

# 茨城県におけるPM2.5の状況

茨城県霞ヶ浦環境科学センター  
大気・化学物質研究室  
北見 康子



# 1. はじめに 《背景と目的》

## 背景

県では大気汚染防止法に基づき平成24年度からPM2.5質量濃度の24時間常時監視測定を、平成22年度から成分分析を実施  
・平成29年度は1地点で環境基準を未達成(有効測定局18局中)

## 課題

要因: **複雑化★**→**解明には至っていない**  
★大陸や都市部からの移流による影響に加えて、  
県内の局所的要因の影響も推測される

## 目的

県内におけるPM2.5の挙動や発生要因の解明

本発表では、茨城県のPM2.5の近況及び、季節ごとの挙動、発生要因について考察

## 期待

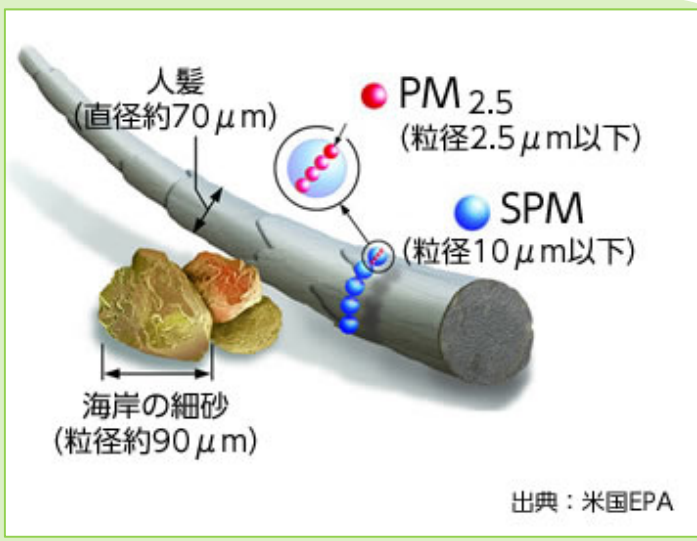
県民の健康リスク低減の効果的な対策や、適切な注意喚起

# PM2.5とは？

**2.5**は粒子のサイズを示し**2.5 $\mu$ m**  
(マイクロメートル)

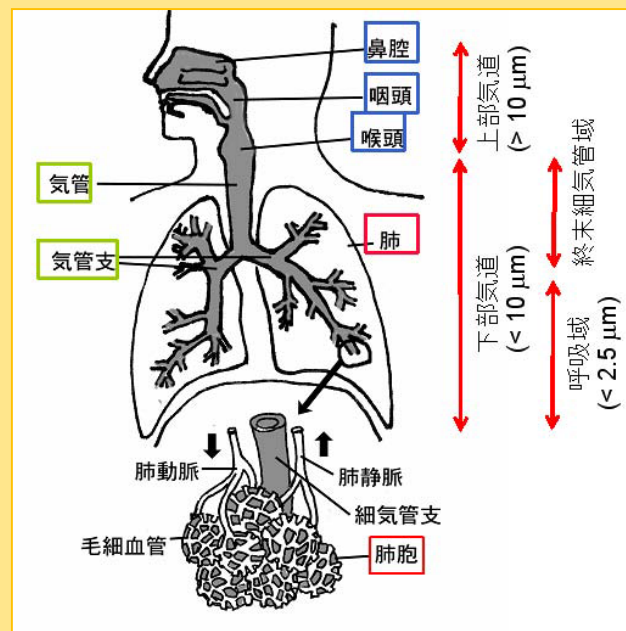
PMとは: Particulate Matter の略称  
日本語では「**粒子状物質**」

大気汚染の原因となる粒子状の物質



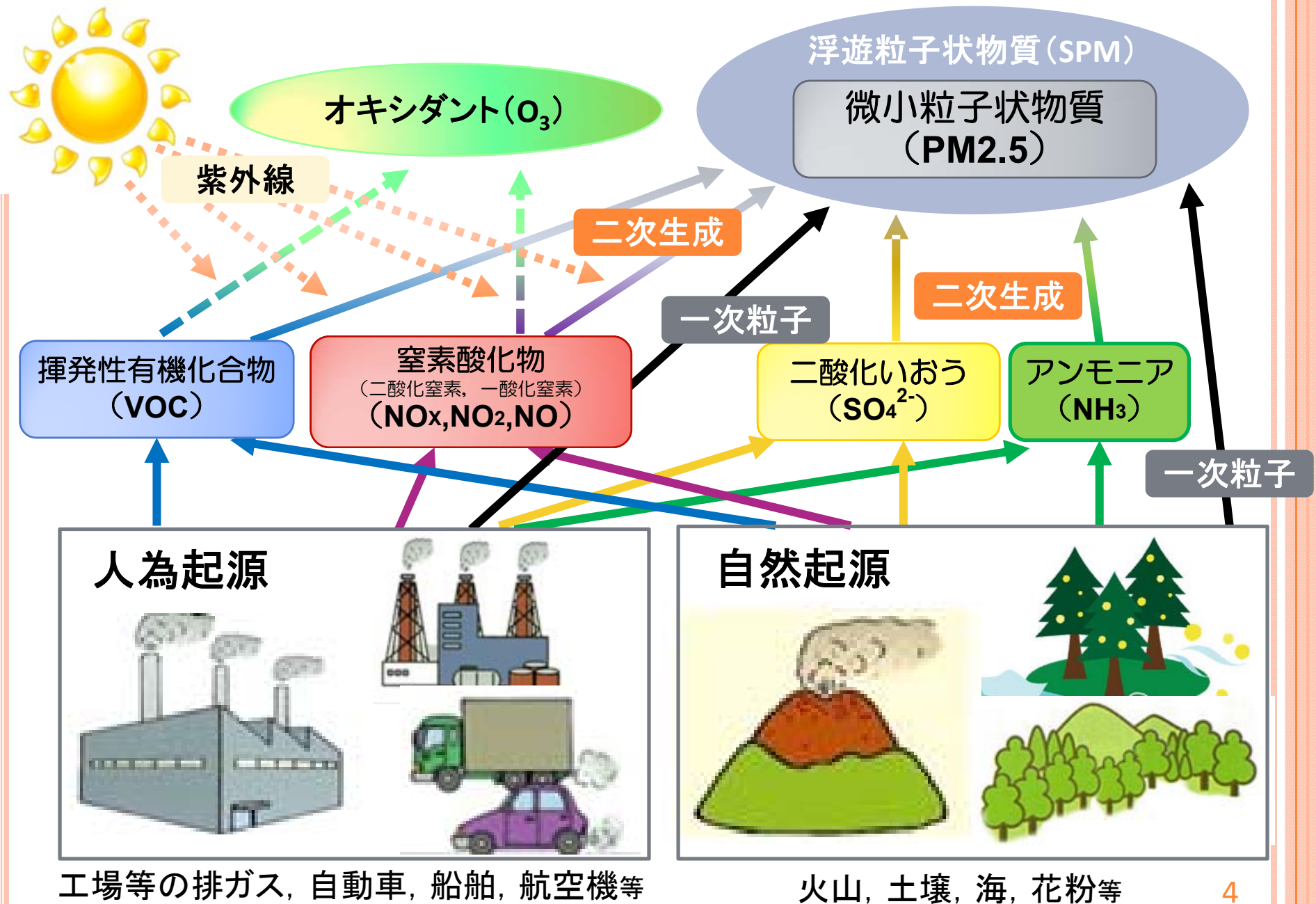
PM2.5は非常に**小さい粒子**  
肺の奥深くまではいりやすい

呼吸器系, 循環器系への  
影響が懸念



人の呼吸器と粒子の沈着領域(概念図)  
(出典: 国立環境研究所資料)

# PM2.5 の主な発生源と大気中の挙動



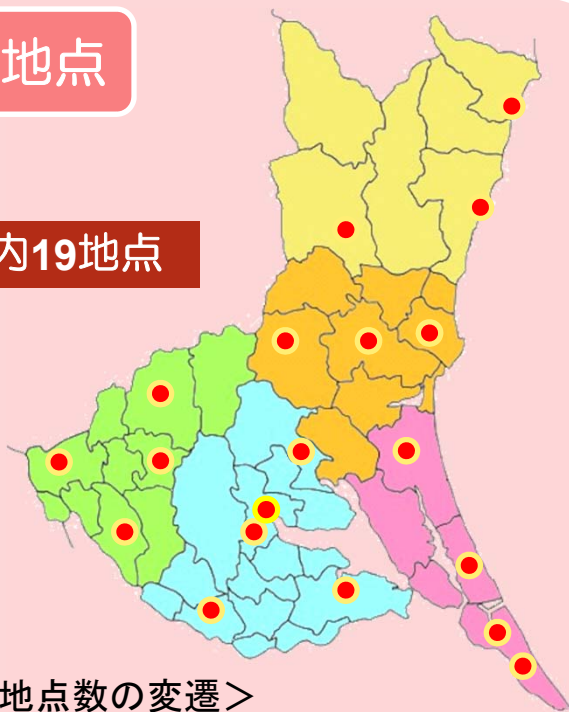
# 茨城県のPM2.5の測定・調査状況

## 常時監視測定

- 県内の測定局19地点で実施
- **質量濃度**を測定

調査地点

県内19地点



<測定地点数の変遷>

| 年度  | H24 | H25 | H26 | H27~  |
|-----|-----|-----|-----|-------|
| 地点数 | 6   | 8   | 17  | 18(1) |

【備考】 ( )内は自動車排出ガス測定局を示す

## 成分分析調査

- 土浦の測定局1地点で実施
- イオン・炭素・無機元素成分など**42項目**を測定

各成分の分析機器

イオン成分



金属成分



炭素成分



《有機・元素状炭素》



《水溶性炭素》

# 茨城県のPM2.5の測定・調査状況

## 常時監視測定

## 成分分析調査

### 分かること

- 県内**19地点**で測定
  - ➡ 各地点の状況が分かる
- 自動測定で常時監視
  - ➡ リアルタイムで分かる  
(県のHPでも公開)

- 成分**42項目**を測定
  - ➡ PM2.5の生成要因や  
発生源の推定が可能

- 質量濃度以外(成分)は不明  
→ 発生源等の推定が難しい

### 苦手なこと

- 測定局が**1地点のみ**
- 精密分析が必要  
→ 時間と費用を要する



# 発表内容

## 茨城県の現状として

### 常時監視測定結果

#### (1) 近年の推移

#### (2) 季節毎の挙動

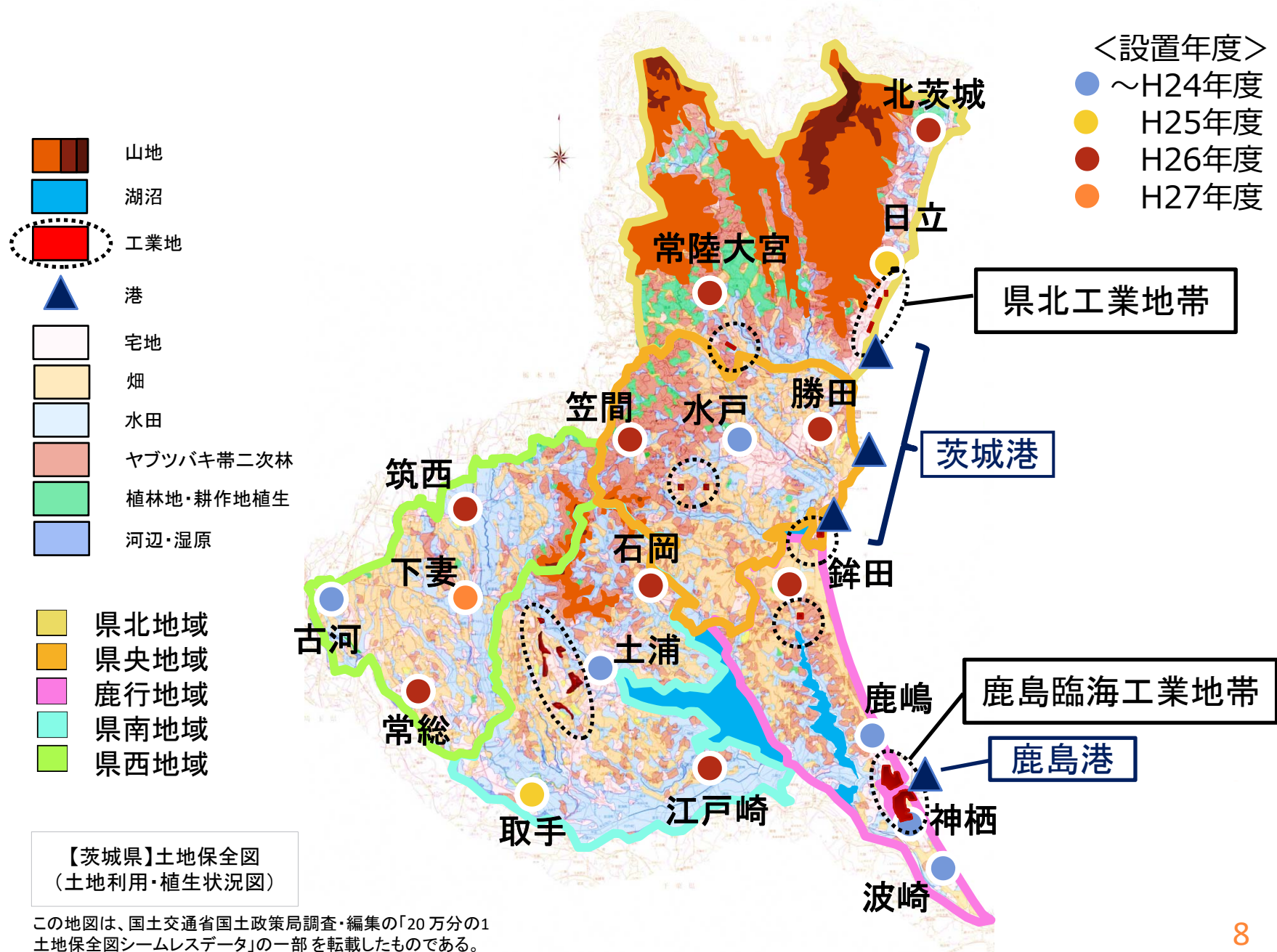
解析手法：季節毎の地点間のグループ分けによる解析

### 成分分析調査結果

#### (3) 発生要因の推測

解析手法：PMF解析

# 茨城県の特徴と調査地点





# (1) 茨城県のPM2.5濃度の推移

県内のPM2.5濃度  
環境基準との比較

## PM2.5の大気環境基準

<平成21年9月9日公示>

- 1年平均値が15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり,
- かつ, 1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること。

両方クリアで  
基準達成!!

<環境基準との比較(一般局のみ)>

| 年度                | H25      | H26      | H27      | H28      | H29      |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 測定地点数             | 8        | 17       | 18       | 18       | 18       |
| 有効測定局*            | 6        | 8        | 16       | 18       | 18       |
| 年平均値未達成地点数        | 3        | 2        | 0        | 0        | 0        |
| 日平均値(98%値)未達成地点数  | 5        | 3        | 0        | 0        | 1        |
| <b>環境基準未達成地点数</b> | <b>4</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> |

|           |                                |                         |   |   |    |
|-----------|--------------------------------|-------------------------|---|---|----|
| 環境基準未達成地点 | 土浦保健所<br>古河市役所<br>鹿島宮中<br>神栖消防 | 土浦保健所<br>古河市役所<br>取手市役所 | - | - | 下妻 |
|-----------|--------------------------------|-------------------------|---|---|----|

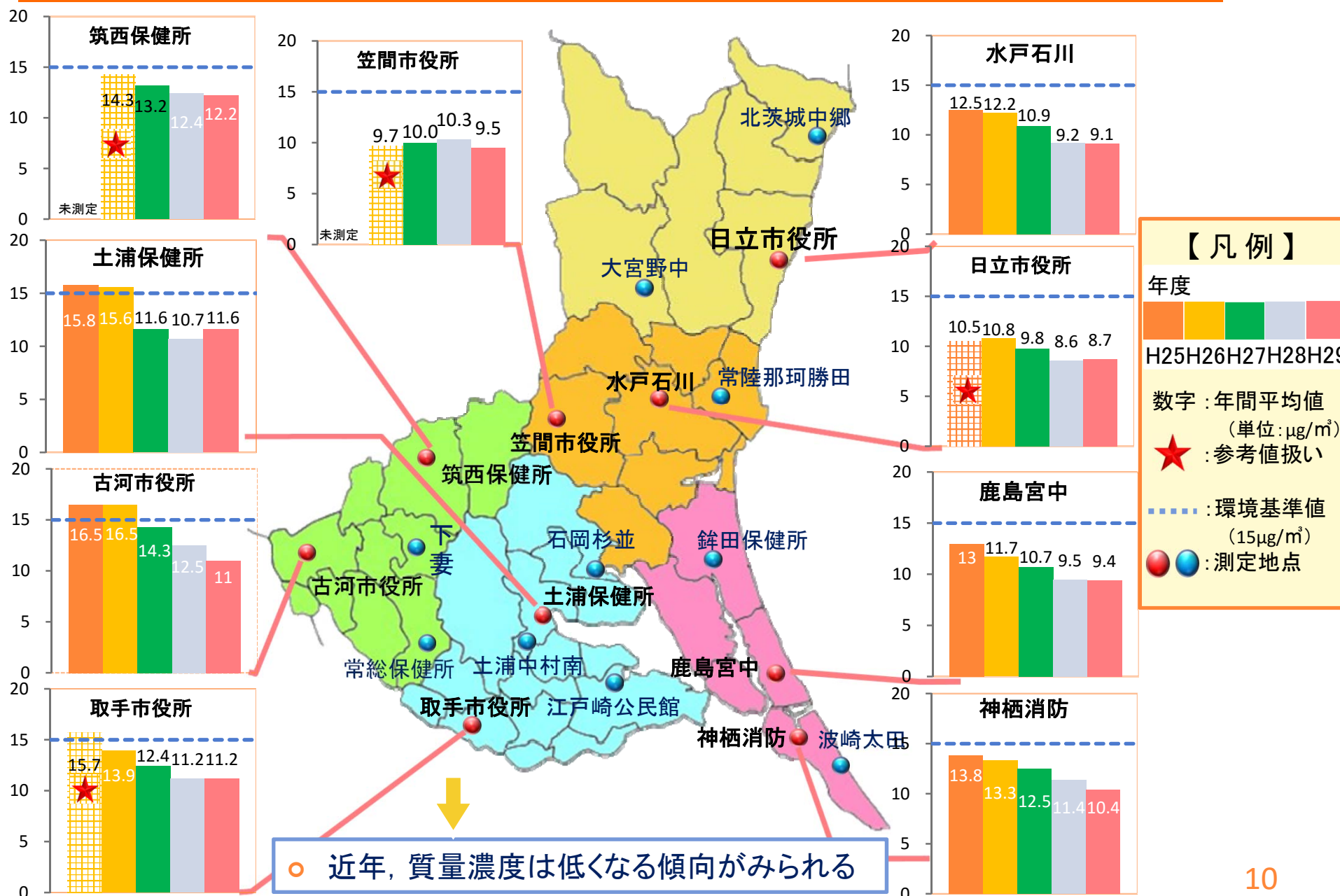
\*有効測定局：測定地点のうち、PM2.5の有効測定日数の規定日数を満たした測定局

県南・県西  
地域が多い

- 近年, 基準未達成地点は減少しているが, 依然, 未達成の地点あり
- 環境基準未達成地点は, 県南・県西部が多い

# (1) 茨城県のPM2.5濃度の推移

県内のPM2.5濃度  
(1年平均値)



# 発表内容

## 茨城県の現状として

### 常時監視測定結果

#### (1) 近年の推移

#### (2) 季節毎の挙動

解析手法：季節毎の地点間のグループ分けによる解析

### 成分分析調査結果

#### (3) 発生要因の推測

解析手法：PMF解析

## (2) 季節毎の挙動

グループ  
分け解析

散布図行列・クラスター分析を用いてグループ分けを実施  
PM2.5濃度上昇時の季節による地点間の関連性の相違を確認

分かる  
こと

同じグループに属する地点は同一の汚染要因によるものと推測

データ

■ 対象期間 平成26年4月1日～平成28年3月31日  
季節の区分は、春季:4～6月, 夏季:7～9月,  
秋季:10～12月, 冬季:1～3月とした

■ 使用データ PM2.5質量濃度,  
常時監視項目:  $O_x$ ,  $NO_x$ , 最多風向, 風速の日平均値

統計解析

クラスター分析, 散布図行列 ⇒ フリーの解析ソフト「R」を使用

前提

県内で1地点以上がPM2.5濃度 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日を比較的高い日として定義し, 対象日を抽出

方法①

季節毎に地点間の散布図行列を実施(相関分析:ピアソン)

方法②

得られた各季節の相関係数をヒストグラムで確認

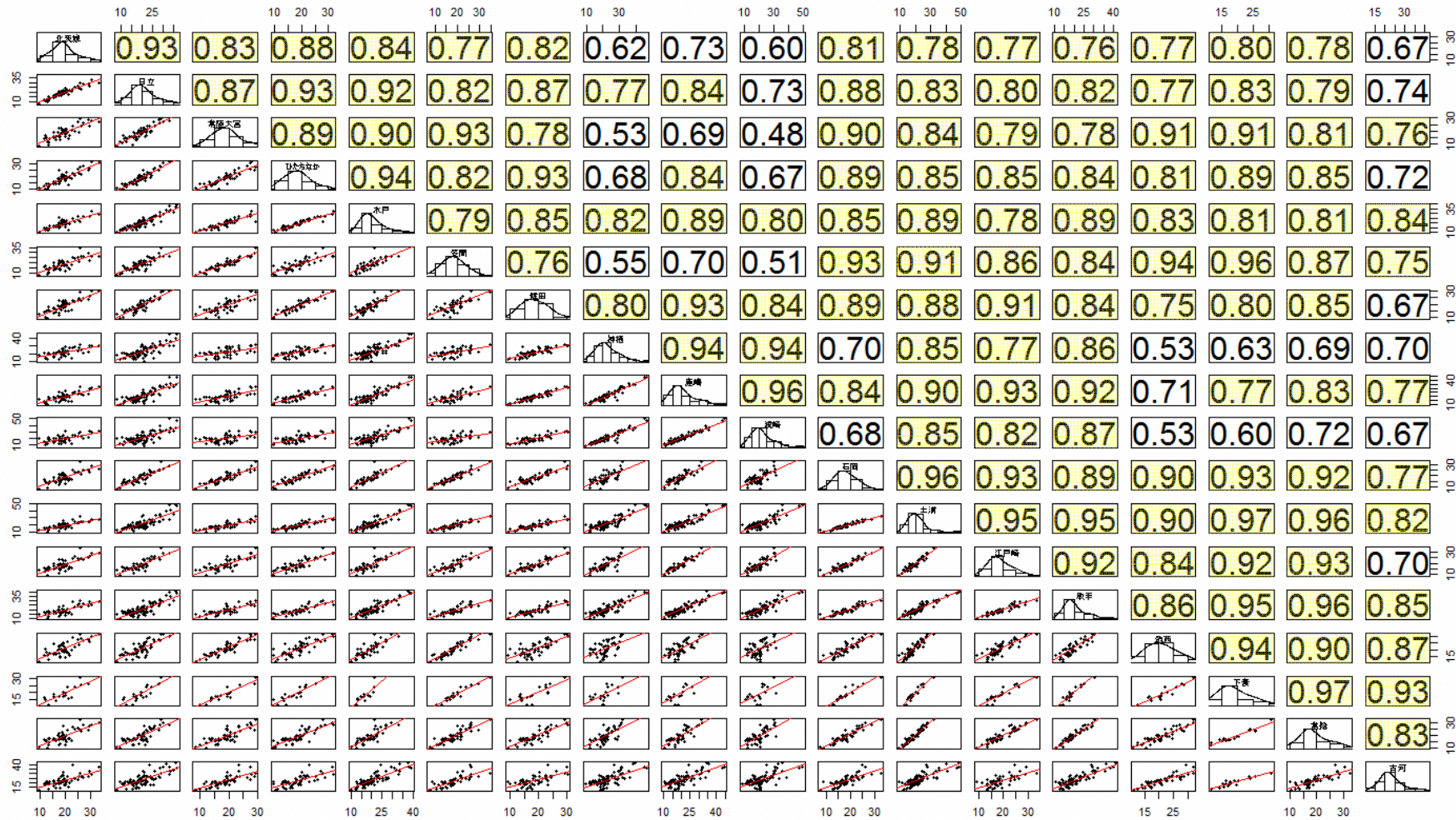
方法③

季節毎にクラスター分析を行い, 相関係数が0.75以上となるグループを1グループとしてグループ分けを実施(抽出日の最多風向, 平均風速についても確認)

## (2) 季節毎の挙動(方法①) 散布図行列

### 方法①：散布図行列

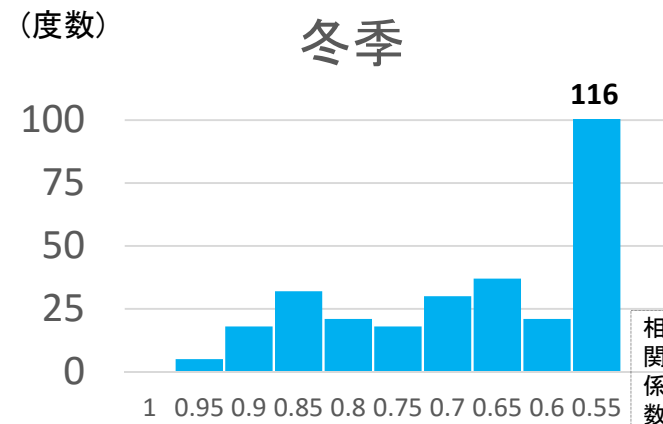
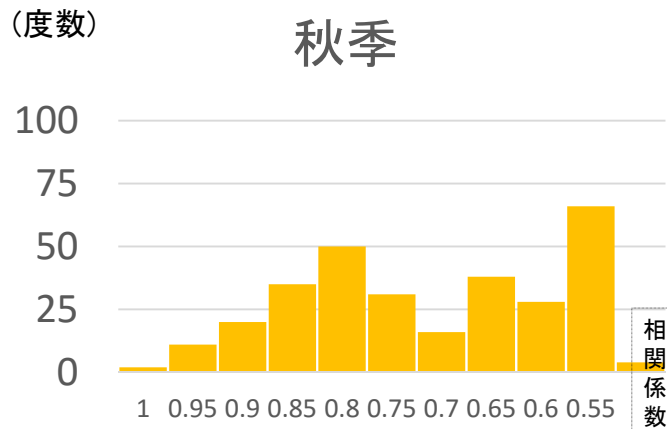
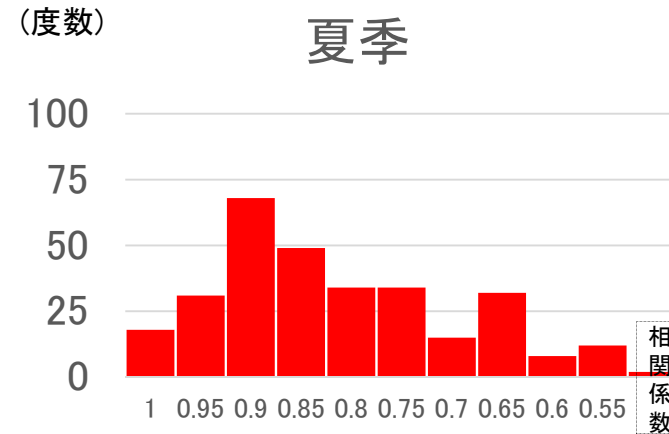
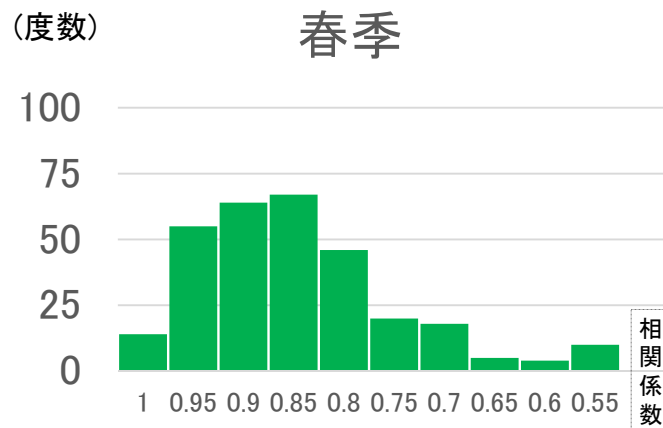
春季



■ : 相関係数  $\geq 0.75$

## (2) 季節毎の挙動(方法②)ヒストグラム

### 方法②：ヒストグラム



方法①：散布図行列  
方法②：ヒストグラム

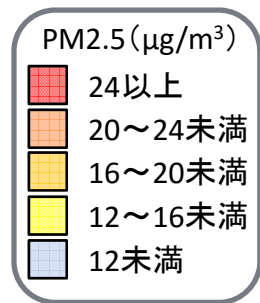
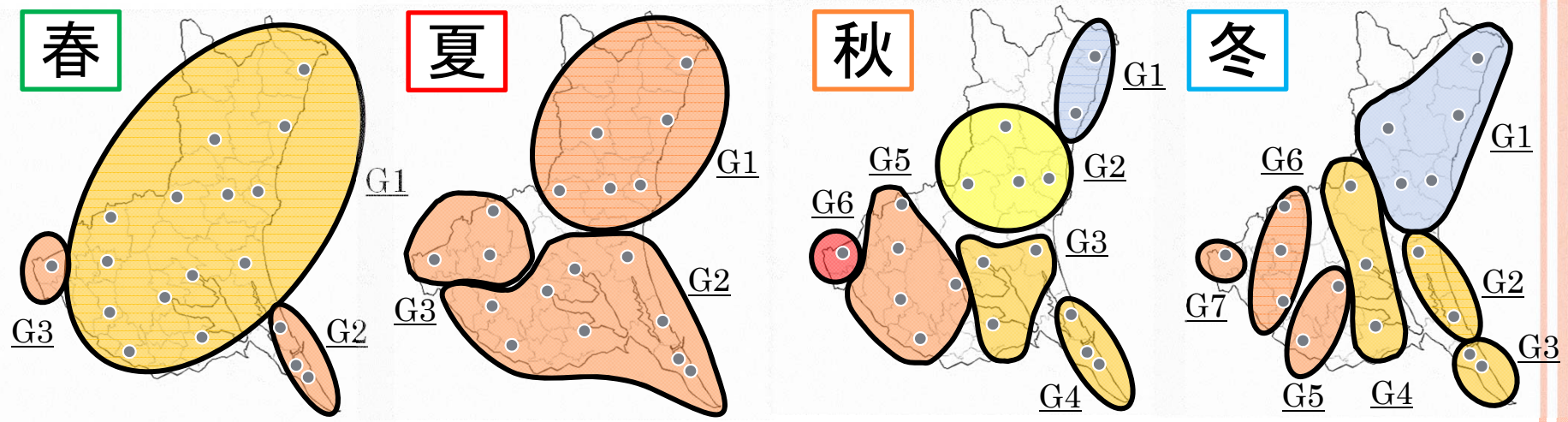
から ↓

地点間で  
同じ傾向

地点と地点の関連性は **春季 > 夏季 > 秋季 > 冬季** の順に高い

(2) 季節毎の挙動 (方法③) クラスタ分析・グループ分け

方法③：クラスター分析・グループ分け



| 春季      | G1   | G2   | G3   |
|---------|------|------|------|
| PM2.5濃度 | 19.6 | 21.8 | 23.6 |
| 地点数     | 14   | 3    | 1    |
| 夏季      | G1   | G2   | G3   |
| PM2.5濃度 | 20.2 | 19.1 | 21.9 |
| 地点数     | 6    | 9    | 3    |

| 秋季      | G1   | G2   | G3   | G4   | G5   | G6   |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| PM2.5濃度 | 10.3 | 14.9 | 18.5 | 17.1 | 23.3 | 24.4 |      |
| 地点数     | 2    | 4    | 3    | 3    | 5    | 1    |      |
| 冬季      | G1   | G2   | G3   | G4   | G5   | G6   | G7   |
| PM2.5濃度 | 14.0 | 16.2 | 18.0 | 17.3 | 20.6 | 21.9 | 22.2 |
| 地点数     | 5    | 2    | 2    | 3    | 2    | 3    | 1    |

| 春季・夏季                         | 区分       | 秋季・冬季                         |
|-------------------------------|----------|-------------------------------|
| 3グループ                         |          | 6,7グループ                       |
| 多い                            | 地点数      | 少ない                           |
| PM2.5濃度の差が <small>小さい</small> | グループ間の特徴 | PM2.5濃度の差が <small>大きい</small> |

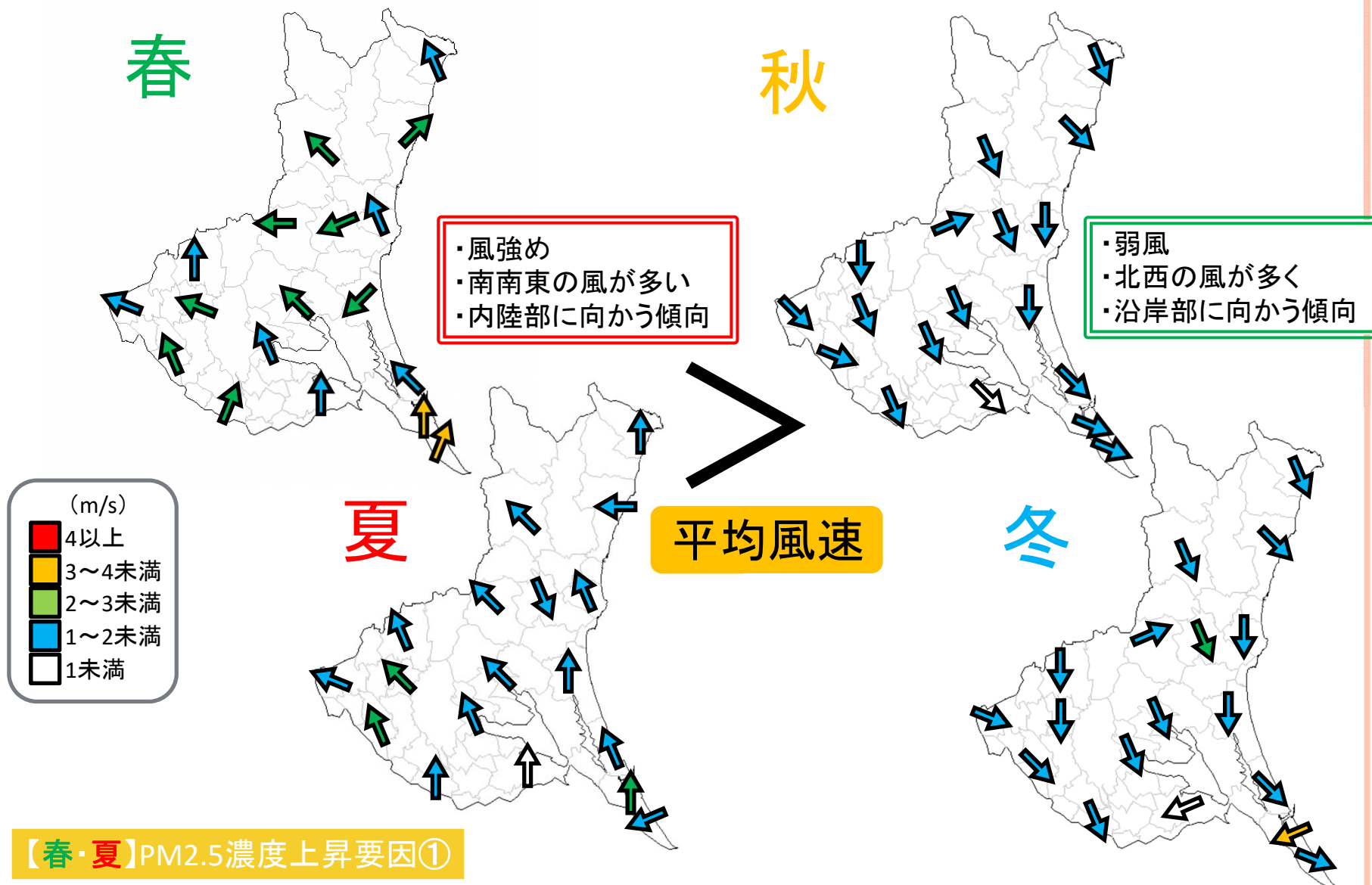
➡ 広域的な汚染

➡ 局所的な汚染

## (2) 季節毎の挙動

春・夏・秋・冬

最多風向・平均風速



秋・冬と比較して、平均風速が大きい(特に、春季)

汚染物質が県内全域に拡散されやすい状況が示唆



## (2) 季節毎の挙動

秋・冬

気象(逆転層・風)

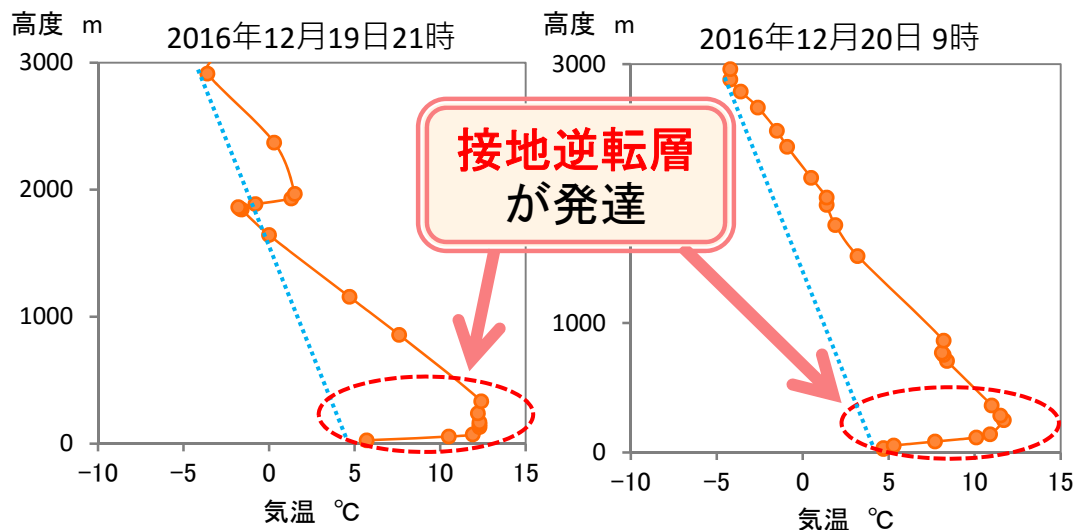
秋季と冬季で日平均が  
35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日

| 年/月/日     | 逆転層観測 |     |    |
|-----------|-------|-----|----|
|           | 9時    | 21時 | 有無 |
| H26.10.31 | ○     | ○   | ○  |
| H26.11.1  | ○     | -   | ○  |
| H26.12.4  | ○     | ○   | ○  |
| H26.12.11 | ○     | ○   | ○  |
| H26.12.20 | ○     | ○   | ○  |
| H26.12.28 | ○     | ○   | ○  |
| H27.3.16  | ○     | -   | ○  |
| H27.10.10 | ○     | ○   | ○  |
| H27.12.10 | ○     | ○   | ○  |
| H27.12.21 | ○     | ○   | ○  |
| H27.12.23 | ○     | ○   | ○  |
| H28.12.4  | ○     | ○   | ○  |
| H28.12.13 | ○     | ○   | ○  |
| H28.12.19 | ○     | ○   | ○  |
| H28.12.20 | ○     | ○   | ○  |
| H28.12.21 | ○     | ○   | ○  |
| H28.12.22 | ○     | -   | ○  |
| H29.2.5   | ○     | -   | ○  |
| H29.3.6   | -     | ○   | ○  |
| H29.3.19  | -     | -   | -  |

上空の温度

気温の鉛直分布

茨城県つくば市館野



20日中19日(95%)で接地逆転層を観測

秋・冬の平均風速はほぼ全域で弱風(2m/s未満※)  
※冬季の神栖を除く

【秋・冬】PM2.5濃度上昇要因①

接地逆転層の発達により大気が安定化

➡ 汚染物質の拡散が抑制

# 発表内容

## 茨城県の現状として

### 常時監視測定結果

#### (1) 近年の推移

#### (2) 季節毎の挙動

解析手法：季節毎の地点間のグループ分けによる解析

### 成分分析調査結果

#### (3) 発生要因の推測

解析手法：PMF解析

## PMF 解析

PMF法は因子分析の一つであり、多成分の変動要素からいくつかのパターン(共通因子)を抽出する統計モデル



成分分析調査結果

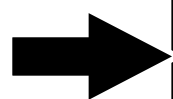
調査結果から共通の変動(パターン)を探す!!



詳細(プロフィール)



共通因子



分かる  
こと

抽出した詳細(因子プロフィール)に着目することで、各因子の由来や、測定値に対する寄与を推定することができる

条件

■ 使用データ

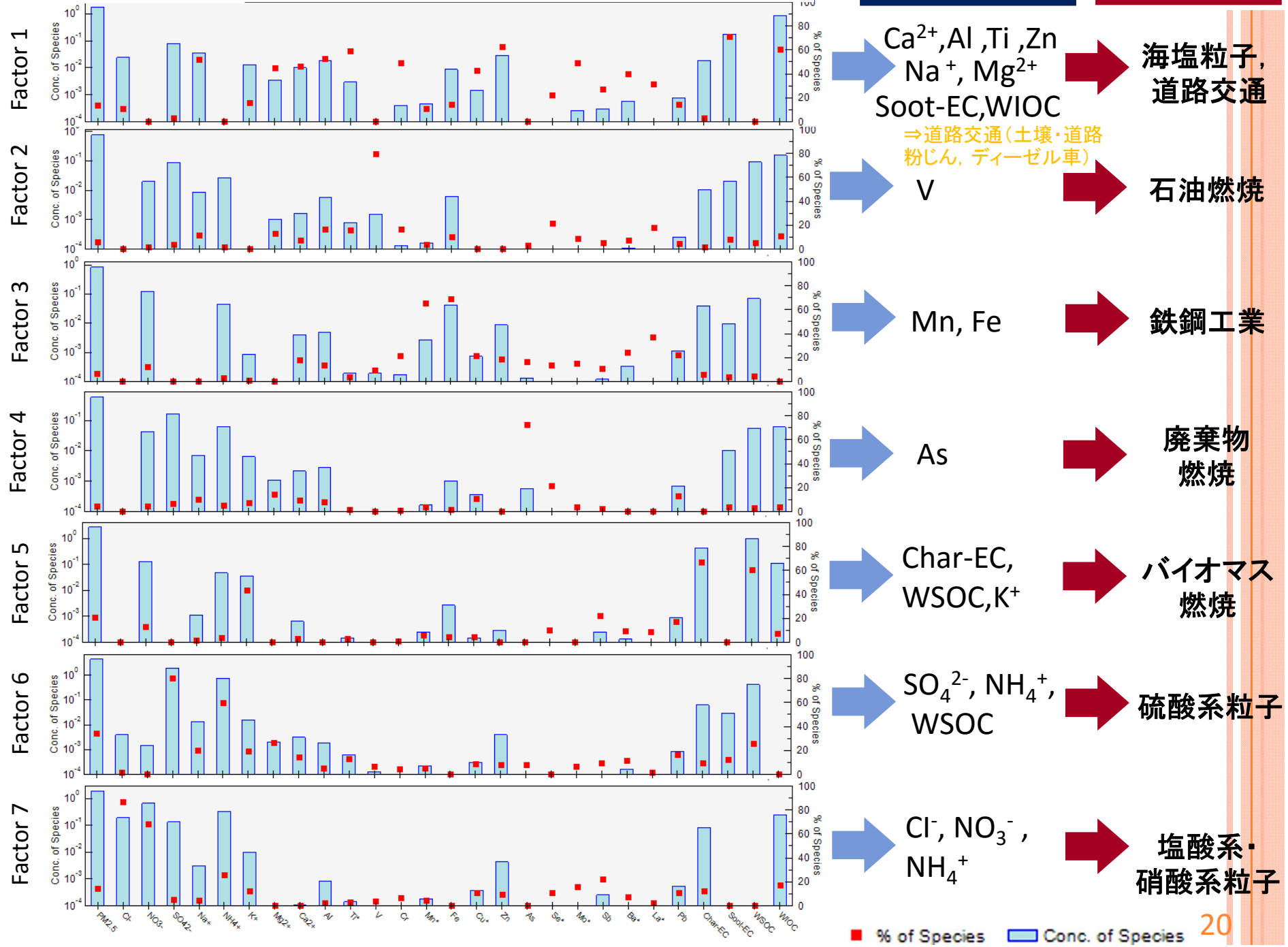
1地点(土浦)平成25年~29年の成分(30成分)分析データ

■ 因子数

検討した結果、**因子数7**が最適

(3) 発生要因の推測 因子プロファイルの指標成分と推測される発生源

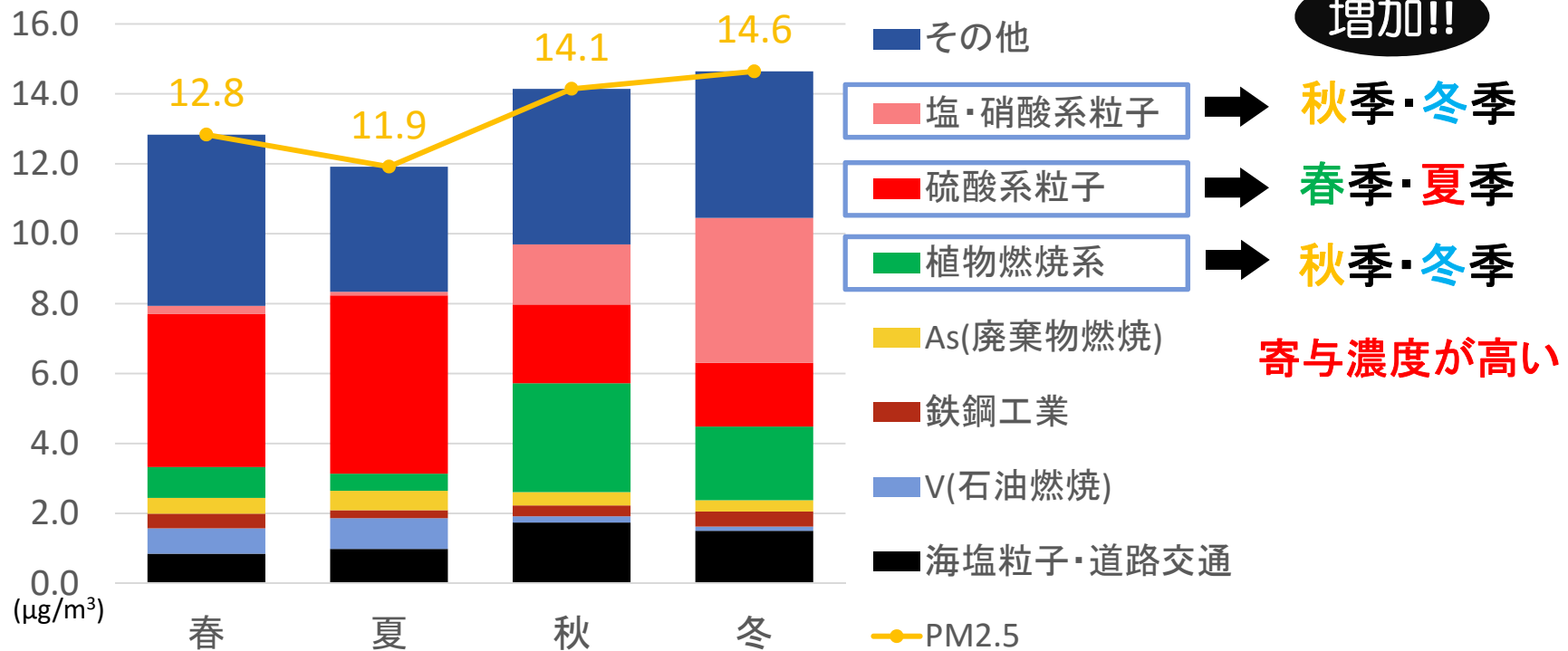
因子プロファイル 発生源の推測



### (3) 発生要因の推測

発生源寄与濃度

発生源寄与濃度



秋季・冬季

【秋・冬】濃度上昇要因②

塩・硝酸系粒子の生成やバイオマス燃焼による汚染

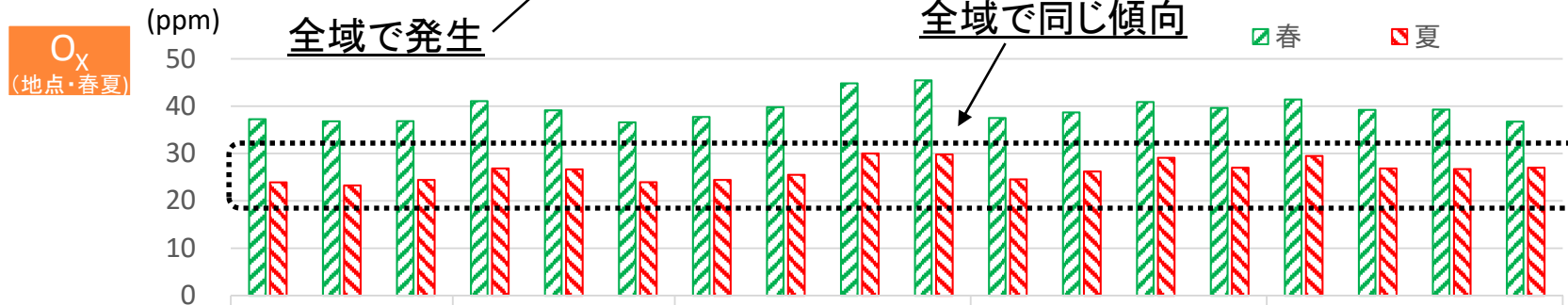
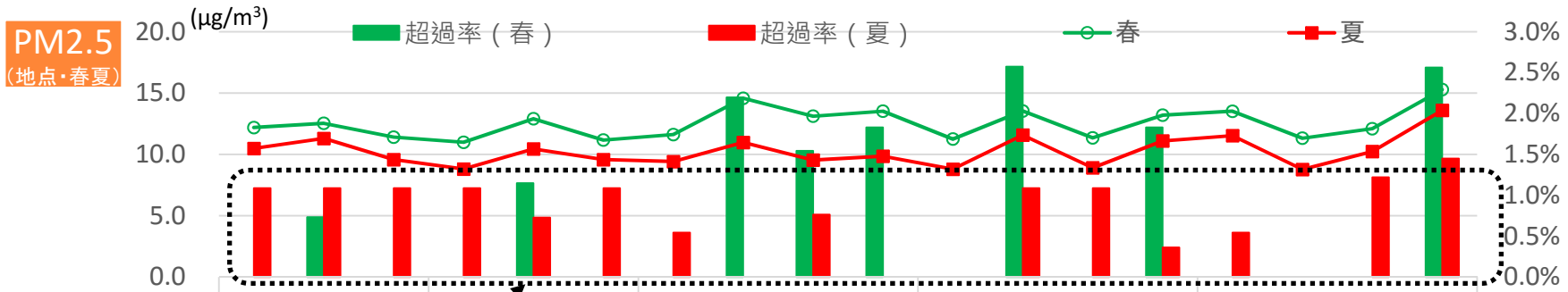
地域的な汚染

特に、県南・県西地域(首都圏の近郊) 都市汚染による影響などが示唆

春季・夏季

硫酸系粒子

### 3. まとめ (2) 季節毎の挙動 (3) PMF解析 **春・夏** PM2.5と常監項目(O<sub>x</sub>)の関係



PM2.5とO<sub>x</sub>の相関

| 季節 | 北茨城   | 日立   | 常陸大宮  | 勝田    | 水戸    | 笠間    | 鉾田    | 神栖    | 鹿嶋    | 波崎    | 石岡    | 土浦    | 江戸崎   | 取手    | 筑西    | 下妻    | 常総    | 古河    | Mean        | SD          |
|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|
| 春  | 0.28  | 0.39 | 0.47  | 0.54  | 0.51  | 0.45  | 0.44  | 0.37  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.47  | 0.49  | 0.42  | 0.49  | 0.40  | 0.34  | 0.34  | <b>0.43</b> | <b>0.12</b> |
| 夏  | 0.36  | 0.32 | 0.62  | 0.51  | 0.56  | 0.62  | 0.38  | 0.29  | 0.30  | 0.24  | 0.64  | 0.67  | 0.71  | 0.61  | 0.68  | 0.65  | 0.68  | 0.62  | <b>0.53</b> | <b>0.20</b> |
| 秋  | -0.01 | 0.10 | -0.17 | -0.39 | -0.26 | -0.34 | -0.46 | -0.49 | -0.39 | -0.53 | -0.46 | -0.48 | -0.50 | -0.50 | -0.37 | -0.44 | -0.58 | -0.45 | -0.37       | 0.20        |
| 冬  | 0.10  | 0.27 | 0.18  | 0.16  | 0.12  | 0.08  | -0.13 | -0.07 | 0.11  | 0.01  | -0.10 | -0.15 | -0.13 | -0.23 | -0.11 | -0.25 | -0.25 | -0.30 | -0.04       | 0.17        |

**春季・夏季**

**【春・夏】濃度上昇要因②**

➡ **光化学反応の活性化による二次生成粒子(硫酸系粒子)の生成**

➡ **広域的な汚染**

➡ **県内全域で同一の汚染**

### 3. まとめ(全体)

近年の  
傾向

環境基準未達成の地点はあるが、県内の全地点でPM2.5質量濃度は低くなる傾向がみられる

#### PM2.5濃度上昇要因

春季

広域的

夏季

秋季

局所的

冬季

- 風により汚染物質が県内全域に拡散されやすくなり、県内の大部分が同じ要因による汚染と推測
- 光化学反応の活性化による二次生成粒子(硫酸系粒子)の生成

- 接地逆転層の発達により大気が安定・汚染物質の拡散が抑制

特に、県南・県西地域では

- 塩・硝酸系粒子\*の生成やバイオマス燃焼による地域的な汚染

※都市汚染による影響などが示唆

## 4. 今後

### 今後について&検討事項

#### 広域的な汚染対策

- 他県との協力及び知見の共有



- 全国の地方環境研究所で構成される「Ⅱ型共同研究」
- 関東甲信静の自治体で構成される「関東PM会議」

へ引き続き参加

#### 地域的な汚染対策

- さらなる調査の実施



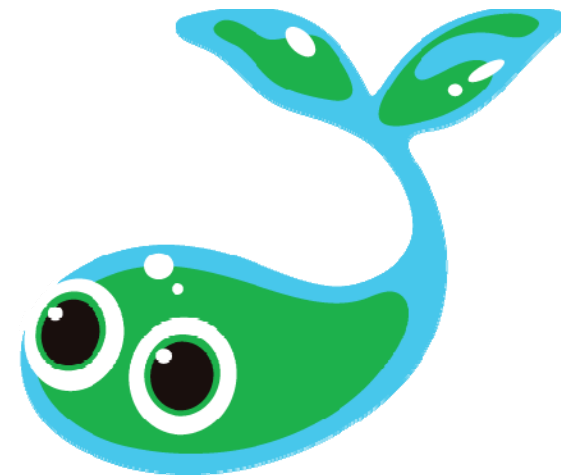
- 成分分析調査地点を増加(現在は1地点)
- 県内特有の汚染要因物質についての測定



ご清聴ありがとうございました



茨城県マスコット  
ハッスル黄門



イメージキャラクター  
ぴゅあちゃん