

令和 4 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 発生源プロフィール..... | 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4年5月12日（木）～ 5月26日（木）

夏季：令和4年7月21日（木）～ 8月4日（木）

秋季：令和4年10月20日（木）～ 11月3日（木）

冬季：令和5年1月19日（木）～ 2月2日（木）

【並行試験】

春季：令和4年5月11日（水）～ 5月12日（木）

夏季：令和4年7月20日（水）～ 7月21日（木）

秋季：令和4年10月19日（水）～ 10月20日（木）

冬季：令和5年1月18日（水）～ 1月19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 通年：2025i 2台 | 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 通年：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 通年：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（1/21まで※）：2025i 2台 秋・冬（1/22から）：2025（PTFE）, 2025i（石英） | WINSインパクター |

※千竈：令和5年1月22日に2025i故障→1月22日から2025に切り替え

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 (Metrohm 930 Compact IC Flex) 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表4と図2 に、季節別の結果を表5.1～5.4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4年度は全地点で56日間測定した。富田支所のPM2.5質量濃度の日平均値は1.9～27.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、年平均値は9.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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2.3～23.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で年平均値は9.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。元塩公園のPM2.5質量濃度の日平均値は3.5～32.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で年平均値は10.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。千竈のPM2.5質量濃度の日平均値は2.7～27.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で年平均値は10.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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有機炭素（OC）で、質量濃度の約25%を占めた。次に高い成分は硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）であった。元塩公園では元素状炭素（EC）の濃度と比率が高かった。

表4 PM2.5質量濃度と成分濃度年平均値

| | PM2.5 | SO_4^{2-} | NO_3^- | Cl^- | Na^+ | K^+ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | NH_4^+ | OC | EC | 無機元素 | その他 |
|----------|-------|--------------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|------------------|------------------|-----------------|-----|------|------|-----|
| 富田支所 | 9.8 | 1.8 | 0.61 | 0.067 | 0.053 | 0.080 | 0.059 | 0.024 | 0.73 | 2.3 | 0.56 | 0.21 | 3.2 |
| 守山保健センター | 9.7 | 1.9 | 0.51 | 0.039 | 0.065 | 0.086 | 0.070 | 0.026 | 0.68 | 2.3 | 0.48 | 0.20 | 3.3 |
| 元塩公園 | 10.9 | 2.0 | 0.72 | 0.090 | 0.074 | 0.082 | 0.061 | 0.026 | 0.80 | 3.0 | 0.82 | 0.23 | 3.1 |
| 千竈 | 10.1 | 1.8 | 0.61 | 0.24 | 0.057 | 0.074 | 0.064 | 0.024 | 0.82 | 2.5 | 0.64 | 0.22 | 3.1 |
| 全市平均 | 10.1 | 1.9 | 0.61 | 0.11 | 0.062 | 0.080 | 0.063 | 0.025 | 0.76 | 2.5 | 0.62 | 0.22 | 3.2 |
| 一般局平均 | 9.7 | 1.8 | 0.56 | 0.053 | 0.059 | 0.083 | 0.064 | 0.025 | 0.70 | 2.3 | 0.52 | 0.21 | 3.3 |
| 自排局平均 | 10.5 | 1.9 | 0.66 | 0.16 | 0.066 | 0.078 | 0.063 | 0.025 | 0.81 | 2.7 | 0.73 | 0.23 | 3.1 |

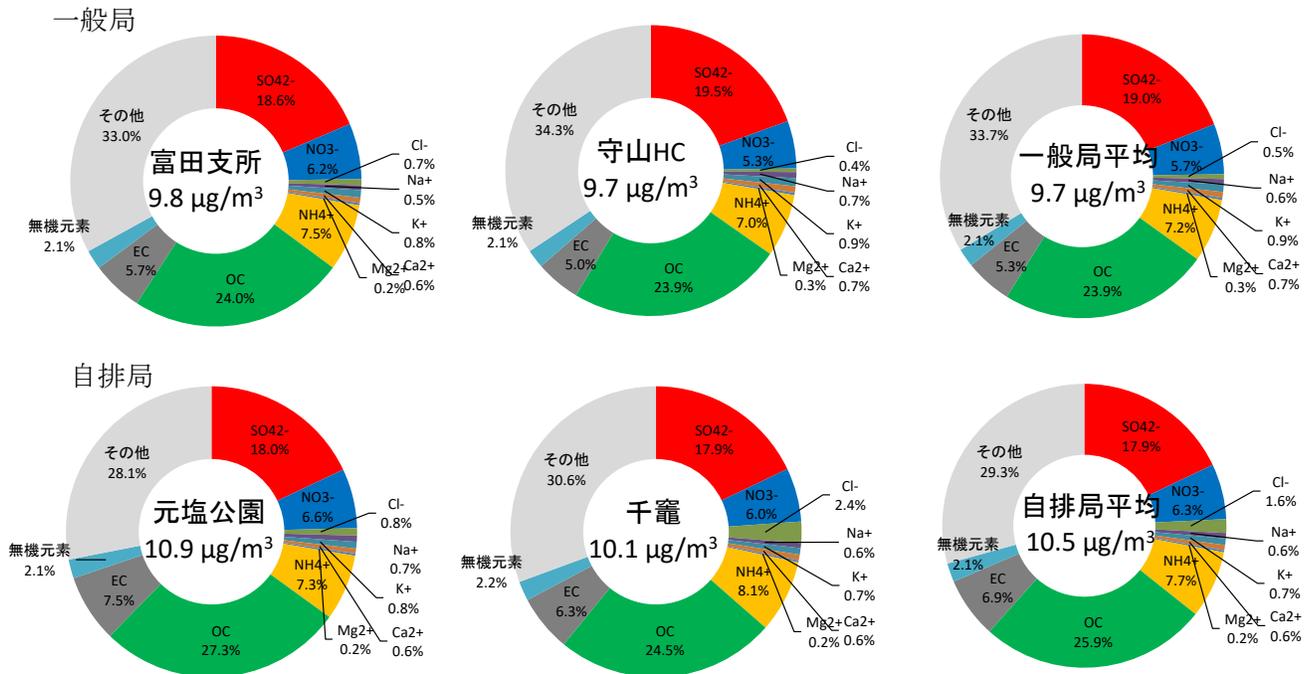


図2 PM2.5成分組成

表5.1 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 | 15.0 | 3.1 | 0.98 | 0.038 | 0.090 | 0.11 | 0.060 | 0.021 | 1.3 | 0.72 | 2.8 | 0.16 | 1.9 |
| | 夏季 | 14 | 7.2 | 1.7 | 0.11 | 0.016 | 0.070 | 0.064 | 0.056 | 0.026 | 0.52 | 0.33 | 1.7 | 0.060 | 0.75 |
| | 秋季 | 14 | 9.5 | 1.1 | 0.39 | 0.018 | 0.030 | 0.073 | 0.050 | 0.019 | 0.42 | 0.70 | 3.0 | 0.097 | 1.6 |
| | 冬季 | 14 | 7.3 | 1.3 | 0.95 | 0.19 | 0.023 | 0.069 | 0.070 | 0.031 | 0.71 | 0.48 | 1.8 | 0.022 | 0.55 |
| | 年 | 56 | 9.8 | 1.8 | 0.61 | 0.067 | 0.053 | 0.080 | 0.059 | 0.024 | 0.73 | 0.56 | 2.3 | 0.084 | 1.2 |
| | 検出下限値未満(%) | | | 0 | 0 | 54 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 守山保健 センター (一般局) | 春季 | 14 | 13.8 | 2.9 | 0.56 | 0.015 | 0.079 | 0.11 | 0.054 | 0.020 | 1.1 | 0.64 | 2.9 | 0.15 | 2.0 |
| | 夏季 | 14 | 7.4 | 1.8 | 0.14 | 0.030 | 0.10 | 0.081 | 0.059 | 0.030 | 0.51 | 0.27 | 1.8 | 0.070 | 0.87 |
| | 秋季 | 14 | 9.5 | 1.2 | 0.20 | 0.009 | 0.029 | 0.071 | 0.098 | 0.019 | 0.36 | 0.65 | 2.8 | 0.084 | 1.4 |
| | 冬季 | 14 | 7.9 | 1.6 | 1.1 | 0.10 | 0.049 | 0.085 | 0.068 | 0.033 | 0.75 | 0.36 | 1.7 | 0.027 | 0.68 |
| | 年 | 56 | 9.7 | 1.9 | 0.51 | 0.039 | 0.065 | 0.086 | 0.070 | 0.026 | 0.68 | 0.48 | 2.3 | 0.084 | 1.2 |
| | 検出下限値未満(%) | | | 0 | 0 | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 元塩公園 (自排局) | 春季 | 14 | 15.9 | 3.1 | 1.1 | 0.038 | 0.090 | 0.10 | 0.059 | 0.022 | 1.3 | 0.88 | 3.2 | 0.16 | 2.1 |
| | 夏季 | 14 | 7.9 | 1.9 | 0.17 | 0.025 | 0.11 | 0.062 | 0.061 | 0.031 | 0.56 | 0.56 | 2.2 | 0.070 | 0.78 |
| | 秋季 | 14 | 10.8 | 1.2 | 0.40 | 0.025 | 0.046 | 0.072 | 0.053 | 0.019 | 0.46 | 1.1 | 3.5 | 0.096 | 1.5 |
| | 冬季 | 14 | 9.1 | 1.7 | 1.2 | 0.27 | 0.055 | 0.091 | 0.072 | 0.033 | 0.86 | 0.77 | 3.0 | 0.027 | 0.70 |
| | 年 | 56 | 10.9 | 2.0 | 0.72 | 0.090 | 0.074 | 0.082 | 0.061 | 0.026 | 0.80 | 0.82 | 3.0 | 0.089 | 1.3 |
| | 検出下限値未満(%) | | | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 |
| 千竈 (自排局) | 春季 | 14 | 14.5 | 3.0 | 0.78 | 0.042 | 0.093 | 0.094 | 0.060 | 0.022 | 1.2 | 0.84 | 3.2 | 0.15 | 2.0 |
| | 夏季 | 14 | 6.2 | 1.4 | 0.051 | 0.008 | 0.015 | 0.046 | 0.061 | 0.021 | 0.44 | 0.40 | 1.7 | 0.046 | 0.64 |
| | 秋季 | 14 | 10.1 | 1.2 | 0.33 | 0.033 | 0.046 | 0.070 | 0.051 | 0.019 | 0.42 | 0.79 | 3.1 | 0.10 | 1.5 |
| | 冬季 | 14 | 9.8 | 1.6 | 1.3 | 0.87 | 0.073 | 0.086 | 0.086 | 0.034 | 1.2 | 0.53 | 1.9 | 0.029 | 0.62 |
| | 年 | 56 | 10.1 | 1.8 | 0.61 | 0.24 | 0.057 | 0.074 | 0.064 | 0.024 | 0.82 | 0.64 | 2.5 | 0.082 | 1.2 |
| | 検出下限値未満(%) | | | 0 | 0 | 45 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 一般局平均 | 春季 | | 14.4 | 3.0 | 0.77 | 0.026 | 0.085 | 0.11 | 0.057 | 0.021 | 1.2 | 0.68 | 2.9 | 0.16 | 2.0 |
| | 夏季 | | 7.3 | 1.8 | 0.12 | 0.023 | 0.086 | 0.072 | 0.057 | 0.028 | 0.52 | 0.30 | 1.8 | 0.065 | 0.81 |
| | 秋季 | | 9.5 | 1.1 | 0.29 | 0.014 | 0.029 | 0.072 | 0.074 | 0.019 | 0.39 | 0.68 | 2.9 | 0.090 | 1.5 |
| | 冬季 | | 7.6 | 1.5 | 1.0 | 0.15 | 0.036 | 0.077 | 0.069 | 0.032 | 0.73 | 0.42 | 1.7 | 0.025 | 0.62 |
| | 年 | | 9.7 | 1.8 | 0.56 | 0.053 | 0.059 | 0.083 | 0.064 | 0.025 | 0.70 | 0.52 | 2.3 | 0.084 | 1.21 |
| | 自排局平均 | 春季 | | 15.2 | 3.1 | 0.95 | 0.040 | 0.091 | 0.098 | 0.059 | 0.022 | 1.3 | 0.86 | 3.2 | 0.16 |
| 夏季 | | 7.1 | 1.6 | 0.11 | 0.017 | 0.061 | 0.054 | 0.061 | 0.026 | 0.50 | 0.48 | 2.0 | 0.058 | 0.71 | |
| 秋季 | | 10.4 | 1.2 | 0.37 | 0.029 | 0.046 | 0.071 | 0.052 | 0.019 | 0.44 | 0.94 | 3.3 | 0.097 | 1.5 | |
| 冬季 | | 9.4 | 1.6 | 1.2 | 0.57 | 0.064 | 0.089 | 0.079 | 0.033 | 1.0 | 0.65 | 2.5 | 0.028 | 0.66 | |
| 年 | | 10.5 | 1.9 | 0.66 | 0.16 | 0.066 | 0.078 | 0.063 | 0.025 | 0.81 | 0.73 | 2.7 | 0.086 | 1.2 | |
| 全平均 | 春季 | | 14.8 | 3.0 | 0.86 | 0.033 | 0.088 | 0.10 | 0.058 | 0.021 | 1.2 | 0.77 | 3.0 | 0.16 | 2.0 |
| | 夏季 | | 7.2 | 1.7 | 0.12 | 0.020 | 0.073 | 0.063 | 0.059 | 0.027 | 0.51 | 0.39 | 1.9 | 0.061 | 0.76 |
| | 秋季 | | 10.0 | 1.2 | 0.33 | 0.021 | 0.038 | 0.072 | 0.063 | 0.019 | 0.41 | 0.81 | 3.1 | 0.094 | 1.5 |
| | 冬季 | | 8.5 | 1.6 | 1.1 | 0.36 | 0.050 | 0.083 | 0.074 | 0.033 | 0.89 | 0.53 | 2.1 | 0.026 | 0.64 |
| | 年 | | 10.1 | 1.9 | 0.61 | 0.11 | 0.062 | 0.080 | 0.063 | 0.025 | 0.76 | 0.62 | 2.5 | 0.085 | 1.2 |
| | 検出下限値 | | | 0.0018 | 0.004 | 0.014 | 0.007 | 0.010 | 0.004 | 0.004 | 0.007 | - | - | 0.010 | 0.013 |

表5.2 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 | 146 | 95 | 117 | 114 | 0.020 | 6.8 | 1.0 | 2.2 | 9.7 | 148 | 0.064 |
| | 夏季 | 127 | 49 | 50 | 72 | 0.020 | 3.3 | 0.65 | 0.96 | 4.2 | 85 | 0.040 |
| | 秋季 | 50 | 47 | 84 | 89 | 0.016 | 5.1 | 0.41 | 1.0 | 7.2 | 85 | 0.040 |
| | 冬季 | 60 | 49 | 31 | 93 | 0.022 | 4.4 | 0.19 | 0.56 | 3.1 | 48 | 0.040 |
| | 年 | 96 | 60 | 70 | 92 | 0.019 | 4.9 | 0.56 | 1.2 | 6.1 | 92 | 0.046 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 0 | 0 | 2 | 89 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 93 |
| 守山保健 センター (一般局) | 春季 | 128 | 80 | 102 | 102 | 0.019 | 6.6 | 0.79 | 1.9 | 6.6 | 111 | 0.059 |
| | 夏季 | 147 | 54 | 62 | 53 | 0.016 | 4.1 | 0.51 | 1.0 | 2.9 | 58 | 0.040 |
| | 秋季 | 46 | 94 | 89 | 142 | 0.016 | 6.1 | 0.92 | 1.6 | 4.5 | 82 | 0.053 |
| | 冬季 | 85 | 59 | 50 | 134 | 0.022 | 4.5 | 0.32 | 1.1 | 3.2 | 61 | 0.044 |
| | 年 | 102 | 72 | 76 | 108 | 0.018 | 5.3 | 0.63 | 1.4 | 4.3 | 78 | 0.049 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 0 | 0 | 2 | 93 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 88 |
| 元塩公園 (自排局) | 春季 | 129 | 83 | 110 | 101 | 0.021 | 7.8 | 0.86 | 3.0 | 10 | 169 | 0.078 |
| | 夏季 | 150 | 45 | 46 | 119 | 0.016 | 6.2 | 0.81 | 1.3 | 5.1 | 95 | 0.043 |
| | 秋季 | 60 | 51 | 76 | 94 | 0.017 | 6.0 | 0.51 | 1.9 | 7.6 | 117 | 0.048 |
| | 冬季 | 88 | 52 | 56 | 115 | 0.019 | 5.0 | 0.25 | 1.1 | 5.4 | 80 | 0.040 |
| | 年 | 107 | 58 | 72 | 107 | 0.018 | 6.2 | 0.61 | 1.8 | 7.1 | 115 | 0.052 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84 |
| 千竈 (自排局) | 春季 | 192 | 87 | 122 | 125 | 0.022 | 7.4 | 0.86 | 2.3 | 8.9 | 149 | 0.13 |
| | 夏季 | 60 | 44 | 30 | 58 | 0.016 | 4.2 | 0.46 | 1.0 | 3.6 | 82 | 0.044 |
| | 秋季 | 61 | 61 | 77 | 96 | 0.016 | 6.2 | 0.53 | 1.8 | 6.8 | 110 | 0.048 |
| | 冬季 | 92 | 65 | 47 | 114 | 0.024 | 5.7 | 0.24 | 1.1 | 4.9 | 89 | 0.049 |
| | 年 | 101 | 64 | 69 | 98 | 0.020 | 5.9 | 0.52 | 1.5 | 6.1 | 107 | 0.068 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 0 | 0 | 2 | 89 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 80 |
| 一般局平均 | 春季 | 137 | 88 | 110 | 108 | 0.019 | 6.7 | 0.89 | 2.1 | 8.2 | 129 | 0.062 |
| | 夏季 | 137 | 52 | 56 | 63 | 0.018 | 3.7 | 0.58 | 0.98 | 3.6 | 71 | 0.040 |
| | 秋季 | 48 | 70 | 86 | 116 | 0.016 | 5.6 | 0.66 | 1.3 | 5.8 | 83 | 0.047 |
| | 冬季 | 73 | 54 | 40 | 114 | 0.022 | 4.5 | 0.25 | 0.83 | 3.2 | 55 | 0.042 |
| | 年 | 99 | 66 | 73 | 100 | 0.019 | 5.1 | 0.60 | 1.3 | 5.2 | 85 | 0.048 |
| | 自排局平均 | 春季 | 161 | 85 | 116 | 113 | 0.022 | 7.6 | 0.86 | 2.6 | 9.5 | 159 |
| 夏季 | 105 | 44 | 38 | 89 | 0.016 | 5.2 | 0.63 | 1.2 | 4.3 | 88 | 0.043 | |
| 秋季 | 60 | 56 | 77 | 95 | 0.017 | 6.1 | 0.52 | 1.8 | 7.2 | 114 | 0.048 | |
| 冬季 | 90 | 59 | 52 | 114 | 0.021 | 5.4 | 0.25 | 1.1 | 5.2 | 85 | 0.045 | |
| 年 | 104 | 61 | 71 | 103 | 0.019 | 6.1 | 0.56 | 1.7 | 6.6 | 111 | 0.060 | |
| 全平均 | 春季 | 149 | 86 | 113 | 110 | 0.021 | 7.2 | 0.88 | 2.4 | 8.8 | 144 | 0.083 |
| | 夏季 | 121 | 48 | 47 | 76 | 0.017 | 4.4 | 0.61 | 1.1 | 4.0 | 80 | 0.042 |
| | 秋季 | 54 | 63 | 82 | 105 | 0.016 | 5.9 | 0.59 | 1.6 | 6.5 | 99 | 0.047 |
| | 冬季 | 81 | 56 | 46 | 114 | 0.022 | 4.9 | 0.25 | 0.98 | 4.2 | 70 | 0.043 |
| | 年 | 101 | 63 | 72 | 101 | 0.019 | 5.6 | 0.58 | 1.5 | 5.9 | 98 | 0.054 |
| | 検出下限値 | 5.5 | 2.7 | 0.55 | 0.56 | 0.032 | 0.028 | 0.057 | 0.040 | 0.055 | 4.6 | 0.080 |

表5.3 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 | 1.6 | 2.9 | 20 | 1.0 | 1.4 | 0.43 | 1.1 | 2.9 | 0.089 | 2.4 | 0.097 |
| | 夏季 | 0.66 | 1.2 | 48 | 0.40 | 0.44 | 0.10 | 0.53 | 0.65 | 0.043 | 4.7 | 0.041 |
| | 秋季 | 0.37 | 2.0 | 17 | 0.44 | 0.63 | 0.23 | 0.62 | 1.0 | 0.043 | 2.8 | 0.066 |
| | 冬季 | 0.12 | 0.40 | 5.8 | 0.31 | 0.45 | 0.13 | 0.15 | 0.59 | 0.043 | 2.6 | 0.038 |
| | 年 | 0.69 | 1.6 | 23 | 0.54 | 0.73 | 0.22 | 0.61 | 1.3 | 0.055 | 3.1 | 0.061 |
| | 検出下限値未満(%) | 4 | 18 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 89 | 0 | 11 |
| 守山保健 センター (一般局) | 春季 | 0.99 | 2.2 | 20 | 0.99 | 1.2 | 0.32 | 1.0 | 2.1 | 0.052 | 2.4 | 0.078 |
| | 夏季 | 0.39 | 1.5 | 20 | 0.41 | 0.40 | 0.10 | 0.63 | 0.84 | 0.043 | 3.7 | 0.037 |
| | 秋季 | 1.5 | 2.1 | 28 | 0.48 | 0.32 | 0.26 | 1.7 | 0.84 | 0.043 | 4.0 | 0.10 |
| | 冬季 | 0.21 | 0.50 | 8.4 | 0.51 | 0.54 | 0.17 | 0.98 | 0.59 | 0.043 | 1.9 | 0.062 |
| | 年 | 0.78 | 1.6 | 19 | 0.60 | 0.62 | 0.22 | 1.1 | 1.1 | 0.045 | 3.0 | 0.070 |
| | 検出下限値未満(%) | 2 | 11 | 0 | 0 | 4 | 18 | 2 | 0 | 96 | 0 | 16 |
| 元塩公園 (自排局) | 春季 | 1.8 | 4.0 | 21 | 1.0 | 1.3 | 0.37 | 2.2 | 2.7 | 0.061 | 3.8 | 0.10 |
| | 夏季 | 0.92 | 2.1 | 20 | 0.40 | 0.35 | 0.11 | 0.99 | 0.69 | 0.046 | 3.4 | 0.054 |
| | 秋季 | 0.91 | 3.5 | 26 | 0.49 | 0.62 | 0.21 | 2.0 | 1.1 | 0.043 | 5.5 | 0.081 |
| | 冬季 | 0.42 | 1.5 | 12 | 0.46 | 0.70 | 0.16 | 0.56 | 0.80 | 0.043 | 2.8 | 0.056 |
| | 年 | 1.0 | 2.8 | 20 | 0.59 | 0.75 | 0.21 | 1.4 | 1.3 | 0.048 | 3.9 | 0.073 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 16 | 0 | 0 | 95 | 0 | 9 |
| 千竈 (自排局) | 春季 | 2.6 | 3.5 | 19 | 0.93 | 1.1 | 0.34 | 1.3 | 2.2 | 0.055 | 3.6 | 0.11 |
| | 夏季 | 0.49 | 1.6 | 18 | 0.29 | 0.26 | 0.09 | 0.82 | 0.51 | 0.043 | 8.0 | 0.036 |
| | 秋季 | 0.54 | 2.8 | 25 | 0.47 | 0.72 | 0.21 | 1.1 | 0.89 | 0.043 | 3.5 | 0.085 |
| | 冬季 | 0.29 | 1.4 | 8.6 | 0.45 | 0.68 | 0.16 | 0.57 | 0.66 | 0.043 | 2.7 | 0.058 |
| | 年 | 0.97 | 2.3 | 18 | 0.53 | 0.70 | 0.20 | 0.95 | 1.1 | 0.046 | 4.4 | 0.073 |
| | 検出下限値未満(%) | 2 | 4 | 0 | 0 | 4 | 20 | 2 | 0 | 96 | 0 | 14 |
| 一般局平均 | 春季 | 1.3 | 2.5 | 20 | 1.0 | 1.3 | 0.37 | 1.1 | 2.5 | 0.071 | 2.4 | 0.087 |
| | 夏季 | 0.52 | 1.4 | 34 | 0.40 | 0.42 | 0.10 | 0.58 | 0.75 | 0.043 | 4.2 | 0.039 |
| | 秋季 | 0.96 | 2.0 | 23 | 0.46 | 0.47 | 0.24 | 1.1 | 0.94 | 0.043 | 3.4 | 0.085 |
| | 冬季 | 0.17 | 0.45 | 7.1 | 0.41 | 0.49 | 0.15 | 0.57 | 0.59 | 0.043 | 2.3 | 0.050 |
| | 年 | 0.74 | 1.6 | 21 | 0.57 | 0.67 | 0.22 | 0.84 | 1.2 | 0.050 | 3.1 | 0.065 |
| | 自排局平均 | 春季 | 2.2 | 3.8 | 20 | 0.97 | 1.2 | 0.35 | 1.7 | 2.4 | 0.058 | 3.7 |
| 夏季 | 0.70 | 1.9 | 19 | 0.34 | 0.30 | 0.10 | 0.90 | 0.60 | 0.045 | 5.7 | 0.045 | |
| 秋季 | 0.72 | 3.1 | 26 | 0.48 | 0.67 | 0.21 | 1.6 | 0.98 | 0.043 | 4.5 | 0.083 | |
| 冬季 | 0.35 | 1.4 | 10 | 0.45 | 0.69 | 0.16 | 0.57 | 0.73 | 0.043 | 2.7 | 0.057 | |
| 年 | 1.0 | 2.6 | 19 | 0.56 | 0.72 | 0.21 | 1.2 | 1.2 | 0.047 | 4.1 | 0.073 | |
| 全平均 | 春季 | 1.8 | 3.2 | 20 | 0.98 | 1.3 | 0.36 | 1.4 | 2.5 | 0.064 | 3.1 | 0.097 |
| | 夏季 | 0.61 | 1.6 | 26 | 0.37 | 0.36 | 0.10 | 0.74 | 0.67 | 0.044 | 4.9 | 0.042 |
| | 秋季 | 0.84 | 2.6 | 24 | 0.47 | 0.57 | 0.23 | 1.3 | 0.96 | 0.043 | 3.9 | 0.084 |
| | 冬季 | 0.26 | 0.95 | 8.7 | 0.43 | 0.59 | 0.16 | 0.57 | 0.66 | 0.043 | 2.5 | 0.053 |
| | 年 | 0.87 | 2.1 | 20 | 0.56 | 0.70 | 0.21 | 1.0 | 1.2 | 0.049 | 3.6 | 0.069 |
| | 検出下限値 | 0.024 | 0.032 | 0.0060 | 0.054 | 0.017 | 0.080 | 0.053 | 0.020 | 0.086 | 0.055 | 0.025 |

表5.4 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 | 0.17 | 0.015 | 0.16 | 7.7 | 0.010 | 0.066 | 8.2 | 0.23 | 2.5 |
| | 夏季 | 0.077 | 0.015 | 0.0090 | 5.6 | 0.0074 | 0.031 | 3.0 | 0.062 | 0.53 |
| | 秋季 | 0.14 | 0.015 | 0.034 | 3.3 | 0.046 | 0.033 | 3.5 | 0.12 | 1.5 |
| | 冬季 | 0.082 | 0.015 | 0.010 | 0.82 | 0.057 | 0.031 | 2.3 | 0.063 | 0.73 |
| | 年 | 0.12 | 0.015 | 0.053 | 4.3 | 0.030 | 0.040 | 4.3 | 0.12 | 1.3 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 100 | 50 | 2 | 32 | 96 | 0 | 39 | 0 |
| 守山保健 センター (一般局) | 春季 | 0.14 | 0.015 | 0.13 | 3.9 | 0.0099 | 0.088 | 5.7 | 0.17 | 2.5 |
| | 夏季 | 0.069 | 0.015 | 0.0097 | 1.2 | 0.0015 | 0.031 | 1.8 | 0.058 | 0.53 |
| | 秋季 | 0.20 | 0.015 | 0.0087 | 1.1 | 0.018 | 0.039 | 2.8 | 0.11 | 0.92 |
| | 冬季 | 0.13 | 0.015 | 0.012 | 0.70 | 0.044 | 0.031 | 2.3 | 0.090 | 0.71 |
| | 年 | 0.13 | 0.015 | 0.040 | 1.7 | 0.018 | 0.047 | 3.2 | 0.11 | 1.2 |
| | 検出下限値未満(%) | 2 | 100 | 50 | 0 | 29 | 96 | 0 | 41 | 0 |
| 元塩公園 (自排局) | 春季 | 0.19 | 0.015 | 0.15 | 7.2 | 0.014 | 0.031 | 6.7 | 0.19 | 3.0 |
| | 夏季 | 0.10 | 0.015 | 0.012 | 4.1 | 0.0049 | 0.031 | 2.7 | 0.066 | 0.66 |
| | 秋季 | 0.17 | 0.016 | 0.015 | 2.3 | 0.022 | 0.048 | 3.1 | 0.12 | 1.7 |
| | 冬季 | 0.12 | 0.015 | 0.016 | 1.6 | 0.038 | 0.034 | 2.9 | 0.076 | 1.2 |
| | 年 | 0.14 | 0.015 | 0.049 | 3.8 | 0.020 | 0.036 | 3.9 | 0.11 | 1.6 |
| | 検出下限値未満(%) | 2 | 98 | 18 | 0 | 27 | 96 | 0 | 39 | 0 |
| 千竈 (自排局) | 春季 | 0.22 | 0.015 | 0.15 | 5.3 | 0.0064 | 0.031 | 5.9 | 0.17 | 2.4 |
| | 夏季 | 0.074 | 0.015 | 0.015 | 2.3 | 0.0017 | 0.031 | 1.7 | 0.053 | 0.51 |
| | 秋季 | 0.17 | 0.015 | 0.013 | 2.1 | 0.0069 | 0.033 | 4.2 | 0.10 | 1.7 |
| | 冬季 | 0.13 | 0.015 | 0.017 | 1.6 | 0.039 | 0.031 | 2.3 | 0.070 | 1.1 |
| | 年 | 0.15 | 0.015 | 0.049 | 2.9 | 0.014 | 0.031 | 3.5 | 0.098 | 1.4 |
| | 検出下限値未満(%) | 0 | 100 | 27 | 2 | 36 | 98 | 2 | 48 | 0 |
| 一般局平均 | 春季 | 0.16 | 0.015 | 0.14 | 5.8 | 0.010 | 0.077 | 7.0 | 0.20 | 2.5 |
| | 夏季 | 0.073 | 0.015 | 0.0093 | 3.4 | 0.0044 | 0.031 | 2.4 | 0.060 | 0.53 |
| | 秋季 | 0.17 | 0.015 | 0.021 | 2.2 | 0.032 | 0.036 | 3.1 | 0.11 | 1.2 |
| | 冬季 | 0.10 | 0.015 | 0.011 | 0.76 | 0.050 | 0.031 | 2.3 | 0.076 | 0.72 |
| | 年 | 0.13 | 0.015 | 0.046 | 3.0 | 0.024 | 0.043 | 3.7 | 0.11 | 1.2 |
| | 検出下限値 | 0.025 | 0.029 | 0.0091 | 0.0062 | 0.0029 | 0.061 | 0.053 | 0.078 | 0.013 |
| 自排局平均 | 春季 | 0.20 | 0.015 | 0.15 | 6.2 | 0.010 | 0.031 | 6.3 | 0.18 | 2.7 |
| | 夏季 | 0.087 | 0.015 | 0.014 | 3.2 | 0.0033 | 0.031 | 2.2 | 0.060 | 0.58 |
| | 秋季 | 0.17 | 0.015 | 0.014 | 2.2 | 0.014 | 0.041 | 3.7 | 0.11 | 1.7 |
| | 冬季 | 0.12 | 0.015 | 0.016 | 1.6 | 0.039 | 0.032 | 2.6 | 0.073 | 1.1 |
| | 年 | 0.15 | 0.015 | 0.049 | 3.3 | 0.017 | 0.033 | 3.7 | 0.11 | 1.5 |
| | 検出下限値 | 0.025 | 0.029 | 0.0091 | 0.0062 | 0.0029 | 0.061 | 0.053 | 0.078 | 0.013 |
| 全平均 | 春季 | 0.18 | 0.015 | 0.15 | 6.0 | 0.010 | 0.054 | 6.7 | 0.19 | 2.6 |
| | 夏季 | 0.080 | 0.015 | 0.011 | 3.3 | 0.0038 | 0.031 | 2.3 | 0.060 | 0.56 |
| | 秋季 | 0.17 | 0.015 | 0.018 | 2.2 | 0.023 | 0.038 | 3.4 | 0.11 | 1.5 |
| | 冬季 | 0.11 | 0.015 | 0.014 | 1.2 | 0.045 | 0.031 | 2.5 | 0.074 | 0.92 |
| | 年 | 0.14 | 0.015 | 0.048 | 3.2 | 0.020 | 0.038 | 3.7 | 0.11 | 1.4 |
| | 検出下限値 | 0.025 | 0.029 | 0.0091 | 0.0062 | 0.0029 | 0.061 | 0.053 | 0.078 | 0.013 |

2.2 季節別および日別濃度変動

令和4年度のPM2.5の季節別成分濃度を図3.1、季節別濃度の経年変化を図3.2（平成24～令和4年度）に、その成分割合を図3.3に示す。PM2.5質量濃度は春季に高く、他の季節は低かった。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4年度は春季に平均 $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高かった。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、通年で高い値を示した。

PM2.5濃度の季節別の経年変化は、春季は令和2年度に大きく濃度が低下したが、令和4年度は前年度と比べて上昇し、他の季節と異なる傾向を示した。春季のPM2.5濃度と SO_4^{2-} 濃度は令和元年度並みに高くなった。夏季は令和3年度に大きく濃度が低下し、令和4年度はそのまま継続して低かった。令和2年1月からの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、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と予想され、令和2年度の火山の影響があった年以外は、夏季は船舶の規制の影響により SO_4^{2-} 濃度が低くなった可能性がある。秋季、冬季の NO_3^- 濃度は前年度と同程度となった。

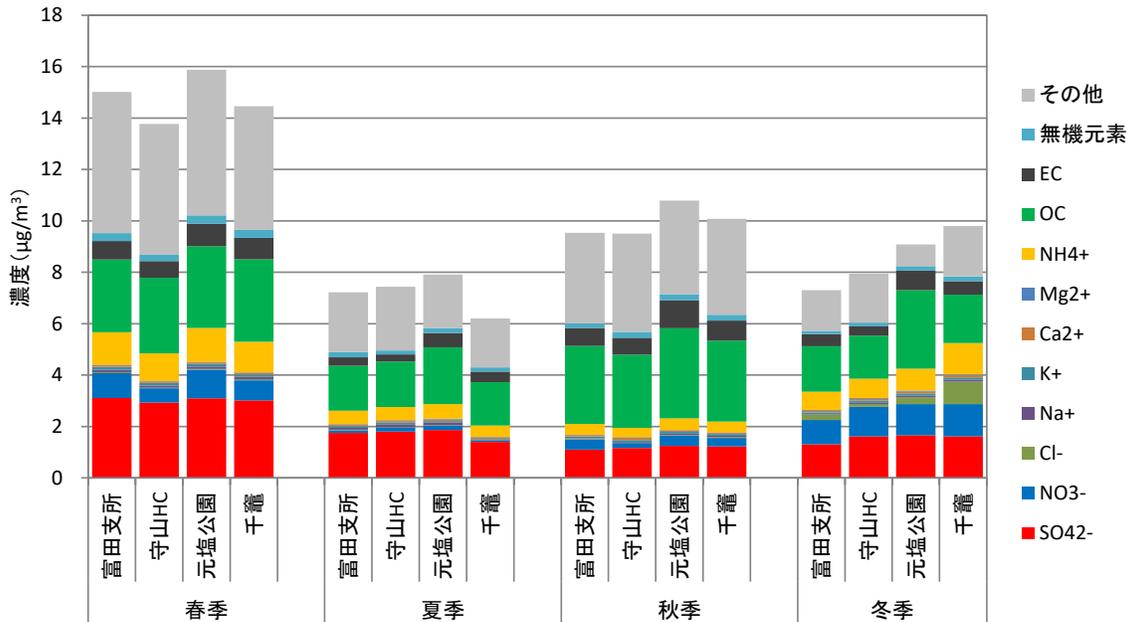


図 3.1 季節別成分濃度（令和4年度）

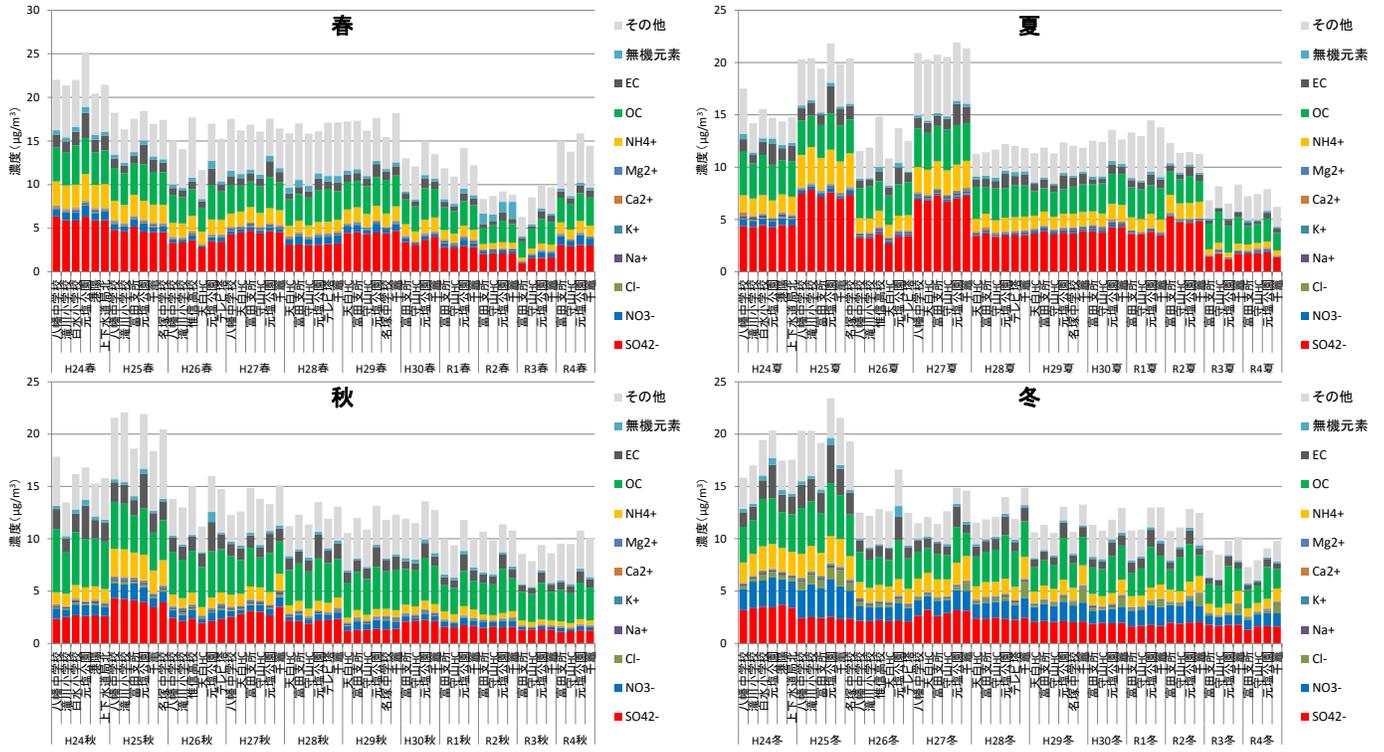


図3.2 季節別の成分濃度の経年変化

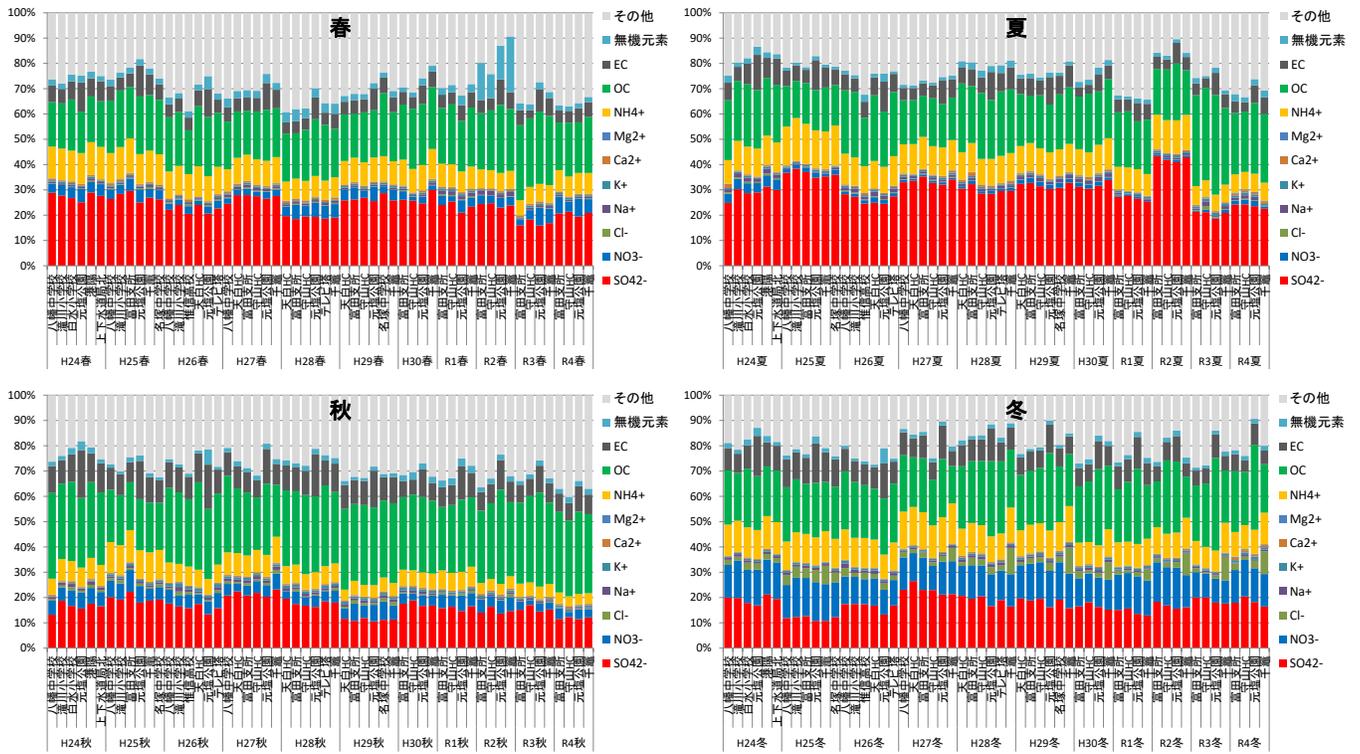


図3.3 季節別の成分割合の経年変化

日ごとのPM2.5質量濃度および成分濃度の変動を図5.1~5.4に示す。

自排局の元塩公園（青）は通年で元素状炭素（EC）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。

令和4年度の春季は令和2年度、令和3年度よりもPM2.5濃度が高くなった。春季のPM2.5濃度と同様に高くなった成分は、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 NH_4^+ 、EC、OC、WSOC、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、Mn、Fe、Al、As、Se、Rb、Sb、La、Pb、Cd、Snとかなり多かった。図4の後方流跡線解析の結果から大陸からの越境汚染により高濃度となった可能性がある。

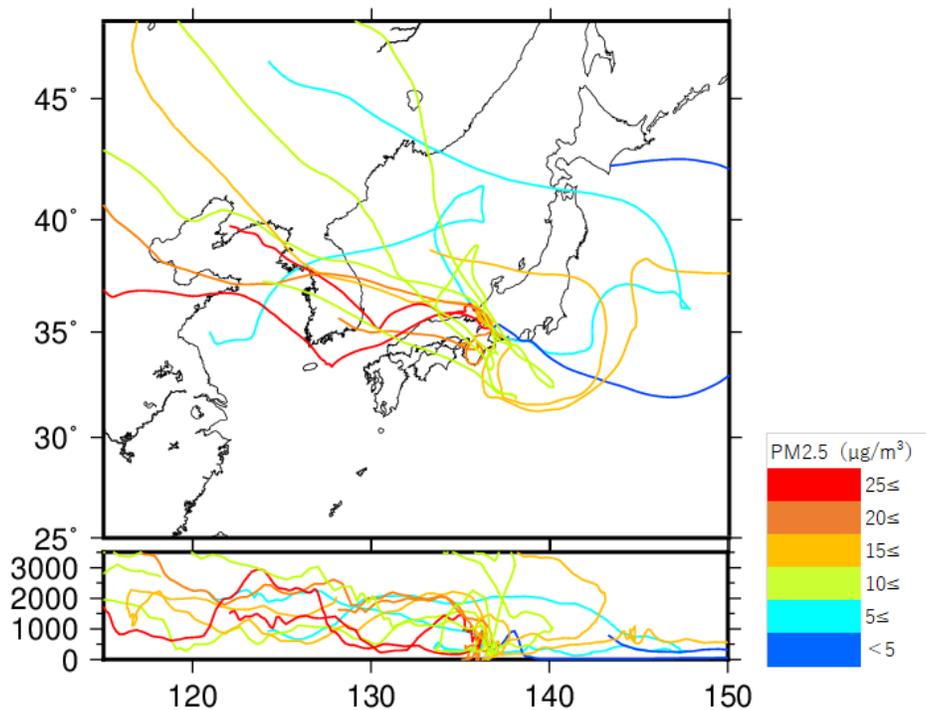


図4 後方流跡線解析による気塊の流れ（令和4年5月12日~5月25日）

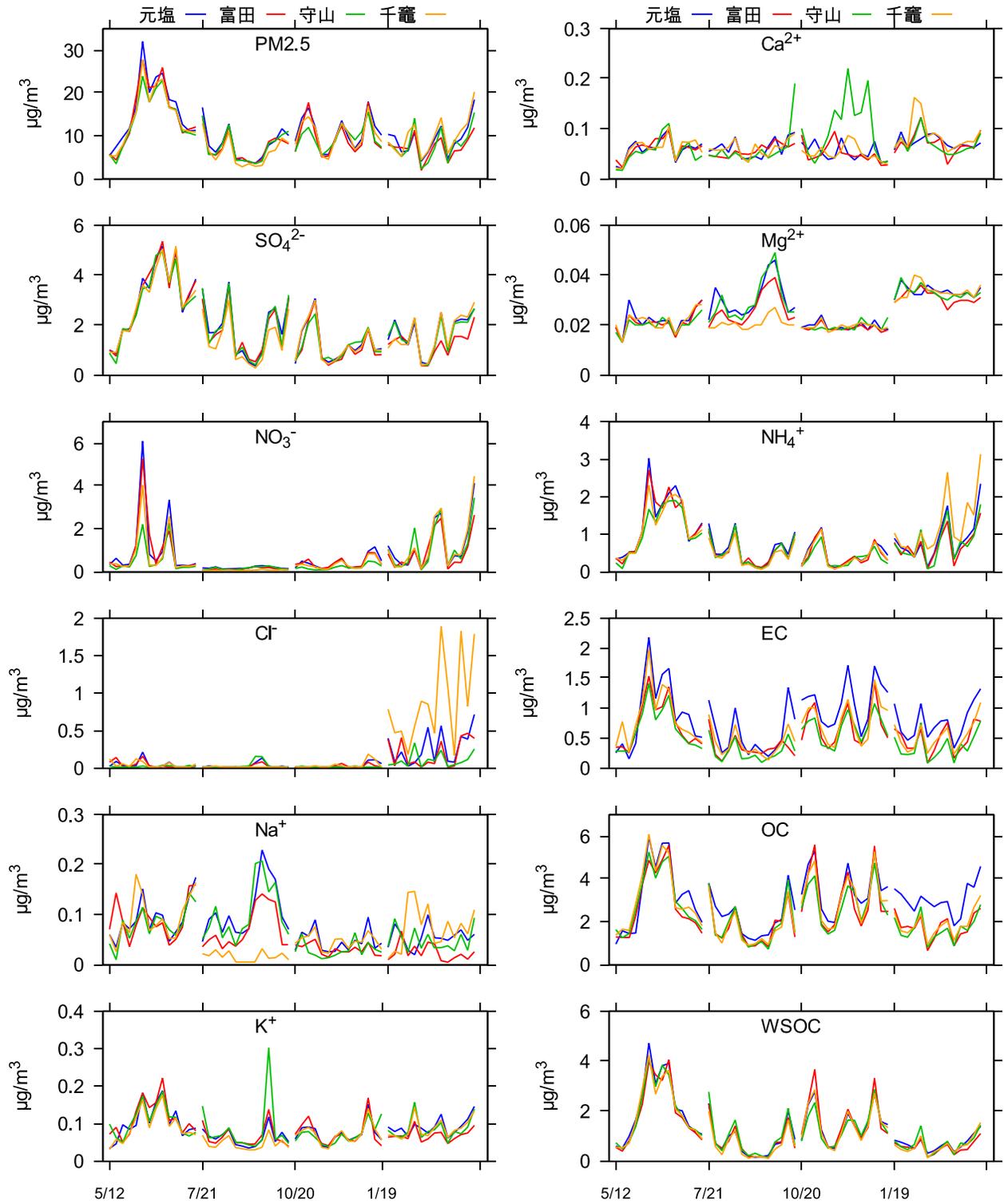


図5.1 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

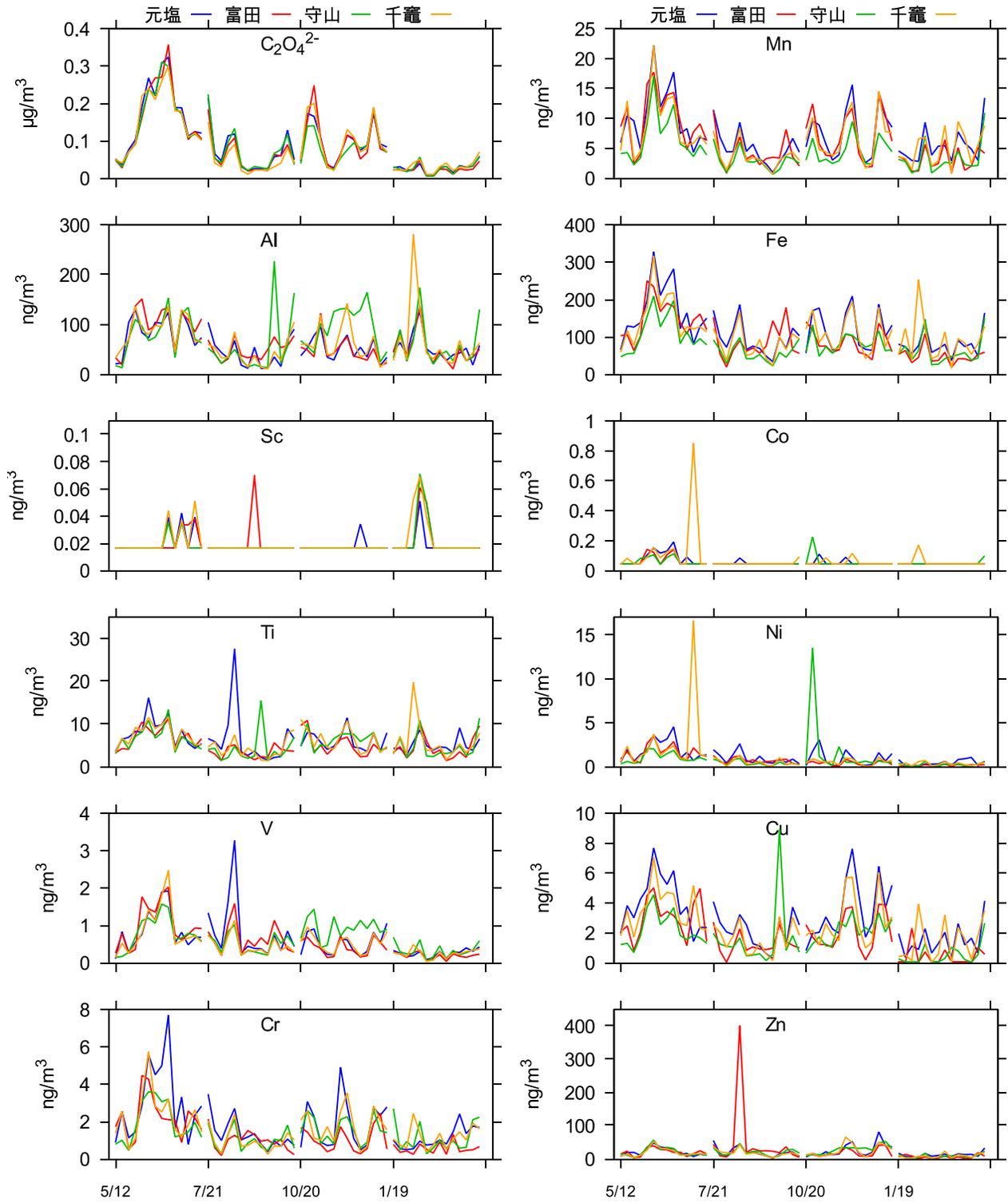


図5.2 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

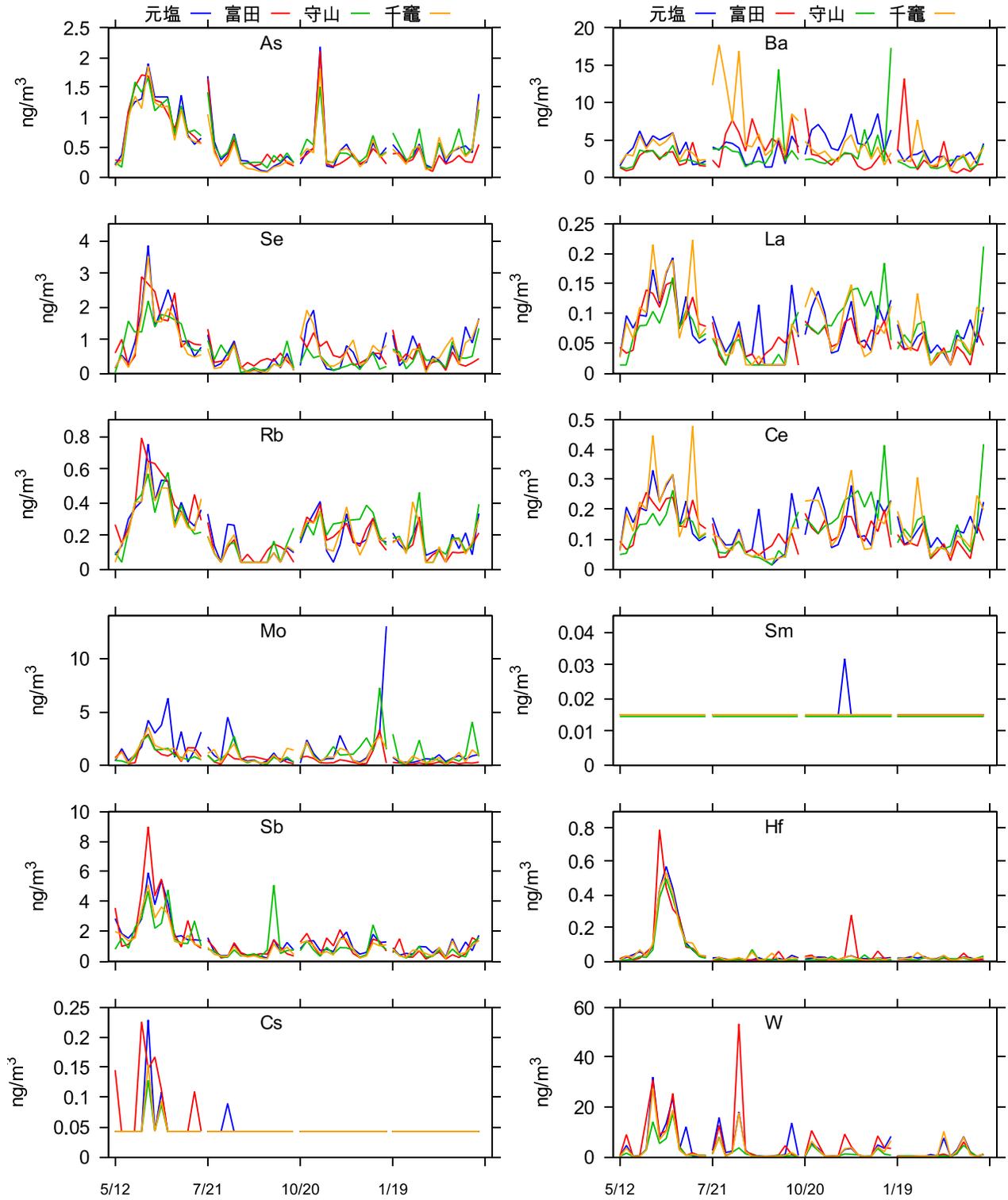


図5.3 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

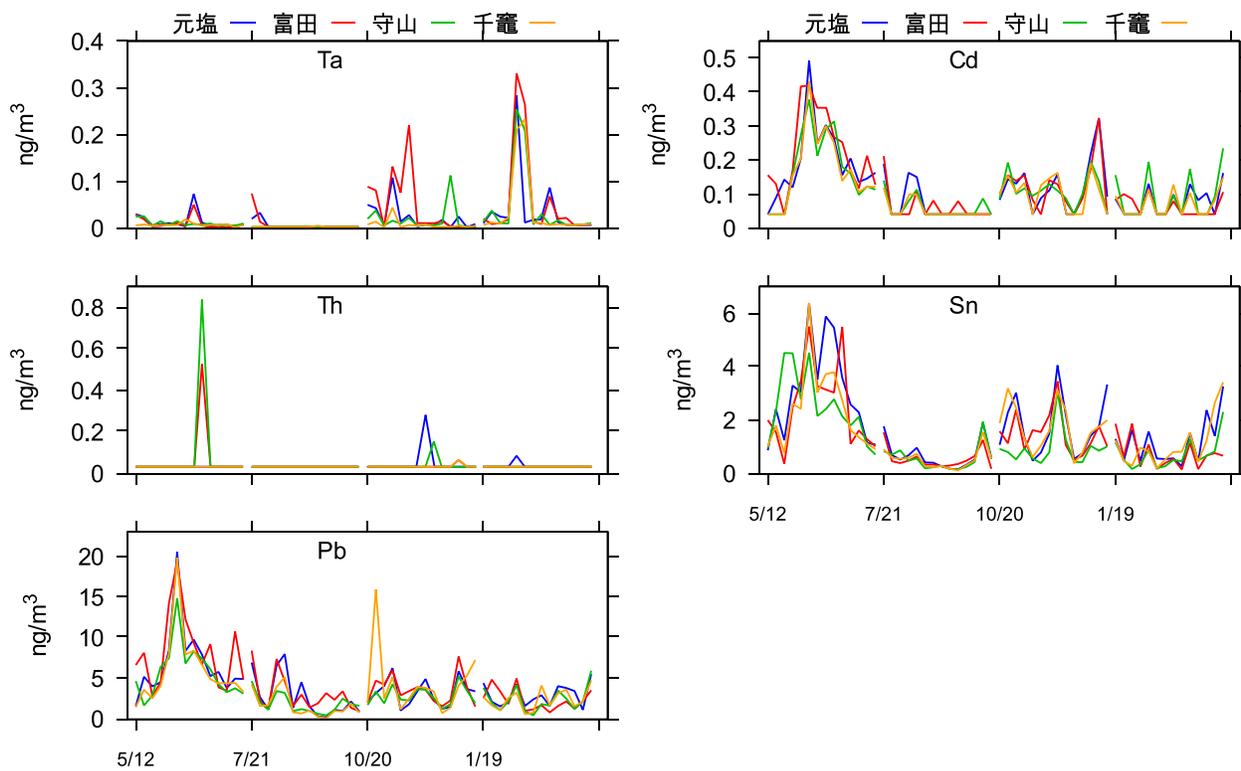


図5.4 日ごとのPM2.5質量濃度と成分濃度の変動

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 6 に示す。

PM2.5 質量濃度は近年低下傾向にあったが、令和 4 年度は前年度より濃度が上昇した。各地点で 0.9~2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 濃度が上昇した。SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、WSOC 濃度が全地点で上昇し、これらの主要成分の濃度上昇分は PM2.5 質量濃度の上昇分の 6 割を占めていた。また、V は船舶の規制強化により低下したと推定されたが、令和 4 年度も低い状況を維持していた。

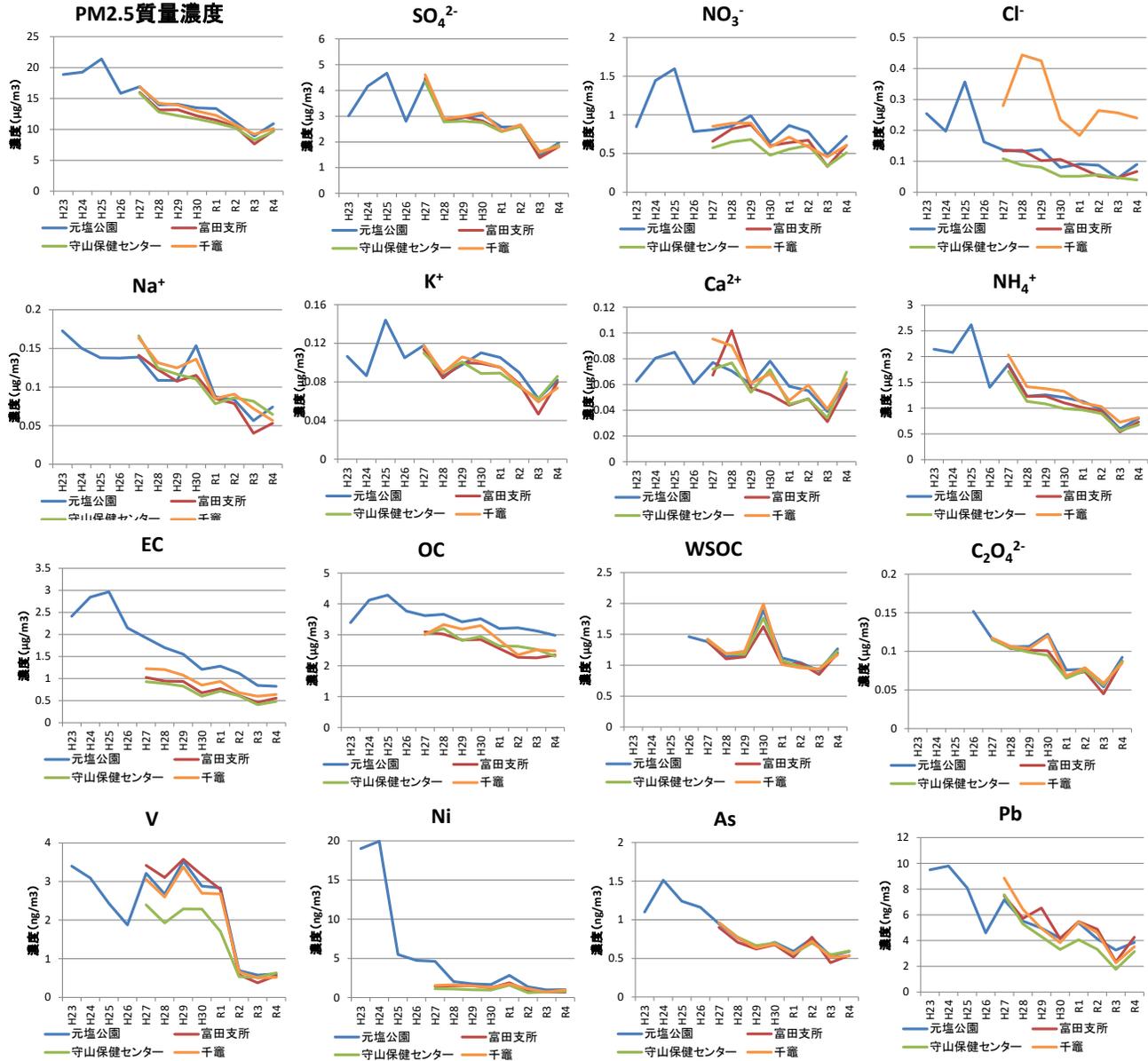


図 6 PM2.5 と各成分の経年変化

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、マスク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、元素状炭素、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

$$M = 1.586[\text{SO}_4^{2-}] + 1.372[\text{NO}_3^-] + 1.605[\text{nss-Cl}^-] + 2.5[\text{Na}^+] + 1.634[\text{OC}] + [\text{EC}] + [\text{SOIL}]$$
$$[\text{nss-Cl}^-] = [\text{Cl}^-] - 18.98[\text{Na}^+]/10.56$$

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。

$$[\text{SOIL}] = 9.19[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 1.67[\text{Ti}]$$

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質量濃度実測値との比較を図7に示す。また、マスクロージャーモデルを用いた推定値（積み上げグラフ）とPM2.5質量濃度の実測値（●）との比較を季節別に図8-1～4に示す。

どの地点もほぼ直線関係が得られた。そのため、この後用いるCMB法はすべてのデータを解析対象とした。なお、元塩公園の5/16のサンプルは炭素成分が欠測のため、図6には図示していない。

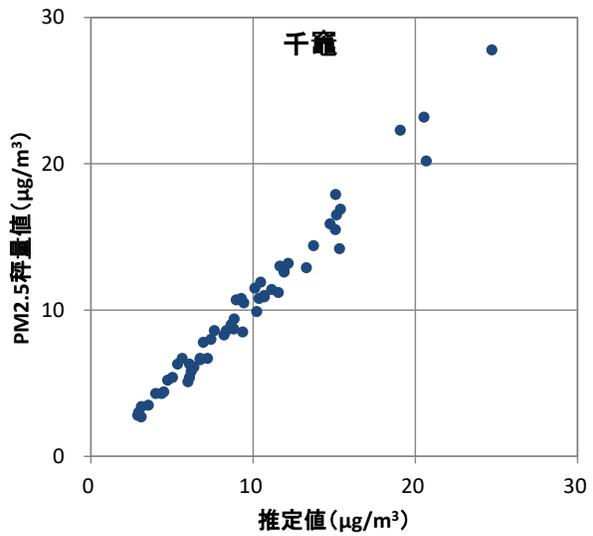
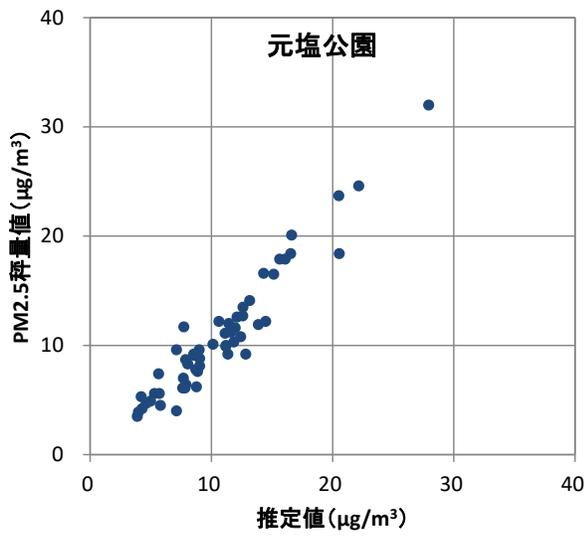
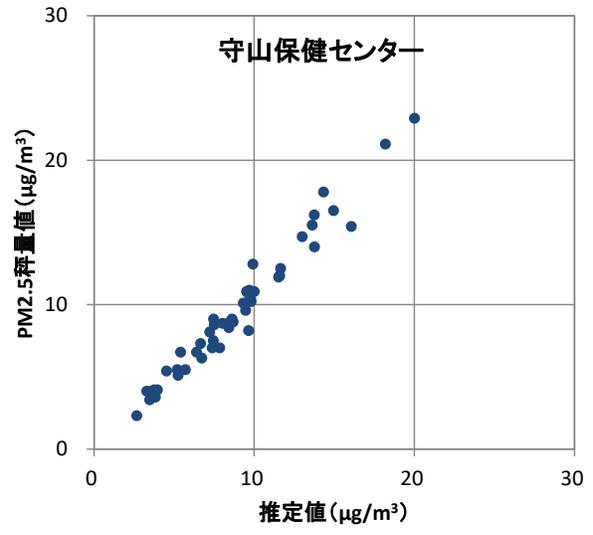
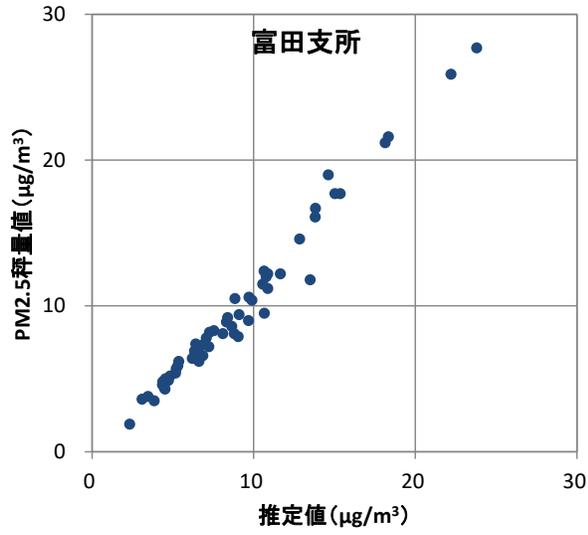


図7 2018年改訂版マスクロージャーモデルによる推定値と秤量値の比較

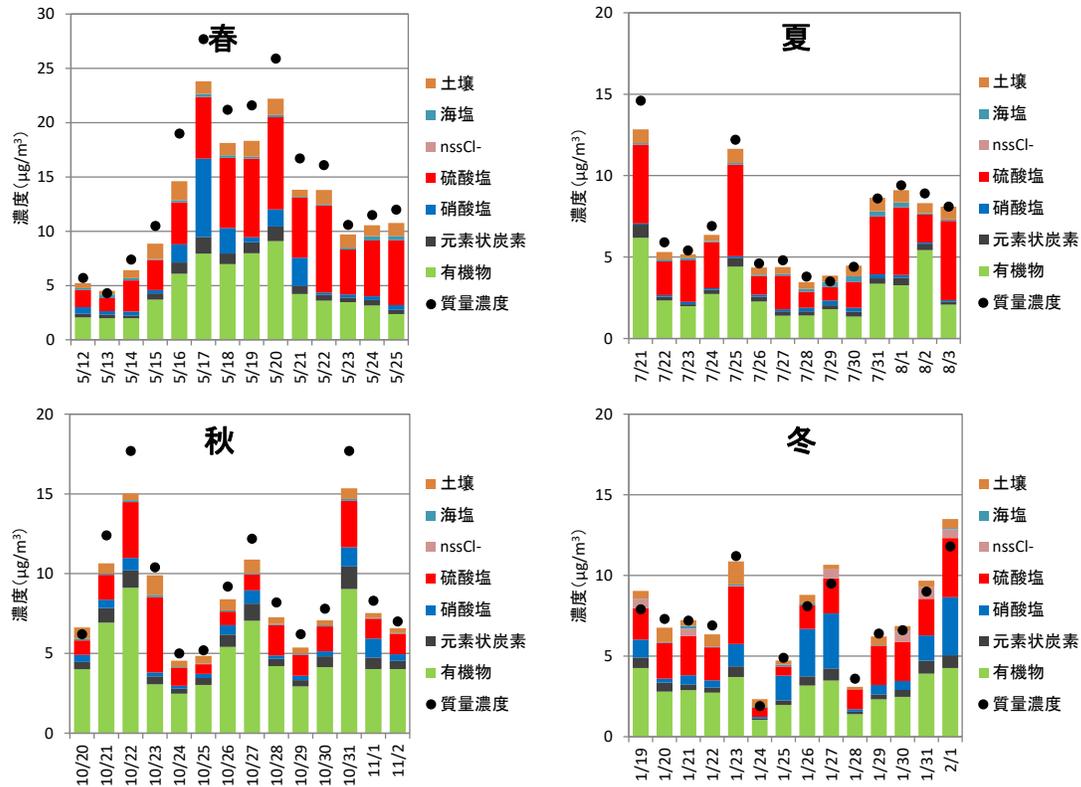


図8-1 マスクロージャーモデルとの比較 (富田支所)

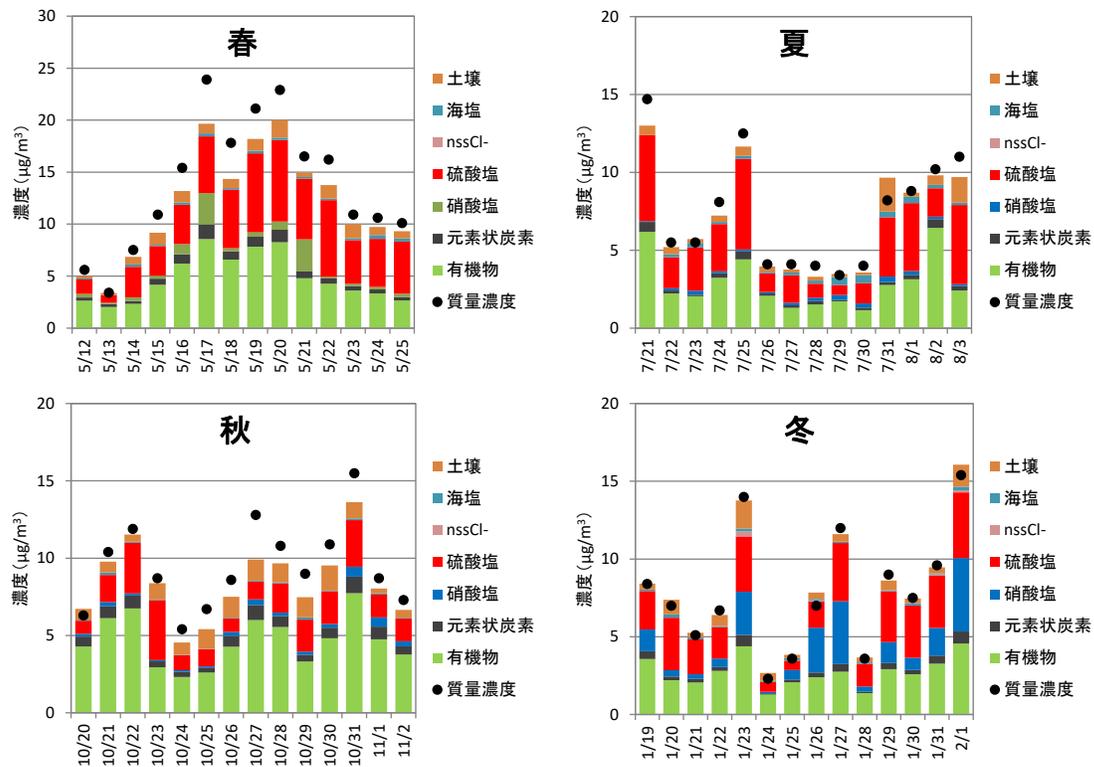


図 8-2 マスクロージャーモデルとの比較 (守山保健センター)

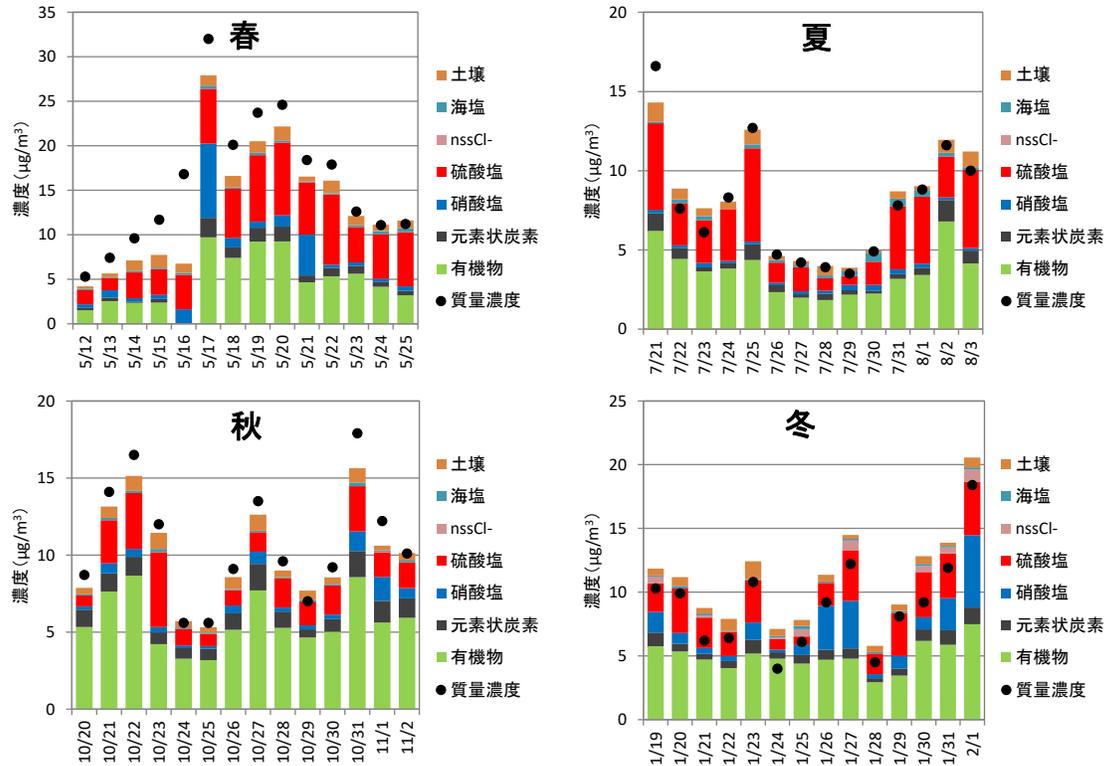


図 8-3 マスクロージャーモデルとの比較 (元塩公園)

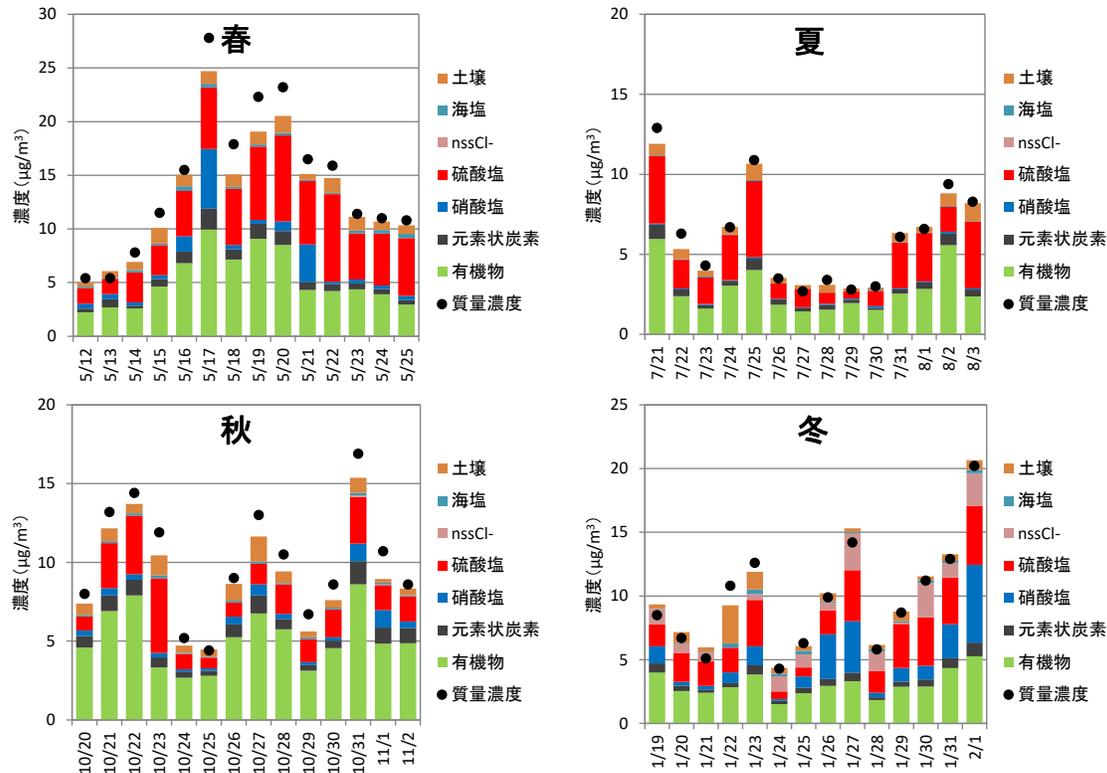


図 8-4 マスクロージャーモデルとの比較 (千籠)

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両方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、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺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 発生源プロフィール

発生源プロフィー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。発生源プロフィールを表 6 に示す。この発生源プロフィールは、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 6 発生源プロフィール

| 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 | 単位:g/g | | | | | | | | | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 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 | 単位:g/g | | | | | | | | | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 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 | 単位:g/g | | | | | | | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 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 |
| 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

各地点における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9、図10、表7に示す。

最も寄与率が高い未把握有機炭素は 19.5~21.8%で、次に高い二次生成硫酸イオンは 17.2~18.8%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 12.5%、同じく自排局の千竈は 10.3%、一般局は富田支所が 9.5%、守山保健センターが 8.5%であった。土壌粒子は 4.2~8.2%であった。

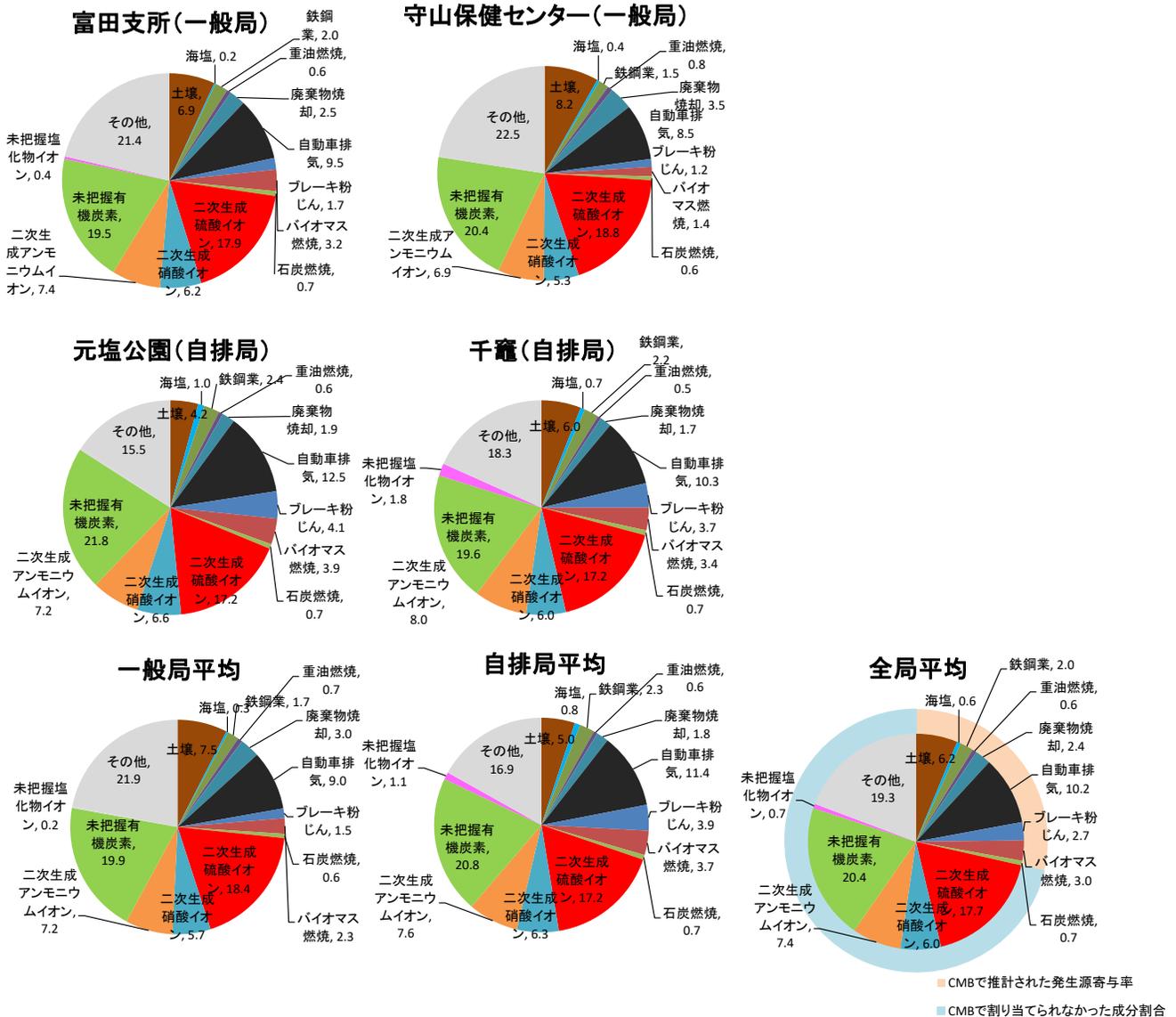


図9 CMB法による発生源寄与割合(%) (令和4年度)

表7 CMB法による発生源寄与割合（令和4年度）

| | 富田支所 | 守山保健センター | 元塩公園 | 千竈 | 一般局平均 | 自排局平均 | 全局平均 |
|------------------------|------|----------|------|------|-------|-------|------|
| 濃度(μg/m ³) | | | | | | | |
| PM2.5 | 9.8 | 9.7 | 10.9 | 10.1 | 9.7 | 10.5 | 10.1 |
| 土壌 | 0.7 | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.6 |
| 海塩 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| 鉄鋼業 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 重油燃焼 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 廃棄物焼却 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 自動車排気 | 0.9 | 0.8 | 1.4 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.0 |
| ブレーキ粉じん | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.3 |
| バイオマス燃焼 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 |
| 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 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| 二次生成硝酸イオン | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| 二次生成アンモニウムイオン | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.7 |
| 未把握有機炭素 | 1.9 | 2.0 | 2.4 | 2.0 | 1.9 | 2.2 | 2.1 |
| 未把握塩化物イオン | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| その他 | 2.1 | 2.2 | 1.7 | 1.9 | 2.1 | 1.8 | 2.0 |
| 割合(%) | | | | | | | |
| 土壌 | 6.9 | 8.2 | 4.2 | 6.0 | 7.5 | 5.0 | 6.2 |
| 海塩 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 0.6 |
| 鉄鋼業 | 2.0 | 1.5 | 2.4 | 2.2 | 1.7 | 2.3 | 2.0 |
| 重油燃焼 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 廃棄物焼却 | 2.5 | 3.5 | 1.9 | 1.7 | 3.0 | 1.8 | 2.4 |
| 自動車排気 | 9.5 | 8.5 | 12.5 | 10.3 | 9.0 | 11.4 | 10.2 |
| ブレーキ粉じん | 1.7 | 1.2 | 4.1 | 3.7 | 1.5 | 3.9 | 2.7 |
| バイオマス燃焼 | 3.2 | 1.4 | 3.9 | 3.4 | 2.3 | 3.7 | 3.0 |
| 石炭燃焼 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 |
| 二次生成硫酸イオン | 17.9 | 18.8 | 17.2 | 17.2 | 18.4 | 17.2 | 17.7 |
| 二次生成硝酸イオン | 6.2 | 5.3 | 6.6 | 6.0 | 5.7 | 6.3 | 6.0 |
| 二次生成アンモニウムイオン | 7.4 | 6.9 | 7.2 | 8.0 | 7.2 | 7.6 | 7.4 |
| 未把握有機炭素 | 19.5 | 20.4 | 21.8 | 19.6 | 19.9 | 20.8 | 20.4 |
| 未把握塩化物イオン | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 1.8 | 0.2 | 1.1 | 0.7 |
| その他 | 21.4 | 22.5 | 15.5 | 18.3 | 21.9 | 16.9 | 19.3 |
| 合計 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

令和3年度と令和4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と土壌粒子の寄与濃度が令和4年度に上昇し、未把握有機炭素は変化がなかったことがわかった。

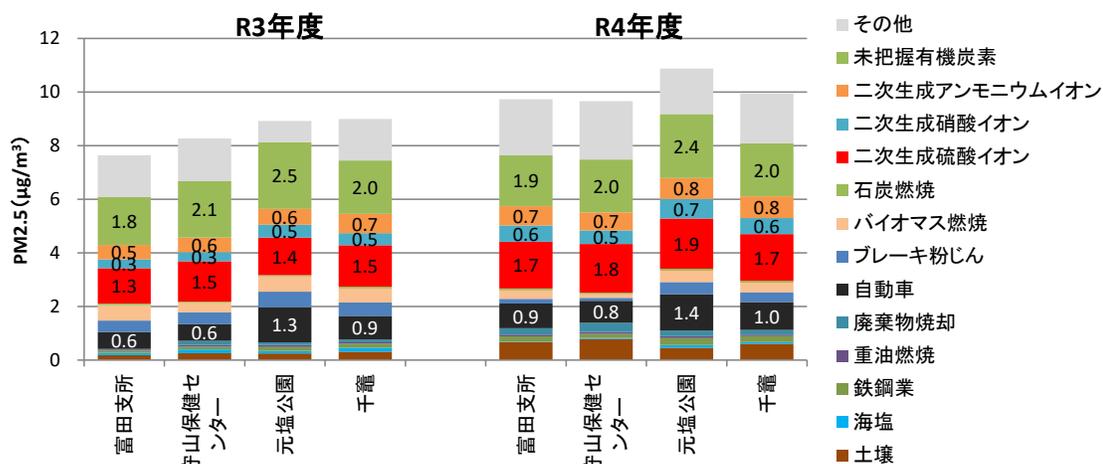


図10 年度別発生源寄与率

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 8 に示す。夏季と冬季の千竈が 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度差が見られたが、それ以外は概ね 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の濃度差となった。千竈の機差は 18%、28%と他地点よりも大きい値となった。

【並行試験】

春季：令和4年5月11日（水）～ 5月11日（木）
 夏季：令和4年7月20日（水）～ 7月21日（木）
 秋季：令和4年10月19日（水）～ 10月20日（木）
 冬季：令和5年1月18日（水）～ 1月19日（木）

表 8 並行試験結果

| | 1 | 2 | Δ | 平均 | 機差 |
|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------|
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | % |
| 春 | | | | | |
| 富田支所 | 13.8 | 14.1 | 0.2 | 14.0 | 1.8 |
| 元塩公園 | 6.2 | 5.5 | 0.7 | 5.8 | 12.2 |
| 夏 | | | | | |
| 守山HC | 12.3 | 12.9 | 0.6 | 12.6 | 5.0 |
| 千竈 | 10.3 | 12.4 | 2.0 | 11.3 | 18.0 |
| 秋 | | | | | |
| 元塩公園 | 5.9 | 7.0 | 1.0 | 6.5 | 16.1 |
| 守山HC | 4.5 | 5.1 | 0.5 | 4.8 | 11.3 |
| 冬 | | | | | |
| 富田支所 | 6.0 | 7.1 | 1.1 | 6.5 | 16.6 |
| 千竈 | 6.2 | 8.2 | 2.0 | 7.2 | 27.7 |

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法によるPM2.5質量濃度と比較した結果を図11に示す。なお、富田支所の自動測定機は夏季に欠測となっていたため図示していない。フィルタ法との乖離があると判断される外れ値数は富田支所、守山保健センター、元塩公園が0、千竈が7であった。千竈の夏季（■）はフィルタ法よりも自動測定機が大きい値を示す傾向にあった。

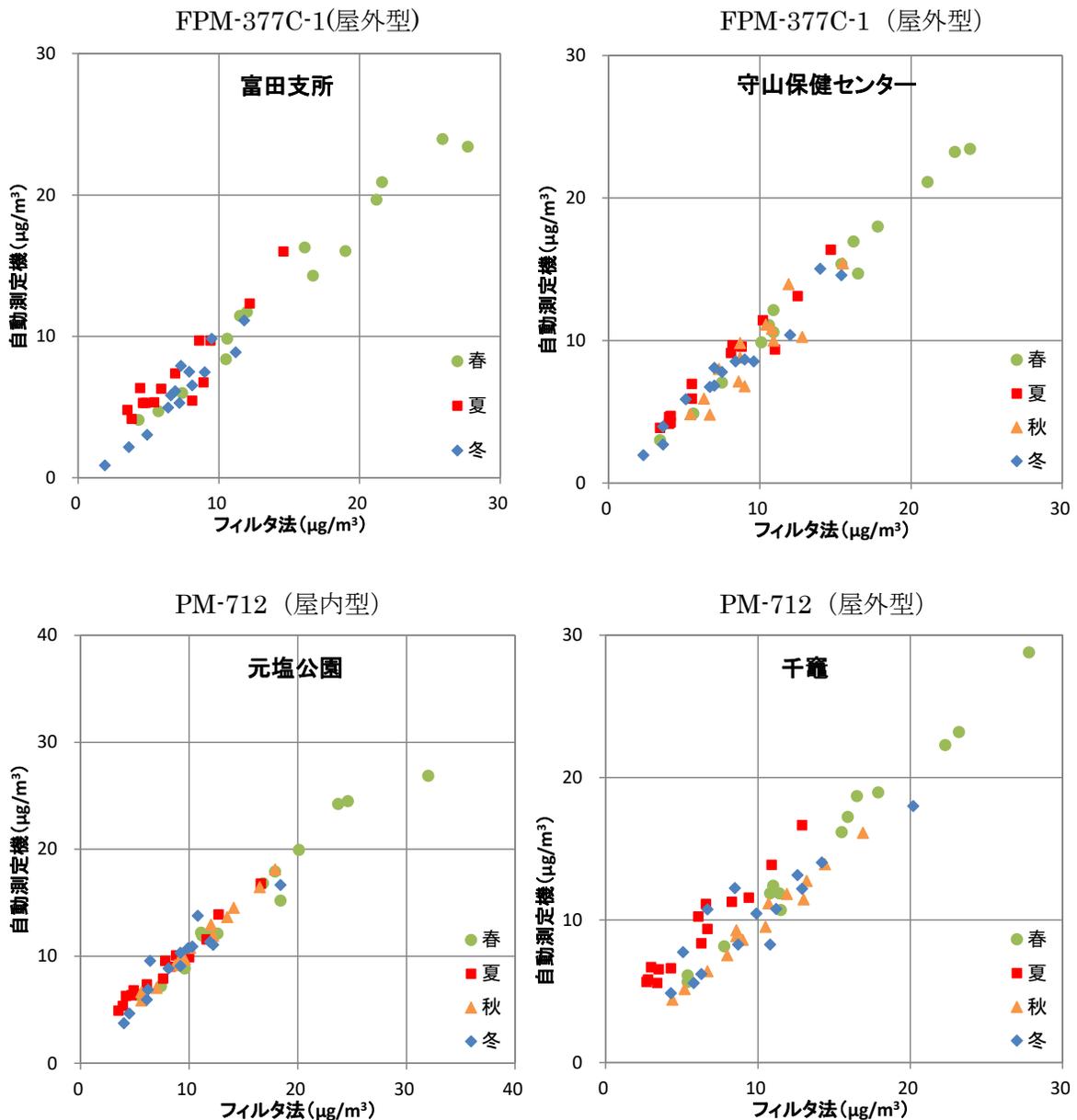


図11 標準測定法（フィルタ法）と自動測定機によるPM2.5質量濃度の比較

6 後方流跡線解析

後方流跡線解析（起点：名古屋市、1500m）により令和4年度の日ごとの気塊の流れを図12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。平成24年度から令和4年度までの大陸上空を経由した割合を表9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4年度は大陸上空を経由した割合は前年度と同程度の68%であった。

表9 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 | R3 | R4 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 総数 | 358 | 357 | 365 | 332 | 365 | 365 | 365 | 360 | 365 | 365 | 365 |
| 大陸上空経由 | 251 | 288 | 278 | 233 | 250 | 258 | 238 | 238 | 268 | 251 | 248 |
| 大陸上空経由割合% | 70% | 81% | 76% | 70% | 68% | 71% | 65% | 66% | 73% | 69% | 68% |

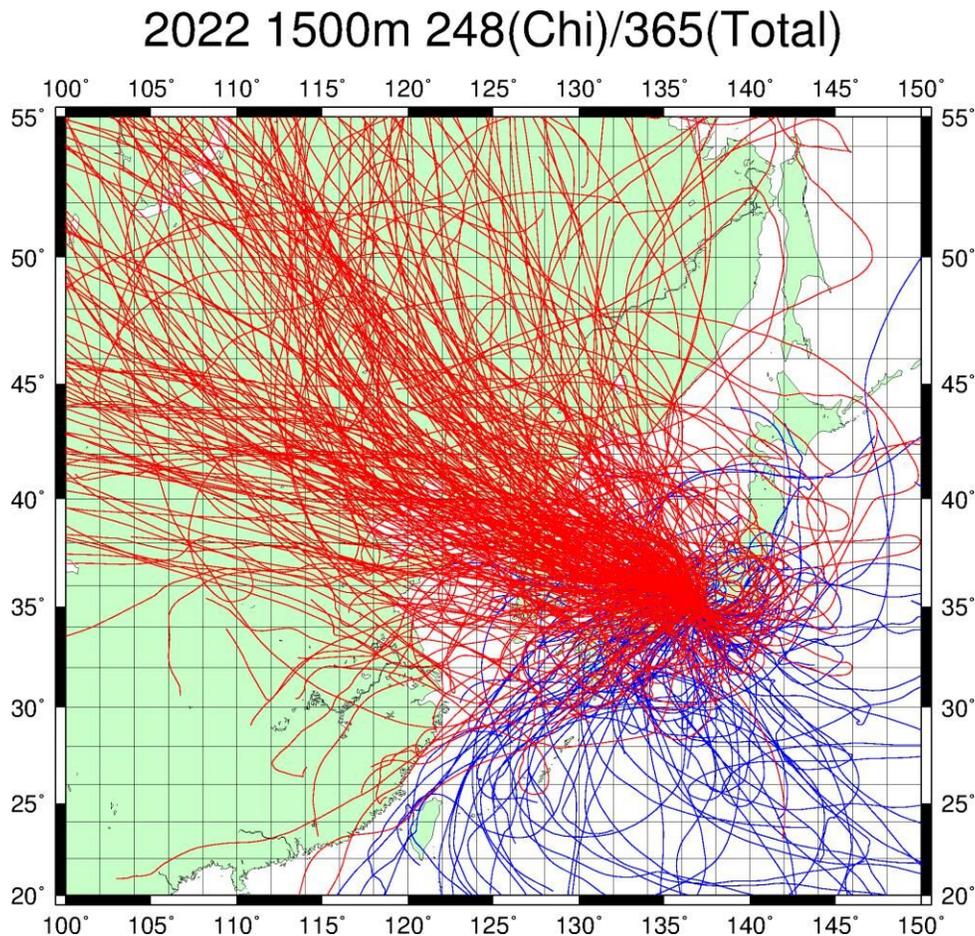


図12 後方流跡線解析による気塊の流れ（令和4年度）

| 観測地点名 | 観測年月日 | 観測時刻 | 観測結果(単位: mm ²) | | | | | | | | | | | 観測結果(単位: mm ²) | | | | | | | | | | | 観測結果(単位: mm ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | W ₁ | W ₂ | W ₃ | W ₄ | W ₅ | W ₆ | W ₇ | W ₈ | W ₉ | W ₁₀ | W ₁₁ | W ₁₂ | W ₁₃ | W ₁₄ | W ₁₅ | W ₁₆ | W ₁₇ | W ₁₈ | W ₁₉ | W ₂₀ | W ₂₁ | W ₂₂ | W ₂₃ | W ₂₄ | W ₂₅ | W ₂₆ | W ₂₇ | W ₂₈ | W ₂₉ | W ₃₀ | W ₃₁ | W ₃₂ | W ₃₃ | W ₃₄ | W ₃₅ | W ₃₆ | W ₃₇ | W ₃₈ | W ₃₉ | W ₄₀ | W ₄₁ | W ₄₂ | W ₄₃ | W ₄₄ | W ₄₅ | W ₄₆ | W ₄₇ | W ₄₈ | W ₄₉ | W ₅₀ | W ₅₁ | W ₅₂ | W ₅₃ | W ₅₄ | W ₅₅ | W ₅₆ | W ₅₇ | W ₅₈ | W ₅₉ | W ₆₀ | W ₆₁ | W ₆₂ | W ₆₃ | W ₆₄ | W ₆₅ | W ₆₆ | W ₆₇ | W ₆₈ | W ₆₉ | W ₇₀ | W ₇₁ | W ₇₂ | W ₇₃ | W ₇₄ | W ₇₅ | W ₇₆ | W ₇₇ | W ₇₈ | W ₇₉ | W ₈₀ | W ₈₁ | W ₈₂ | W ₈₃ | W ₈₄ | W ₈₅ | W ₈₆ | W ₈₇ | W ₈₈ | W ₈₉ | W ₉₀ | W ₉₁ | W ₉₂ | W ₉₃ | W ₉₄ | W ₉₅ | W ₉₆ | W ₉₇ | W ₉₈ | W ₉₉ | W ₁₀₀ | W ₁₀₁ | W ₁₀₂ | W ₁₀₃ | W ₁₀₄ | W ₁₀₅ | W ₁₀₆ | W ₁₀₇ | W ₁₀₈ | W ₁₀₉ | W ₁₁₀ | W ₁₁₁ | W ₁₁₂ | W ₁₁₃ | W ₁₁₄ | W ₁₁₅ | W ₁₁₆ | W ₁₁₇ | W ₁₁₈ | W ₁₁₉ | W ₁₂₀ | W ₁₂₁ | W ₁₂₂ | W ₁₂₃ | W ₁₂₄ | W ₁₂₅ | W ₁₂₆ | W ₁₂₇ | W ₁₂₈ | W ₁₂₉ | W ₁₃₀ | W ₁₃₁ | W ₁₃₂ | W ₁₃₃ | W ₁₃₄ | W ₁₃₅ | W ₁₃₆ | W ₁₃₇ | W ₁₃₈ | W ₁₃₉ | W ₁₄₀ | W ₁₄₁ | W ₁₄₂ | W ₁₄₃ | W ₁₄₄ | W ₁₄₅ | W ₁₄₆ | W ₁₄₇ | W ₁₄₈ | W ₁₄₉ | W ₁₅₀ | W ₁₅₁ | W ₁₅₂ | W ₁₅₃ | W ₁₅₄ | W ₁₅₅ | W ₁₅₆ | W ₁₅₇ | W ₁₅₈ | W ₁₅₉ | W ₁₆₀ | W ₁₆₁ | W ₁₆₂ | W ₁₆₃ | W ₁₆₄ | W ₁₆₅ | W ₁₆₆ | W ₁₆₇ | W ₁₆₈ | W ₁₆₉ | W ₁₇₀ | W ₁₇₁ | W ₁₇₂ | W ₁₇₃ | W ₁₇₄ | W ₁₇₅ | W ₁₇₆ | W ₁₇₇ | W ₁₇₈ | W ₁₇₉ | W ₁₈₀ | W ₁₈₁ | W ₁₈₂ | W ₁₈₃ | W ₁₈₄ | W ₁₈₅ | W ₁₈₆ | W ₁₈₇ | W ₁₈₈ | W ₁₈₉ | W ₁₉₀ | W ₁₉₁ | W ₁₉₂ | W ₁₉₃ | W ₁₉₄ | W ₁₉₅ | W ₁₉₆ | W ₁₉₇ | W ₁₉₈ | W ₁₉₉ | W ₂₀₀ | W ₂₀₁ | W ₂₀₂ | W ₂₀₃ | W ₂₀₄ | W ₂₀₅ | W ₂₀₆ | W ₂₀₇ | W ₂₀₈ | W ₂₀₉ | W ₂₁₀ | W ₂₁₁ | W ₂₁₂ | W ₂₁₃ | W ₂₁₄ | W ₂₁₅ | W ₂₁₆ | W ₂₁₇ | W ₂₁₈ | W ₂₁₉ | W ₂₂₀ | W ₂₂₁ | W ₂₂₂ | W ₂₂₃ | W ₂₂₄ | W ₂₂₅ | W ₂₂₆ | W ₂₂₇ | W ₂₂₈ | W ₂₂₉ | W ₂₃₀ | W ₂₃₁ | W ₂₃₂ | W ₂₃₃ | W ₂₃₄ | W ₂₃₅ | W ₂₃₆ | W ₂₃₇ | W ₂₃₈ | W ₂₃₉ | W ₂₄₀ | W ₂₄₁ | W ₂₄₂ | W ₂₄₃ | W ₂₄₄ | W ₂₄₅ | W ₂₄₆ | W ₂₄₇ | W ₂₄₈ | W ₂₄₉ | W ₂₅₀ | W ₂₅₁ | W ₂₅₂ | W ₂₅₃ | W ₂₅₄ | W ₂₅₅ | W ₂₅₆ | W ₂₅₇ | W ₂₅₈ | W ₂₅₉ | W ₂₆₀ | W ₂₆₁ | W ₂₆₂ | W ₂₆₃ | W ₂₆₄ | W ₂₆₅ | W ₂₆₆ | W ₂₆₇ | W ₂₆₈ | W ₂₆₉ | W ₂₇₀ | W ₂₇₁ | W ₂₇₂ | W ₂₇₃ | W ₂₇₄ | W ₂₇₅ | W ₂₇₆ | W ₂₇₇ | W ₂₇₈ | W ₂₇₉ | W ₂₈₀ | W ₂₈₁ | W ₂₈₂ | W ₂₈₃ | W ₂₈₄ | W ₂₈₅ | W ₂₈₆ | W ₂₈₇ | W ₂₈₈ | W ₂₈₉ | W ₂₉₀ | W ₂₉₁ | W ₂₉₂ | W ₂₉₃ | W ₂₉₄ | W ₂₉₅ | W ₂₉₆ | W ₂₉₇ | W ₂₉₈ | W ₂₉₉ | W ₃₀₀ | W ₃₀₁ | W ₃₀₂ | W ₃₀₃ | W ₃₀₄ | W ₃₀₅ | W ₃₀₆ | W ₃₀₇ | W ₃₀₈ | W ₃₀₉ | W ₃₁₀ | W ₃₁₁ | W ₃₁₂ | W ₃₁₃ | W ₃₁₄ | W ₃₁₅ | W ₃₁₆ | W ₃₁₇ | W ₃₁₈ | W ₃₁₉ | W ₃₂₀ | W ₃₂₁ | W ₃₂₂ | W ₃₂₃ | W ₃₂₄ | W ₃₂₅ | W ₃₂₆ | W ₃₂₇ | W ₃₂₈ | W ₃₂₉ | W ₃₃₀ | W ₃₃₁ | W ₃₃₂ | W ₃₃₃ | W ₃₃₄ | W ₃₃₅ | W ₃₃₆ | W ₃₃₇ | W ₃₃₈ | W ₃₃₉ | W ₃₄₀ | W ₃₄₁ | W ₃₄₂ | W ₃₄₃ | W ₃₄₄ | W ₃₄₅ | W ₃₄₆ | W ₃₄₇ | W ₃₄₈ | W ₃₄₉ | W ₃₅₀ | W ₃₅₁ | W ₃₅₂ | W ₃₅₃ | W ₃₅₄ | W ₃₅₅ | W ₃₅₆ | W ₃₅₇ | W ₃₅₈ | W ₃₅₉ | W ₃₆₀ | W ₃₆₁ | W ₃₆₂ | W ₃₆₃ | W ₃₆₄ | W ₃₆₅ | W ₃₆₆ | W ₃₆₇ | W ₃₆₈ | W ₃₆₉ | W ₃₇₀ | W ₃₇₁ | W ₃₇₂ | W ₃₇₃ | W ₃₇₄ | W ₃₇₅ | W ₃₇₆ | W ₃₇₇ | W ₃₇₈ | W ₃₇₉ | W ₃₈₀ | W ₃₈₁ | W ₃₈₂ | W ₃₈₃ | W ₃₈₄ | W ₃₈₅ | W ₃₈₆ | W ₃₈₇ | W ₃₈₈ | W ₃₈₉ | W ₃₉₀ | W ₃₉₁ | W ₃₉₂ | W ₃₉₃ | W ₃₉₄ | W ₃₉₅ | W ₃₉₆ | W ₃₉₇ | W ₃₉₈ | W ₃₉₉ | W ₄₀₀ | W ₄₀₁ | W ₄₀₂ | W ₄₀₃ | W ₄₀₄ | W ₄₀₅ | W ₄₀₆ | W ₄₀₇ | W ₄₀₈ | W ₄₀₉ | W ₄₁₀ | W ₄₁₁ | W ₄₁₂ | W ₄₁₃ | W ₄₁₄ | W ₄₁₅ | W ₄₁₆ | W ₄₁₇ | W ₄₁₈ | W ₄₁₉ | W ₄₂₀ | W ₄₂₁ | W ₄₂₂ | W ₄₂₃ | W ₄₂₄ | W ₄₂₅ | W ₄₂₆ | W ₄₂₇ | W ₄₂₈ | W ₄₂₉ | W ₄₃₀ | W ₄₃₁ | W ₄₃₂ | W ₄₃₃ | W ₄₃₄ | W ₄₃₅ | W ₄₃₆ | W ₄₃₇ | W ₄₃₈ | W ₄₃₉ | W ₄₄₀ | W ₄₄₁ | W ₄₄₂ | W ₄₄₃ | W ₄₄₄ | W ₄₄₅ | W ₄₄₆ | W ₄₄₇ | W ₄₄₈ | W ₄₄₉ | W ₄₅₀ | W ₄₅₁ | W ₄₅₂ | W ₄₅₃ | W ₄₅₄ | W ₄₅₅ | W ₄₅₆ | W ₄₅₇ | W ₄₅₈ | W ₄₅₉ | W ₄₆₀ | W ₄₆₁ | W ₄₆₂ | W ₄₆₃ | W ₄₆₄ | W ₄₆₅ | W ₄₆₆ | W ₄₆₇ | W ₄₆₈ | W ₄₆₉ | W ₄₇₀ | W ₄₇₁ | W ₄₇₂ | W ₄₇₃ | W ₄₇₄ | W ₄₇₅ | W ₄₇₆ | W ₄₇₇ | W ₄₇₈ | W ₄₇₉ | W ₄₈₀ | W ₄₈₁ | W ₄₈₂ | W ₄₈₃ | W ₄₈₄ | W ₄₈₅ | W ₄₈₆ | W ₄₈₇ | W ₄₈₈ | W ₄₈₉ | W ₄₉₀ | W ₄₉₁ | W ₄₉₂ | W ₄₉₃ | W ₄₉₄ | W ₄₉₅ | W ₄₉₆ | W ₄₉₇ | W ₄₉₈ | W ₄₉₉ | W ₅₀₀ | W ₅₀₁ | W ₅₀₂ | W ₅₀₃ | W ₅₀₄ | W ₅₀₅ | W ₅₀₆ | W ₅₀₇ | W ₅₀₈ | W ₅₀₉ | W ₅₁₀ | W ₅₁₁ | W ₅₁₂ | W ₅₁₃ | W ₅₁₄ | W ₅₁₅ | W ₅₁₆ | W ₅₁₇ | W ₅₁₈ | W ₅₁₉ | W ₅₂₀ | W ₅₂₁ | W ₅₂₂ | W ₅₂₃ | W ₅₂₄ | W ₅₂₅ | W ₅₂₆ | W ₅₂₇ | W ₅₂₈ | W ₅₂₉ | W ₅₃₀ | W ₅₃₁ | W ₅₃₂ | W ₅₃₃ | W ₅₃₄ | W ₅₃₅ | W ₅₃₆ | W ₅₃₇ | W ₅₃₈ | W ₅₃₉ | W ₅₄₀ | W ₅₄₁ | W ₅₄₂ | W ₅₄₃ | W ₅₄₄ | W ₅₄₅ | W ₅₄₆ | W ₅₄₇ | W ₅₄₈ | W ₅₄₉ | W ₅₅₀ | W ₅₅₁ | W ₅₅₂ | W ₅₅₃ | W ₅₅₄ | W ₅₅₅ | W ₅₅₆ | W ₅₅₇ | W ₅₅₈ | W ₅₅₉ | W ₅₆₀ | W ₅₆₁ | W ₅₆₂ | W ₅₆₃ | W ₅₆₄ | W ₅₆₅ | W ₅₆₆ | W ₅₆₇ | W ₅₆₈ | W ₅₆₉ | W ₅₇₀ | W ₅₇₁ | W ₅₇₂ | W ₅₇₃ | W ₅₇₄ | W ₅₇₅ | W ₅₇₆ | W ₅₇₇ | W ₅₇₈ | W ₅₇₉ | W ₅₈₀ | W ₅₈₁ | W ₅₈₂ | W ₅₈₃ | W ₅₈₄ | W ₅₈₅ | W ₅₈₆ | W ₅₈₇ | W ₅₈₈ | W ₅₈₉ | W ₅₉₀ | W ₅₉₁ | W ₅₉₂ | W ₅₉₃ | W ₅₉₄ | W ₅₉₅ | W ₅₉₆ | W ₅₉₇ | W ₅₉₈ | W ₅₉₉ | W ₆₀₀ | W ₆₀₁ | W ₆₀₂ | W ₆₀₃ | W ₆₀₄ | W ₆₀₅ | W ₆₀₆ | W ₆₀₇ | W ₆₀₈ | W ₆₀₉ | W ₆₁₀ | W ₆₁₁ | W ₆₁₂ | W ₆₁₃ | W ₆₁₄ | W ₆₁₅ | W ₆₁₆ | W ₆₁₇ | W ₆₁₈ | W ₆₁₉ | W ₆₂₀ | W ₆₂₁ | W ₆₂₂ | W ₆₂₃ | W ₆₂₄ | W ₆₂₅ | W ₆₂₆ | W ₆₂₇ | W ₆₂₈ | W ₆₂₉ | W ₆₃₀ | W ₆₃₁ | W ₆₃₂ | W ₆₃₃ | W ₆₃₄ | W ₆₃₅ | W ₆₃₆ | W ₆₃₇ | W ₆₃₈ | W ₆₃₉ | W ₆₄₀ | W ₆₄₁ | W ₆₄₂ | W ₆₄₃ | W ₆₄₄ | W ₆₄₅ | W ₆₄₆ | W ₆₄₇ | W ₆₄₈ | W ₆₄₉ | W ₆₅₀ | W ₆₅₁ | W ₆₅₂ | W ₆₅₃ | W ₆₅₄ | W ₆₅₅ | W ₆₅₆ | W ₆₅₇ | W ₆₅₈ | W ₆₅₉ | W ₆₆₀ | W ₆₆₁ | W ₆₆₂ | W ₆₆₃ | W ₆₆₄ | W ₆₆₅ | W ₆₆₆ | W ₆₆₇ | W ₆₆₈ | W ₆₆₉ | W ₆₇₀ | W ₆₇₁ | W ₆₇₂ | W ₆₇₃ | W ₆₇₄ | W ₆₇₅ | W ₆₇₆ | W ₆₇₇ | W ₆₇₈ | W ₆₇₉ | W ₆₈₀ | W ₆₈₁ | W ₆₈₂ | W ₆₈₃ | W ₆₈₄ | W ₆₈₅ | W ₆₈₆ | W ₆₈₇ | W ₆₈₈ | W ₆₈₉ | W ₆₉₀ | W ₆₉₁ | W ₆₉₂ | W ₆₉₃ | W ₆₉₄ | W ₆₉₅ | W ₆₉₆ | W ₆₉₇ | W ₆₉₈ | W ₆₉₉ | W ₇₀₀ | W ₇₀₁ | W ₇₀₂ | W ₇₀₃ | W ₇₀₄ | W ₇₀₅ | W ₇₀₆ | W ₇₀₇ | W ₇₀₈ | W ₇₀₉ | W ₇₁₀ | W ₇₁₁ | W ₇₁₂ | W ₇₁₃ | W ₇₁₄ | W ₇₁₅ | W ₇₁₆ | W ₇₁₇ | W ₇₁₈ | W ₇₁₉ | W ₇₂₀ | W ₇₂₁ | W ₇₂₂ | W ₇₂₃ | W ₇₂₄ | W ₇₂₅ | W ₇₂₆ | W ₇₂₇ | W ₇₂₈ | W ₇₂₉ | W ₇₃₀ | W ₇₃₁ | W ₇₃₂ | W ₇₃₃ | W ₇₃₄ | W ₇₃₅ | W ₇₃₆ | W ₇₃₇ | W ₇₃₈ | W ₇₃₉ | W ₇₄₀ | W ₇₄₁ | W ₇₄₂ | W ₇₄₃ | W ₇₄₄ | W ₇₄₅ | W ₇₄₆ | W ₇₄₇ | W ₇₄₈ | W ₇₄₉ | W ₇₅₀ | W ₇₅₁ | W ₇₅₂ | W ₇₅₃ | W ₇₅₄ | W ₇₅₅ | W ₇₅₆ | W ₇₅₇ | W ₇₅₈ | W ₇₅₉ | W ₇₆₀ | W ₇₆₁ | W ₇₆₂ | W ₇₆₃ | W ₇₆₄ | W ₇₆₅ | W ₇₆₆ | W ₇₆₇ | W ₇₆₈ | W ₇₆₉ | W ₇₇₀ | W ₇₇₁ | W ₇₇₂ | W ₇₇₃ | W ₇₇₄ | W ₇₇₅ | W ₇₇₆ | W ₇₇₇ | W ₇₇₈ | W ₇₇₉ | W ₇₈₀ | W ₇₈₁ | W ₇₈₂ | W ₇₈₃ | W ₇₈₄ | W ₇₈₅ | W ₇₈₆ | W ₇₈₇ | W ₇₈₈ | W ₇₈₉ | W ₇₉₀ | W ₇₉₁ | W ₇₉₂ | W ₇₉₃ | W ₇₉₄ | W ₇₉₅ | W ₇₉₆ | W ₇₉₇ | W ₇₉₈ | W ₇₉₉ | W ₈₀₀ | W ₈₀₁ | W ₈₀₂ | W ₈₀₃ | W ₈₀₄ | W ₈₀₅ | W ₈₀₆ | W ₈₀₇ | W ₈₀₈ | W ₈₀₉ | W ₈₁₀ | W ₈₁₁ | W ₈₁₂ | W ₈₁₃ | W ₈₁₄ | W ₈₁₅ | W ₈₁₆ | W ₈₁₇ | W ₈₁₈ | W ₈₁₉ | W ₈₂₀ | W ₈₂₁ | W ₈₂₂ | W ₈₂₃ | W ₈₂₄ | W ₈₂₅ | W ₈₂₆ | W ₈₂₇ | W ₈₂₈ | W ₈₂₉ | W ₈₃₀ | W ₈₃₁ | W ₈₃₂ | W ₈₃₃ | W ₈₃₄ | W ₈₃₅ | W ₈₃₆ | W ₈₃₇ | W ₈₃₈ | W ₈₃₉ | W ₈₄₀ | W ₈₄₁ | W ₈₄₂ | W ₈₄₃ | W ₈₄₄ | W ₈₄₅ | W ₈₄₆ | W ₈₄₇ | W ₈₄₈ | W ₈₄₉ | W ₈₅₀ | W ₈₅₁ | W ₈₅₂ | W ₈₅₃ | W ₈₅₄ | W ₈₅₅ | W ₈₅₆ | W ₈₅₇ | W ₈₅₈ | W ₈₅₉ | W ₈₆₀ | W ₈₆₁ | W ₈₆₂ | W ₈₆₃ | W ₈₆₄ | W ₈₆₅ | W ₈₆₆ | W ₈₆₇ | W ₈₆₈ | W ₈₆₉ | W ₈₇₀ | W ₈₇₁ | W ₈₇₂ | W ₈₇₃ | W ₈₇₄ | W ₈₇₅ | W ₈₇₆ | W ₈₇₇ | W ₈₇₈ |

