

## PM2.5 成分測定における目標検出下限値の達成状況の報告

### 1. はじめに

微小粒子状物質(以下「PM2.5」という。)の成分測定は、「大気中微小粒子状物質(PM2.5)成分測定マニュアル(平成24年4月19日付環水大大発第120419002号、環水大自発第120419001号)」(以下「成分測定マニュアル」という。)に基づいて実施されている。

さらに、発生源解析に統一的な精度を有する測定値を供与するため、精度管理の目標を検討し、「微小粒子状物質(PM2.5)成分分析における精度管理の目標について(通知)」(平成29年4月18日付環水大大発第1704172号、環水大自発第1704181号)において目標検出下限値を設定した。

平成29年度の成分測定結果は、目標検出下限値の設定後、最初の報告となる。平成26年度から平成29年度までの全国における成分測定結果を整理し、目標検出下限値の達成状況を確認したので報告するものである。

### 2. 目標検出下限値の達成状況

平成29年度の検出下限値の状況を表1に示す。平成29年度の目標検出下限値の達成率<sup>1</sup>は全体で70~99%であり、多くの成分は達成率が80%以上であった一方、Cl<sup>-</sup>、OC1、OC3、Al、Ca、Ti、Cr、Ni及びTaの達成率は80%未満と低めであった。このうち、Cr及びTa以外は重要管理項目(目標検出下限値による管理を厳格にもとめる成分)である。

検出下限値の統計量を整理すると、検出下限値の中央値(50パーセンタイル値)は、達成率が80%以上の成分では目標検出下限値の半分以下の低濃度(目標検出下限値に対する中央値の比率が0.07~0.47)に分布しているが、達成率が80%未満の成分では目標検出下限値により近い濃度(目標検出下限値に対する中央値の比率が0.37~0.77)に分布している。また、目標検出下限値に対する最大値の比率は、45成分中35成分においては100倍以内であるが、10成分においては100倍を超えており、その10成分のうち2成分では1000倍を超えることから、成分によっては突出して高い検出下限値がある。重要管理項目において、目標検出下限値に対する最大値の比率が100倍を超える成分はSb(170倍)のみである。

平成26年度から平成29年度の目標検出下限値の達成状況を図1に示す。平成29年度の達成率は、平成28年度と比較して、ほとんどの成分で改善の傾向がみられた。さらに、平成29年度の春季と冬季の達成率を比較すると、全体としては春季に比べて冬季が改善していた(図2)。春季は、目標検出下限値が設定された直後であるため、対応できなかった分析機関も多いと思われるが、冬季には目標検出下限値の達成に向けた取り組みが進んだことが伺えた。

<sup>1</sup> 「目標検出下限値の達成率」とは、全国の成分測定で求められた検出下限値が目標検出下限値以下であった割合を示す。

表1 平成29年度の検出下限値の状況(1)

単位：イオン成分及び炭素成分 (µg/m<sup>3</sup>)

単位：無機元素 (ng/m<sup>3</sup>)

	目標検出 下限値 (A)	検出下限値				
		最大値 (B)	最小値	最大/目標 検出下限値 (B)/(A)	中央値 (50パーセン タイル値)	達成率 (%)
☆ Cl <sup>-</sup>	0.01	0.085	0	8.5	0.0077	76
☆ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.05	0.95	0.00046	19	0.015	89
☆ SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.05	0.16	0.00039	3.2	0.0099	97
☆ Na <sup>+</sup>	0.01	0.26	0.00012	26	0.0046	81
☆ NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.05	0.092	0.00011	1.8	0.0055	99
☆ K <sup>+</sup>	0.01	0.48	0.000064	48	0.004	89
☆ Mg <sup>2+</sup>	0.006	0.18	0.000089	30	0.002	92
☆ Ca <sup>2+</sup>	0.02	0.3	0.00016	15	0.0079	87
☆ OC1	0.03	0.88	0	29	0.011	74
☆ OC2	0.09	0.35	0.0005	3.9	0.03	91
☆ OC3	0.07	0.63	0.003	9.0	0.043	75
☆ OC4	0.04	0.41	0	10	0.018	80
☆ EC1	0.1	0.34	0	3.4	0.011	97
☆ EC2	0.05	0.39	0	7.8	0.01	89
☆ EC3	0.03	0.24	0	8.0	0.005	92
Na	10	460	0.002	46	2.5	90
Al	6	330	0.003	55	2.5	75
*Si	10	100	0.58	10	4	96
K	10	50	0.00097	5.0	2	93
Ca	7	1200	0.001	171	3.3	74
Sc	0.04	44	0.00074	1100	0.013	86
☆ *Ti	0.7	19	0.0014	27	0.38	72
☆ V	0.2	0.8	0.00096	4.0	0.021	97
Cr	0.4	12	0.003	30	0.2	75
☆ *Mn	0.5	7.1	0	14	0.06	93
Fe	10	210	0	21	1.5	92
*Co	0.04	3.9	0.00039	98	0.011	89
☆ Ni	0.2	16	0.0021	80	0.11	70
☆ *Cu	0.4	7.9	0.0018	20	0.12	82

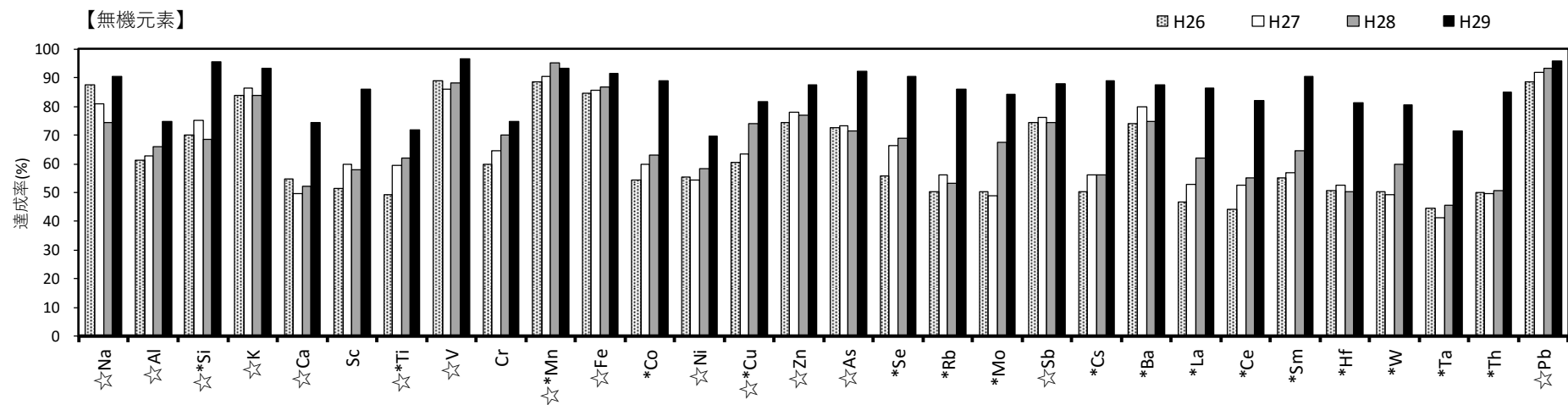
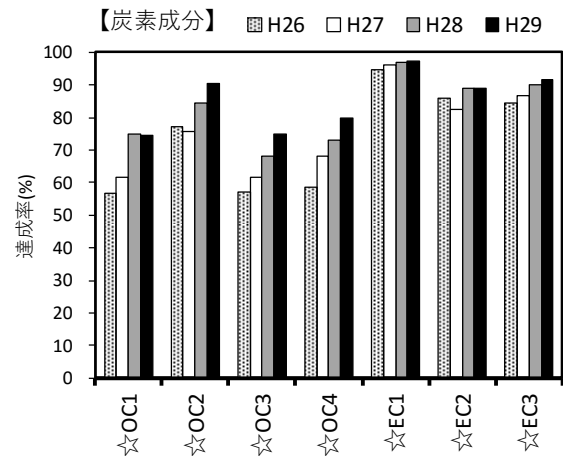
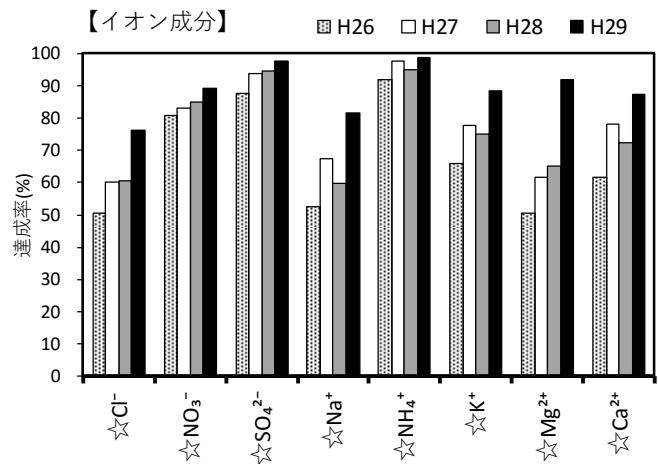
※ ☆は重要管理項目、\*は実施推奨項目

表1 平成29年度の検出下限値の状況(2)

単位：無機元素 (ng/m<sup>3</sup>)

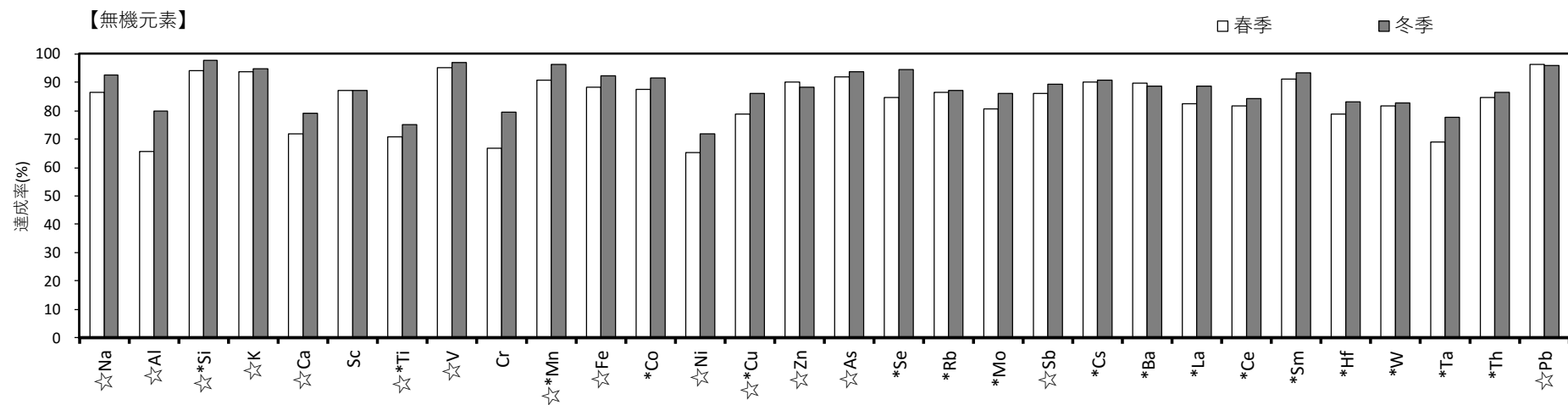
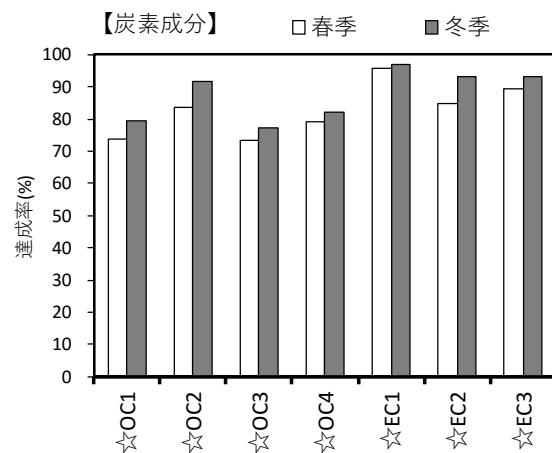
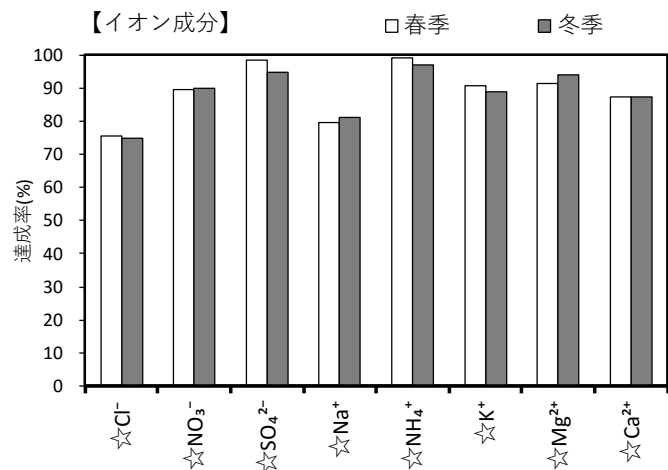
	目標検出 下限値 (A)	検出下限値				
		最大値 (B)	最小値	最大／目標 検出下限値 (B)／(A)	中央値 (50パーセン タイル値)	達成率 (%)
☆ Zn	3	120	0.0056	40	0.8	88
☆ As	0.09	3	0.0014	33	0.027	92
*Se	0.2	6	0.0014	30	0.04	90
*Rb	0.03	2.7	0.0014	90	0.013	86
*Mo	0.07	17	0.0012	243	0.021	84
☆ Sb	0.09	15	0.00074	170	0.017	88
*Cs	0.02	16	0	800	0.008	89
*Ba	0.3	21	0.0012	70	0.069	88
*La	0.02	19	0.00022	950	0.0069	86
*Ce	0.02	26	0.00027	1300	0.007	82
*Sm	0.03	26	0.000061	870	0.006	90
*Hf	0.03	1.1	0	37	0.011	81
*W	0.05	1.3	0.00063	26	0.019	81
*Ta	0.02	3.2	0.000055	160	0.01	72
*Th	0.02	13	0.00011	650	0.0069	85
☆ Pb	0.6	6	0.001	10	0.04	96

※ ☆は重要管理項目、\*は実施推奨項目



※ ☆は重要管理項目、\*は実施推奨項目  
 ※ 平成29年度より目標検出下限値が設定された

図1 平成26～29年度における目標検出下限値の達成率の経年変化



※ ☆は重要管理項目、\*は実施推奨項目  
 ※ 平成29年度より目標検出下限値が設定された

図2 平成29年度の春季と冬季における目標検出下限値の達成率

### 3. 検出率<sup>2</sup>と環境濃度との関連

検出下限値が目標検出下限値以下であっても、環境濃度がそれよりも低い濃度であれば測定値は不検出となることから、目標検出下限値を達成するだけでなく、検出率を向上していくことが重要である。

平成 29 年度の検出率と測定値の状況を表 2 に示す。成分毎の検出率は 13～100% であり、多くの成分は検出率が 80% 以上であった。一方で、Cl<sup>-</sup>、Mg<sup>2+</sup>、OC1、Sc、Cr、Co、Cs、Sm、Hf、W、Ta 及び Th については検出率が 80% 未満と低めであり、このうち、Sc、Sm、Hf、Ta 及び Th については検出率が 40% 未満と特に低かった。

目標検出下限値の設定方針では、ある程度の検出率を確保できるよう、平成 26 年度の成分測定結果をもとに 3 条件 (Case1～Case3) のいずれか又は全てを満たす目標検出下限値を設定したが<sup>3</sup>、平成 26 年度に比べて、近年の環境濃度は低下している可能性がある。そこで、平成 29 年度の成分測定結果をもとに 3 条件に該当する環境濃度を確認すると、目標検出下限値の設定時には目標検出下限値を超えていた条件において、平成 29 年度には目標検出下限値より条件に該当する環境濃度が低くなる事例が増えていることが分かった (表 2 の太枠部分)。なお、検出率の低い成分の多くは、目標検出下限値の設定時においても 3 条件の一部又は全てに該当する環境濃度が目標検出下限値よりも低く、平成 29 年度においてもその傾向は同様であった (表 2 の網掛け部分)。

平成 26 年度から平成 29 年度の測定値の検出率の状況を図 3 に示す。イオン成分や炭素成分では、年度間で検出率に大きな違いは見られなかった。無機元素では、大気中において一般的に低濃度で存在する Co、Cs、La、Ce、W など検出率の向上が見られた。また、Sc や Ta のように、もともと環境濃度が非常に低い成分では、目標検出下限値の達成率は大きく向上したが、検出率は変化しなかった。なお、この検出率の経年変化は、大気中の PM2.5 成分濃度の経年変化にも左右されるものであることに留意が必要である。

---

<sup>2</sup> 「検出率」とは、測定値が検出下限値以上であった割合を示す。

<sup>3</sup> Case1 の条件は「全国の測定値のうち 90% 以上を検出できること」、Case2 の条件は「測定値の全国平均値の 10 分の 1 の濃度を検出できること」、Case3 の条件は「国設バックグラウンド地域において、50% 以上のデータを検出できること」。ただし、環境濃度が非常に低い成分等、現実的に多くの測定機関で達成困難となる可能性がある場合には、全国の検出下限値の中央値 (50 パーセンタイル値) を目標検出下限値として設定。

表2 平成29年度の測定値の状況(1)

単位：イオン成分及び炭素成分 (μg/m<sup>3</sup>)  
無機元素 (ng/m<sup>3</sup>)

測定成分 <sup>1)</sup>	目標検出下限値の設定 <sup>2,4)</sup> (H26測定値より算出)		環境濃度の状況 <sup>2,3,6)</sup> (H29測定値より算出)				
	目標検出下限値	達成したCase <sup>5)</sup>	全国平均値	Case1	Case2	Case3	検出率(%)
☆ Cl <sup>-</sup>	0.01	2,3	0.11	0.0047	0.011	0.01	74
☆ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.05	1,2,3	0.77	0.037	0.077	0.07	93
☆ SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.05	1,2,3	3.1	0.76	0.31	2.1	100
☆ Na <sup>+</sup>	0.01	1,2,3	0.12	0.027	0.012	0.088	96
☆ NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.05	1,2,3	1.3	0.25	0.13	0.675	99
☆ K <sup>+</sup>	0.01	1,2,3	0.099	0.017	0.0099	0.038	95
☆ Mg <sup>2+</sup>	0.006	3	0.014	0.0019	0.0014	0.011	79
☆ Ca <sup>2+</sup>	0.02	3	0.046	0.007	0.0046	0.015	81
☆ OC1	0.03	3	0.095	0.0045	0.010	0.030	67
☆ OC2	0.09	1,2,3	0.90	0.27	0.090	0.30	100
☆ OC3	0.07	1,2,3	0.63	0.22	0.063	0.25	99
☆ OC4	0.04	1,2,3	0.32	0.11	0.032	0.17	98
☆ EC1	0.1	1,2,3	0.87	0.19	0.087	0.335	99
☆ EC2	0.05	1,2,3	0.51	0.16	0.051	0.17	100
☆ EC3	0.03	-	0.055	0.0050	0.0055	0.010	89
Na	10	1,2,3	107	22	11	95	97
Al	6	1,2,3	51	5.5	5.1	19	88
*Si	10	1,2,3	127	10	13	45	94
K	10	1,2,3	93	17	9.3	48	98
Ca	7	3	44	4.0	4.4	17	84
Sc	0.04	-	0.34	0.0030	0.034	0.0070	24
☆ *Ti	0.7	3	4.6	0.64	0.46	1.5	87
☆ V	0.2	1,2,3	3.2	0.18	0.32	1.2	97

- ☆は重要管理項目(目標検出下限値を達成することが強く望まれる成分)、\*は実施推奨項目(「微小粒子状物質(PM2.5)の成分分析ガイドライン(平成23年7月29日環水大大発110729001号)」において成分測定を実施することが望まれる項目。
- 目標検出下限値の設定方針の3条件(Case1~Case3)は次のとおり。  
Case1: 全国の測定値のうち90%以上を検出できること。  
Case2: 測定値の全国平均値の10分の1の濃度を検出できること。  
Case3: 国設バックグラウンド地域において、50%以上のデータを検出できること。
- 各条件に該当する環境濃度の算出に当たり、全国の測定データの中で検出下限値未満の測定値には、検出下限値の2分の1の数値をあてた。従って、算出した環境濃度の一部は推定値であり、検出下限値未満の測定値の割合が多かった成分ほど不確実性が高い。
- : 環境濃度が低いことから、全国の検出下限値の中央値(50パーセンタイル値)を目標検出下限値として設定。
- 平成26年度の成分測定結果をもとに各条件に該当する環境濃度を算出し、その値が目標検出下限値より高くなった条件の番号を示している。つまり、目標検出下限値の達成により、該当する条件の測定値が検出できることを意味する。
- 平成26年度(目標検出下限値の設定時)には目標検出下限値を超えていた条件において、平成29年度には目標検出下限値より条件に該当する環境濃度が低くなった事例を太枠で示し、平成26年度には目標検出下限値を下回っていた条件において、平成29年度においてもその傾向が変わらない、つまり、目標下限値を下回っている事例を網掛けで示す。

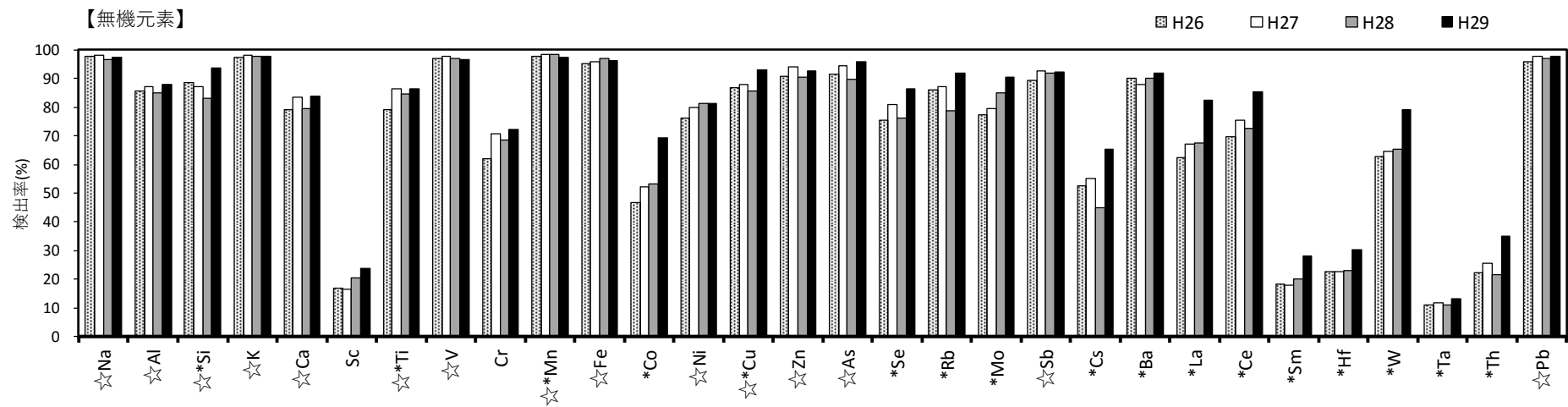
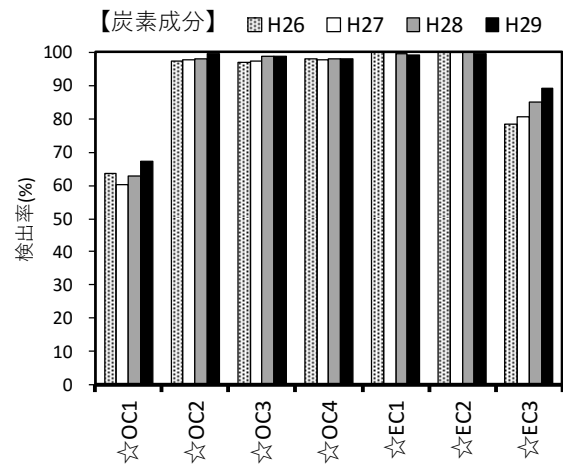
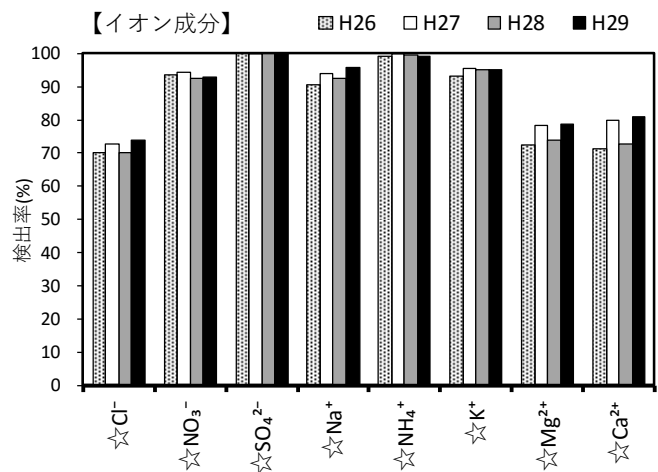
表2 平成29年度の測定値の状況(2)

単位：無機元素 (ng/m<sup>3</sup>)

測定成分 <sup>1)</sup>	目標検出下限値の設定 <sup>2,4)</sup> (H26測定値より算出)		環境濃度の状況 <sup>2,3,6)</sup> (H29測定値より算出)				
	目標検出 下限値	達成した Case <sup>5)</sup>	全国 平均値	Case1	Case2	Case3	検出率 (%)
Cr	0.4	-	1.2	0.15	0.12	0.53	72
☆ *Mn	0.5	1,2,3	5.2	0.65	0.52	1.2	97
☆ Fe	10	1,2,3	82	11	8.2	21	96
*Co	0.04	-	0.072	0.0063	0.0072	0.015	69
☆ Ni	0.2	1,2,3	1.6	0.12	0.16	0.5	81
☆ *Cu	0.4	1,2,3	2.8	0.40	0.28	0.57	93
☆ Zn	3	1,2,3	25	3.0	2.5	5.9	92
☆ As	0.09	1,2,3	0.87	0.15	0.087	0.51	96
*Se	0.2	3	0.67	0.094	0.067	0.28	86
*Rb	0.03	1,2,3	0.26	0.036	0.026	0.13	92
*Mo	0.07	2,3	0.96	0.065	0.096	0.14	90
☆ Sb	0.09	1,2,3	1.0	0.10	0.10	0.18	92
*Cs	0.02	3	0.16	0.0040	0.016	0.014	65
*Ba	0.3	1,2,3	2.6	0.31	0.26	0.36	92
*La	0.02	3	0.26	0.0071	0.026	0.022	82
*Ce	0.02	3	0.39	0.011	0.039	0.027	85
*Sm	0.03	3	0.20	0.00085	0.020	0.0085	28
*Hf	0.03	-	0.027	0.0019	0.0027	0.0070	30
*W	0.05	3	0.46	0.017	0.046	0.047	79
*Ta	0.02	-	0.038	0.00090	0.0038	0.0050	13
*Th	0.02	-	0.078	0.0015	0.0078	0.0060	35
☆ Pb	0.6	1,2,3	4.8	0.66	0.48	1.8	98

- 1) ☆は重要管理項目(目標検出下限値を達成することが強く望まれる成分)、\*は実施推奨項目(「微小粒子状物質(PM2.5)の成分分析ガイドライン(平成23年7月29日環水大大発110729001号)」において成分測定を実施することが望まれる項目。
- 2) 目標検出下限値の設定方針の3条件(Case1~Case3)は次のとおり。  
Case1: 全国の測定値のうち90%以上を検出できること。  
Case2: 測定値の全国平均値の10分の1の濃度を検出できること。  
Case3: 国設バックグラウンド地域において、50%以上のデータを検出できること。
- 3) 各条件に該当する環境濃度の算出に当たり、全国の測定データの中で検出下限値未満の測定値には、検出下限値の2分の1の数値をあてた。従って、算出した環境濃度の一部は推定値であり、検出下限値未満の測定値の割合が多かった成分ほど不確実性が大きい。
- 4) -: 環境濃度が低いことから、全国の検出下限値の中央値(50パーセンタイル値)を目標検出下限値として設定。
- 5) 平成26年度の成分測定結果をもとに各条件に該当する環境濃度を算出し、その値が目標検出下限値より高くなった条件の番号を示している。つまり、目標検出下限値の達成により、該当する条件の測定値が検出できることを意味する。
- 6) 平成26年度(目標検出下限値の設定時)には目標検出下限値を超えていた条件において、平成29年度には目標検出下限値より条件に該当する環境濃度が低くなった事例を太枠で示し、平成26年度には目標検出下限値を下回っていた条件において、平成29年度においてもその傾向が変わらない、つまり、目標検出下限値を下回っている事例を網掛けで示す。





※ ☆は重要管理項目、\*は実施推奨項目  
 ※ 平成29年度より目標検出下限値が設定された

図3 平成26～29年度における測定値の検出率の経年変化

#### 4. まとめ

平成 26 年度から平成 29 年度までの全国における成分測定結果を整理した結果、平成 29 年 4 月の目標検出下限値設定後は、ほとんどの成分で目標検出下限値の達成率が向上しており、改善が見られた。一方で、達成率が低い重要管理項目（C1、OC1、OC3、A1、Ca、Ti 及び Ni）も依然として存在することから、都道府県等においては検出下限値が目標検出下限値以下となるよう、別途通知している「大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアルに係る精度管理解説の作成及び一部改訂について（通知）」（令和元年 5 月 14 日付環水大大発第 1905145 号）において改訂された成分測定マニュアルに基づいて、引き続き精度向上に努めていただきたい。また、環境濃度が低下傾向にあるため、低濃度の試料を測定する場合には目標検出下限値の達成だけではなく、大気中の濃度を検出できるような検出下限値を設定する努力も望まれる。検出率を高めるに当たっては、検出下限値として、表 2 に示す平成 29 年度の成分測定結果から算出した各条件における環境濃度を目安とすることが望ましい。

なお、目標下限値の達成状況の把握については、当面は経過を観察することとするが、今後、必要に応じて、同様の評価を行い、精度の改善状況を確認していくこととする。