計（第 63 号）（平成 18 年度版（社）日本下水道協会）
地下街	消防白書においては、全国の地下街は 64、準地下街は7とされている。また、都の資料では、東京の主な地下街として、8箇所が挙げられているが、いずれも飲食店と地下道が主で、駐車場を併設していることから、通路・店舗・駐車場併設となる地下街を選定した。	平成 19 年版消防白書 東京都地下空間浸水対策ガイドラインー地下空間を水害から守るためにー
建設機械	経済産業省では、国内における建設機械保有台数の現況を調査している。最も多いのはバックホウ（油圧ショベル等）で、メーカーヒアリングの結果からも、油圧ショベル定格出力 100kW 規模のものが多く出荷されていることが分かったことから、同規模の油圧ショベル（軽油）を選定した。	建設機械動向調査（経済産業省） メーカーからのヒアリング 平成 20 年度PRTR届出外排出量の推計方法
野焼き	野焼きは様々なところで行われるが、多くは農作物残さの焼却及び家庭での小規模な焚火と考えられる。畑の作物残さは通常焼却せず、埋めることが多いことから、田における稲わら焼きを選定した。また、家庭や農作業に伴う焚火も想定し、剪定枝＋雑草についても調査対象とした。	農家からのヒアリング等
厨房（食堂）	飲食店の種類は多種多様であり、すべての料理の種類を測定することは困難であることから、和洋中のメニューが混在しているカフェテリア方式の食堂を選定した。	

調査対象	理由	出所
厨房(家庭)	予備試験を実施した結果、採取ろ紙に多くの油分が付着していることが目視により確認できた。このことから、油分の多い食事に偏らないよう、食事バランスガイドなどのメニューを参考に、朝食は比較的軽食とし、昼食、夕食のメニューは、油分も含むものを選定した。	食事バランスガイド(厚生労働省)
その他工業炉	都内において実測可能な炉2種(窯業炉、電気炉)を選定した。	
ガスタービン・ガス機関	コージェネレーションシステムの普及に伴い、設置基数が増加していることから、ガスタービン(都市ガス)、ガス機関(都市ガス)を選定した。	ばい煙排出量調査結果(H17年度 東京都)
喫煙所	たばこの煙の成分は、銘柄、吸い方により異なることが考えられるが、銘柄ごとの計測は多大な労力を要することから、平均的な値を得るために、不特定多数の人が訪れる事務所ビル1Fの喫煙所を選定した。	平成11-12年度たばこ煙の成分分析について(概要) (厚生労働省 HP)
船舶	停泊中の船舶は、船内電源確保のため補助ディーゼルエンジン(補機)を有している。その排出量は湾内航行時と同規模であり、内陸への影響も大きいと考えられることから、補機(重油)を調査対象とした。	平成19年度 船舶起源の粒子状物質(PM)の環境影響に関する調査研究報告書(OPRF)
鉄道	地下鉄排気口付近にてPM濃度に影響があるのではないかとの情報が寄せられた。また、鉄道沿線において、さびに由来すると思われる建築物への着色に関する情報があつたため、鉄道の摩耗に伴うPMを調査対象とした。	専門家ヒアリング等
石油ファンヒーター	家庭からの燃焼系発生源としては、暖房器具、給湯機等様々なものが考えられるが、家庭における石油機器の中で、近年販売実績が最も多い石油ファンヒーターを選定した。	ガス石油機器の販売実績と予測((社)日本ガス石油機器工業会)
自動車	自動車の影響を正確に把握するため、現在、走行・使用されていると考えられる長期規制、新長期規制、ガソリン車を選定した。また、粒径分布について確認するため、元年規制(PM規制値なし)についても調査対象とした。	東京都環境科学研究所年報2008 他
粉じん	粉じん寄与の算定において、大気環境測定地点近傍でのPM組成が重要であると考えられる。よって、(一般)土壌は、測定地点近傍のグラウンド、公園等の土壌が飛散しそうな場所で採取した。道路粉じんは、測定地点近傍の道路端でハケにより採取した。	東京都環境科学研究所年報
火山灰	平成20年度冬季大気PM _{2.5} 観測中に浅間山(群馬県)の噴火があつた。火山灰による影響の有無を調べるため、東京都日野市内に到達した降灰をハケで採取した。	気象庁 HP

9 調査結果のまとめ

PM_{2.5}の発生源別寄与割合を推定するため、平成 20 年度から2年間をかけて様々な発生源からの PM_{2.5}の排出実態を調査した。

(1) 質量濃度

PM_{2.5} 質量濃度は、9～51,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、原燃料や発生源の種類により、大きく異なっていた。過去の調査結果と比較すると、焼却炉の粒子状物質(PM)は大幅に減少していた。また、これまであまり調査されていなかった発生源である「タバコの煙」や厨房・家庭台所における「調理」などからも PM_{2.5}が排出されていることがわかった。

煙突の中では高温であるためにガス状であるが、煙突から排出された直後に外気により急冷されて凝縮する粒子(凝縮性ダスト)も大気中に排出されていることがわかった。

(2) 炭素・イオン成分

ボイラーから排出される PM_{2.5}の炭素・イオン成分は、主に元素状炭素(EC)、有機炭素(OC)であった。

工業炉は、原燃料に由来する成分が多く、廃棄物焼却炉では、ナトリウムイオン(Na⁺)と塩化物イオン(Cl⁻)が多かった。自動車や建設機械は、元素状炭素(EC)が多くを占め、野焼き、調理、タバコでは有機炭素(OC)が多かった。

また、凝縮性ダストの主成分は、主に有機粒子であると考えられた。

(3) 金属成分

重油燃焼ではバナジウム(V)、木くず、廃棄物燃焼では臭素(Br)やアンチモン(Sb)、窯業炉ではモリブデン(Mo)などが検出された。粉じん(土壌・道路粉じん)からは多くの種類の金属成分が検出された。

(4) 炭素フラクション

PM_{2.5}炭素成分のフラクションは、原燃料や発生源の種類により、大きく異なっていた。有機炭素(OC)のフラクションは、厨房と凝縮性ダストでは OC1、その他は OC2、OC3 の割合が大きかった。元素状炭素(EC)では、重油や木くず燃焼では、EC1、ディーゼル機関では EC2 の割合が大きかった。

(5) 全成分構成比

炭素・イオン成分分析用の石英繊維フィルタと金属成分分析用の PTFE 製フィルタは、採取日が異なるため、炭素・イオン成分濃度を補正後に成分構成比(案)を作成した。

なお、構成比が100%に満たない試料があるが、本調査においては、地殻物質の主成分であるケイ素(Si)を測定していないため、その他成分には多くのケイ素(Si)や水分が含まれていると考えられる。

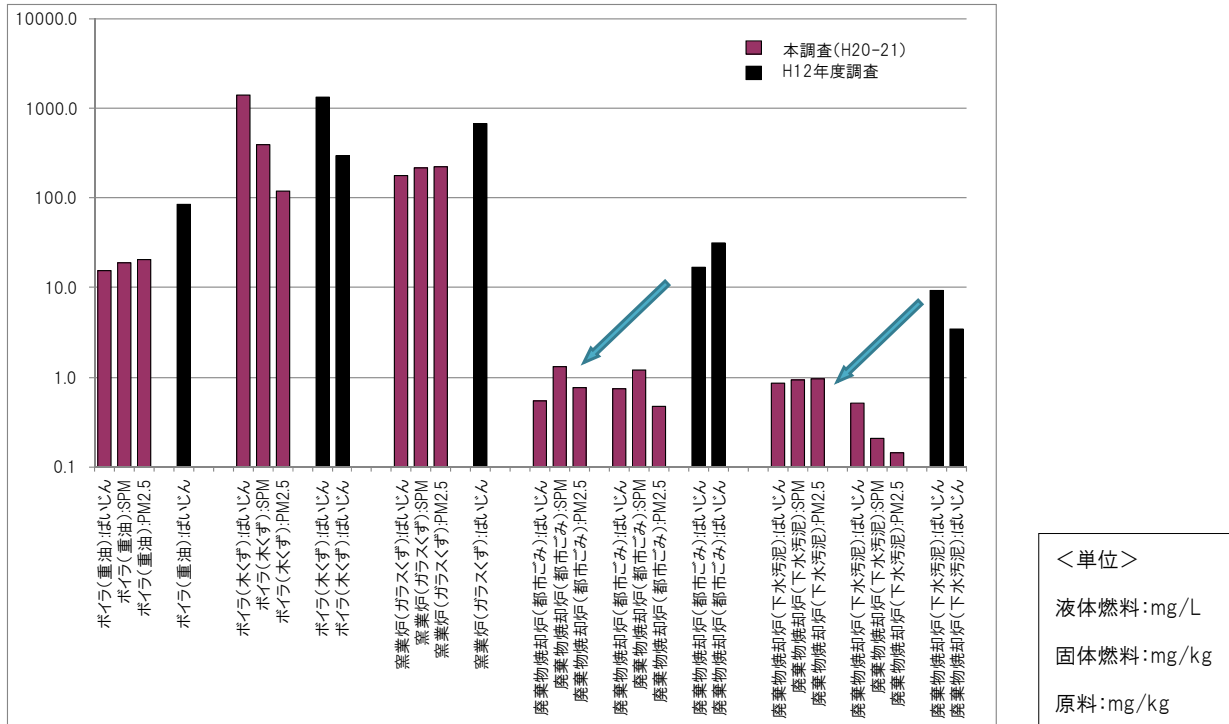
注)調査対象 No.29～41 については、既に採取してあった円筒ろ紙を用いて成分分析したが、妨害成分が多く、ブランク値が高かったため、参考値扱いとし、巻末の一覧表にのみ掲載している。

第2章 解析編

1 質量濃度

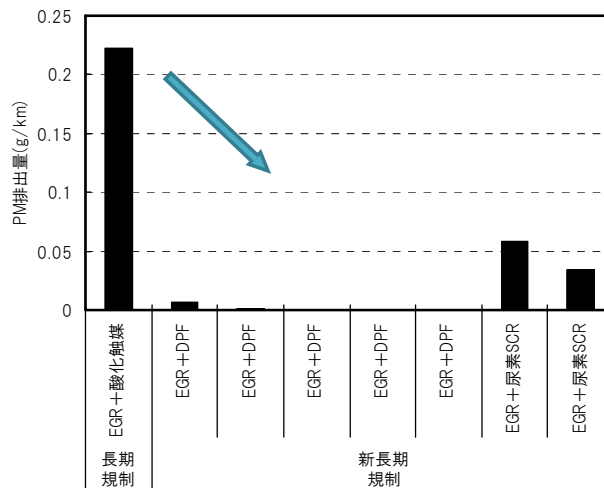
○固定発生源からの粒子状物質排出原単位の比較

平成 12 年度に東京都が実施した発生源調査結果(ばいじんのみ)と排出原単位を比較した。質量濃度と同様に、ボイラ(木くず)等は変わらなかったが、焼却炉(都市ごみ)は、1/10 程度まで大きく低減していた。



○自動車排出ガスからの粒子状物質排出原単位の比較

長期規制適合車と新長期規制適合車の排出原単位を比較すると、新長期規制適合車は大幅に減少していた。また、新長期規制適合車の中でも、EGR+尿素 SCR より、EGR+DPF の方が、PM 排出原単位は小さかった。



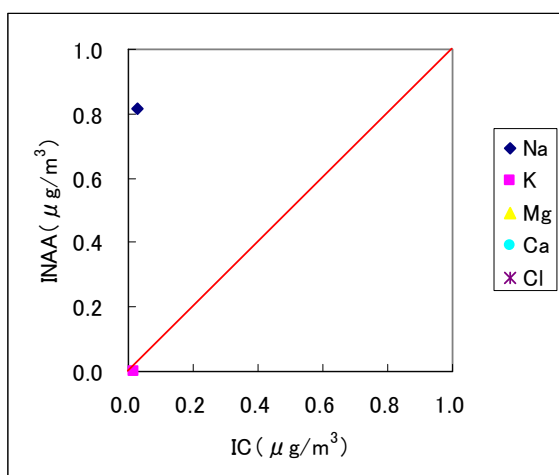
2 イオン・金属成分

PM_{2.5} 成分のうち、イオンクロマトグラフィー (IC) と中性子放射化分析 (INAA) の双方で分析した成分について、相関関係を確認した。その結果、発生源ごとの各成分により、相関が認められるものと相関がみられないものがあった。

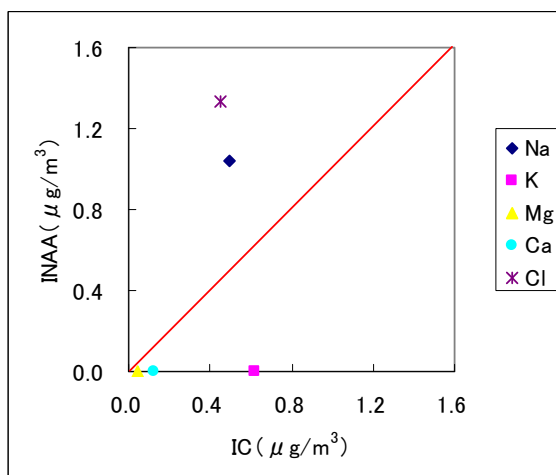
これは、イオン成分分析用のろ紙 (石英繊維製) と中性子放射化分析用のろ紙 (PTFE 製) の採取時間が異なることが考えられる。

また、イオンクロマトグラフィー (IC) では水溶性化合物中の成分量を、中性子放射化分析 (INAA) ではすべての化合物の成分を測定することができることから、水溶性を持たない形態でろ紙上に捕集されている成分については、相関が認められない可能性がある。

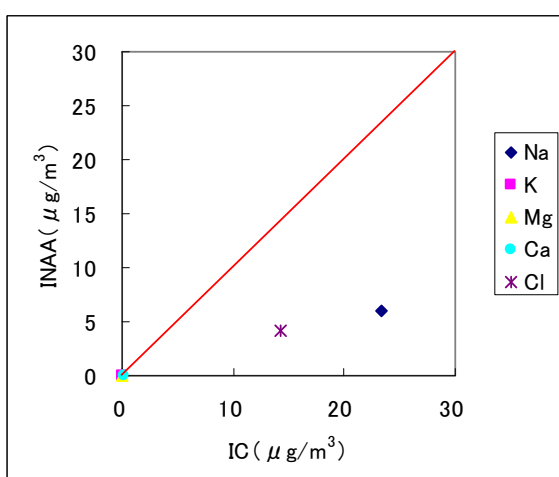
したがって、イオン成分と金属成分の相関関係のチェックによる精度管理には十分な注意が必要である。



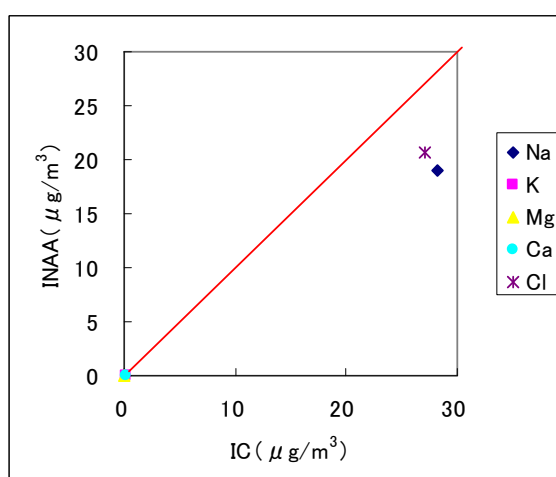
ボイラー (都市ガス)



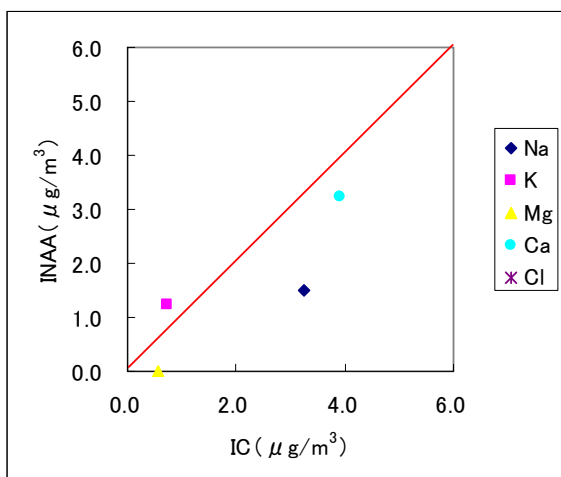
地下街 (通路、厨房、駐車場)



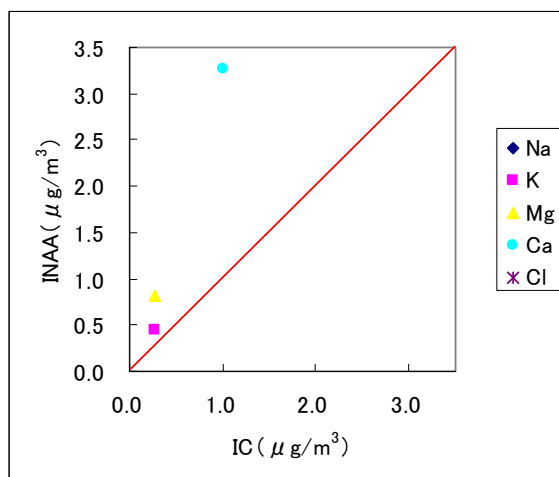
廃棄物焼却炉 (都市ごみ)



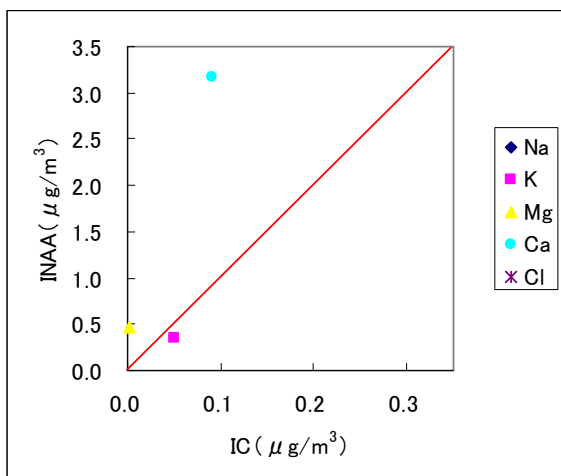
廃棄物焼却炉 (都市ごみ)



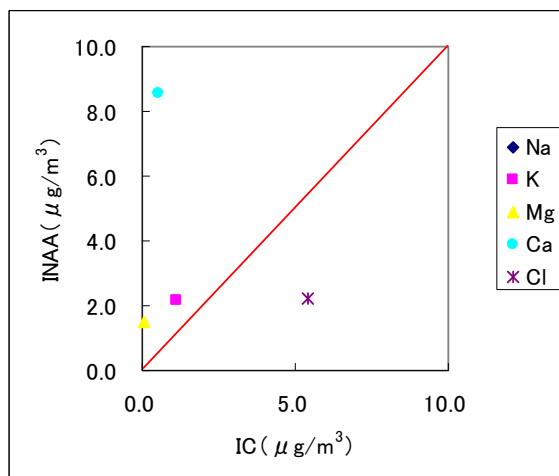
廃棄物焼却炉(下水污泥)



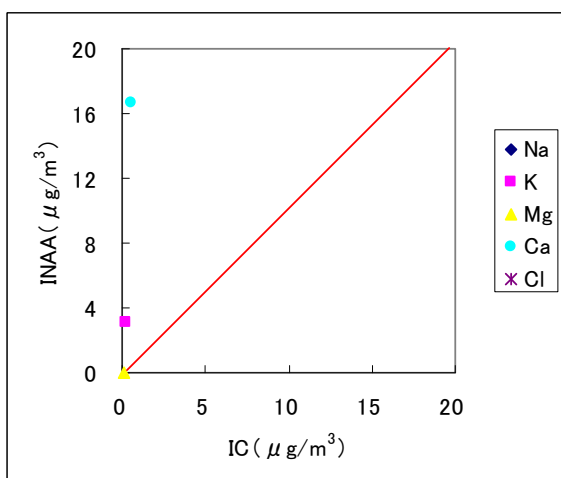
廃棄物焼却炉(下水污泥)



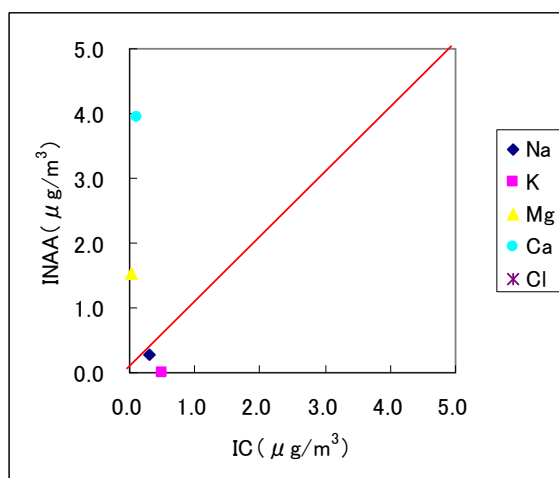
厨房(食堂)



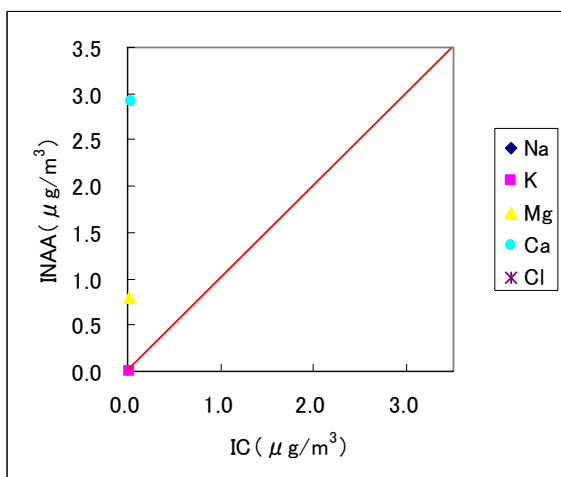
電気炉(くず鉄)



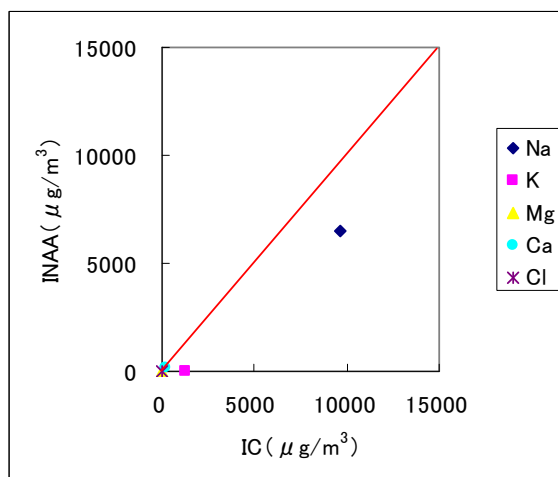
ボイラー(重油)



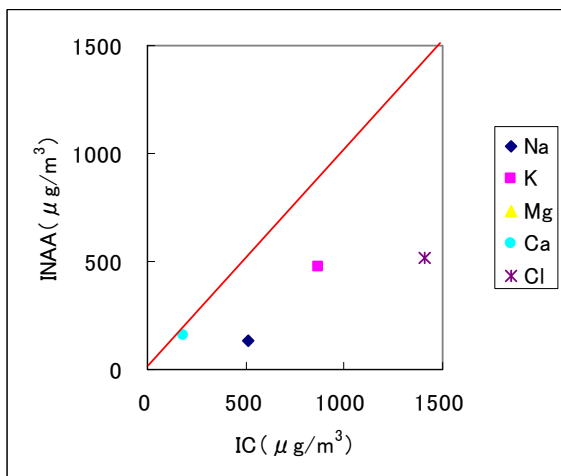
厨房(家庭)



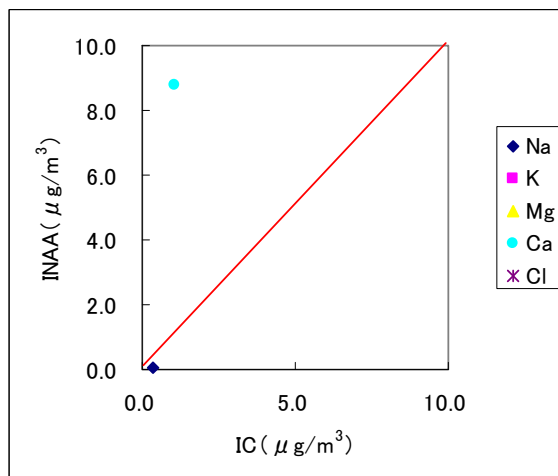
ガスタービン(都市ガス)



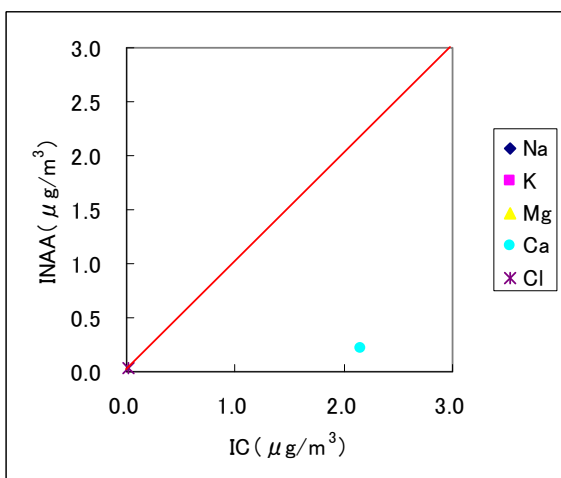
窯業炉(ガラスくず)



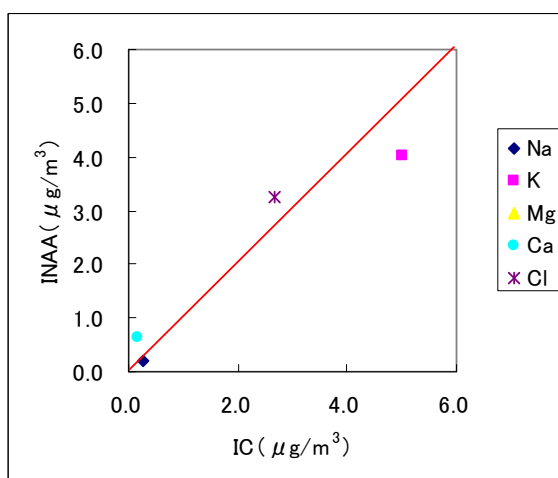
ボイラー(木くず)



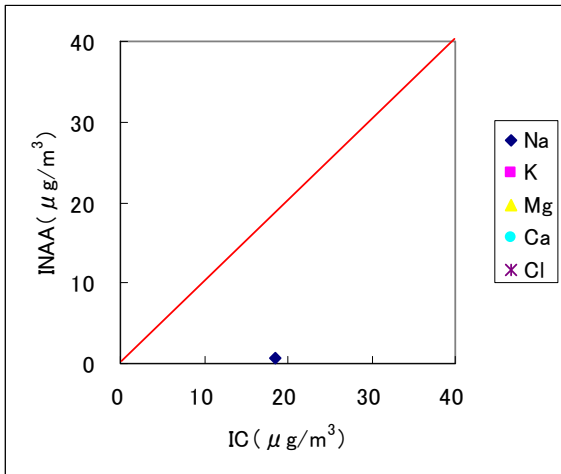
ボイラー(都市ガス)



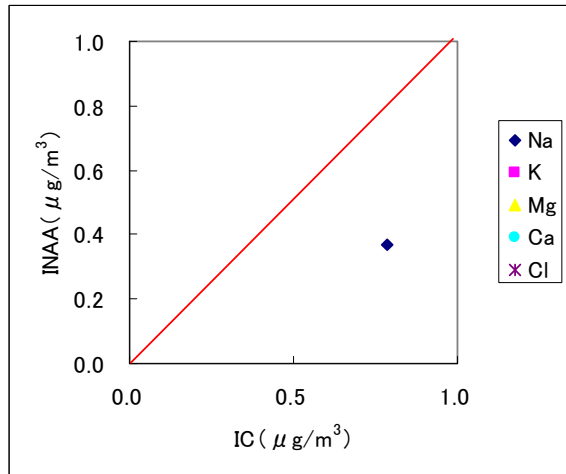
ガス機関(都市ガス)



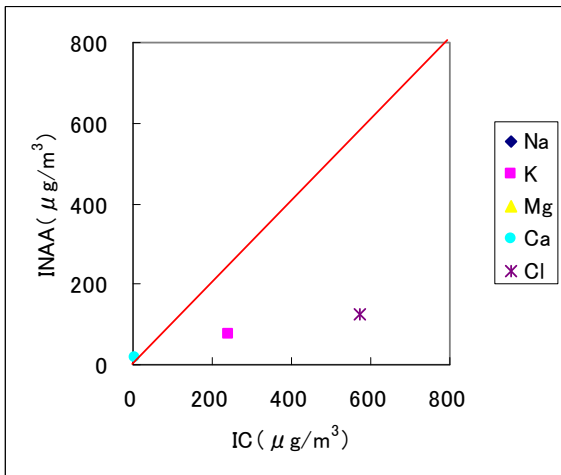
喫煙所(タバコ)



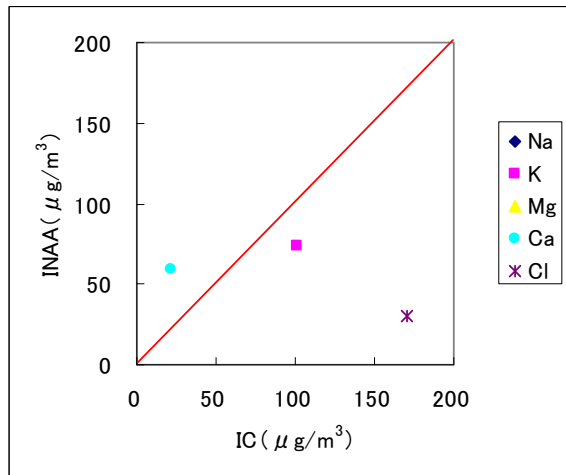
船舶(発電機、A重油)



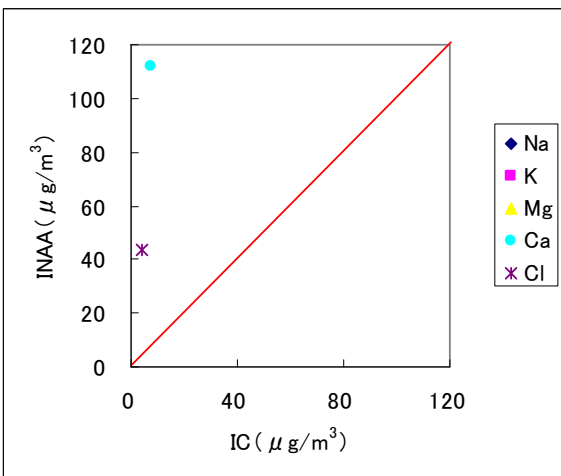
ボイラー(重油)



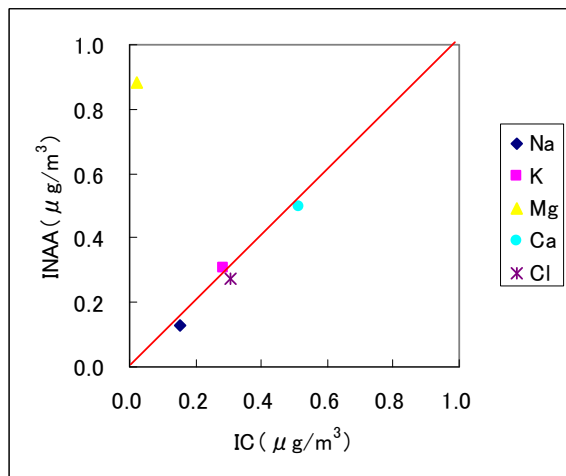
野焼き(稲わら)



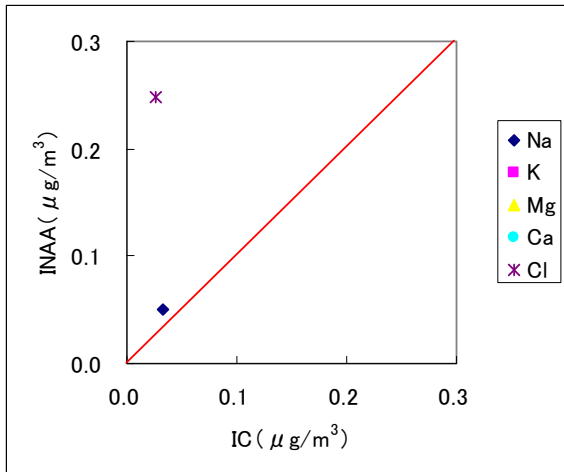
野焼き(雑草・剪定枝)



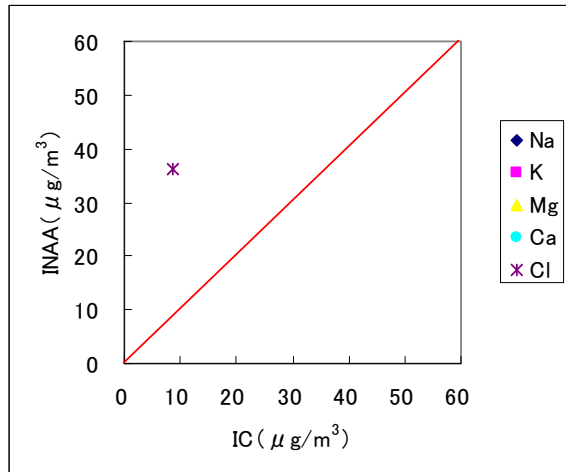
建機(軽油)



鉄道



石油ファンヒーター



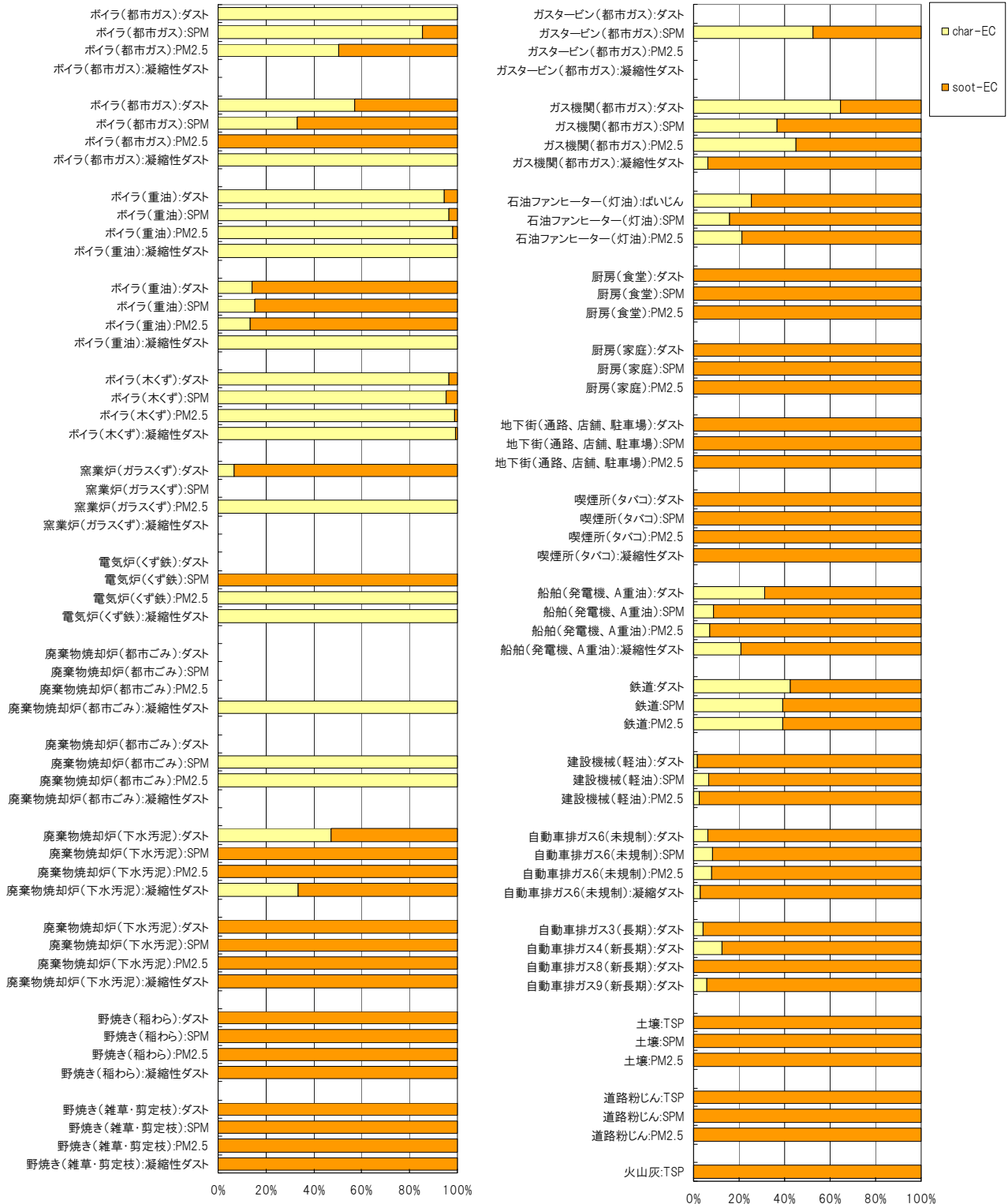
自動車排ガス 6(元年規制)

※掲載順は、表1 調査対象施設一覧(P2)のとおり

※IC(イオンクロマトグラフィー)用のろ紙(石英繊維製)とINAA(中性子放射化分析)用のろ紙(PTFE製)の採取時間が異なる。なお、鉄道のみ、FRMにより同時に採取している。

3 炭素成分

炭素フラクションのうち、char-EC (=EC1-POC)と soot-EC (=EC2+EC3)の構成比を比較した。char-ECは、低温での不完全燃焼成分であり、soot-ECは、高温における不完全燃焼のガスー粒子化、凝集により生成するとされている。発生源種別によりその構成比は大きく異なっていた。



※EC1-POC が負の値となった場合は、'0'とした。

<ガス燃焼施設>

ボイラーでは、粒径により char-EC:soot-EC 比が異なっていた。ガスタービンでは、EC はほとんど検出されず、ガス燃料が完全燃焼しているものと考えられる。一方、ガス機関では、char-EC:soot-EC 比は概ね1:1であった。

<重油燃焼施設>

中規模ボイラーでは、char-EC の割合が大きかったが、大規模ボイラーでは、soot-EC の方が割合が大きかった。これは、炉内の燃焼温度管理の違いによるものと考えられる。

<植物質燃焼>

木くずボイラーは、半開放系で燃焼温度が低かったため、char-EC の割合が大きかったが、野焼き(稲わら・雑草・剪定枝)、たばこでは、soot-EC の割合が大きかった。これは、サンプルが乾燥していたため、高温燃焼が進んだためと考えられる。

<廃棄物焼却>

都市ごみ炉では、EC(、OC)がほとんど検出されず、バグフィルターにより PM が完全除去されているものと考えられる。一方、下水汚泥焼却炉では、soot-EC の割合が大きかった。

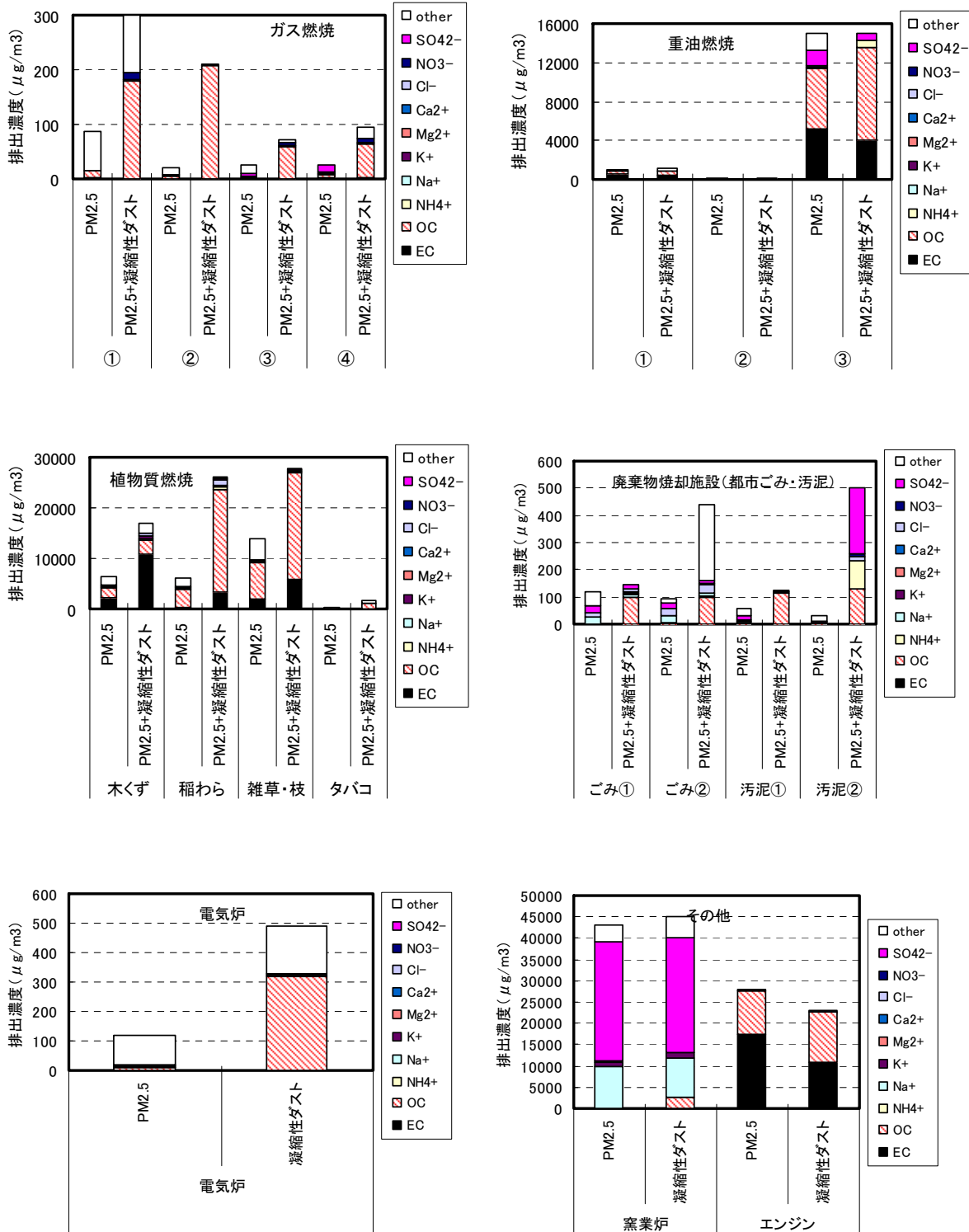
<ディーゼル機関>

自動車や建設機械、船舶では、ディーゼル機関が利用されている。これらディーゼル機関では、soot-EC の割合が大きかった。燃焼室内で高温燃焼が進んでいると考えられる。

4 凝縮性ダスト

一次粒子の排出がほとんど無いと考えられるガス燃焼施設についても、凝縮性ダストを測定したところ、排出濃度は低いものの凝縮性ダストが大気中に排出されていることがわかった。また、その主成分は有機粒子であることもわかった。

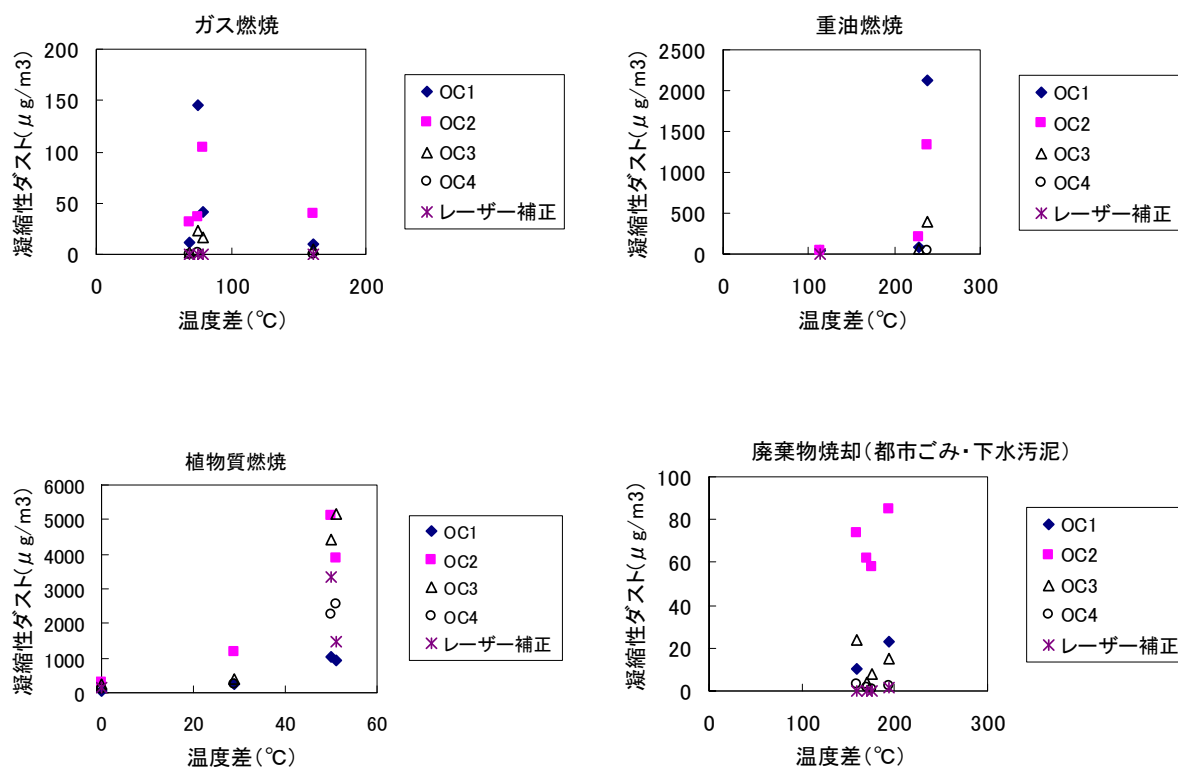
○原燃料種別 PM_{2.5}と凝縮性ダスト成分濃度の比較



原料種別に PM_{2.5} と凝縮性ダスト成分濃度を比較すると、ガス・廃棄物・植物質燃焼では、凝縮性ダストの生成が認められた。主な成分は有機粒子(OC)であった。重油燃焼では、PM_{2.5} と凝縮性ダスト成分濃度に大きな差は見られなかった。

質量濃度が低い場合ではブランクの懸念も残されているが、高濃度の植物質燃焼でも凝縮性ダストが認められたことから、ある程度測定はなされているものと思われる。

○採取時の温度差(排ガス温度－機希釈ガス温度)と OC フラクション



いずれの原燃料種別においても、凝縮性ダストには OC2, OC1 が多くなっていた。植物燃焼には OC3 や Pyro も多かった。

重油燃焼や植物質燃焼では温度差が大きいほど凝縮性ダストも多い傾向であったが、データが少なく、今後、データの蓄積が望まれる。

5 解析結果のまとめ

(1) 質量濃度

平成 12 年度調査結果と排出原単位を比較すると、ボイラ(木くず)等は変わらなかったが、焼却炉(都市ごみ)は、1/10 程度まで大きく低減していた。

また、長期規制適合車と新長期規制適合車の排出原単位を比較すると、新長期規制適合車は大幅に減少していた。

(2) イオン・金属成分

PM_{2.5} 成分のうち、イオンクロマトグラフィー(IC)と中性子放射化分析(INAA)の双方で分析した成分について相関関係を確認したところ、発生源ごとの各成分により、相関が認められるものと相関がみられないものがあった。これは、イオン成分分析用のろ紙(石英繊維製)と中性子放射化分析用のろ紙(PTFE 製)の採取時間が異なることが主な原因考えられる。

また、イオンクロマトグラフィー(IC)では水溶性化合物中の成分量を、中性子放射化分析(INAA)ではすべての化合物の成分を測定することができることから、水溶性を持たない形態でろ紙上に捕集されている成分については、相関が認められない可能性がある。

(3) 炭素成分

炭素フラクションのうち、char-EC(=EC1+POC)と soot-EC(=EC2+EC3)の構成比を比較したところ、発生源種別によりその構成比は大きく異なっていた。

(4) 凝縮性ダスト

一次粒子の排出がほとんど無いと考えられるガス燃焼施設についても、凝縮性ダストを測定したところ、排出濃度は低いものの凝縮性ダストが大気中に排出されていることがわかった。また、その主成分は有機粒子であることもわかった。

原料種別に PM_{2.5} と凝縮性ダスト成分濃度を比較すると、ガス・廃棄物・植物質燃焼では、凝縮性ダストの生成が認められた。主な成分は有機粒子(OC)であった。重油燃焼では、PM_{2.5} と凝縮性ダスト成分濃度に大きな差は見られなかった。

発生源調査結果一覧

NO.	試料名	粒径	Ba(L)								単位 (wt%)							total	other
			La(L)	Ce(L)	Sm(L)	Eu(L)	Au(L)	K(L)	Ni(S)	In(S)	I(S)	Hf(L)	Ta(L)	W(L)	Th(L)				
1	ボイラー(都市ガス)	ダスト															38	62	
1	ボイラー(都市ガス)	SPM															335	-235	
1	ボイラー(都市ガス)	PM2.5													0.063218		339	-239	
1	ボイラー(都市ガス)	凝縮性ダスト															72	28	
2	地下街(通路、店舗、駐車場)	ダスト		0.0004													68	32	
2	地下街(通路、店舗、駐車場)	SPM		0.000486													65	35	
2	地下街(通路、店舗、駐車場)	PM2.5		0.000394													70	30	
3	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	ダスト						0.00026									115	-15	
3	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	SPM						6.96E-05									150	-50	
3	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	PM2.5															93	7	
3	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	凝縮性ダスト	21.42857									0.015714			0.025		184	-84	
4	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	ダスト						0.001364									131	-31	
4	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	SPM						0.000111									147	-47	
4	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	PM2.5															155	-55	
4	廃棄物焼却炉(都市ごみ)	凝縮性ダスト	2.5			0.000886											59	41	
5	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	ダスト							2.173913								115	-15	
5	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	SPM															196	-96	
5	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	PM2.5						0.002105	2.105263								77	23	
5	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	凝縮性ダスト															196	-96	
6	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	ダスト	0.494118	0.002	0.000165			1.529412							0.012941		42	58	
6	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	SPM		0.001044	8.44E-05		0.000311	0.955556							0.01		47	53	
6	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	PM2.5		0.001419	0.001032		9.03E-05	1.419355							0.00871		61	39	
6	廃棄物焼却炉(下水汚泥)	凝縮性ダスト															168	-68	
7	厨房(食堂)	ダスト															65	35	
7	厨房(食堂)	SPM						4.69E-05	0.45679								120	-20	
7	厨房(食堂)	PM2.5							0.460526								97	3	
8	電気炉(くず鉄)	ダスト								0.002719							65	35	
8	電気炉(くず鉄)	SPM							1.142857	0.001667							52	48	
8	電気炉(くず鉄)	PM2.5							1.833333	0.001583							48	52	
8	電気炉(くず鉄)	凝縮性ダスト															91	9	
9	ボイラー(重油)	ダスト		0.004706													77	23	
9	ボイラー(重油)	SPM		0.000494					0.25974								99	1	
9	ボイラー(重油)	PM2.5							0.31								96	4	
9	ボイラー(重油)	凝縮性ダスト															98	2	
10	厨房(家庭)	ダスト															47	53	
10	厨房(家庭)	SPM															69	31	
10	厨房(家庭)	PM2.5															66	34	
11	ガスタービン(都市ガス)	ダスト															73	27	
11	ガスタービン(都市ガス)	SPM															97	3	
11	ガスタービン(都市ガス)	PM2.5															55	45	
11	ガスタービン(都市ガス)	凝縮性ダスト															139	-39	
12	窯業炉(ガラスくず)	ダスト						8.08E-05	2.583333								126	-26	
12	窯業炉(ガラスくず)	SPM						0.000107									143	-43	
12	窯業炉(ガラスくず)	PM2.5						9.63E-05									120	-20	
12	窯業炉(ガラスくず)	凝縮性ダスト						0.000113	3.75								120	-20	
NO.	試料名	粒径	Ba(L)								単位 (wt%)							total	other
			La(L)	Ce(L)	Sm(L)	Eu(L)	Au(L)	K(L)	Ni(S)	In(S)	I(S)	Hf(L)	Ta(L)	W(L)	Th(L)				
13	自動車排ガス3(長期)	ダスト							0.478261								99	1	
14	自動車排ガス4(新長期)	ダスト							1.7								101	-1	
15	粉じん(土壌)	TSP		0.000763	0.001695	0.000148	6.04E-05		0.201271				0.000159			0.00018	24	76	
15	粉じん(土壌)	SPM		0.000896	0.001994	0.000251			0.208092						0.000249		30	70	
15	粉じん(土壌)	PM2.5		0.00098	0.002161	0.000221	7.54E-05		0.301508				0.000193		0.000276		31	69	
16	粉じん(道路粉じん)	TSP		0.000908	0.002118	0.000112	4.84E-05	5.3E-06	0.438729				0.000212		0.000333	0.000242	31	69	
16	粉じん(道路粉じん)	SPM		0.001326	0.002689	0.000235			0.530303						0.000379		32	68	
16	粉じん(道路粉じん)	PM2.5		0.000935	0.002757	0.000229			0.369159				0.000304		0.000285		55	45	

発生源調査結果一覧

	対象施設	粒径	単位 (wt%)													total	other	
			Ba(L)	La(L)	Ce(L)	Sm(L)	Eu(L)	Au(L)	K(L)	Ni(S)	In(S)	I(S)	Hf(L)	Ta(L)	W(L)			Th(L)
17	ボイラー(木くず)	ダスト								7.272727							102	-2
17	ボイラー(木くず)	SPM								6.842105							112	-12
17	ボイラー(木くず)	PM2.5								6.71875							103	-3
17	ボイラー(木くず)	凝縮性ダスト								5.882353							116	-16
18	ボイラー(都市ガス)	ダスト															97	3
18	ボイラー(都市ガス)	SPM															150	-50
18	ボイラー(都市ガス)	PM2.5															128	-28
18	ボイラー(都市ガス)	凝縮性ダスト															444	-344
19	ガス機関(都市ガス)	ダスト							0.00229						0.032258		77	23
19	ガス機関(都市ガス)	SPM							0.001677						0.023226		104	-4
19	ガス機関(都市ガス)	PM2.5							0.001333						0.015833		114	-14
19	ガス機関(都市ガス)	凝縮性ダスト															85	15
20	喫煙所(タバコ)	ダスト		0.005	0.010645				1.096774								69	31
20	喫煙所(タバコ)	SPM		0.006786	0.013214				0.75								83	17
20	喫煙所(タバコ)	PM2.5		0.005806	0.01				1								72	28
20	喫煙所(タバコ)	凝縮性ダスト		0.00275	0.009375												72	28
21	船舶(重油)	ダスト															95	5
21	船舶(重油)	SPM															97	3
21	船舶(重油)	PM2.5															89	11
21	船舶(重油)	凝縮性ダスト															126	-26
22	ボイラー(重油)	ダスト		0.000621													56	44
22	ボイラー(重油)	SPM															116	-16
22	ボイラー(重油)	PM2.5															123	-23
22	ボイラー(重油)	凝縮性ダスト															83	17
23	野焼き(稲わら)	ダスト							1.166667			0.005833					65	35
23	野焼き(稲わら)	SPM							1.083333								73	27
23	野焼き(稲わら)	PM2.5							1.04918								76	24
23	野焼き(稲わら)	凝縮性ダスト															103	-3
24	野焼き(雑草・剪定枝)	ダスト									0.008333						59	41
24	野焼き(雑草・剪定枝)	SPM									0.0125						75	25
24	野焼き(雑草・剪定枝)	PM2.5									0.008571						70	30
24	野焼き(雑草・剪定枝)	凝縮性ダスト															114	-14
25	建設機械(軽油)	ダスト				0.000044											89	11
25	建設機械(軽油)	SPM															128	-28
25	建設機械(軽油)	PM2.5															110	-10
26	鉄道(車輪・線路)	ダスト	0.48	0.00022					0.195						0.001		73	27
26	鉄道(車輪・線路)	SPM	0.48	0.00023					0.135						0.0009		75	25
26	鉄道(車輪・線路)	PM2.5	0.610526	0.000474													76	24
27	石油ファンヒーター(灯油)	ダスト															84	16
27	石油ファンヒーター(灯油)	SPM															75	25
27	石油ファンヒーター(灯油)	PM2.5							0.000315								87	13
28	自動車排ガス6(未規制)	ダスト											0.011481				84	16
28	自動車排ガス6(未規制)	SPM															127	-27
28	自動車排ガス6(未規制)	PM2.5											0.000692				109	-9
28	自動車排ガス6(未規制)	凝縮性ダスト															117	-17
			単位 (wt%)													total	other	
対象施設	粒径	Ba	La	Ce	Sm						In							
29	ボイラー(重油)	ダスト															24	76
30	ボイラー(重油+ガス)	ダスト															10	90
31	金属溶解炉	ダスト															0	100
32	廃棄物焼却炉(廃プラ、木材等)	ダスト									0.000081						36	64
33	ディーゼル機関(重油)	ダスト															97	3
34	骨材乾燥炉	ダスト	0.067	0.0031	0.0068	0.0006					7.8E-06						32	68
35	ディーゼル機関(重油)	ダスト															69	31
36	廃棄物焼却炉(木くず)	ダスト									0.012						7	93
37	骨材乾燥炉(重油)	ダスト	0.0015								6E-07						3	97
38	廃棄物焼却炉(廃プラ、木材等)	ダスト									0.00056						32	68
39	金属加熱炉(液体燃料)	ダスト	0.42	0.0021	0.0012	0.0001					0.00091						44	56
40	金属溶解炉(重油)	ダスト				0.0018					0.00017						12	88
41	金属溶解炉(重油)	ダスト									0.00031						17	83
42	火山灰	TSP	0.025	0.00073	0.0021	0.00026					0.000009						22	78
43	自動車排ガス8	ダスト	0.52	0.00093	0.0027												81	19
44	自動車排ガス9	ダスト	0.059	0.00019	0.0025												73	27