

(H26～H30 特別電源所在県科学技術振興事業補助金)

## <終了報告>

# 福井県における 越境大気汚染の解明に関する研究

— PM<sub>2.5</sub>の環境中挙動と発生源寄与解明 —

環境部

大気・化学物質研究G 岡 恭子

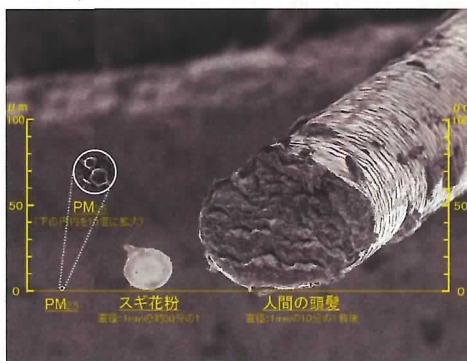
共同研究者：藤田研究員(分析、雨水調査)、  
竹内研究員(分析、前駆物質調査)、  
管理室 高岡研究員(モデル解析)、清水研究員(モデル解析)

過去の担当者：福島綾子(～H26主担当)、  
川下博之(H27分析)、山崎隆博(H27VOC調査)、  
吉川昌範(～H29全般調整)、西澤憲彰(H30全般調整)

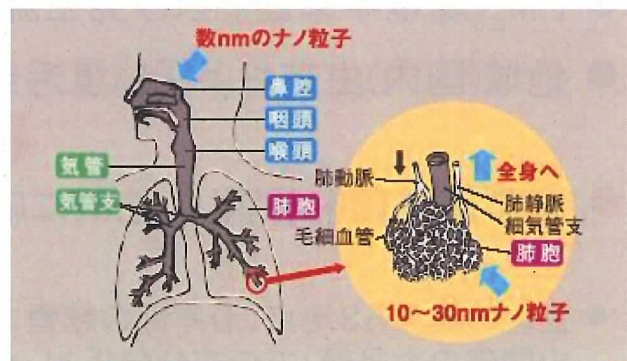
## PM<sub>2.5</sub>(微小粒子状物質)とは・・・?

PM<sub>2.5</sub> = Particulate Matter 2.5  
粒子状 物質

- ・ 大気中に浮遊している2.5 $\mu\text{m}$ (1 $\mu\text{m}$ は1mmの千分の1)以下の小さな粒子
- ・ 単一の化学物質ではなく、様々な物質の混合物。発生源によって成分は変化。
- ・ 非常に小さな粒子のため、呼吸器系および循環器系への影響が懸念されている。



<東京都環境局HP>



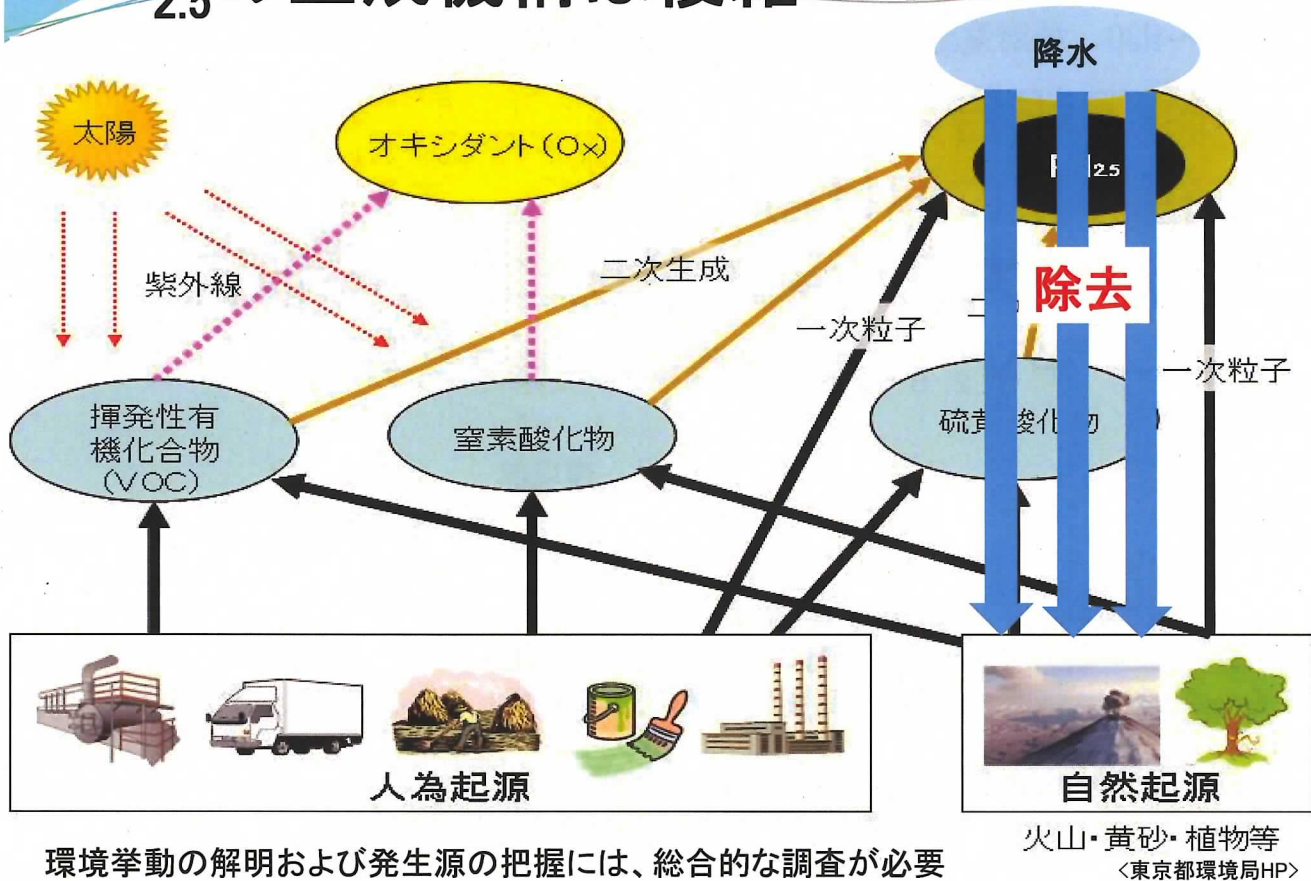
<国立環境研究所HP>

### [ 環境基準 ]

1年平均値 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 かつ 1日平均値(年間98パーセンタイル値※) 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下

※1年間の測定を通じて得られた1日平均値のうち、低いほうから数えて98%目の値

# PM<sub>2.5</sub>の生成機構は複雑！！



## 研究の背景と目的と内容

- PM<sub>2.5</sub>は呼吸器系や循環器系への健康影響が懸念されている。
- 環境基準を超過することがある。特に、東アジア地域からの越境大気汚染と考えられるPM<sub>2.5</sub>高濃度事象が問題となっている。

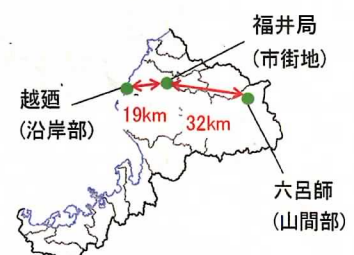


- PM<sub>2.5</sub>環境中挙動および発生源を解明する。
- 地域(国内)由来および越境汚染の寄与を推定する。



- 高濃度要因を解明し、地域に応じたPM<sub>2.5</sub>対策の基礎とする。

- 立地の異なる3地点(沿岸部の越廼、市街地の福井、山間部の六呂師)での成分分析とレセプターモデル解析(PMF解析)による発生源解析
- 日内変動調査、前駆物質(VOC)調査、雨水調査による環境中挙動の解析

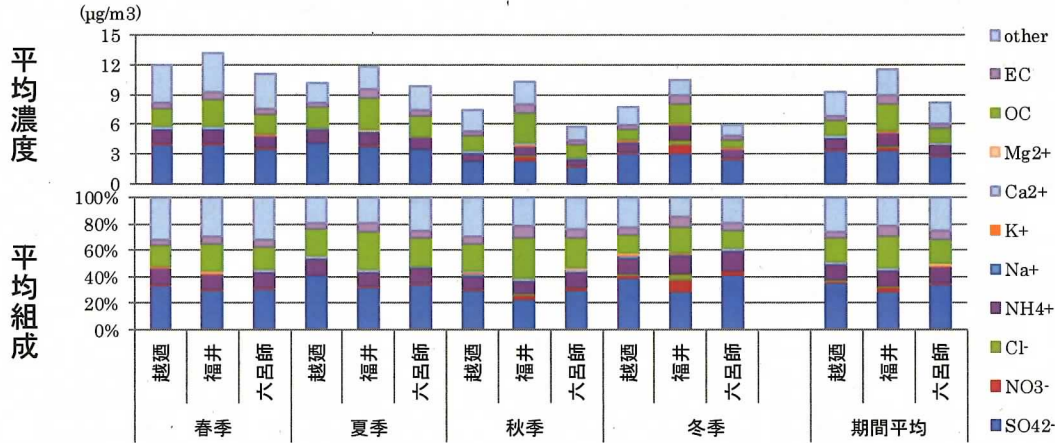


- 化学輸送モデル解析(WRF/CMAQ解析)による越境大気汚染の寄与率の計算

# 調査結果

## ○平均成分濃度・組成(主成分)

※H27夏季を除く  
各季3カ年の平均



- 3地点とも、春・夏季の方が秋・冬季よりも質量濃度が高い
- 市街である福井では、他2地点よりも質量濃度が高く、秋・冬の $\text{NO}_3^-$ 濃度が高い

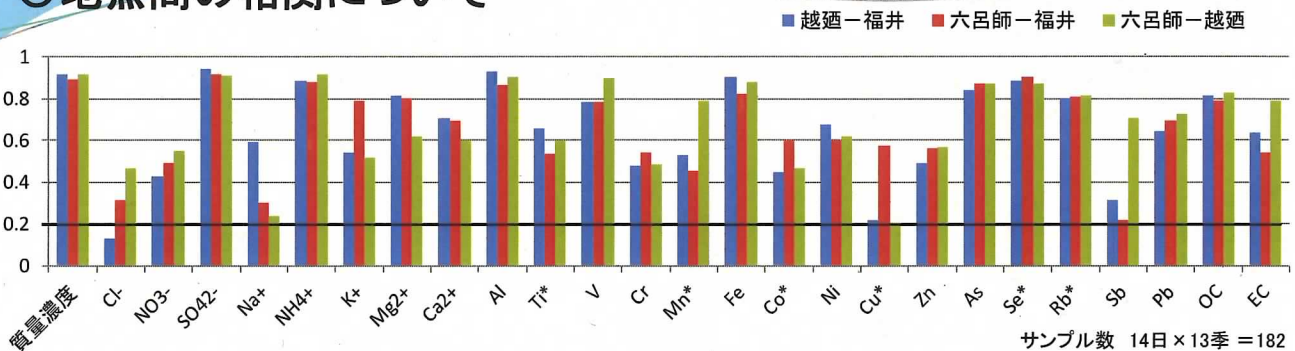
3地点に共通する特徴も、各地点に特化する特徴もある

- 質量濃度の70%以上、(分析成分の95%以上)が $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OC}$ 、 $\text{EC}$ 、 $\text{NO}_3^-$ の5成分  
 $\text{SO}_4^{2-}$ は、主に大陸からの移流  
 福井では、他の2地点よりも $\text{NO}_3^-$ や $\text{OC}$ ・ $\text{EC}$ の割合が他の2地点より高い



市街地での地域汚染は、  
主に炭素成分と硝酸

## ○地点間の相関について



相関が高い (広域的汚染影響大)	想定発生源	相関が低い (局所的汚染影響大)	想定発生源
質量濃度		$\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$	海塩、廃棄物焼却等
$\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$	二次生成	Sb	ブレーキ粉塵、 廃棄物焼却等
As、Se	廃棄物焼却等	$\text{NO}_3^-$	二次生成
Al、Fe	土壌等		

ほとんどの成分で3地点とも相関がある ⇒ 広域汚染の影響が大きい

# ○環境中挙動について

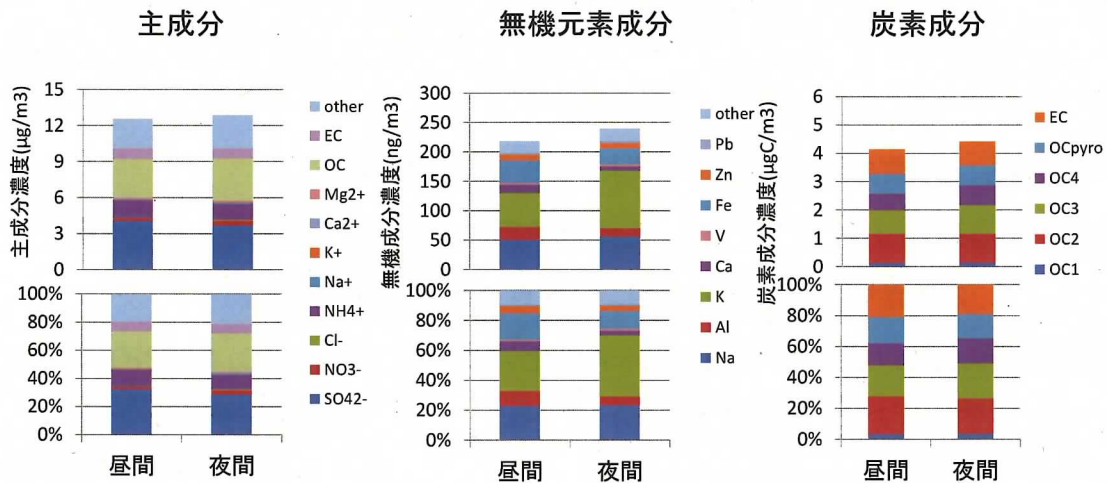
## 光化学反応によるPM<sub>2.5</sub>の生成について

### ・PM<sub>2.5</sub>成分分析 日内(昼夜)変動調査

調査地点：福井 昼間：6:00～18:00 夜間：18:00～6:00 調査日数：7日間

調査期間：H26～29年夏季に1回/年、H28年は春季にも1回

### 昼夜別質量濃度とその組成(調査した5回の平均)

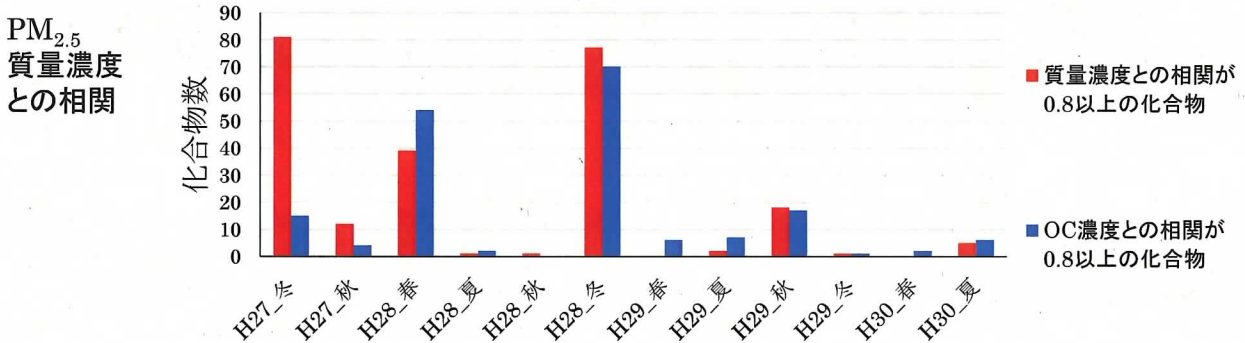


### ・前駆物質(VOC)調査

測定場所：福井局(市街地)

測定期間：成分分析期間中の連続する月曜日から金曜日までの5日間

測定対象：VOC 97種を定量



### 日内変動(H29)

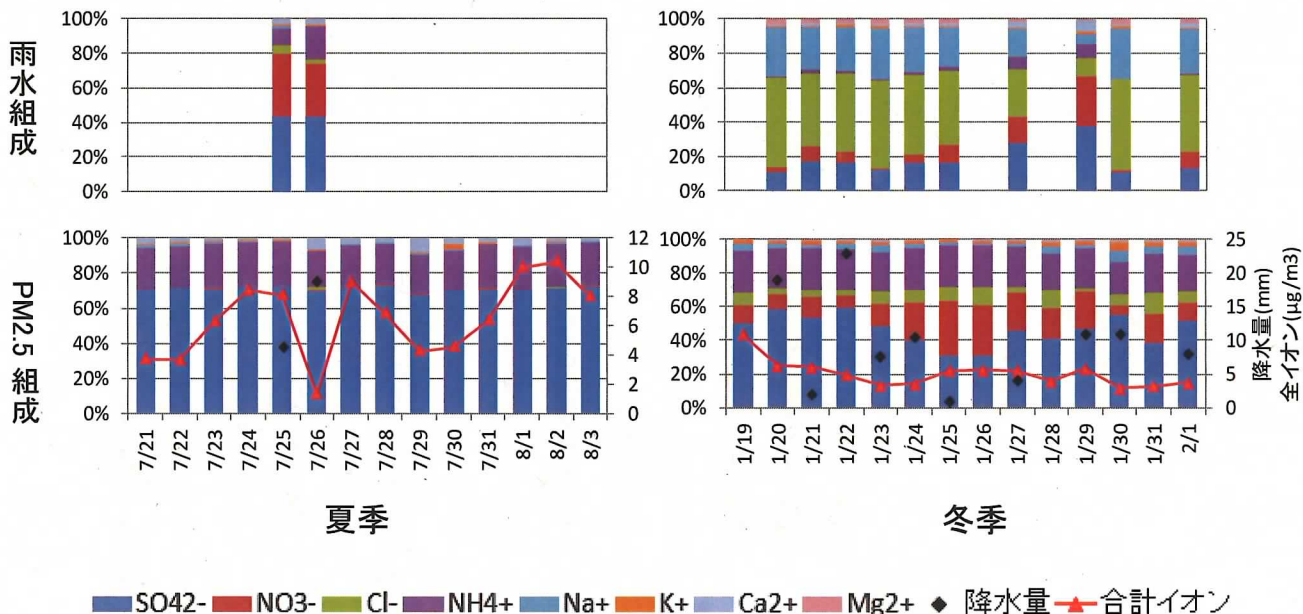


# 雨水調査

調査場所: 福井局(市街地)  
測定対象: イオン成分8種

調査期間: 成分分析期間中の降雨日

例) 平成28年度



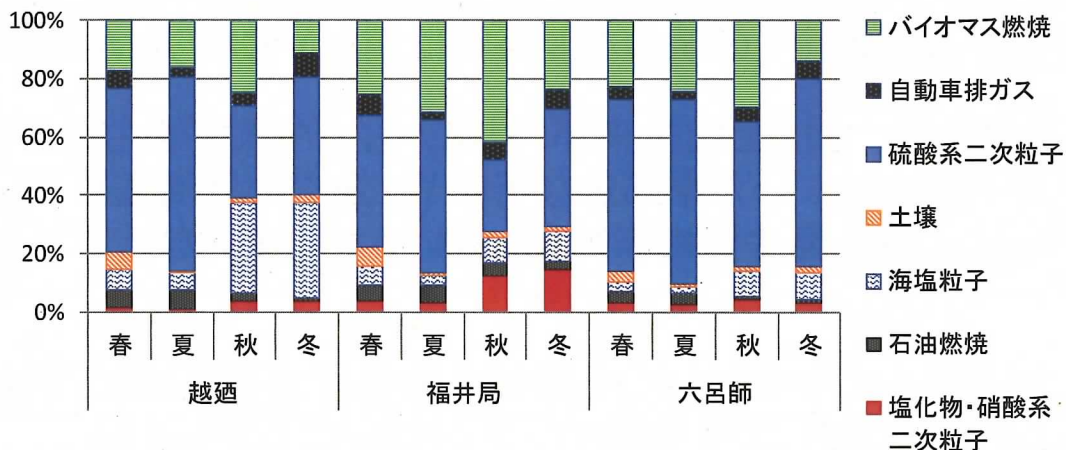
# 発生源寄与解析 (PMF解析結果)

解析に使用したデータ:

H26夏季~H29夏季に実施した成分分析調査結果  
+ H25年から実施している大気観測局での成分分析調査結果

- 解析項目: ① イオン成分:  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  など7項目  
② 金属成分: Al、Fe、V など12項目  
③ 炭素成分: OC(有機炭素)、EC(元素状炭素)2項目

※ Se、Rb、Mo などの微量成分は影響が小さいので除外

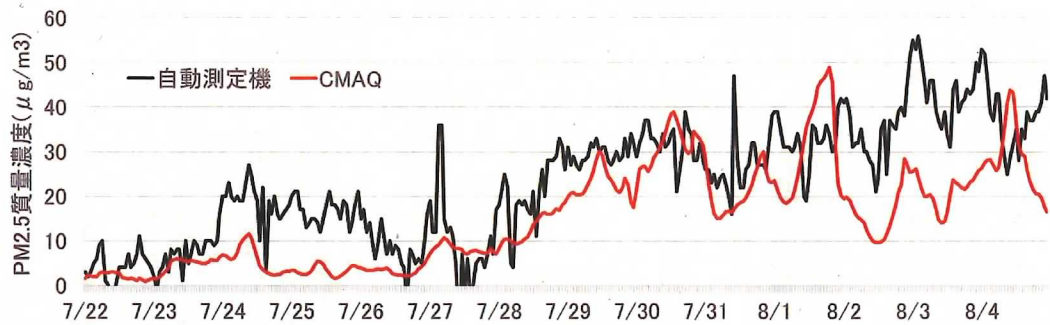


## ○発生地寄与解析(WRF/CMAQ解析)

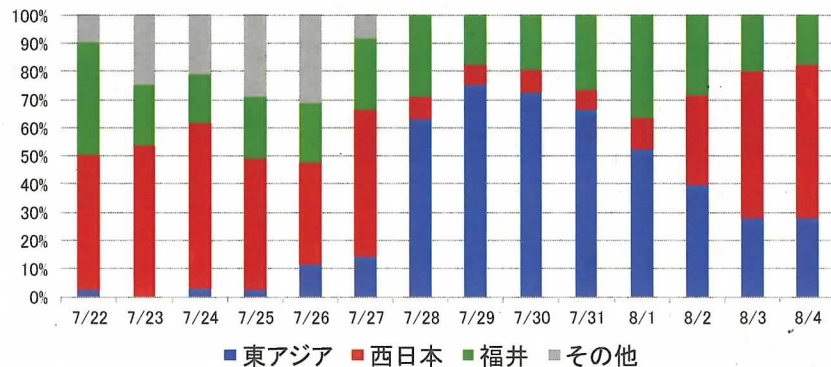
地点:福井局

期間:平成27年夏(7月22日10時~8月5日10時)

1時間値



ゼロアウト法による発生地域の寄与割合計算結果



## まとめ

福井県のPM<sub>2.5</sub>は、県外からの流入とみられる広域的な汚染があり、さらに市街地では、炭素成分や硝酸成分等の地域的な汚染が追加されていると考えられた。

PM<sub>2.5</sub>の光化学反応による大気中での生成や降水による除去作用など、環境中の挙動について調査するため、日照の有無による差をみるための日内変動調査や、前駆物質の濃度調査や、雨水中のイオン成分の調査を行ったが、今回の調査においては、PM<sub>2.5</sub>質量濃度や成分濃度との明確な関係性は明らかにならなかった。

発生源比は、春は土壌由来が、秋はバイオマス燃焼由来が他の季節よりも高いといった季節的な特徴や、海沿いは海塩粒子由来、市街地は人為的発生源由来が高いといった地域的な特徴があった。

WRF/CMAQ解析により東アジアからの越境大気汚染の寄与割合を求めた結果、日によって異なり、0~75%程度であった。

# 今年度からは

## 福井県における越境大気汚染の解明に関する研究 —PM<sub>2.5</sub>の発生源に関する研究— (R01～05)

PM<sub>2.5</sub>濃度の高濃度に寄与している発生源の解明のため、モデル解析による各発生源や越境大気汚染の寄与計算を行い、発生源や発生場所の影響について調査を行う。

これまでの研究において、福井県内の地域汚染に炭素成分が多く、バイオマス燃焼の影響がありそうだとわかったので、炭素成分の分析をより詳細に行う。

・化学輸送モデル解析による越境大気汚染の寄与計算



WRF/CMAQ解析による発生源寄与解析

・PM<sub>2.5</sub>の成分分析  
〔レボグルコサン・水溶性炭素成分〕



PMF解析による発生源寄与解析

