

# 福井県における PM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析

福井県衛生環境研究センター  
岡恭子, 高岡大, 清水隆浩

## 背景と目的

- PM<sub>2.5</sub>は呼吸器系や循環器系への健康影響が懸念。
- 環境基準を超過することがある。
- 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。



地域に応じたPM<sub>2.5</sub>対策のため、  
高濃度要因を解明したい。



PM<sub>2.5</sub>の発生源および発生地を解明する。

# 概要

## PM<sub>2.5</sub>の発生源の解明

成分分析 (PM<sub>2.5</sub>に含まれている成分の調査)



## レセプターモデル解析 (PMF解析)

石油燃焼、自動車、海塩などの発生源の解析

どんな発生源からの発生がどの程度寄与しているか

## PM<sub>2.5</sub>の発生地 of 解明

## 化学輸送モデル解析 (WRF/CMAQ解析)

東アジア由来、県内由来などの発生地 of 解析

どの地域からの発生がどの程度寄与しているか

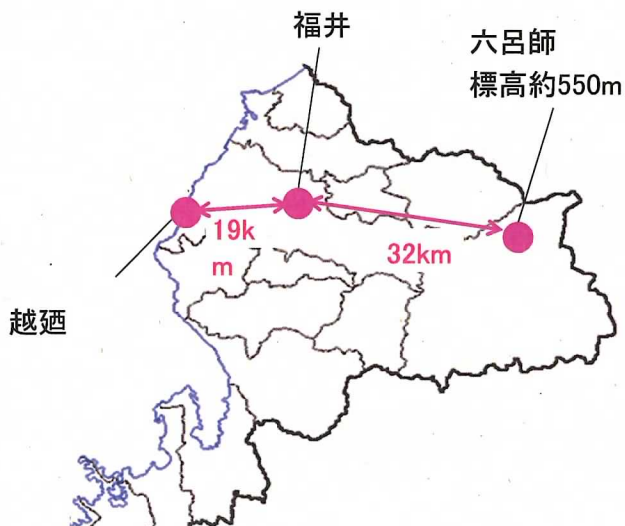
# 成分分析

測定期間 : H26年度夏季～H29年度夏季 各2週間(14日間)  
(環境省調査時期)

サンプリング時間 : 朝10:00～翌朝10:00の24時間

測定地点 : 福井(市街地)、越廼(沿岸部)、六呂師(山間部)

測定項目 : 質量濃度、イオン成分(8項目)、炭素成分(OC、EC)  
無機元素成分(29項目)



# PMF解析

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福井県内の大気観測局での成分分析調査結果

分析項目:

- 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

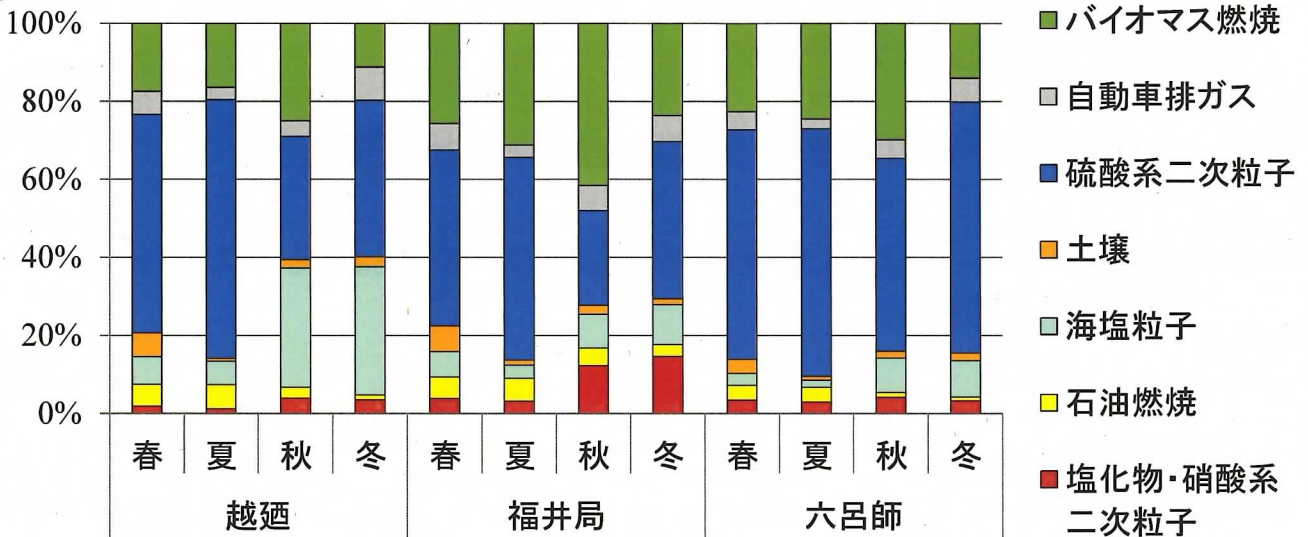
# PMF解析結果

○算出された発生源の種類と指標成分

発生源の種類	指標成分
バイオマス燃焼	$\text{K}^+$ 、OC、EC
自動車排ガス	Pb、Zn
硫酸系二次粒子	$\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$
海塩粒子	$\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$
土壌	Al、Ca、Fe
石油燃焼	V、Ni
塩化物・硝酸系二次粒子	$\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$

各因子の特徴的な指標成分から発生源の種類を割り当てた。

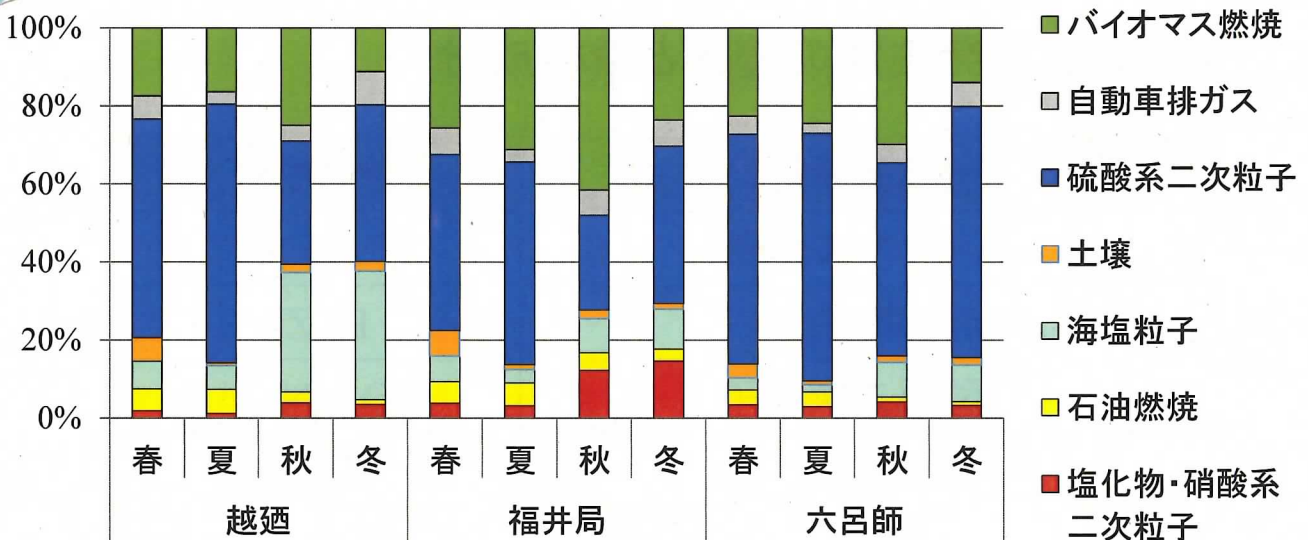
# PMF解析結果



## ● 地点的・季節的特徴

- ・3地点とも春に土壌成分の割合が高い
- ・秋・冬に海塩粒子の割合が高く、特に越廼(沿岸部)で高い
- ・福井(市街地)では秋・冬に硝酸系二次粒子の割合が高い
- ・秋にバイオマス燃焼の割合が3地点とも高く、特に福井で高い

# PMF解析結果



## ● 硫酸系二次粒子の寄与割合が最も高い。

- ・地点を問わず高い割合
- ・山間部(近隣に大規模発生源が無い)では4季を通じて高い割合

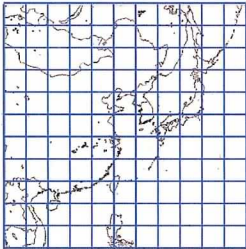


越境汚染などの広域的な影響

# WRF/CMAQ解析とは

## ● シミュレーション解析のひとつ

調査期間外、調査地点外の濃度を求めることが可能。



大気を仮想の3次元格子で区切り、格子ごとにあらゆる物理・化学過程を考慮してさまざまな物質の収支をとり、変化していく濃度を予測する。

特定地域(排出源)の寄与割合を求めることが可能。

評価したい排出源の排出量をゼロにした場合の濃度の減少分を、その排出源の寄与とみなす。(ゼロアウト法)

他の排出源からの物質との化学反応の影響がなくなってしまう問題がある。  
その影響を減らすため、ゼロではなく、一定割合を削減して、評価する方法もある。

# WRFおよびCMAQについて

## WRFv3.7.1

### 【入力データ】

- ・気象データ (NCEP FNL)
- ・土地利用・地形データ (USGS) (住宅地、農地等の用途や、山、海等の地形)



### 【気象モデル計算】 (WRF)

- ・物理過程  
雲、乱流 など
- ・化学過程  
運動方程式、  
状態方程式 など



### 【出力データ】

- 気象データ (任意の格子、時間軸)

## CMAQv5.0.2

### 【入力データ】

- ・気象モデル (WRF)
- ・排出インベントリ



### 【化学物質輸送モデル計算】 (CMAQ)

- 大気汚染物質濃度
  - ⇨ 水平・鉛直移流・拡散
  - ⇨ ガスの光化学反応
  - ⇨ 粒子化反応
  - ⇨ 沈着 など



### 【出力データ】

- 環境濃度 (任意の格子、時間軸)

# WRF/CMAQ解析

解析した期間:

- ・平成27年夏季の環境省成分分析調査期間  
(2015年7月22日～8月4日)

解析地点:

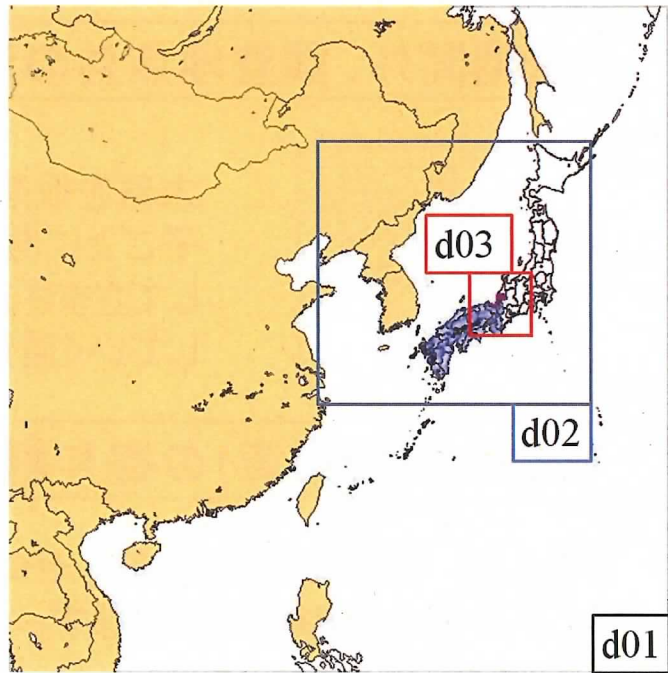
- ・福井局

領域設定:

- ・d01 (45kmメッシュ)
- ・d02 (15kmメッシュ)
- ・d03 (5kmメッシュ)

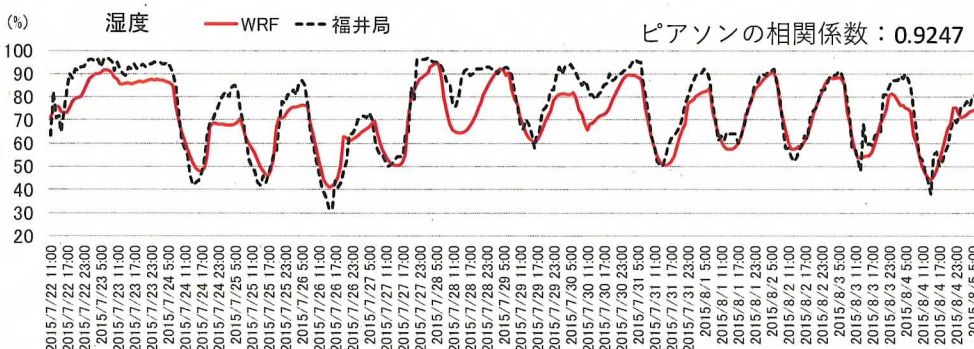
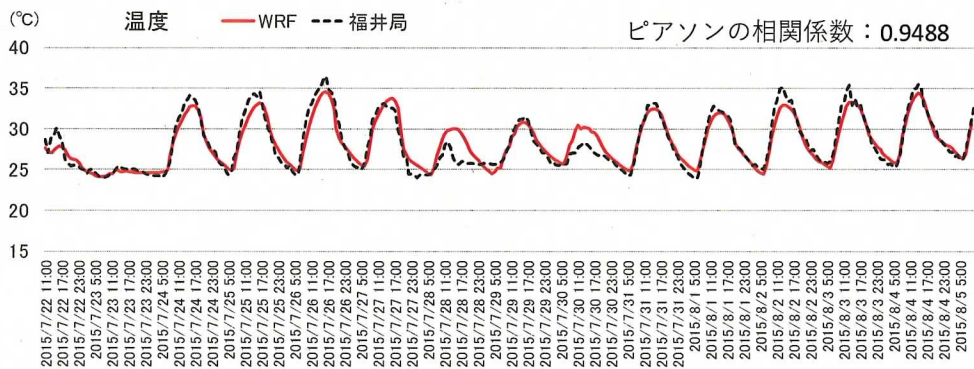
発生地解析地:

- ・東アジア
- ・西日本
- ・福井県



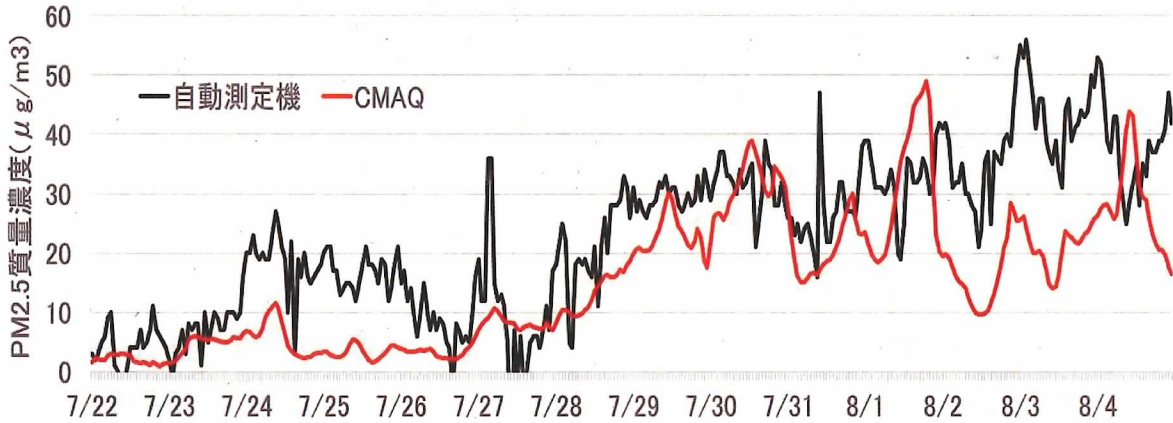
# WRF計算結果

地点: 福井局 期間: 2015年7月22日10時～8月5日10時



# CMAQ計算結果

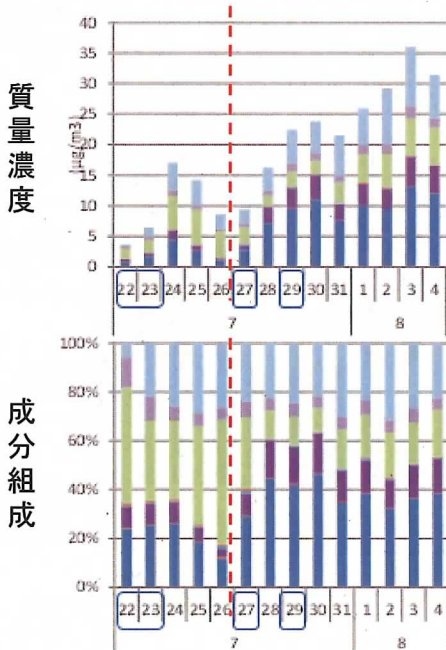
## 自動測定機の1時間値との比較



- ピアソンの相関係数: 0.71
- 期間後半に高濃度になる特徴は再現できている。

# 成分分析結果

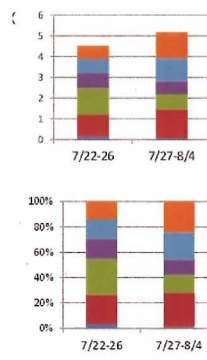
## 成分濃度・組成



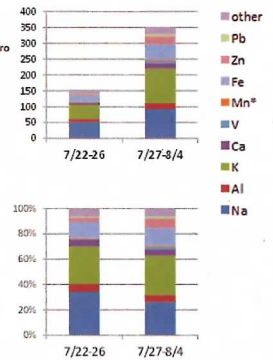
## 主成分



## 炭素成分



## 無機元素成分

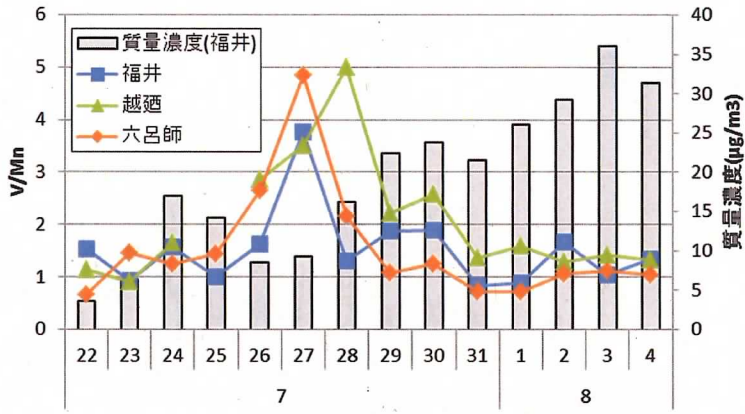


主成分、炭素成分、無機元素成分とも、期間の前半と後半で濃度や組成が異なる

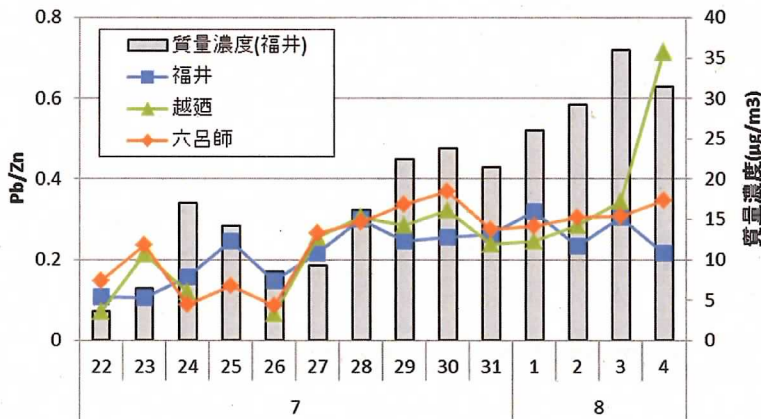


異なる発生源の影響が推測

# 成分分析結果



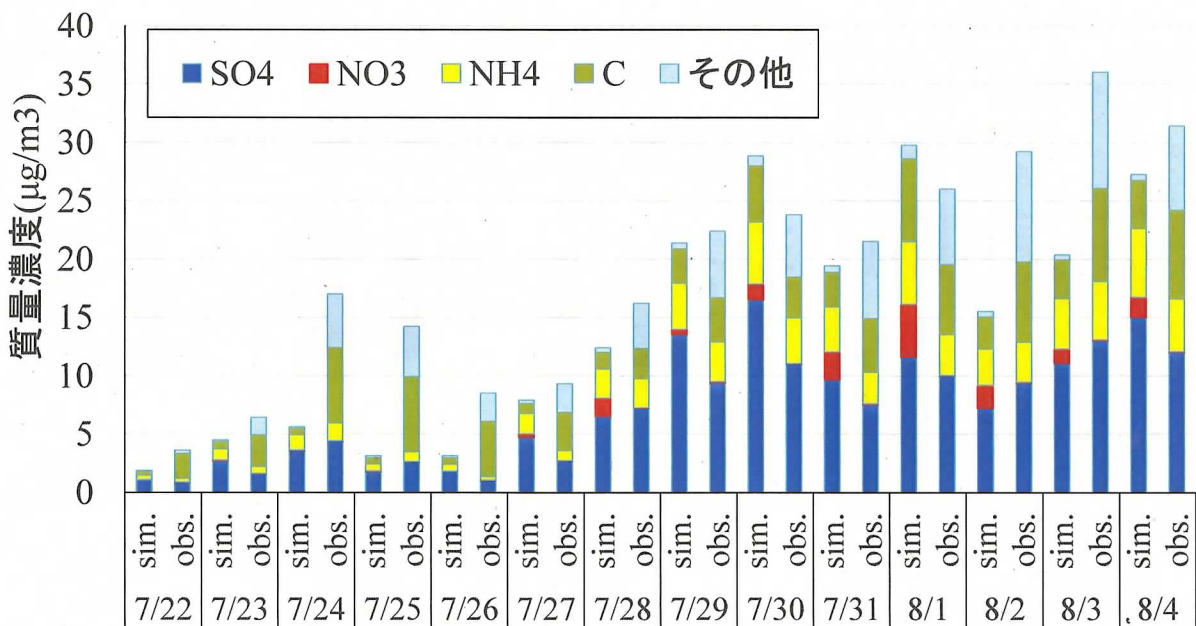
● V/Mnの値は、7月26～28日に高くなっている。



● 7月27日から質量濃度の増加とともにPb/Znの値が高くなっている。

# CMAQ計算結果

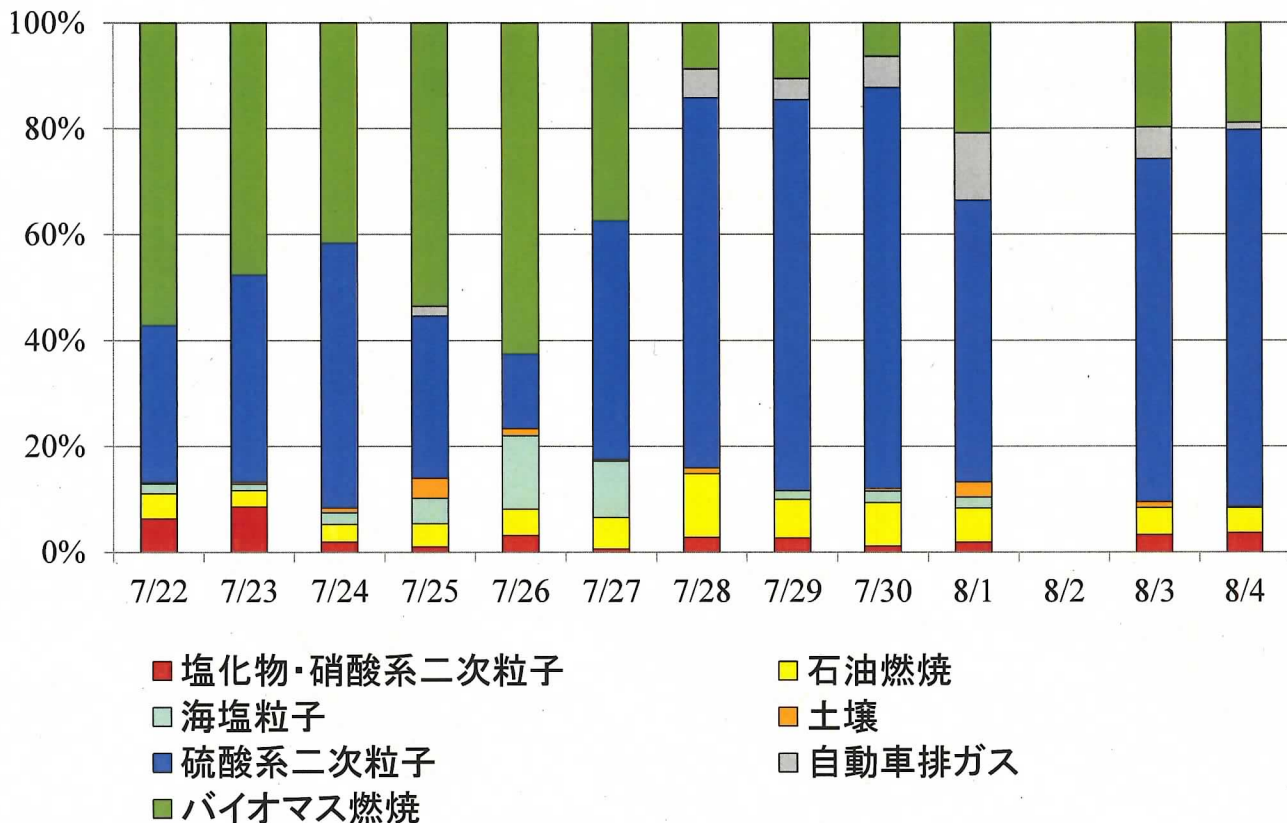
## 成分分析結果との比較



● ピアソンの相関係数: 0.78

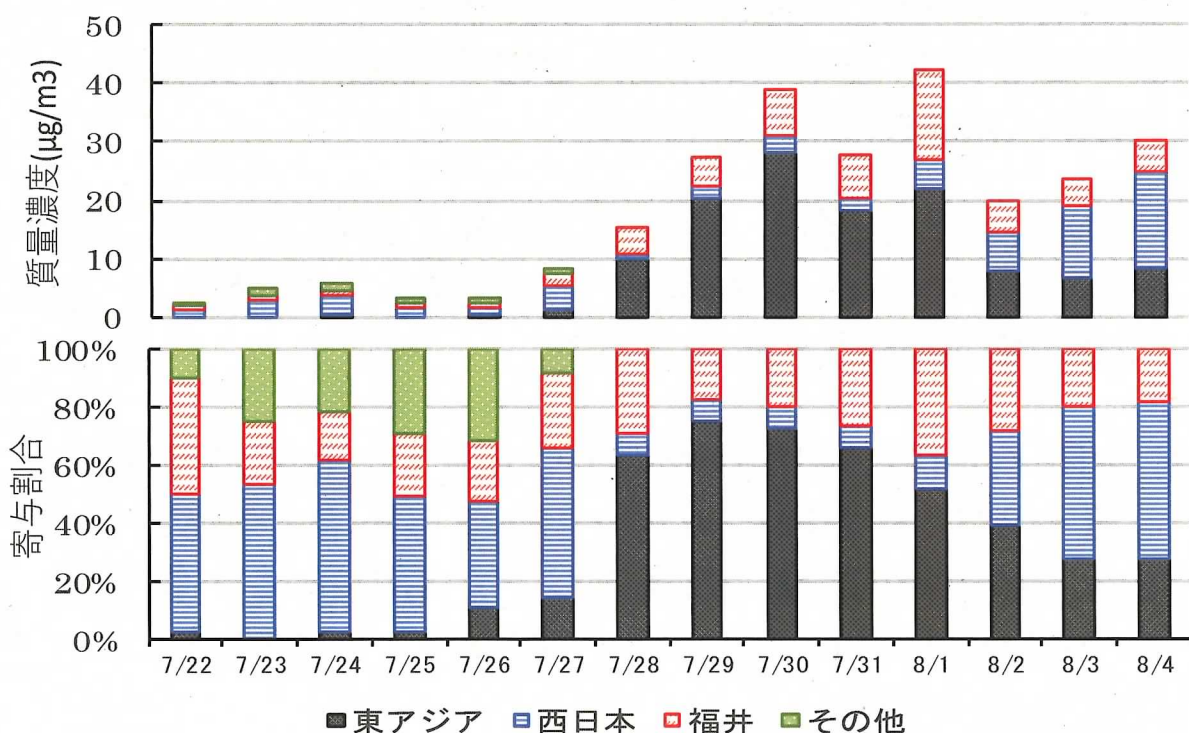


# PMF計算結果



# CMAQ計算結果

ゼロアウト法による発生地解析



# 後方流跡線解析

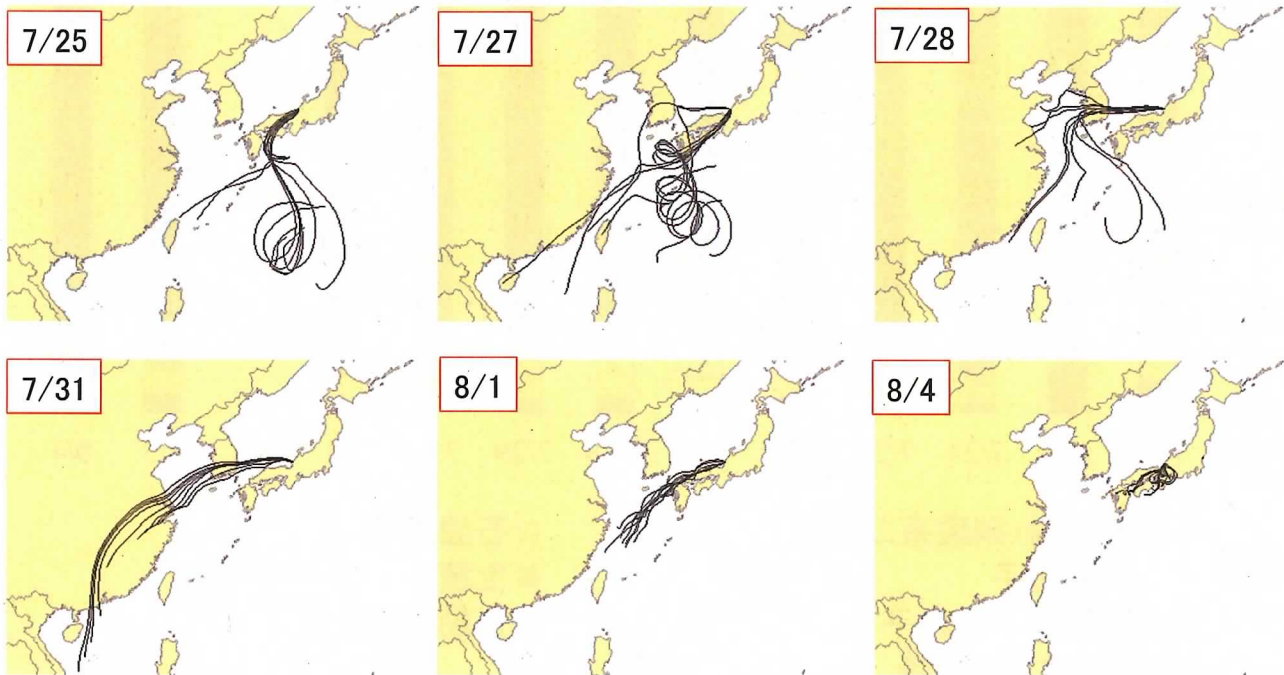
TrajStat1.2.2.6を使用

開始地点: 福井局

絶対高度: 海拔1300m

開始時間: 1:00~3時間ごと(UTC)

計算時間: 72時間



## まとめ

- 福井県のPM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析のために、レセプターモデル解析(PMF解析)と化学輸送モデル解析(WRF/CMAQ解析)を行った。
- PMF解析の結果、福井県のPM<sub>2.5</sub>の発生源は、硫酸系二次粒子の寄与割合が最も高く、越境大気汚染の影響が高いと推測された。
- WRF/CMAQ解析のゼロアウト法で、平成27年7月22日~8月4日のPM<sub>2.5</sub>の発生地寄与割合を求めたところ、福井県のPM<sub>2.5</sub>の東アジアからの越境大気汚染の寄与割合は、日によって異なり、その割合は0~75%程度であった。