

令和2年度
微小粒子状物質(PM2.5)
成分分析結果報告書

名古屋市環境科学調査センター

目次

1	調査概要	1
1.1	調査の目的	1
1.2	調査内容	1
1.2.1	調査期間	1
1.2.2	調査地点	2
1.2.3	使用機器および調査項目	3
2	調査結果	5
2.1	PM2.5 質量濃度と成分濃度	5
2.2	季節別および日別濃度変動	10
2.3	PM2.5 と各成分の各地点の経年変化	17
3	発生源寄与率の推定	18
3.1	マスクロージャーモデル	19
3.2	CMB (Chemical Mass Balance) 法による発生源寄与率の推定	23
3.2.1	使用する成分の検討	23
3.2.2	発生源プロファイル	24
3.2.3	発生源の寄与割合	25
4	並行試験結果	27
5	自動測定機の等価性評価	28
6	後方流跡線解析	29
	付表	30

1 調査概要

1.1 調査の目的

平成 21 年 9 月に微小粒子状物質の環境基準が設定されたことを受け、平成 22 年 3 月 31 日に改正された「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について(平成 13 年 5 月 21 日環管大第 177 号、環管自第 75 号)」では、地方自治体は微小粒子状物質の成分分析を、国が別途定めるガイドラインに基づいて実施することとしている。

平成 23 年 7 月に策定された「微小粒子状物質(PM2.5)の成分分析ガイドライン」(以下「ガイドライン」という。)の中では、「地方自治体は、環境基準の達成状況を把握するために質量濃度の測定を行うとともに、特定の発生源への対策等、地域独自の対策の検討を行うために成分分析を実施する。」とされている。

本調査はこのガイドラインに基づいて平成 23 年度から成分分析を実施するとともに、発生源等について既存資料を活用しながら考察するものである。

(ガイドライン：https://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/110729/no_110729001b.pdf)

1.2 調査内容

本調査は、環境省が作成したガイドラインおよび大気中微小粒子状物質(PM2.5)成分測定マニュアル(以下「マニュアル」という。)に基づいて、試料採取および分析を行った。

(マニュアル：<https://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/manual.html>)

1.2.1 調査期間

本調査は、春季、夏季、秋季、冬季の 4 季節ごとに 14 日間の測定を基本とした。調査日程は、環境省が示す統一試料捕集期間と同じである。本調査期間の前に、並行試験を 1 日行った。

【本調査期間】

春季：令和2年5月13日(水) ～ 5月27日(水)

夏季：令和2年7月23日(木) ～ 8月6日(木)

秋季：令和2年10月22日(木) ～ 11月5日(木)

冬季：令和3年1月21日(木) ～ 2月4日(木)

【並行試験】

春季：令和2年5月12日(火) ～ 5月13日(水)

夏季：令和2年7月22日(水) ～ 7月23日(木)

秋季：令和2年10月21日(水) ～ 10月22日(木)

冬季：令和3年1月20日(水) ～ 1月21日(木)

1.2.2 調査地点

調査地点は常時監視測定局の一般環境大気測定局（一般局）である富田支所、守山保健センター、自動車排出ガス測定局（自排局）の元塩公園、千竈の計4地点とした。地点情報を表1に示す。なお、元塩公園は、平成23年度から継続して成分分析を行っている地点である。図に測定地点を示す。

表 1 地点情報

測定地点名	所在地	緯度	経度	常時監視局	用途地域
富田支所	中川区春田三丁目 215	35°8'25"	136°48'44"	一般環境大気測定局	第一種住居地域
守山保健センター	守山区小幡一丁目 3-1	35°12'12"	136°58'34"	一般環境大気測定局	第二種中高層住居専用地域
元塩公園	南区元塩町 2	35°5'2"	136°55'24"	自動車排出ガス測定局 (国道 23 号)	工業地域
千竈	南区汐田町 1304	35°6'32"	136°55'23"	自動車排出ガス測定局 (国道 1 号)	準工業地域



図 1 測定地点

1.2.3 使用機器および調査項目

PM2.5採取に使用した採取装置を表2に示す。1地点に採取装置を2台設置し、1台はポリテトラフルオロエチレン（PTFE）フィルターをセットし、質量濃度・イオン成分・無機元素成分・水溶性有機炭素成分の分析用に、もう1台は石英繊維フィルターをセットし、炭素成分の分析用とした。流速はすべて16.7L/minで、採取は基本的に午前10時に開始し、24時間採取を行った。フィルター材質と分析項目を表3に示す。

表 2 採取機器

地点	機種名	分粒器の種類
富田支所	サーモ・エレクトロン製FRM 春・秋・冬：2025i 2台 夏：2025（PTFE），2025i（石英）	WINSインパクター
守山保健センター	サーモ・エレクトロン製FRM 春・夏・秋：2025 2台 冬：2025i 2台	WINSインパクター
元塩公園	サーモ・エレクトロン製FRM 2025i 2台	WINSインパクター
千竈	サーモ・エレクトロン製FRM 春・夏・冬：2025i 2台 秋：2025（PTFE），2025i（石英）	WINSインパクター

表 3 フィルター材質・分析項目

フィルター材質	規格	分析項目
PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）	Whatman 孔径2μm 直径46.2mm PP Ring Supported for PM2.5 サポートリング：ポリプロピレン	質量濃度 イオン分析 無機元素分析 水溶性有機炭素分析
石英繊維	PALL製2500QAT-UP	炭素分析

(a) 質量濃度

質量濃度はマニュアルに従って測定した。フィルターはPTFEフィルターを用いた。コンディショニングおよび秤量操作は、温度 21.5 ± 1.5 °C、相対湿度 35 ± 5 %で行った。秤量は、感度1 µgの天秤 (sartorius ME5-F) を用いた。

(b) イオン成分 (9成分)

フィルターはPTFEフィルターを用いた。フィルターを半分に切断し、フィルター2分の1枚に超純水10mLを入れて一晚静置し、ポアサイズ0.2 µmのPTFEフィルターでろ過後、イオンクロマトグラフィー (DIONEX ICS-1000) により以下の成分を分析した。ろ液の一部を水溶性有機炭素分析の試料とした。

陰イオン：硫酸イオン (SO_4^{2-})、硝酸イオン (NO_3^-)、塩化物イオン (Cl^-)、
シュウ酸イオン ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)

陽イオン：ナトリウムイオン (Na^+)、カリウムイオン (K^+)、アンモニウムイオン (NH_4^+)、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、カルシウムイオン (Ca^{2+})

(c) 炭素成分 (10成分)

フィルターは石英繊維フィルターを用いた。フィルターは採取前に350°Cで1時間加熱し、ブランクを低減させた。熱分離光学補正法による炭素分析計 (Sunset Lab) により以下の成分を分析した。炭素成分は分析の測定条件により分画される。有機炭素 (OC) はヘリウム雰囲気中120°C (OC1)、250°C (OC2)、450°C (OC3)、550°C (OC4)、および光学補正值 (pyOC) を加えたものである。元素炭素 (EC) はヘリウム+酸素雰囲気中550°C (EC1)、700°C (EC2)、800°C (EC3) およびpyOCを引いたものである。

有機炭素 ($\text{OC} = \text{OC1} + \text{OC2} + \text{OC3} + \text{OC4} + \text{pyOC}$)

元素炭素 ($\text{EC} = \text{EC1} + \text{EC2} + \text{EC3} - \text{pyOC}$)

(d) 無機元素成分 (31成分)

フィルターはPTFEフィルターを用いた。圧力容器法により分解し、ICP-MS (Agilent 7700) により、以下の無機元素成分31元素を分析した。なお、*印はガイドラインで実施が望まれる実施推奨項目を表す。

Na、Al、K、Ca、Sc、Ti*、V、Cr、Mn*、Fe、Co*、Ni、Cu*、Zn、As、Se*、Rb*、
Mo*、Sb、Cs*、Ba*、La*、Ce*、Sm*、Hf*、W*、Ta*、Th*、Pb、Cd、Sn

(e) 水溶性有機炭素 (1成分)

イオン分析用に抽出したろ液の一部を用いた。全有機炭素計 (島津 TOC-V) により水溶性有機炭素 (WSOC) を測定した。

2 調査結果

2.1 PM2.5 質量濃度と成分濃度

PM2.5質量濃度と成分濃度の年平均値を図2 に、季節別の結果を表4.1～4.4に示す。なお、検出下限値はブランク試料または検量線の最小濃度の標準試料を複数回測定し、その標準偏差の3倍とした。

令和2年度は、富田支所はイオン成分等を54日間、炭素成分を55日間測定した。千竈は53日間測定した。守山保健センターと元塩公園は56日間測定した。

富田支所のPM2.5質量濃度の日平均値は2.4～31.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、年平均値は10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。守山保健センターのPM2.5質量濃度の日平均値は2.2～33.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で年平均値は10.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。元塩公園のPM2.5質量濃度の日平均値は2.6～33.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で年平均値は11.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。千竈のPM2.5質量濃度の日平均値は2.5～32.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で年平均値は10.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。観測期間中に日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなかった。

PM2.5中の成分で比率が高かったのは硫酸イオン (SO_4^{2-}) と有機炭素 (OC) であった。元塩公園では元素状炭素 (EC) の濃度と比率も高かった。

一般局

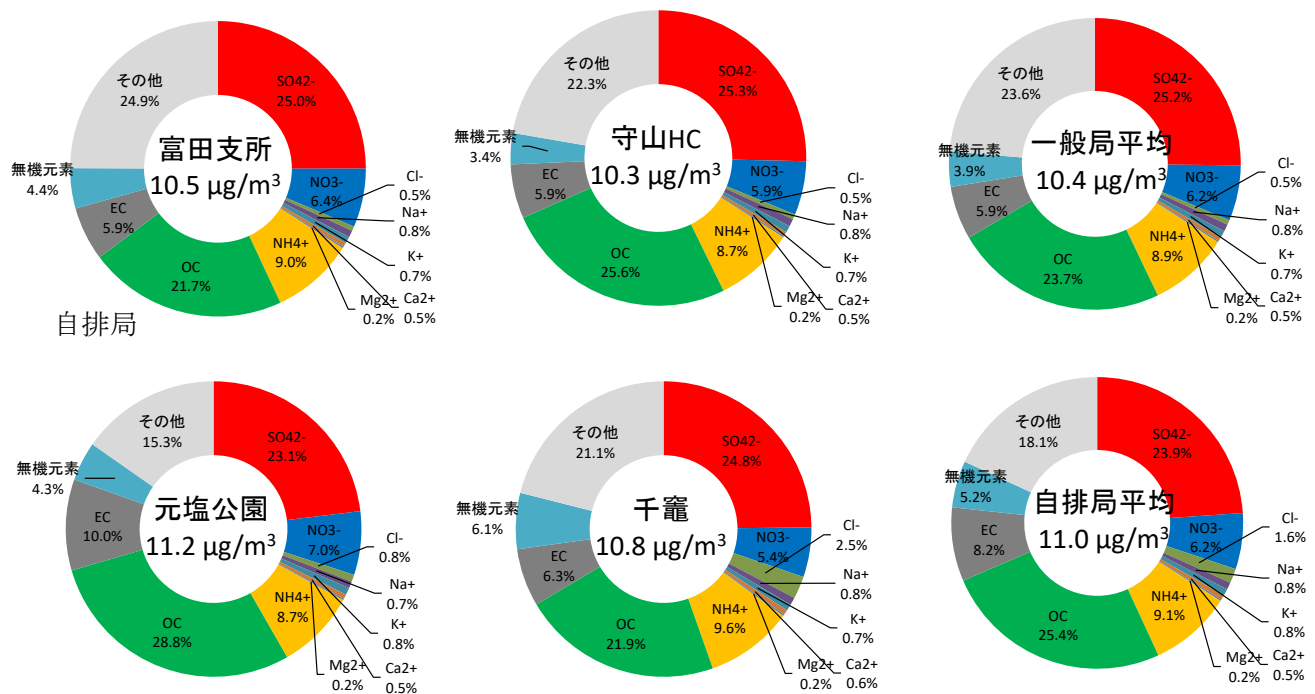


図2 PM2.5成分組成

表4.1 PM2.5質量濃度とイオン成分、炭素成分濃度

													単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
		検体数	質量濃度	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	EC	OC	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	WSOC
富田支所 (一般局)	春季	14	8.4	2.0	0.28	0.013	0.13	0.031	0.048	0.018	0.62	0.44	1.9	0.08	1.1
	夏季	12	12.3	5.3	0.084	0.011	0.081	0.10	0.046	0.016	1.7	0.59	2.2	0.11	1.1
	秋季	14	10.7	1.5	0.55	0.016	0.054	0.093	0.060	0.020	0.45	0.79	3.1	0.08	1.1
	冬季	14	10.8	2.0	1.7	0.16	0.052	0.088	0.041	0.016	1.1	0.64	1.9	0.04	0.83
	年	54	10.5	2.6	0.67	0.052	0.079	0.078	0.049	0.017	0.95	0.62	2.3	0.07	1.0
	検出下限値未満(%)		0	0	43	2	11	2	0	0	0	0	0	0	0
守山保健 センター (一般局)	春季	14	8.7	2.2	0.26	0.008	0.15	0.025	0.050	0.019	0.62	0.42	2.1	0.08	0.97
	夏季	14	11.4	4.8	0.071	0.012	0.084	0.092	0.043	0.017	1.5	0.46	2.3	0.10	1.1
	秋季	14	9.9	1.6	0.41	0.003	0.060	0.088	0.062	0.019	0.44	0.75	3.0	0.08	0.97
	冬季	14	11.1	1.9	1.7	0.20	0.055	0.095	0.041	0.015	1.1	0.81	3.2	0.04	0.88
	年	56	10.3	2.6	0.61	0.056	0.086	0.075	0.049	0.017	0.90	0.61	2.6	0.08	0.98
	検出下限値未満(%)		0	0	59	2	11	0	0	0	0	0	0	7	0
元塩公園 (自排局)	春季	14	9.2	2.1	0.35	0.010	0.13	0.047	0.056	0.019	0.65	0.93	2.5	0.09	1.1
	夏季	14	11.4	4.7	0.093	0.017	0.092	0.11	0.047	0.018	1.5	0.92	2.6	0.10	1.0
	秋季	14	11.4	1.6	0.59	0.033	0.058	0.098	0.062	0.020	0.48	1.3	4.2	0.07	1.1
	冬季	14	12.9	2.0	2.1	0.29	0.055	0.10	0.055	0.018	1.3	1.3	3.6	0.05	0.95
	年	56	11.2	2.6	0.78	0.087	0.084	0.090	0.055	0.019	0.98	1.1	3.2	0.08	1.0
	検出下限値未満(%)		0	0	48	2	5	0	0	0	0	0	0	7	0
千竈 (自排局)	春季	14	8.8	2.1	0.31	0.020	0.15	0.033	0.057	0.020	0.63	0.59	2.2	0.08	1.0
	夏季	14	11.3	4.8	0.079	0.014	0.086	0.085	0.048	0.017	1.6	0.59	2.0	0.10	0.98
	秋季	14	10.8	1.6	0.59	0.13	0.066	0.095	0.068	0.021	0.52	0.88	3.2	0.08	1.0
	冬季	11	12.5	2.0	1.6	1.1	0.059	0.098	0.067	0.020	1.5	0.66	2.0	0.04	0.73
	年	53	10.8	2.7	0.59	0.26	0.091	0.077	0.060	0.019	1.0	0.68	2.4	0.08	0.96
	検出下限値未満(%)		0	0	38	2	9	0	0	0	0	0	0	4	0
一般局平均	春季		8.5	2.1	0.27	0.011	0.14	0.028	0.049	0.018	0.62	0.43	2.0	0.08	1.0
	夏季		11.8	5.0	0.077	0.011	0.082	0.098	0.044	0.016	1.6	0.53	2.3	0.10	1.1
	秋季		10.3	1.6	0.48	0.009	0.057	0.090	0.061	0.019	0.45	0.77	3.0	0.08	1.0
	冬季		10.9	1.9	1.7	0.18	0.053	0.092	0.041	0.015	1.1	0.72	2.6	0.04	0.85
	年		10.4	2.6	0.64	0.054	0.082	0.076	0.049	0.017	0.92	0.61	2.4	0.07	1.0
自排局平均	春季		9.0	2.1	0.33	0.015	0.14	0.040	0.056	0.019	0.64	0.76	2.3	0.09	1.1
	夏季		11.3	4.8	0.086	0.015	0.089	0.098	0.048	0.018	1.5	0.75	2.3	0.10	0.99
	秋季		11.1	1.6	0.59	0.082	0.062	0.097	0.065	0.021	0.50	1.1	3.7	0.08	1.1
	冬季		12.7	2.0	1.8	0.67	0.057	0.10	0.061	0.019	1.4	0.97	2.8	0.04	0.84
	年		11.0	2.6	0.68	0.18	0.087	0.083	0.057	0.019	1.0	0.90	2.8	0.08	1.0
全平均	春季		8.8	2.1	0.30	0.013	0.14	0.034	0.053	0.019	0.63	0.59	2.1	0.08	1.0
	夏季		11.6	4.9	0.082	0.013	0.086	0.098	0.046	0.017	1.6	0.64	2.3	0.10	1.1
	秋季		10.7	1.6	0.54	0.046	0.060	0.093	0.063	0.020	0.47	0.94	3.4	0.08	1.0
	冬季		11.8	2.0	1.8	0.43	0.055	0.096	0.051	0.017	1.2	0.85	2.7	0.04	0.85
	年		10.7	2.6	0.66	0.11	0.085	0.080	0.053	0.018	0.96	0.76	2.6	0.08	1.0
検出下限値				0.002	0.004	0.004	0.008	0.009	0.003	0.004	0.010	-	-	0.02	0.07

注：富田支所はサンプラーの故障により、質量濃度、イオン成分、水溶性有機炭素、無機元素成分は2日欠測、炭素成分は1日欠測。千竈は周辺での工事の影響により3日欠測。

表4.2 無機元素成分濃度 (1)

		単位:ng/m ³										
		Na	Al	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
富田支所 (一般局)	春季	244	815	307	36	0.029	22	0.92	2.5	9.0	334	0.18
	夏季	54	49	39	1.7	0.0085	3.1	0.86	1.1	4.9	111	0.050
	秋季	76	67	106	5.4	0.0021	5.8	0.29	0.60	5.7	86	0.030
	冬季	59	69	74	7.1	0.011	3.7	0.31	1.0	6.1	78	0.039
	年	110	257	135	13	0.013	8.9	0.58	1.3	6.5	154	0.076
	検出下限値未満(%)	6	0	0	26	57	0	0	2	0	0	0
守山保健 センター (一般局)	春季	187	580	345	43	0.026	16	0.64	1.3	5.5	201	0.077
	夏季	68	47	40	2.4	0.010	3.7	0.65	1.1	4.0	90	0.039
	秋季	94	73	108	5.1	0.0027	5.2	0.49	1.3	4.3	85	0.059
	冬季	73	46	76	0.64	0.010	3.4	0.35	1.4	5.6	83	0.048
	年	105	186	142	13	0.012	7.0	0.53	1.3	4.8	115	0.056
	検出下限値未満(%)	2	0	4	36	54	0	0	4	0	0	0
元塩公園 (自排局)	春季	232	802	354	27	0.036	28	1.2	3.5	8.3	340	0.17
	夏季	57	35	45	1.8	0.014	3.6	0.72	1.3	4.4	102	0.051
	秋季	88	61	116	4.4	0.0021	5.4	0.33	1.4	7.1	123	0.057
	冬季	79	48	86	1.1	0.011	4.3	0.51	2.6	11	155	0.075
	年	114	236	150	8.7	0.016	10	0.69	2.2	7.7	180	0.088
	検出下限値未満(%)	2	0	2	21	54	0	0	0	0	0	0
千竈 (自排局)	春季	317	1261	442	51	0.052	37	1.1	2.3	12	464	0.21
	夏季	64	37	38	2.7	0.0086	5.4	0.74	1.1	4.7	107	0.056
	秋季	89	67	99	4.9	0.0019	6.6	0.33	1.6	5.8	121	0.079
	冬季	99	59	74	2.7	0.010	4.5	0.37	3.3	12	139	0.057
	年	145	373	168	16	0.019	14	0.66	2.0	8.4	211	0.10
	検出下限値未満(%)	2	2	4	25	53	0	0	4	0	0	0
一般局平均	春季	216	697	326	39	0.027	19	0.78	1.9	7.3	268	0.13
	夏季	61	48	39	2.0	0.0094	3.4	0.75	1.1	4.4	100	0.044
	秋季	85	70	107	5.3	0.0024	5.5	0.39	1.0	5.0	86	0.044
	冬季	66	57	75	3.9	0.011	3.6	0.33	1.2	5.9	81	0.043
	年	108	222	138	13	0.013	8.0	0.56	1.3	5.7	134	0.066
自排局平均	春季	274	1031	398	39	0.044	32	1.2	2.9	10	402	0.19
	夏季	61	36	41	2.2	0.011	4.5	0.73	1.2	4.6	104	0.053
	秋季	88	64	107	4.6	0.0020	6.0	0.33	1.5	6.4	122	0.068
	冬季	89	53	80	1.9	0.011	4.4	0.44	3.0	11	147	0.066
	年	129	305	159	12	0.017	12	0.67	2.1	8.1	196	0.095
全平均	春季	245	864	362	39	0.036	26	1.0	2.4	8.8	335	0.16
	夏季	61	42	40	2.1	0.010	3.9	0.74	1.2	4.5	102	0.049
	秋季	87	67	107	5.0	0.0022	5.8	0.36	1.2	5.7	104	0.056
	冬季	78	55	77	2.9	0.011	4.0	0.39	2.1	8.6	114	0.055
	年	119	263	149	13	0.015	10	0.62	1.7	6.9	165	0.080
検出下限値		1.7	0.70	1.5	0.25	0.0028	0.029	0.0070	0.070	0.030	1.0	0.0019

表4.3 無機元素成分濃度 (2)

		単位:ng/m ³										
		Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb	Cs	Ba	La
富田支所 (一般局)	春季	1.5	1.7	21	0.59	0.47	1.5	0.73	0.47	0.086	7.5	0.31
	夏季	0.89	1.0	13	0.81	0.66	0.24	0.85	0.25	0.046	1.8	0.061
	秋季	0.37	1.9	16	1.0	0.59	0.30	0.24	1.1	0.029	2.0	0.068
	冬季	0.57	1.3	17	0.69	0.55	0.26	0.40	1.1	0.029	1.9	0.060
	年	0.82	1.5	17	0.77	0.57	0.58	0.55	0.75	0.048	3.4	0.13
	検出下限値未満(%)	0	11	0	0	6	0	0	7	0	0	0
守山保健 センター (一般局)	春季	0.77	0.75	14	0.42	0.27	1.3	0.65	0.44	0.050	6.9	0.24
	夏季	0.62	1.0	13	0.63	0.47	0.18	0.63	0.32	0.023	2.3	0.067
	秋季	0.50	2.0	28	1.0	0.64	0.31	1.2	0.95	0.026	2.5	0.078
	冬季	0.55	1.6	28	0.74	1.1	0.27	0.80	1.2	0.023	2.6	0.068
	年	0.61	1.3	21	0.70	0.61	0.51	0.82	0.73	0.030	3.6	0.11
	検出下限値未満(%)	0	13	0	0	18	0	0	16	5	0	0
元塩公園 (自排局)	春季	2.6	3.8	19	0.62	0.33	1.7	3.8	0.80	0.085	9.2	0.38
	夏季	0.85	1.5	13	0.62	0.46	0.19	0.76	0.19	0.034	3.8	0.072
	秋季	0.65	3.0	22	1.0	0.66	0.30	0.88	1.2	0.025	4.2	0.080
	冬季	1.4	4.5	29	0.79	1.1	0.28	1.7	1.2	0.034	4.2	0.10
	年	1.4	3.2	21	0.76	0.65	0.61	1.8	0.86	0.044	5.3	0.16
	検出下限値未満(%)	0	0	0	0	18	0	0	11	4	0	0
千竈 (自排局)	春季	1.5	3.1	19	0.58	0.33	2.3	0.81	0.61	0.11	12	0.55
	夏季	0.77	1.6	12	0.59	0.49	0.17	0.71	0.22	0.032	3.2	0.072
	秋季	1.5	2.9	19	0.96	0.70	0.28	0.83	1.1	0.024	4.1	0.085
	冬季	0.56	3.5	42	0.78	1.2	0.25	0.69	0.85	0.020	3.5	0.079
	年	1.1	2.7	22	0.72	0.65	0.77	0.77	0.68	0.048	5.9	0.20
	検出下限値未満(%)	0	0	0	0	21	0	0	17	4	0	0
一般局平均	春季	1.1	1.2	17	0.51	0.37	1.4	0.69	0.46	0.068	7.2	0.28
	夏季	0.75	1.0	13	0.72	0.57	0.21	0.74	0.28	0.035	2.1	0.064
	秋季	0.44	2.0	22	1.0	0.62	0.30	0.73	1.0	0.027	2.2	0.073
	冬季	0.56	1.4	22	0.72	0.81	0.27	0.60	1.2	0.026	2.2	0.064
	年	0.71	1.4	19	0.74	0.59	0.55	0.69	0.74	0.039	3.5	0.12
自排局平均	春季	2.1	3.4	19	0.60	0.33	2.0	2.3	0.70	0.097	11	0.46
	夏季	0.81	1.5	13	0.60	0.48	0.18	0.74	0.20	0.033	3.5	0.072
	秋季	1.1	3.0	21	0.98	0.68	0.29	0.85	1.2	0.024	4.1	0.083
	冬季	0.99	4.0	35	0.79	1.2	0.27	1.2	1.0	0.027	3.8	0.091
	年	1.2	3.0	21	0.74	0.65	0.69	1.3	0.77	0.046	5.6	0.18
全平均	春季	1.6	2.3	18	0.55	0.35	1.7	1.5	0.58	0.082	9.0	0.37
	夏季	0.78	1.3	13	0.66	0.52	0.20	0.74	0.24	0.034	2.8	0.068
	秋季	0.76	2.5	21	0.99	0.65	0.30	0.79	1.1	0.026	3.2	0.078
	冬季	0.77	2.7	29	0.75	0.99	0.27	0.90	1.1	0.026	3.0	0.078
	年	0.98	2.2	20	0.74	0.62	0.62	1.0	0.75	0.042	4.6	0.15
検出下限値		0.022	0.040	0.030	0.014	0.15	0.0029	0.0070	0.0022	0.0012	0.0060	0.0012

表4.4 無機元素成分濃度 (3)

		単位:ng/m ³								
		Ce	Sm	Hf	W	Ta	Th	Pb	Cd	Sn
富田支所 (一般局)	春季	0.63	0.046	0.020	2.9	0.013	0.11	4.4	0.12	0.67
	夏季	0.10	0.0060	0.0093	3.2	0.011	0.015	4.9	0.15	0.98
	秋季	0.13	0.0024	0.0087	0.74	0.012	0.0090	5.1	0.16	1.2
	冬季	0.12	0.0024	0.010	5.7	0.020	0.012	5.1	0.16	1.2
	年	0.25	0.014	0.012	3.2	0.014	0.038	4.9	0.15	1.0
	検出下限値未満(%)	0	37	11	7	72	7	0	0	0
守山保健 センター (一般局)	春季	0.45	0.030	0.019	2.0	0.0078	0.076	2.2	0.13	0.51
	夏季	0.11	0.0059	0.012	1.8	0.0054	0.011	2.1	0.079	0.70
	秋季	0.15	0.0030	0.014	0.18	0.011	0.0084	4.6	0.21	1.3
	冬季	0.14	0.0013	0.014	1.1	0.0096	0.0079	4.3	0.16	1.4
	年	0.21	0.010	0.015	1.3	0.0085	0.026	3.3	0.15	0.96
	検出下限値未満(%)	0	34	2	5	64	2	0	2	0
元塩公園 (自排局)	春季	0.75	0.049	0.028	3.4	0.035	0.18	4.0	0.10	0.65
	夏季	0.12	0.0050	0.018	2.1	0.11	0.024	2.7	0.10	0.82
	秋季	0.17	0.0019	0.019	0.32	0.016	0.0091	4.7	0.15	1.4
	冬季	0.22	0.0035	0.021	7.1	0.022	0.011	5.0	0.16	2.1
	年	0.31	0.015	0.022	3.2	0.044	0.057	4.1	0.13	1.3
	検出下限値未満(%)	0	32	0	4	59	2	0	4	0
千竈 (自排局)	春季	1.0	0.072	0.039	3.4	0.018	0.18	4.0	0.12	0.98
	夏季	0.12	0.0058	0.017	1.8	0.0033	0.0088	3.4	0.083	0.84
	秋季	0.18	0.0026	0.021	0.24	0.0042	0.0066	5.9	0.14	1.6
	冬季	0.17	0.0031	0.015	4.1	0.0051	0.0079	5.3	0.13	2.0
	年	0.39	0.022	0.023	2.3	0.0079	0.052	4.6	0.12	1.3
	検出下限値未満(%)	0	19	0	4	79	6	0	2	0
一般局平均	春季	0.54	0.038	0.020	2.5	0.011	0.095	3.3	0.12	0.59
	夏季	0.10	0.0059	0.011	2.5	0.0083	0.013	3.5	0.12	0.84
	秋季	0.14	0.0027	0.012	0.46	0.012	0.0087	4.9	0.19	1.2
	冬季	0.13	0.0018	0.012	3.4	0.015	0.010	4.7	0.16	1.3
	年	0.23	0.012	0.013	2.2	0.011	0.032	4.1	0.15	0.99
自排局平均	春季	0.90	0.060	0.034	3.4	0.027	0.18	4.0	0.11	0.82
	夏季	0.12	0.0054	0.018	2.0	0.054	0.017	3.0	0.091	0.83
	秋季	0.17	0.0022	0.020	0.28	0.010	0.0079	5.3	0.14	1.5
	冬季	0.20	0.0033	0.018	5.6	0.013	0.0095	5.2	0.15	2.1
	年	0.35	0.018	0.023	2.8	0.026	0.055	4.4	0.12	1.3
全平均	春季	0.72	0.049	0.027	2.9	0.019	0.14	3.7	0.12	0.70
	夏季	0.11	0.0057	0.014	2.2	0.031	0.015	3.3	0.10	0.84
	秋季	0.16	0.0024	0.016	0.37	0.011	0.0083	5.1	0.16	1.4
	冬季	0.16	0.0026	0.015	4.5	0.014	0.0098	4.9	0.15	1.7
	年	0.29	0.015	0.018	2.5	0.019	0.043	4.2	0.13	1.1
検出下限値		0.00050	0.0015	0.0013	0.014	0.0060	0.0014	0.0080	0.0080	0.0019

2.2 季節別および日別濃度変動

PM2.5の季節別成分濃度を図3.1（令和2年度）、図3.2（平成24～令和2年度）に示す。PM2.5質量濃度は夏季、冬季に高く、春季に低かった。硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）は光化学反応が活発な春季・夏季に高濃度となる傾向にあるが、令和2年度は春季に低く、夏季に高くなった。硝酸イオン（ NO_3^- ）、塩化物イオン（ Cl^- ）は冬季に最も高濃度となったが、気温の低下によって粒子化しやすいことが高濃度化する要因である。アンモニウムイオン（ NH_4^+ ）は硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウム等として存在していると推定され、通年で高濃度となっている。

PM2.5濃度の経年変化を見ると、春季は前年度よりもさらに濃度が低下した。春季は気象状況から越境汚染の影響を受けやすい時期で、例年、PM2.5濃度は高い傾向にあるが、令和2年度は新型コロナウイルスによる1回目の緊急事態宣言の時期と重なっており、国内外の経済活動の停滞により、濃度が低くなった可能性がある。また、令和2年1月から船舶の燃料油に含まれる硫黄分濃度の国際的な規制強化により、 SO_4^{2-} 濃度が低下した可能性もある。船舶による影響は、港湾部からの南風の頻度が高くなる夏季に大きくなるが、令和2年度の夏季は SO_4^{2-} 濃度が例年よりも高くなった。秋季、冬季の SO_4^{2-} 濃度は前年度と比べて大きな変動はない。また、春季に無機元素成分の割合が大きかった。

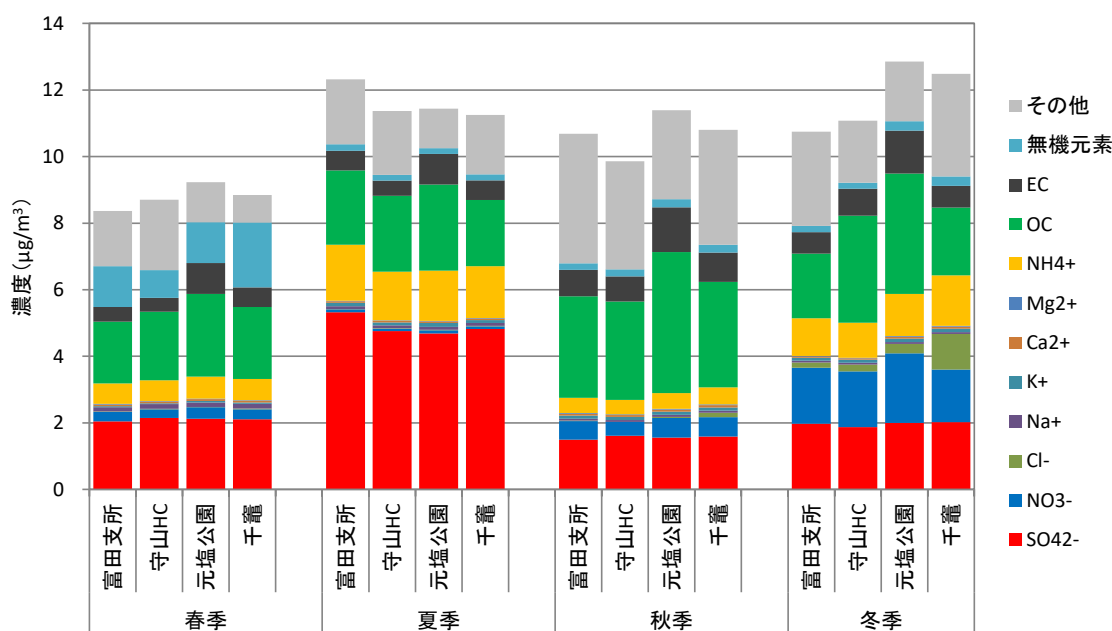


図 3.1 季節別成分濃度（令和2年度）

日ごとのPM2.5質量濃度および成分濃度の変動を図4.1~4.3に示す。

自排局の元塩公園（青）と千竈（オレンジ）では、通年で元素状炭素が他の地点よりも高濃度になっており、自動車排気粒子の影響が推定される。

千竈の冬季に、塩化物イオンが高濃度となる状況が平成27年度から続いており、局所的な発生源がある可能性がある。

春季の5月13日から18日にCa²⁺、Fe、Al、Ti等の土壌性の元素およびその他の元素濃度が高くなっていた。5月13日に名古屋地方気象台で黄砂が観測されていることから、この前後にかけて黄砂の影響により、土壌性の無機元素や黄砂と共に飛来した無機元素濃度が上昇した可能性がある。

夏季の8月5日にPM2.5、硫酸イオン、アンモニウムイオンが高濃度となった。8月1日から8日にかけては、市内の常時監視測定局においてPM2.5およびSPMが高濃度となっていた。気象庁によると、7月から8月上旬まで小笠原諸島の西之島で火山活動が活発となり、4000m程度の噴煙が継続的に観測されていた（図4.4~4.5）。火山灰は比較的大きな粒子が多いとされているが、1~10 μmの粒子も存在する。また、火山ガスには二酸化硫黄（SO₂）が含まれており、大気中でSO₂が酸化されて生成する硫酸塩粒子は1 μm以下の粒子になる。8月3日の衛星画像では太平洋上空に高濃度の粒子の存在が確認できた（図4.6）。8月5日に名古屋市に到達した気塊は、後方流跡線解析により太平洋上空を通ったと推定される（図4.7）。また、8月5日13時には、白水小学校で高濃度のSO₂（18ppb）が観測された。守山保健センターで8月5日に観測されたPM2.5濃度は33.5 μg/m³であったが、そのうち硫酸アンモニウム（SO₄²⁻+NH₄⁺）が26.1 μg/m³（78%）となっていた（図4.8）。通常夏季における硫酸アンモニウムがPM2.5濃度に占める割合は35%程度であることから、市内のPM2.5濃度が上昇したのは、西之島の火山ガス由来の硫酸アンモニウムによるものと推定される。

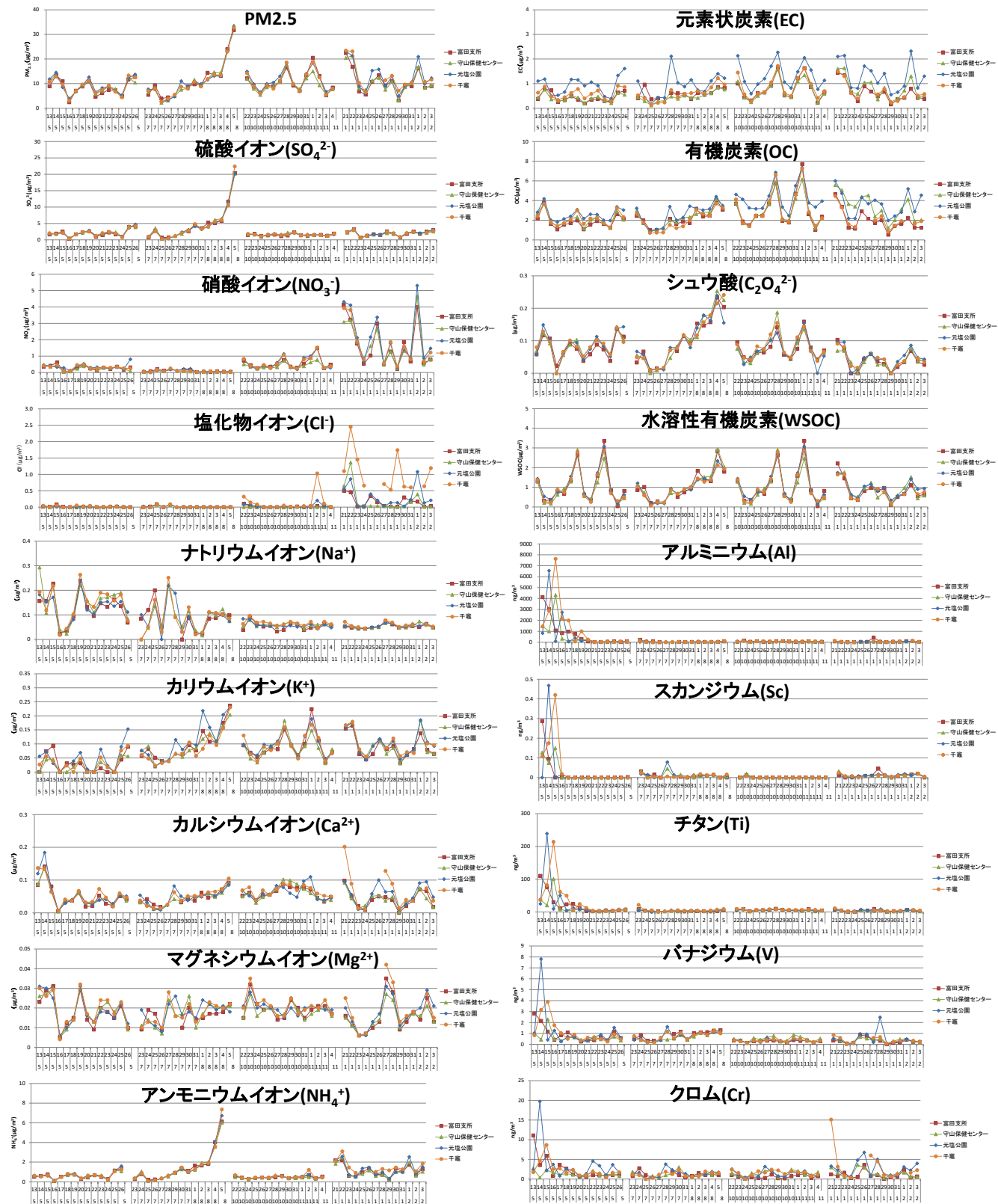


図4.1 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

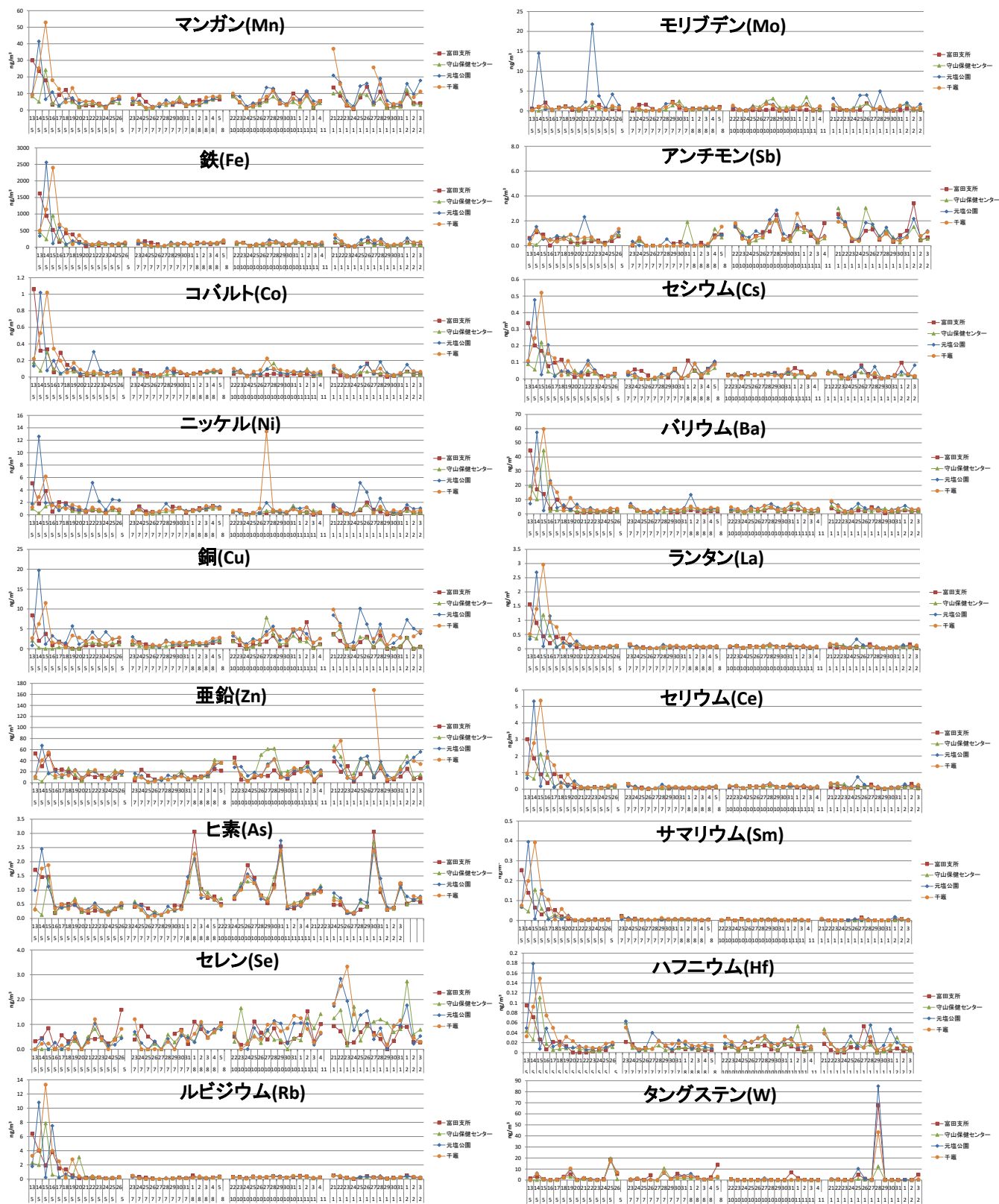


図4.2 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

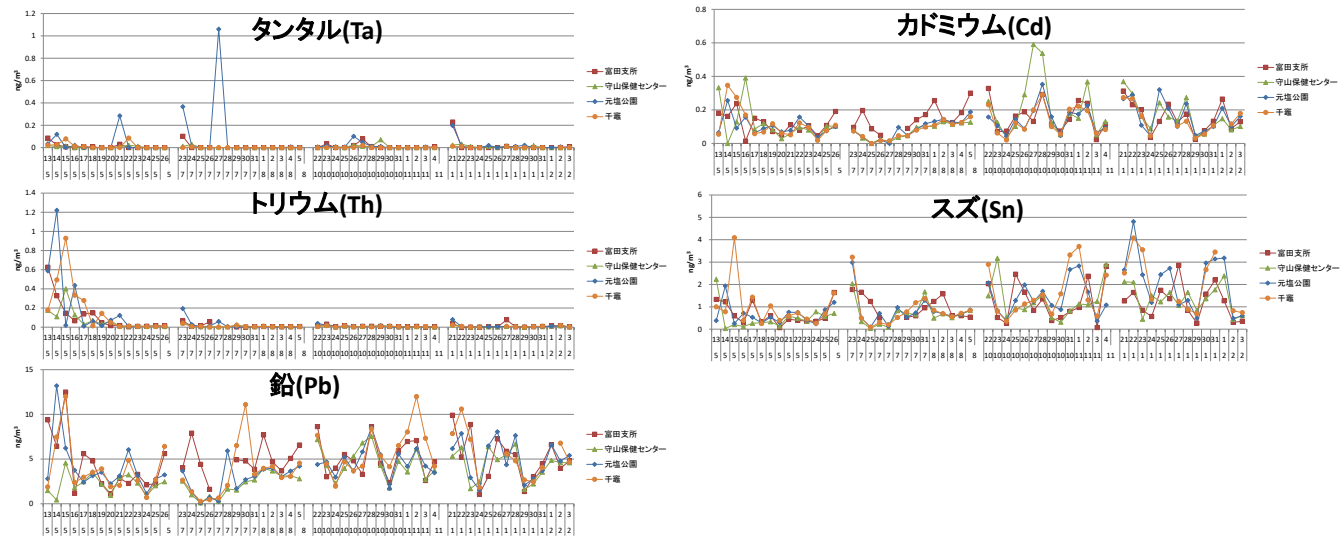


図4.3 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

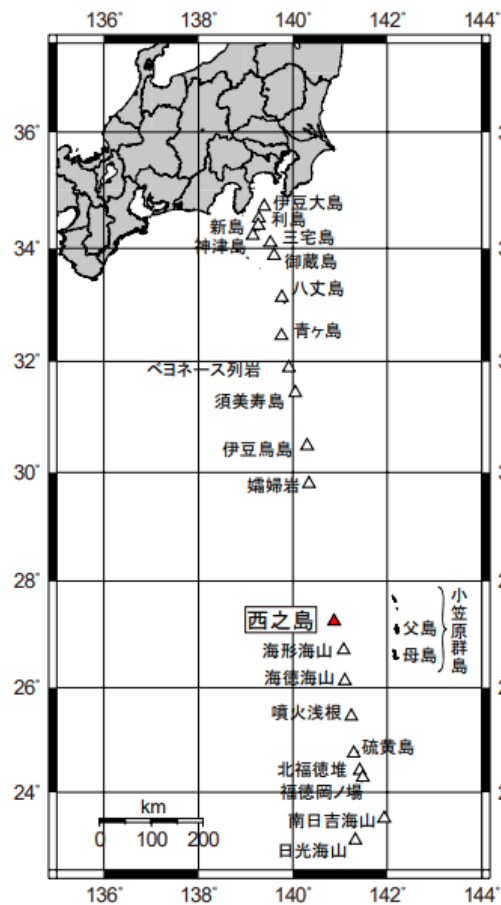


図 4.4 西之島の位置
(気象庁火山活動解説資料; 令和 2 年 8 月)



図 4.5 西之島の噴火の状況
(気象庁火山活動解説資料; 令和 2 年 7 月)

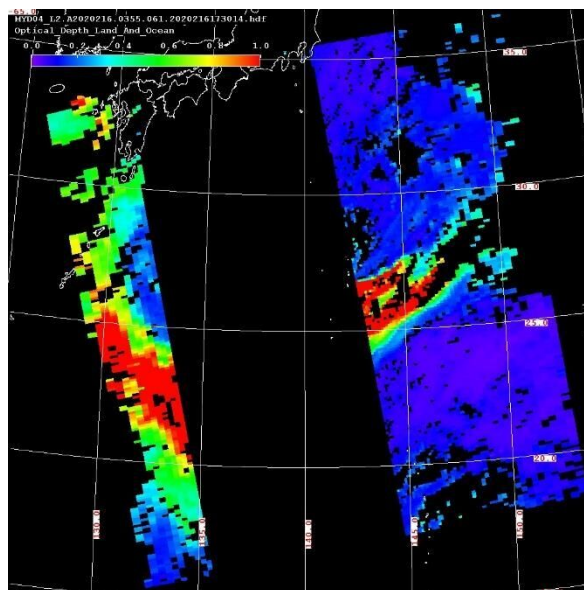


図 4.6 衛星による粒子の分布 (NASA ; 2020.8.3)

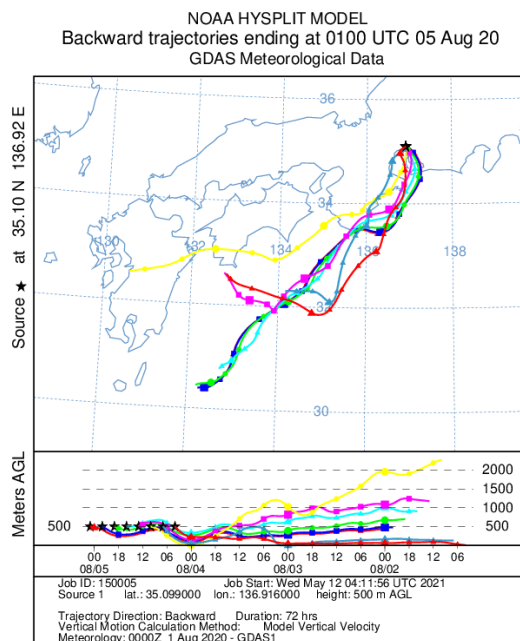


図 4.7 後方流跡線解析 (名古屋起点 ; 2020.8.5)

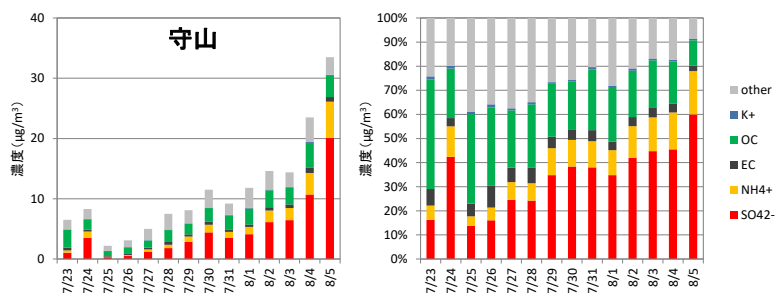


図 4.8 夏季における PM2.5 の成分組成
(守山保健センター)

2.3 PM2.5 と各成分の各地点の経年変化

PM2.5 と各成分の平均値の経年変化を図 5 に示す。

PM2.5 質量濃度は低下傾向にあり、前年度より各地点で $0.8 \sim 2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 濃度が低下した。OC は富田支所と千竈で大きく低下したが、守山保健センターと元塩公園では変わらなかった。EC は各地点で濃度が低下し、前年度よりも平均 $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 濃度が低下した。イオン成分は前年度と変わらなかった。V が大きく濃度が低下したが、船舶の燃料規制の効果によるものと推定される。

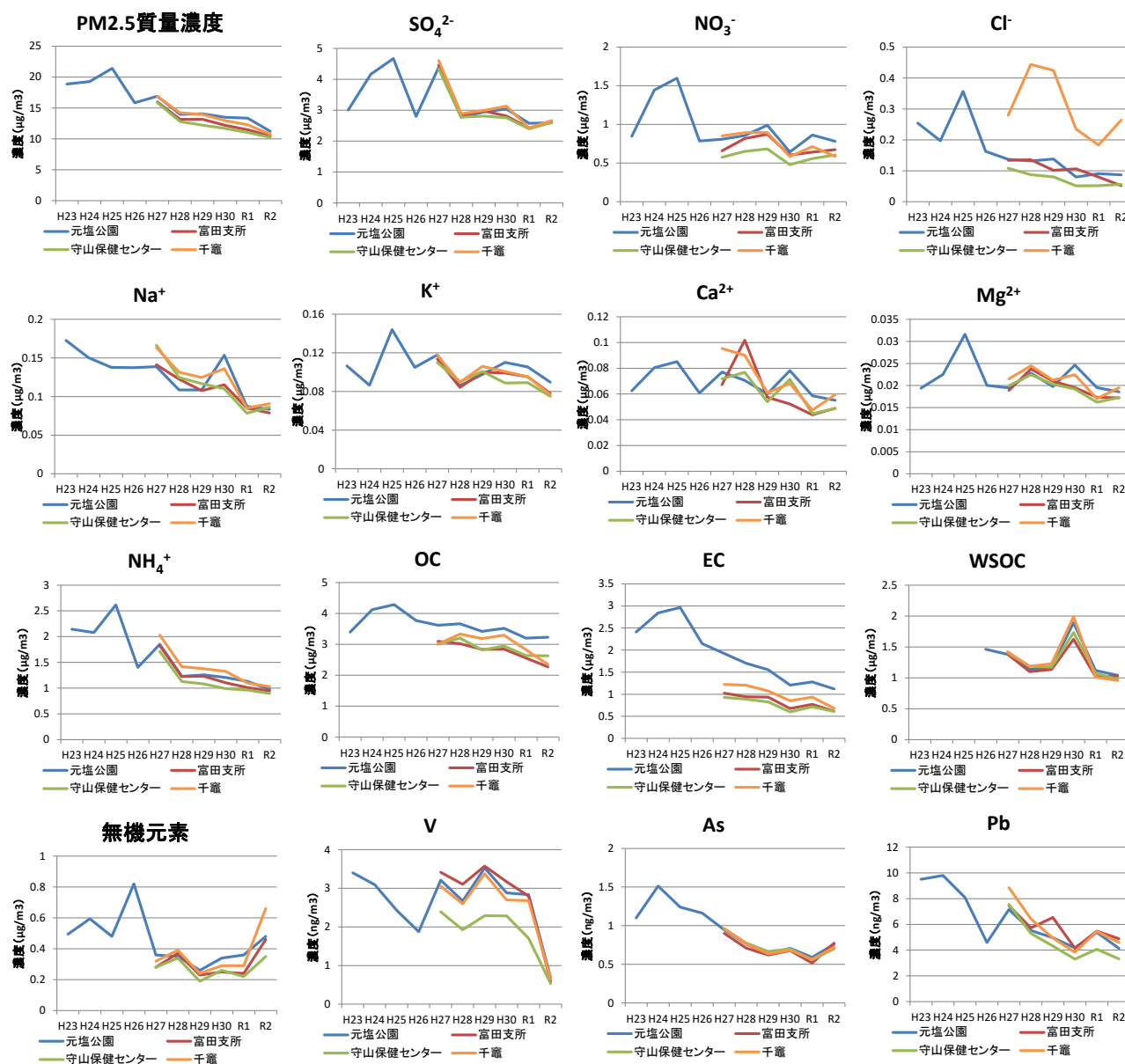


図 5 PM2.5 と各成分の経年変化

3 発生源寄与率の推定

発生源寄与率の推定方法には、環境濃度から発生源を推定するリセプターモデルが使用される。大気汚染物質に使用される主な手法として CMB (Chemical Mass Balance) 法がある。

CMB 法は発生源の成分組成比 (発生源プロファイル) がわかっていることが前提で、寄与割合を推定するものである。そのため、使用する発生源プロファイルのデータが変われば、寄与割合の結果も変わる。

まず、マスキロージャーモデルを用いて、対象とする測定データの確認を行った。その後、東京都ですでに発生源寄与割合を算出している CMB 法を用いて、名古屋市における発生源寄与割合を算出した。

3.1 マスクロージャーモデル

測定データについて、質量濃度推定手法（マスクロージャーモデル）（Chemical mass closure model）を適用した。このモデルは、PM2.5の質量濃度と幾つかの主要成分(特定のイオン成分、有機炭素、元素炭素、特定の無機元素成分)との関係を統計的に求めておき、以後の測定において成分測定データから質量濃度を推定し、測定質量濃度の妥当性が評価できるというものである。質量濃度推定のために各成分結果に与える係数は、成分元素の環境大気中における代表的化学形態、特定の発生源の影響及び過去の分析結果の集積に基づく知見等により決定される。環境省より日本に適したモデル案が平成 30 年 3 月に改訂された（微小粒子状物質の測定に係る精度向上検討業務報告書，環境省，2018）。改訂された質量濃度推定式を以下に示す。

2018 年改訂版

$$M = 1.586[SO_4^{2-}] + 1.372[NO_3^-] + 1.605[nss-Cl^-] + 2.5[Na^+] + 1.634[OC] + [EC] + [SOIL]$$
$$[nss-Cl^-] = [Cl^-] - 18.98[Na^+]/10.56$$

nss-Cl⁻：非海塩由来（non-sea salt）塩化物イオン
[nss-Cl⁻]が負の値となった場合はゼロとして計算する。

$$[SOIL] = 9.19[Al] + 1.40[Ca] + 1.38[Fe] + 1.67[Ti]$$

M：質量濃度

マスクロージャーモデルを用いた推定値と PM2.5 質量濃度との比較を図 6 に示す。また、季節別の推定値と PM2.5 質量濃度との比較を図 7-1～4 に示す。

どの地点も春季の 5/13-18 の 6 日間を除いてほぼ直線関係が得られた。5/13-18 のサンプルは推定した PM2.5 質量濃度が実測値よりも高い値となった。この期間は前述のように黄砂が確認されており、土壌成分が多い期間である。マスクロージャーモデルの土壌粒子の計算式は国内の土壌を再現するのに適する係数となっており、黄砂の飛来によって捕集した土壌の組成と大きく外れていた可能性がある。そのため、この期間のサンプルは除外せず、この後用いる CMB 法はすべてのデータを解析対象とした。

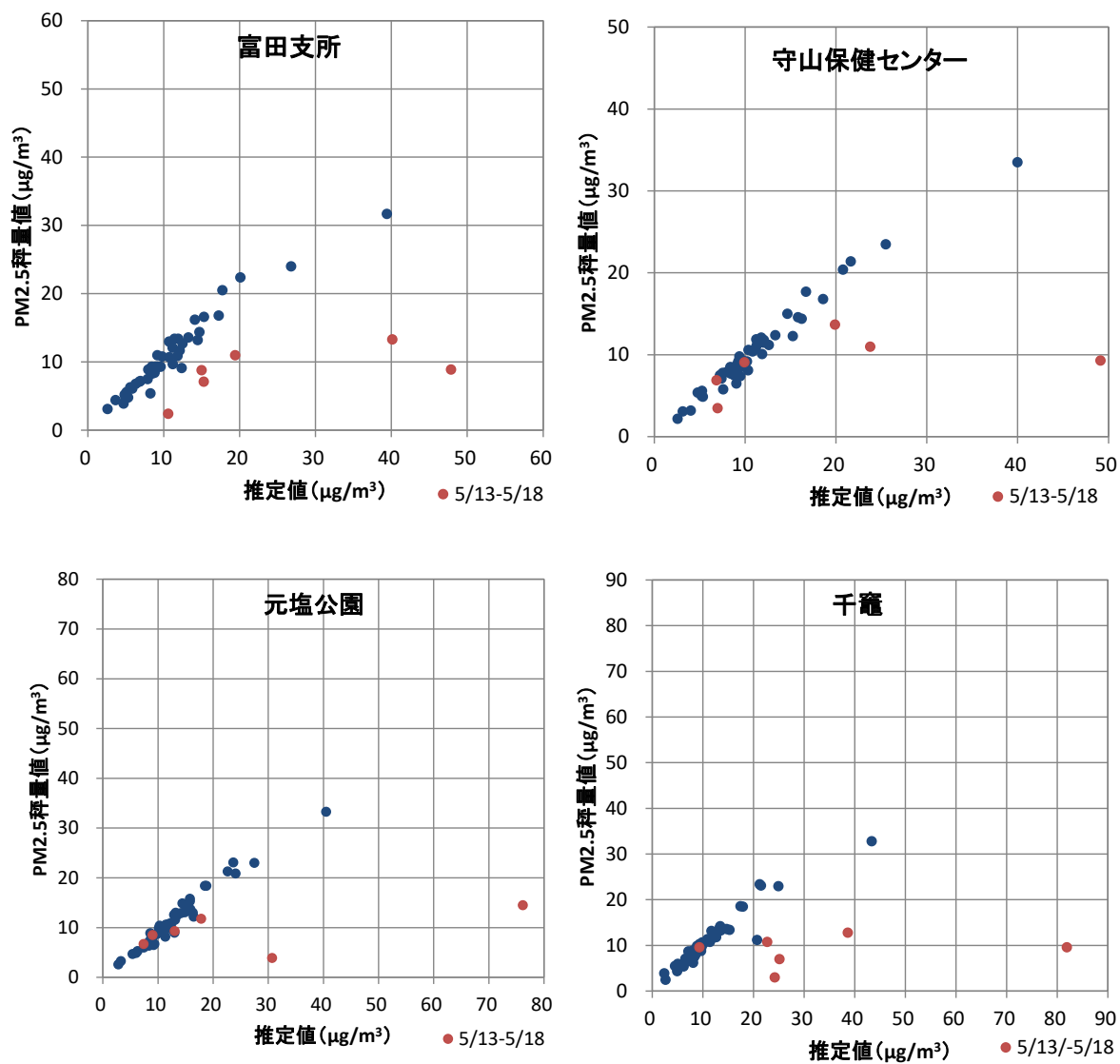


図 6 2018 年改訂版マスクロージャーモデルによる推定値と秤量値の比較

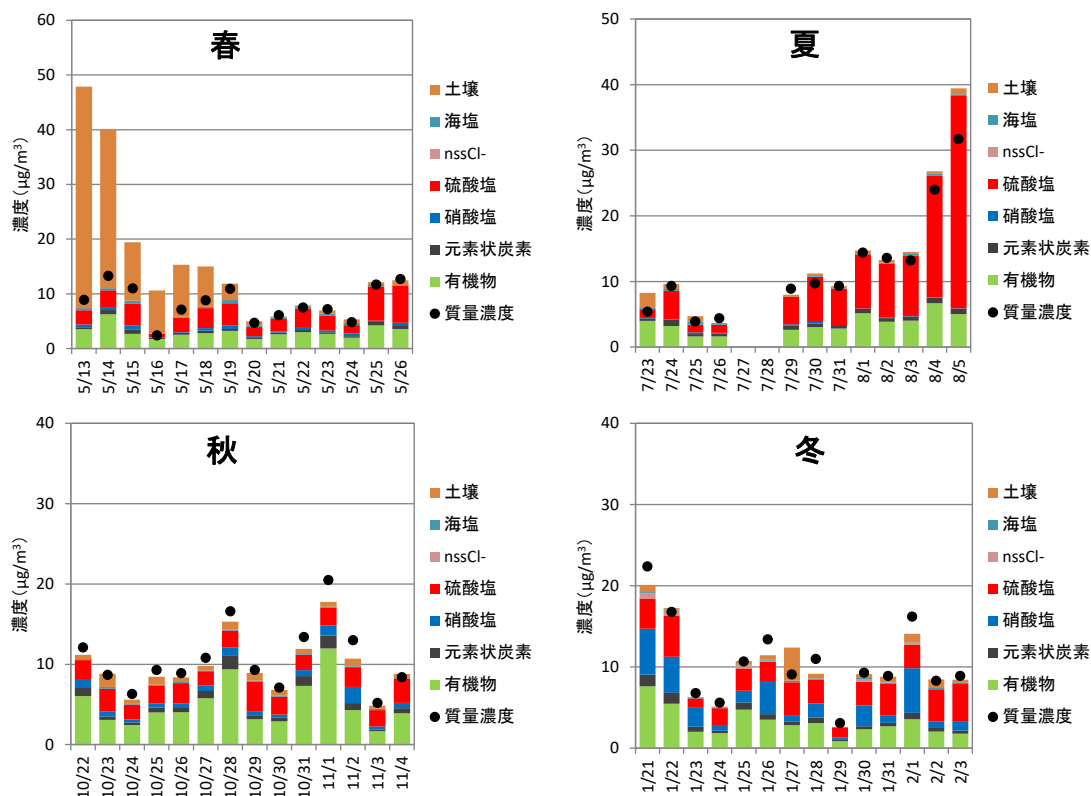


図7-1 季節別マスクロージャーモデルとの比較（富田支所）

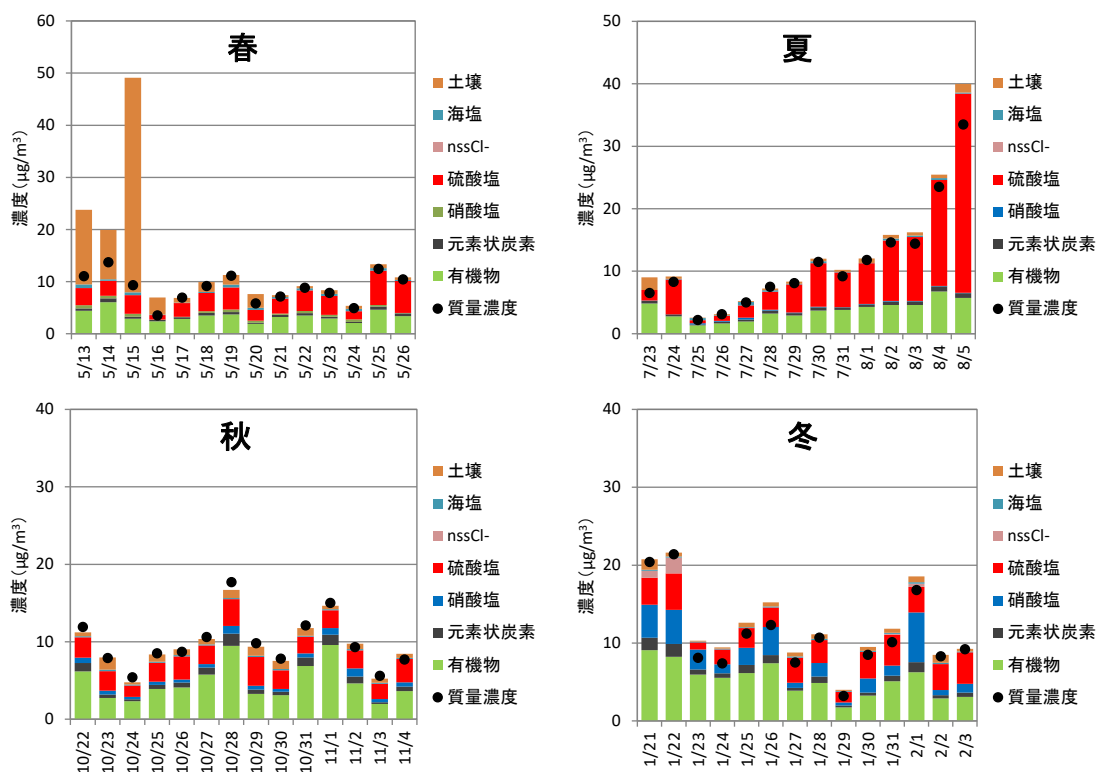


図 7-2 季節別マスクロージャーモデルとの比較（守山保健センター）

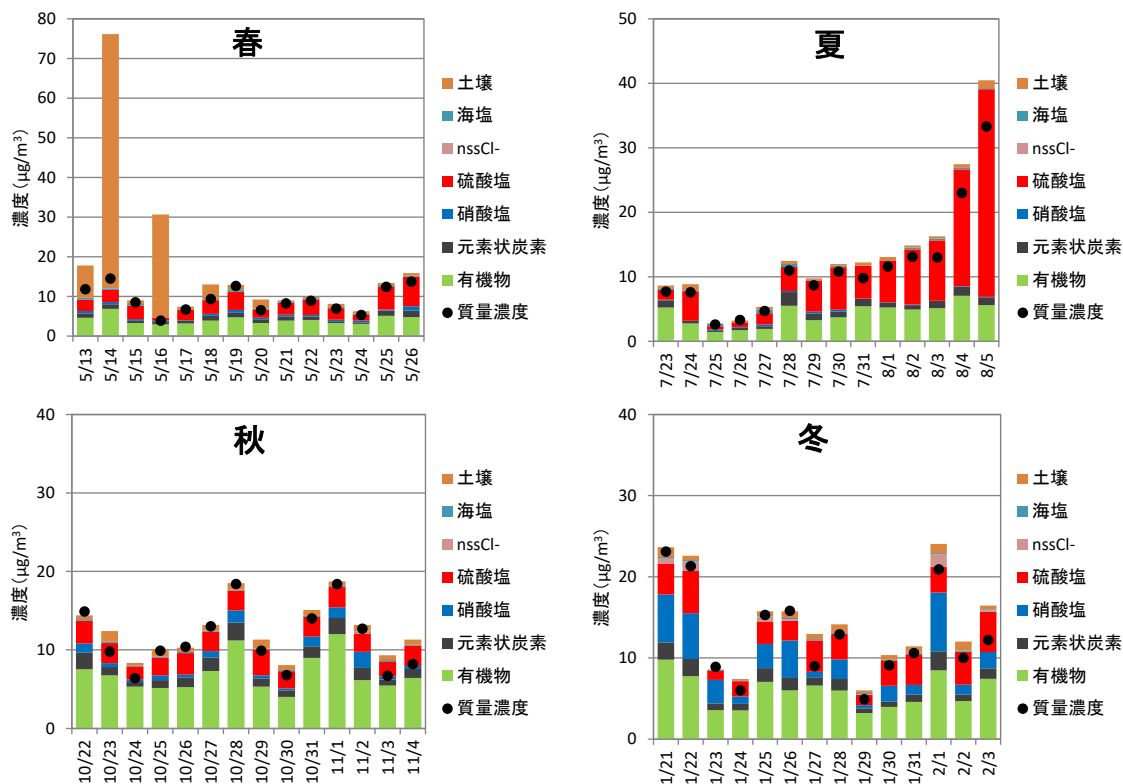


図 7-3 季節別マスクロージャーモデルとの比較 (元塩公園)

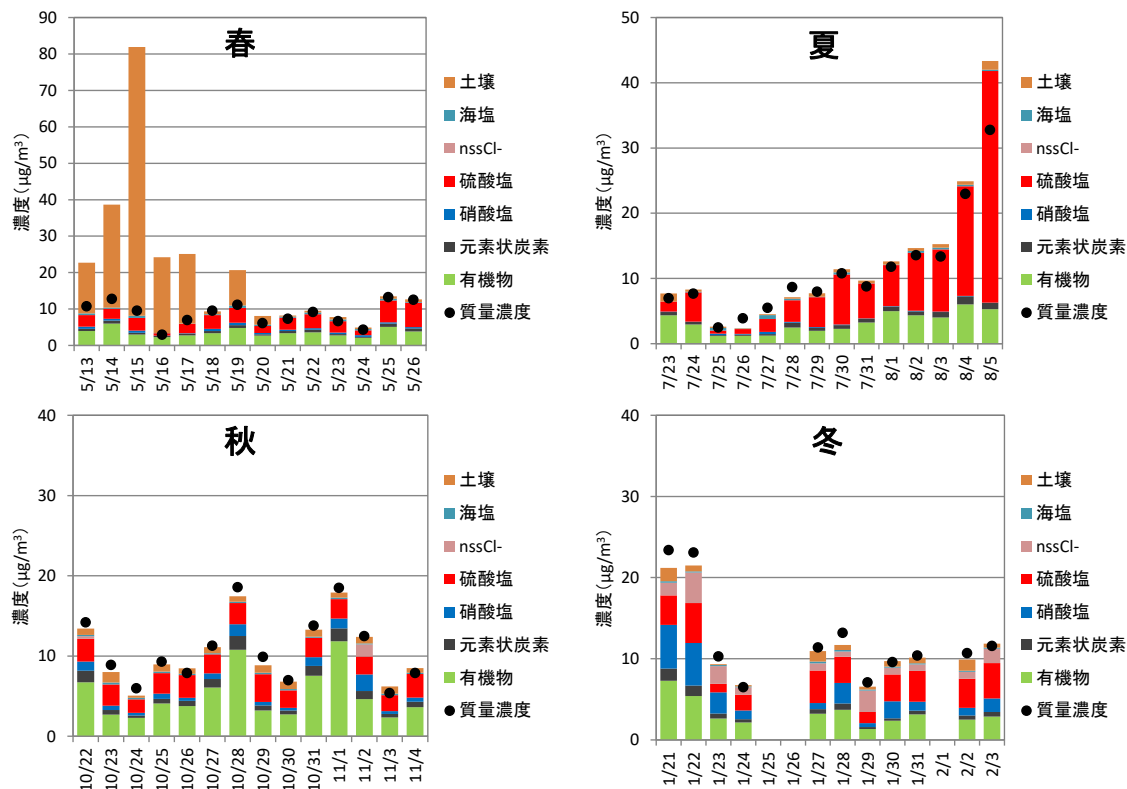


図 7-4 季節別マスクロージャーモデルとの比較 (千竈)

3.2 CMB (Chemical Mass Balance) 法による発生源寄与率の推定

3.2.1 使用する成分の検討

イオン成分および無機元素成分として測定されている成分についてはイオン成分の値を用いた。

発生源プロファイルは東京都微小粒子状物質検討会報告書(平成 23 年 7 月)で使用されたものに、石炭燃焼 (Coal combustion : EPA Speciate データベース#4373) を加えたものを用いた。ただし、臭素 (Br) は測定していないため、発生源プロファイルから除いた。OC、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、Cl⁻、 NH_4^+ は発生源プロファイルに含まれるが、二次生成由来のものを多く含まれると推定されるため、計算の際のフィッティングの対象としなかった。以上のことから、対象としたのは EC、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Al、V、Cr、Mn、Fe、Zn、As、Se、Sb、La の 14 成分とした。

3.2.2 発生源プロファイル

発生源プロファイルは東京都微小粒子状物質検討会報告書（平成 23 年 7 月）で使用されたものを用いた。発生源プロファイルを表 5 に示す。この発生源プロファイルは、環境省の調査などで使用されている 7 発生源（土壌・道路粉じん、海塩粒子、鉄鋼工業、重油燃焼、廃棄物焼却、自動車排出ガス、ブレーキ粉じん）に、東京都が行った平成 20~21 年度の発生源調査結果から求めたバイオマス燃焼、EPA Speciate データベース#4373 の石炭燃焼（Coal combustion）を加えた 9 発生源である。

表 5 発生源プロファイル

SID	単位: g/g									
	SO4	SO4U	NO3	NO3U	Cl	ClU	Na	NaU	K	KU
road	5.68E-04	4.49E-04	1.93E-04	1.18E-04	3.35E-04	1.53E-04	1.25E-02	2.66E-03	1.27E-02	3.39E-03
sea	7.80E-02	1.60E-02	0.00E+00	0.00E+00	5.51E-01	2.75E-02	3.04E-01	1.52E-02	1.10E-02	1.10E-03
iron	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.41E-02	6.82E-03	1.36E-02	2.72E-03	1.32E-02	2.64E-03
fuel	3.18E-01	1.60E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.20E-04	9.20E-04	1.00E-02	5.00E-03	8.50E-04	8.50E-04
refuse	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.70E-01	2.70E-02	1.20E-01	1.20E-02	2.00E-01	2.00E-02
car	2.16E-02	2.16E-03	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-04	2.00E-05	7.64E-05	7.64E-06	1.97E-04	1.97E-05
brake	4.90E-03	1.52E-03	0.00E+00	0.00E+00	1.25E-02	2.50E-03	7.60E-03	2.50E-03	3.50E-03	7.00E-04
biomas	1.61E-02	3.22E-03	2.03E-03	4.06E-04	2.59E-02	5.18E-03	6.55E-03	1.31E-03	6.32E-02	1.26E-02
coal	2.87E-01	2.26E-01	6.87E-03	1.09E-02	8.94E-03	1.57E-02	1.16E-02	1.68E-02	5.20E-03	2.56E-03

SID	Ca	CaU	NH4	NH4U	OC	OCU	EC	ECU	Al	AlU
road	5.52E-02	2.64E-02	6.05E-03	9.68E-04	6.90E-02	2.83E-02	1.28E-02	4.10E-03	6.11E-02	7.66E-03
sea	1.17E-02	5.85E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-08	2.80E-08	2.90E-07	2.90E-08
iron	4.51E-02	9.02E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-03	5.00E-03	9.99E-03	2.00E-03
fuel	8.50E-04	4.30E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-01	1.25E-01	2.10E-03	1.10E-03
refuse	1.10E-02	2.20E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.00E-02	5.00E-02	4.20E-03	8.40E-04
car	1.46E-03	1.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	2.47E-01	2.47E-02	4.94E-01	4.94E-02	1.57E-03	1.57E-04
brake	3.18E-02	6.36E-03	0.00E+00	0.00E+00	7.98E-02	3.07E-02	1.53E-01	7.60E-02	1.94E-02	3.88E-03
biomas	4.15E-04	8.30E-05	1.27E-02	2.54E-03	4.15E-01	8.29E-02	9.71E-02	1.94E-02	3.70E-04	7.40E-05
coal	1.66E-01	1.05E-01	1.79E-02	2.13E-02	2.72E-01	2.58E-01	1.38E-02	2.22E-02	5.30E-02	3.26E-02

SID	V	VU	Cr	CrU	Mn	MnU	Fe	FeU	Zn	ZnU
road	1.08E-04	3.45E-05	2.79E-04	1.55E-04	1.06E-03	3.86E-04	5.31E-02	6.42E-03	1.31E-03	7.96E-04
sea	5.80E-08	1.74E-08	1.50E-09	4.50E-10	5.80E-08	1.74E-08	2.90E-07	8.70E-08	2.90E-08	8.70E-09
iron	1.25E-04	2.50E-05	3.16E-03	6.32E-04	2.20E-02	2.20E-03	1.57E-01	1.57E-02	5.15E-02	1.03E-02
fuel	6.38E-03	3.19E-03	2.10E-04	1.05E-04	1.20E-04	4.00E-05	4.60E-03	2.30E-03	4.00E-04	2.00E-04
refuse	2.70E-05	1.35E-05	8.50E-04	8.50E-04	3.30E-04	3.30E-04	6.10E-03	6.10E-03	2.60E-02	1.30E-02
car	7.25E-06	7.25E-07	1.16E-05	1.16E-06	1.93E-05	1.93E-06	9.89E-04	9.89E-05	6.24E-04	6.24E-05
brake	5.90E-05	1.18E-05	4.21E-04	8.42E-05	7.20E-04	1.44E-04	9.12E-02	1.82E-02	3.26E-03	6.52E-04
biomas	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-05	2.00E-06	1.00E-04	2.00E-05	1.00E-04	2.00E-05
coal	7.90E-04	8.10E-04	2.55E-04	1.91E-04	1.15E-03	1.06E-03	3.61E-02	2.02E-02	3.10E-03	3.33E-03

SID	As	AsU	Se	SeU	Sb	SbU	La	LaU
road	1.13E-05	4.19E-06	1.43E-06	5.50E-07	1.30E-05	7.42E-06	3.13E-05	1.05E-05
sea	2.90E-08	8.70E-09	1.20E-07	3.60E-08	1.40E-08	4.20E-09	9.00E-09	2.70E-09
iron	1.03E-04	1.03E-04	5.11E-05	5.11E-05	9.00E-05	9.00E-05	9.75E-06	9.75E-06
fuel	2.30E-05	1.20E-05	4.80E-05	4.80E-05	6.90E-06	3.50E-06	4.00E-05	4.00E-05
refuse	1.50E-04	1.50E-04	0.00E+00	0.00E+00	9.52E-04	4.80E-04	7.70E-06	7.70E-06
car	3.69E-06	3.69E-07	1.67E-06	1.67E-07	1.96E-05	1.96E-06	3.41E-07	3.41E-08
brake	2.20E-05	4.40E-06	3.50E-06	1.75E-06	2.13E-03	4.26E-04	7.00E-06	1.40E-06
biomas	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
coal	2.50E-05	5.50E-04	5.78E-03	8.33E-03	1.11E-04	4.90E-04	3.80E-05	2.69E-03

U: 誤差

3.2.3 発生源の寄与割合

各地点の年平均値に対して発生源寄与割合を推定した。計算には EPA CMB8.2 を用いた。二次生成硫酸イオン、二次生成硝酸イオン、二次生成アンモニウムイオン、未把握有機炭素の値は、測定値の濃度から一次粒子として割り当てられた各濃度を差し引いた値を用いた。結果を図 8、図 9、表 6 に示す。

最も寄与率が高い二次生成硫酸イオンは 22.1~24.6%で、次に高い未把握有機炭素は 18.5~23.6%であった。自排局である元塩公園は自動車排出粒子の寄与率が高く 18.6%、同じく自排局の千竈は 11.5%、一般局は富田支所が 10.5%、守山保健センターが 10.7%であった。

モデルの当てはまりを示す計算値と実測値の決定係数は 0.91 から 0.93 であり、モデルは概ね妥当であるといえる。

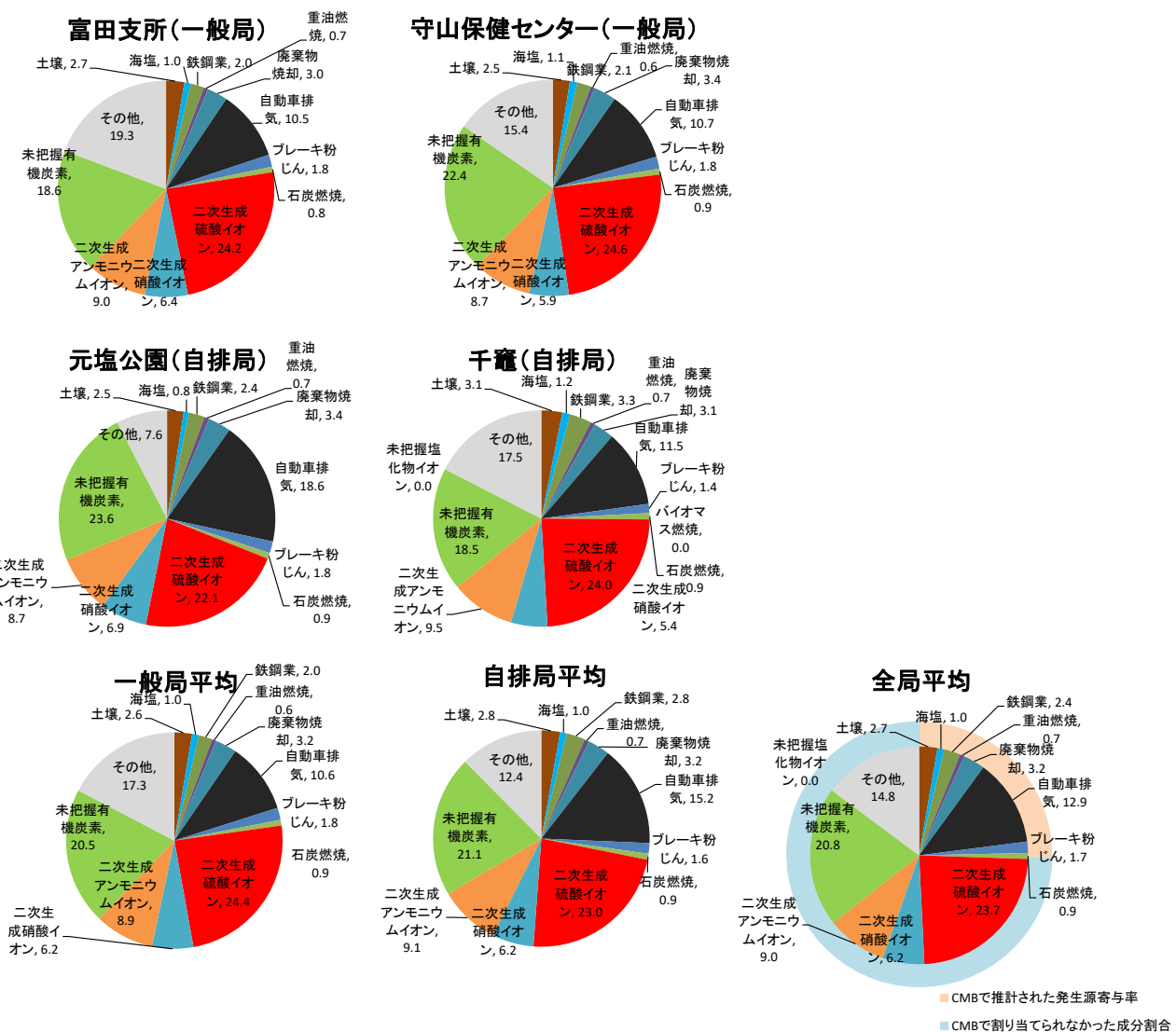


図 8 CMB 法による発生源寄与割合 (%) (令和 2 年度)

表 6 CMB 法による発生源寄与割合（令和 2 年度）

	富田支所	守山保健 センター	元塩公園	千歳	一般局平均	自排局平均	全局平均
濃度 (μg/m ³)							
PM2.5	10.5	10.3	11.2	10.8	10.4	11.0	10.7
土壌	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
海塩	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
鉄鋼業	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
重油燃焼	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
廃棄物焼却	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
自動車排気	1.1	1.1	2.1	1.2	1.1	1.7	1.4
ブレーキ粉じん	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
バイオマス燃焼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石炭燃焼	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
二次生成硫酸イオン	2.5	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5
二次生成硝酸イオン	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7
二次生成アンモニウムイオン	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0
未把握有機炭素	1.9	2.3	2.7	2.0	2.1	2.3	2.2
未把握塩化物イオン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他	2.0	1.6	0.9	1.9	1.8	1.4	1.6
割合 (%)							
土壌	2.7	2.5	2.5	3.1	2.6	2.8	2.7
海塩	1.0	1.1	0.8	1.2	1.0	1.0	1.0
鉄鋼業	2.0	2.1	2.4	3.3	2.0	2.8	2.4
重油燃焼	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
廃棄物焼却	3.0	3.4	3.4	3.1	3.2	3.2	3.2
自動車排気	10.5	10.7	18.6	11.5	10.6	15.2	12.9
ブレーキ粉じん	1.8	1.8	1.8	1.4	1.8	1.6	1.7
バイオマス燃焼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石炭燃焼	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
二次生成硫酸イオン	24.2	24.6	22.1	24.0	24.4	23.0	23.7
二次生成硝酸イオン	6.4	5.9	6.9	5.4	6.2	6.2	6.2
二次生成アンモニウムイオン	9.0	8.7	8.7	9.5	8.9	9.1	9.0
未把握有機炭素	18.6	22.4	23.6	18.5	20.5	21.1	20.8
未把握塩化物イオン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他	19.3	15.4	7.6	17.5	17.3	12.4	14.8
合計	100	100	100	100	100	100	100

令和元年度と令和 2 年度の発生源寄与率を比較すると（図 9）、二次生成硫酸イオンや自動車排気粒子の寄与濃度に変化はなく、新型コロナウイルスによる経済状況の変化は確認できなかった。

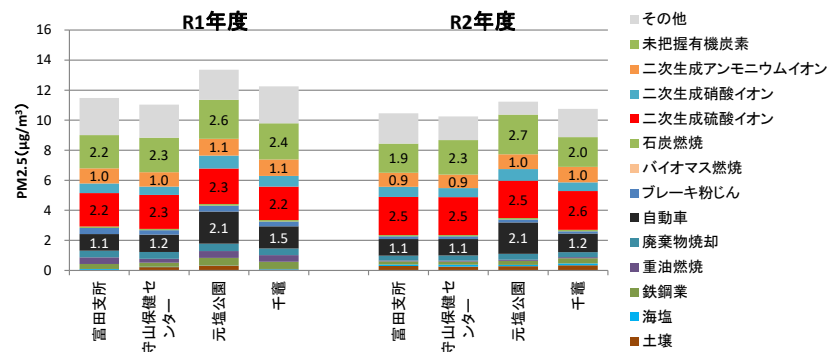


図 9 年度別発生源寄与率

4 並行試験結果

採取装置の動作確認をするため、季節毎に並行試験を行った。各装置に PTFE フィルターをセットし、PM2.5 の質量濃度を測定した。2 台の採取装置の質量濃度を比較した結果を表 7 に示す。秋季の千竈、冬季の元塩公園、守山保健センターの機差が 10%を超えていた。その他は概ね良好な結果となった。

【並行試験】

春季：令和2年5月12日（火） ～ 5月13日（水）
 夏季：令和2年7月22日（水） ～ 7月23日（木）
 秋季：令和2年10月21日（水） ～ 10月22日（木）
 冬季：令和3年1月20日（水） ～ 1月21日（木）

表 7 並行試験結果

	1 μg/m ³	2 μg/m ³	Δ μg/m ³	平均 μg/m ³	機差 %
春					
富田支所	17.7	18.7	1.0	18.2	5.3
元塩公園	15.5	16.6	1.2	16.1	7.3
夏					
守山HC	7.0	7.0	0.0	7.0	0.2
千竈	6.6	6.8	0.1	6.7	1.9
秋					
富田支所	15.5	14.7	0.8	15.1	5.4
千竈	19.1	16.6	2.5	17.9	13.8
冬					
元塩公園	14.6	12.4	2.2	13.5	16.0
守山HC	11.9	9.6	2.3	10.8	21.3

5 自動測定機の等価性評価

PM2.5質量濃度の測定はフィルター捕集・電子天秤による秤量が標準測定法となっている。常時監視測定局でPM2.5質量濃度を測定している自動測定機による値を標準測定法と比較した。自動測定機の11時から翌日10時までのデータを平均し、標準測定法であるフィルター法によるPM2.5質量濃度と比較した結果を図10に示す。外れ値数は富田支所が1、守山保健センターが0、元塩公園が0であった（外れ値は図中の赤丸）。千竈の外れ値は1月25日と1月26日のサンプルであったが、この期間中に千竈近隣で工事があったことから、等価性評価にはこれらのサンプルは除外し、千竈の外れ値は0とした。これらの測定結果を、自動測定機の等価性評価の式に当てはめるところ、外れ値の個数は評価基準を満たす結果となった。

(<https://www.env.go.jp/air/osen/pm/parallelexam/attach/an5.pdf>)

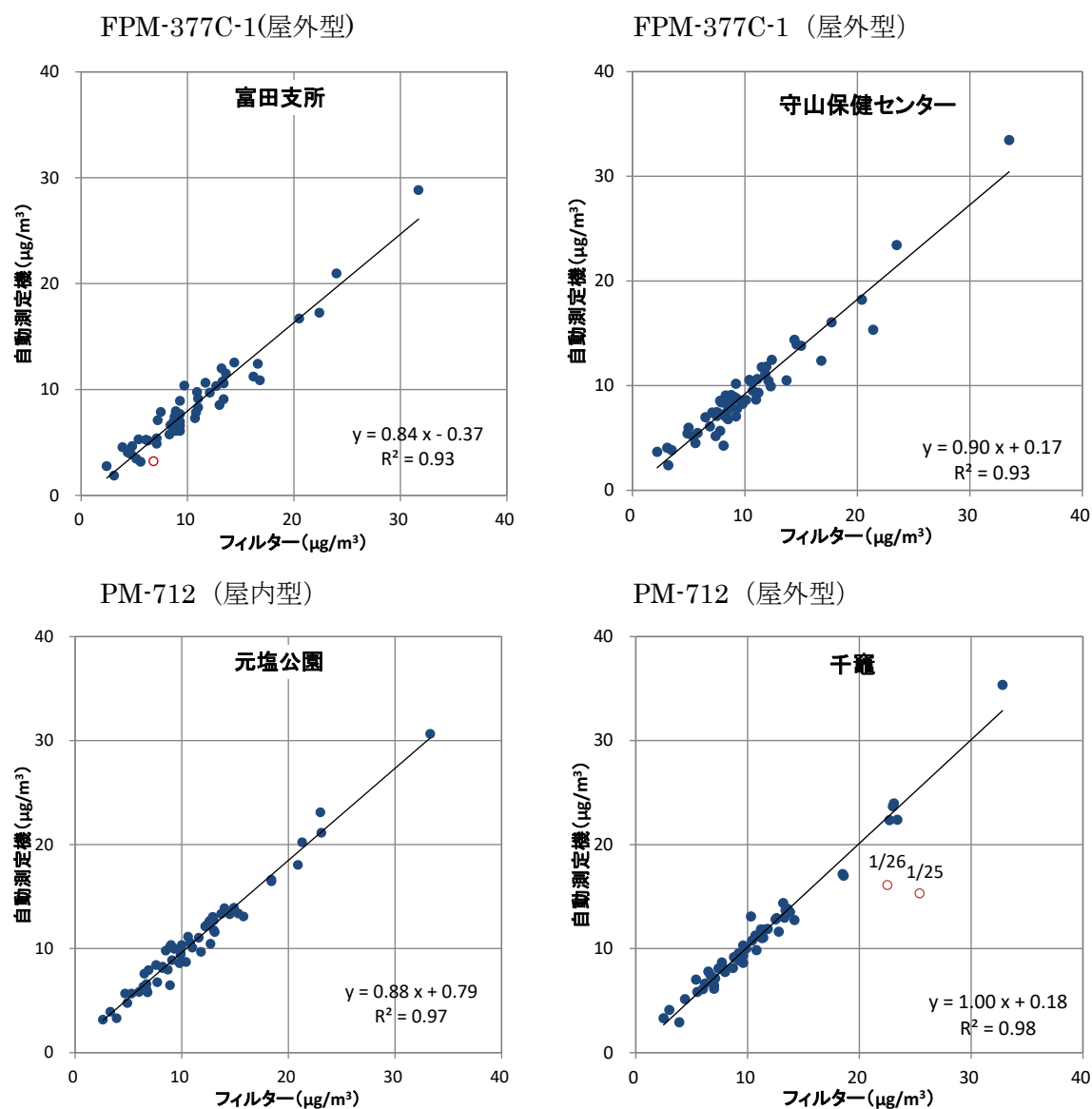


図10 標準測定法（フィルター法）と自動測定機によるPM2.5質量濃度の比較

6 後方流跡線解析

後方流跡線解析（起点：名古屋市、1500m）により平成24年度～令和2年度の日ごとの気塊の流れを図11に示す。赤色が大陸上空を経由した気塊、青色が大陸上空を経由しなかった気塊の流れを示している。大陸上空を経由した割合を表8に示す。大陸上空を経由した日のすべてが大陸からの越境汚染の影響を受けるわけではないが、大陸上空を経由した日が減少すると、越境汚染の影響を受けて高濃度になる機会が減少する可能性がある。令和2年度は大陸上空を経由した割合は前年度より増え、73%であった。

表8 後方流跡線解析による大陸上空経由割合

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
総数	358	357	365	332	365	365	365	360	365
大陸上空経由	251	288	278	233	250	258	238	238	268
大陸上空経由割合%	70%	81%	76%	70%	68%	71%	65%	66%	73%

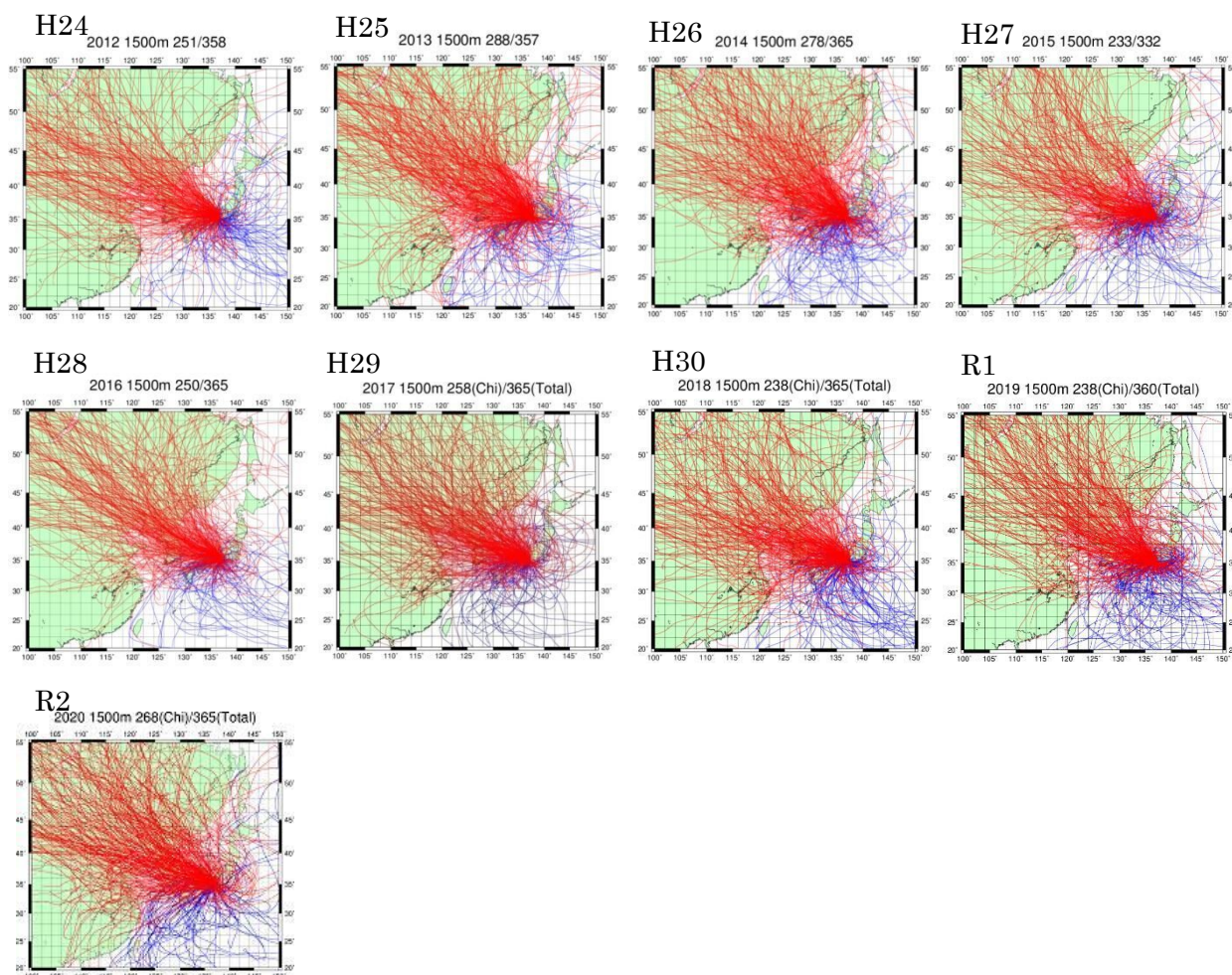


図11 後方流跡線解析による気塊の流れ（平成24年度～令和2年度）

測点名称	シブリング放射線計	位置座標	測深機	陽射量計($\mu\text{m}^2/\text{s}$) (±標準偏差)自動算出												陽射量計($\mu\text{m}^2/\text{s}$)																													
				W	E	N	U	W	E	N	U	W	E	N	U	W	E	N	U	W	E	N	U	W	E	N	U																		
実験室用	2020 5 13	8.9	0.02	0.35	1.90	0.16	0.02<0.009	0.02	0.09	938.00	1440.00	1330.00	181.00	0.29	110.00	2.23	11.10	30.00	1820.00	1.06	5.08	8.40	52.80	1.71	0.32	6.38	0.04	0.92	0.34	44.70	1.96	0.01	0.25	0.09	1.46	0.09	0.63	9.38	0.18	1.22	2.13	0.38	0.06	1.29	
実験室用	2020 5 14	13.3	0.01	0.41	1.90	0.16	0.09	0.07	0.03	0.14	791.00	1410.00	1340.00	181.00	0.29	75.60	2.15	3.05	23.60	1420.00	0.32	1.76	2.80	52.70	1.46	0.44	4.01	0.06	0.40	0.30	0.70	2.60	0.03	0.33	6.44	0.16	1.32	2.32	0.78	0.12	0.32				
実験室用	2020 5 15	11.0	0.08	0.41	2.00	0.16	0.02	0.09	0.03	0.14	740.00	1380.00	1420.00	181.00	0.29	75.60	1.17	5.83	17.90	1230.00	0.33	3.82	3.77	51.30	1.41	0.85	1.94	0.07	0.30	0.44	0.88	0.06	0.03	0.08	0.01	0.15	12.90	0.44	0.39	1.64	0.72	0.11	0.32		
実験室用	2020 5 16	7.1	0.01	0.08	0.35	0.46	0.02	0.08<0.009	0.01	0.01	116.00	1080.00	1420.00	181.00	0.29	30.00	0.41	0.87	3.98	1670.00	0.08	0.82	1.96	52.90	0.00	<0.15	3.82	0.17	0.01	0.08	0.35	0.09	0.01	0.01	0.00	0.01	0.29	1.00	0.11	0.29	1.06	0.26	0.02	0.06	
実験室用	2020 5 18	8.4	0.02	0.35	1.90	0.16	0.02	0.09	0.03	0.14	740.00	1380.00	1420.00	181.00	0.29	75.60	1.17	5.83	17.90	1230.00	0.33	3.82	3.77	51.30	1.41	0.85	1.94	0.07	0.30	0.44	0.88	0.06	0.03	0.08	0.01	0.15	12.90	0.44	0.39	1.64	0.72	0.11	0.32		
実験室用	2020 5 19	8.9	0.02	0.35	1.90	0.16	0.02	0.09	0.03	0.14	740.00	1380.00	1420.00	181.00	0.29	75.60	1.17	5.83	17.90	1230.00	0.33	3.82	3.77	51.30	1.41	0.85	1.94	0.07	0.30	0.44	0.88	0.06	0.03	0.08	0.01	0.15	12.90	0.44	0.39	1.64	0.72	0.11	0.32		
実験室用	2020 5 19	8.9	0.02	0.35	1.90	0.16	0.02	0.09	0.03	0.14	740.00	1380.00	1420.00	181.00	0.29	75.60	1.17	5.83	17.90	1230.00	0.33	3.82	3.77	51.30	1.41	0.85	1.94	0.07	0.30	0.44	0.88	0.06	0.03	0.08	0.01	0.15	12.90	0.44	0.39	1.64	0.72	0.11	0.32		
実験室用	2020 5 19	8.9	0.02	0.35	1.90	0.16	0.02	0.09	0.03	0.14	740.00	1380.00	1420.00	181.00	0.29	75.60	1.17	5.83	17.90	1230.00	0.33	3.82	3.77	51.30	1.41	0.85	1.94	0.07	0.30	0.44	0.88	0.06	0.03	0.08	0.01	0.15	12.90	0.44	0.39	1.64	0.72	0.11	0.32		
実験室用	2020 5 20	4.7	0.02	0.35	1.90	0.16	0.02	0.09	0.03	0.14	740.00	1380.00	1420.00	181.00	0.29	75.60	1.17	5.83	17.90	1230.00	0.33	3.82	3.77	51.30	1.41	0.85	1.94	0.07	0.30	0.44	0.88	0.06	0.03	0.08	0.01	0.15	12.90	0.44	0.39	1.64	0.72	0.11	0.32		
実験室用	2020 5 21	6.1	0.04	0.12	1.45	0.10	0.45<0.009	0.01	0.02	88.30	1530.00	36.50	2.90	0.0028	7.68	0.21	0.54	0.55	2.78	33.40	0.02	0.68	<0.04	8.63	0.48	0.41	0.53	0.34	0.08	0.04	2.86	0.15	0.27	0.02	0.01	0.13<0.0013	0.02	1.12	0.05	0.07	0.19	0.04	0.63		
実験室用	2020 5 21	6.1	0.04	0.12	1.45	0.10	0.45<0.009	0.01	0.02	88.30	1530.00	36.50	2.90	0.0028	7.68	0.21	0.54	0.55	2.78	33.40	0.02	0.68	<0.04	8.63	0.48	0.41	0.53	0.34	0.08	0.04	2.86	0.15	0.27	0.02	0.01	0.13<0.0013	0.02	1.12	0.05	0.07	0.19	0.04	0.63		
実験室用	2020 5 22	7.3	<0.004	0.30	2.23	0.13	0.15	0.66	0.01	0.02	0.95	74.10	15.30	20.00	1.86<0.0028	1.66	0.88	0.66	2.78	88.30	0.04	0.67	0.82	10.30	0.27	0.41	0.15	0.35	0.03	0.08	0.06	0.12	0.00	0.05<0.006	0.00	2.27	0.08	0.40	1.83	0.38	0.09	1.59			
実験室用	2020 5 23	7.2	0.01	0.23	1.73	0.10<0.009	0.01	0.03	0.10	0.00<0.009	0.02	0.03	98.10	45.00	48.70	4.72<0.0028	3.41	0.88	0.66	2.78	88.30	0.04	0.67	0.82	10.30	0.27	0.41	0.15	0.35	0.03	0.08	0.06	0.12	0.00	0.05<0.006	0.00	2.27	0.08	0.40	1.83	0.38	0.09	1.59		
実験室用	2020 5 24	4.8	0.02	0.36	0.17	0.02	0.00	0.07	0.16	0.12	0.09	0.02	0.02	117.00	59.30	41.80	10.20<0.0028	3.24	0.17	1.97	67.90	0.02	0.31	0.87	8.81	0.21	0.23	0.12	0.35	0.22	0.42	0.04	0.08	0.01	0.01	0.10<0.006	0.01	2.12	0.05	0.35	2.22	0.27	0.04	0.84	
実験室用	2020 5 24	4.8	0.02	0.36	0.17	0.02	0.00	0.07	0.16	0.12	0.09	0.02	0.02	117.00	59.30	41.80	10.20<0.0028	3.24	0.17	1.97	67.90	0.02	0.31	0.87	8.81	0.21	0.23	0.12	0.35	0.22	0.42	0.04	0.08	0.01	0.01	0.10<0.006	0.01	2.12	0.05	0.35	2.22	0.27	0.04	0.84	
実験室用	2020 5 25	11.7<0.004	0.07	3.82	0.14	0.15	0.04	0.02	0.05	71.90	42.00	38.60	4.93<0.0028	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
実験室用	2020 5 26	12.7<0.004	0.31	4.26	0.07	1.33	0.09	0.01	0.04	46.90	76.60	89.90	4.18	0.00	7.60	0.57	1.14	6.71	108.00	0.05	0.74	1.85	19.80	0.46	1.59	0.28	0.38	0.75	0.03	1.76	0.09	0.17	0.01	0.02	0.57<0.006	0.01	5.61	0.19	1.64	2.18	0.30	0.11	0.82		
実験室用	2020 7 23	5.4<0.004	0.03	0.84	0.09	0.30	0.06	0.01	0.03	46.40	230.00	66.50	5.62	0.03	8.26	0.48	0.48	0.84	3.57	107.00	0.04	0.20	1.02	41.3	0.41	0.39	0.41	0.05	0.43	0.03	5.10	0.15	0.22	0.02	0.08	0.10	0.07	4.03	0.10	1.77	2.44	0.40	0.03	0.87	
実験室用	2020 7 24	9.3	0.02	0.70	0.12	0.78	0.08	0.02	0.04	69.50	53.20	53.10	0.43	0.01	41.0	0.85	2.75	9.11	181.00	0.08	1.36	1.60	23.70	0.46	0.84	0.31	0.95	0.48	0.08	2.27	0.05	0.11	0.01	0.02	1.19<0.006	0.01	7.60	0.20	1.65	1.88	0.96	0.07	1.02		
実験室用	2020 7 25	3.8	0.09	0.30	0.73	0.20	0.05	0.02	0.03	113.00	66.40	25.40	1.80	0.02	3.03	0.33	1.04	4.68	137.00	0.05	0.43	0.58	9.87	0.19	0.28	0.10	0.59<0.0022	0.02	1.12	0.02	0.02	0.00	0.01	4.46<0.006	0.06	1.62	0.05	0.50	1.01	0.40	0.02	0.19			
実験室用	2020 7 26	4.4<0.004	0.11	0.75	0.05	0.25	0.04	0.01	0.02	26.80	50.00	10.10<0.25	<0.0028	1.74	0.44	0.38	1.78	81.70	0.02	0.45	0.58	9.87	0.19	0.28	0.10	0.59<0.0022	0.02	1.12	0.02	0.02	0.00	0.01	4.46<0.006	0.06	1.62	0.05	0.50	1.01	0.40	0.02	0.19				
実験室用	2020 7 27																																												
実験室用	2020 7 28	8.9<0.004	0.18	2.64<0.003	0.62	0.06	0.01	0.03	0.03	16.20	20.50	7.40<0.25	0.00	2.14	0.86	1.81	3.08	92.20	0.06	1.33	0.35	11.50	0.46	0.82	0.11	2.26	0.18	0.01	0.82	0.04	0.04	0.00	0.01	1.08<0.006	0.00	4.62	0.09	0.53	1.62	0.61	0.07	0.51			
実験室用	2020 7 29	9.7<0.004	0.15	4.36	0.09	1.37	0.10	0.02	0.04	30.40	10.20	19.00<0.25	<0.0028	1.33	1.14	1.02	4.87	115.00	0.05	0.71	0.89	12.50	0.43	0.78	0.22	0.71	0.30	0.06	0.96	0.07	0.09	0.00	0.00	3.85<0.006	0.00	4.76	0.14	0.60	1.87	0.86	0.12	0.74			
実験室用	2020 7 30	9.7<0.004	0.02	3.58	0.02	1.10	0.08	0.01	0.04	21.80	25.30	18.10<0.25	0.01	2.38	0.47	0.35	2.31	41.50	0.02	0.43	0.59	5.82	1.27	0.22	0.13	0.19	0.02	0.01	1.33	0.03	0.05	0.00	0.01	3.12<0.006	0.00	3.86	0.17	0.96	1.73	0.86	0.10	0.86			
実験室用	2020 8 1	14.4<0.004	0.08	9.22	0.02	1.63	0.15	0.02	0.06	27.00	34.80	9.10<0.36	0.01	2.68	1.03	0.71	4.89	126.00	0.04	0.73	0.99	59.90	3.05	1.11	0.49	0.81	<0.0022	0.11	2.35	0.08	0.09	0.01	0.01	3.03<0.006	0.01	7.70	0.28	2.41	3.17	0.83	0.15	1.83			
実験室用	2020 8 2	14.4<0.004	0.08	9.22	0.02	1.63	0.15	0.02	0.06	27.00	34.80	9.10<0.36	0.01	2.68	1.03	0.71	4.89	126.00	0.04	0.73	0.99	59.90	3.05	1.11	0.49	0.81	<0.0022	0.11	2.35	0.08	0.09	0.01	0.01	3.03<0.006	0.01	7.70	0.28	2.41	3.17	0.83	0.15	1.83			
実験室用	2020 8 3	13.2<0.004	0.07	8.46	0.09	1.44	0.11	0.02	0.05	30.80	14.20	26.40	0.39	0.01	1.97	1.14	1.08	8.11	184.00	0.08	1.96	1.30	24.70	0.76	0.24	0.36	0.08	<0.0023	0.08	0.05	0.07	0.00	0.01	3.51<0.006	0.00	5.68	0.13	0.61	2.46	0.84	0.16	1.31			
実験室用	2020 8 4	24.0<0.004	0.05	11.70	0.10	4.09	0.18	0.02	0.07	86.80	27.50	99.40	2.38<0.0038	2.46	1.26</																														

