

2017年6月7日  
神奈川県環境研究機関協議会  
第41回環境研究合同発表会

# シミュレーションモデルを用いた PM2.5の解析研究

神奈川県環境科学センター  
調査研究部 小松宏昭

1

## 内 容

---

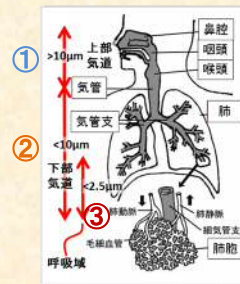
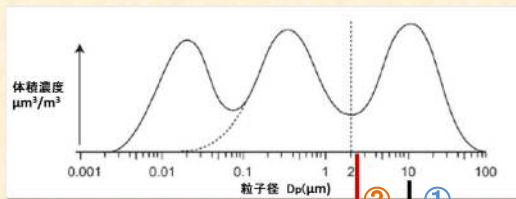
- **背景と研究目標**
  - ・PM2.5とは、生成のしくみ、
  - ・監視体制と環境基準の達成状況
  - ・環境科学センターの取組みと研究目標
- **通常計算**
  - ・計算方法
  - ・計算結果の再現性
- **発生源解析**
  - ・計算方法
  - ・解析結果（神奈川県、関東甲信静）
  - ・夏季高濃度事例
- **まとめ**

2

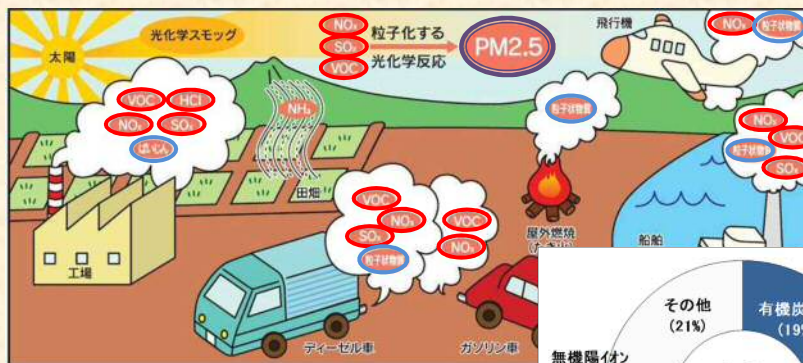
# PM2.5とは



μm(マイクロメートル) 1 μm=0.001mm(1ミリメートルの千分の1)

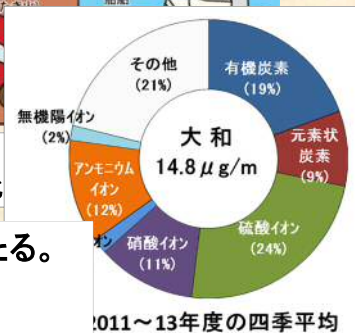


# PM2.5の発生源と生成のしくみ



一次粒子: 発生源から直接排出される  
 二次粒子: ガスとして放出後、大気中で粒子化

- ★ 発生源の種類や地域は多岐にわたる。
- ★ 生成機構は複雑。
- ★ 多種類の成分が含まれる。



## 環境基準とモニタリング(監視体制)①

- ✓ PM<sub>2.5</sub>: 2009年に環境基準が設定
- ✓ 神奈川県は2011年度から質量濃度モニタリングと四季の成分分析を開始



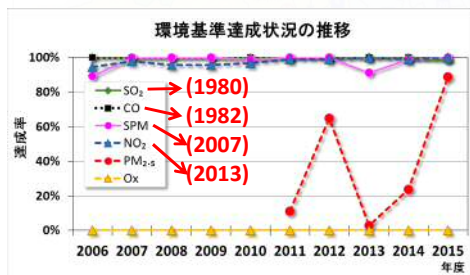
5

## 環境基準とモニタリング(監視体制)②

- ✓ PM<sub>2.5</sub>: 2009年に環境基準が設定
- ✓ 神奈川県は2011年度から質量濃度モニタリングと四季の成分分析を開始



【県内の測定地点数】67  
 一般環境大気測定局: 46  
 自動車排出ガス測定局: 21



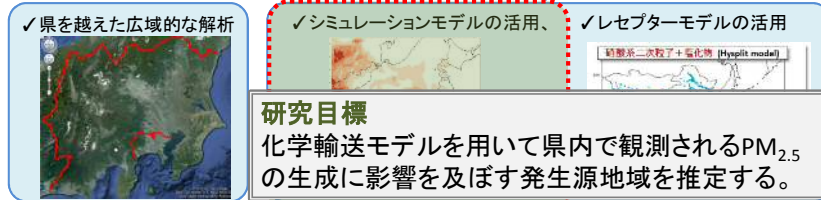
光化学オキシダント、PM<sub>2.5</sub>  
 ↓  
 大気環境における重要課題

6

## 研究の背景 神奈川県環境科学センターの取組み

### ●【2015～17年度】

【目標】広域的な発生状況の把握、**発生源の地域を推定**



#### 【調査連携】(行政機関も含む連携)

広域：**関東地方大気環境対策推進連絡会**  
**微小粒子状物質合同調査会議**

茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、  
 神奈川県、山梨県、長野県、静岡県、さいたま市、  
 千葉市、横浜市、川崎市、相模原市、静岡市、浜松市

県内：**神奈川県公害防止推進協議会**  
 (県・横浜市・川崎市)

#### 【共同研究】(全国規模での連携)

Ⅱ型共同研究(国環研+地環研) 48機関  
 「PM<sub>2.5</sub>の環境基準超過をもたらす地域的/広域的汚染機構の解明」(2016～18年度)

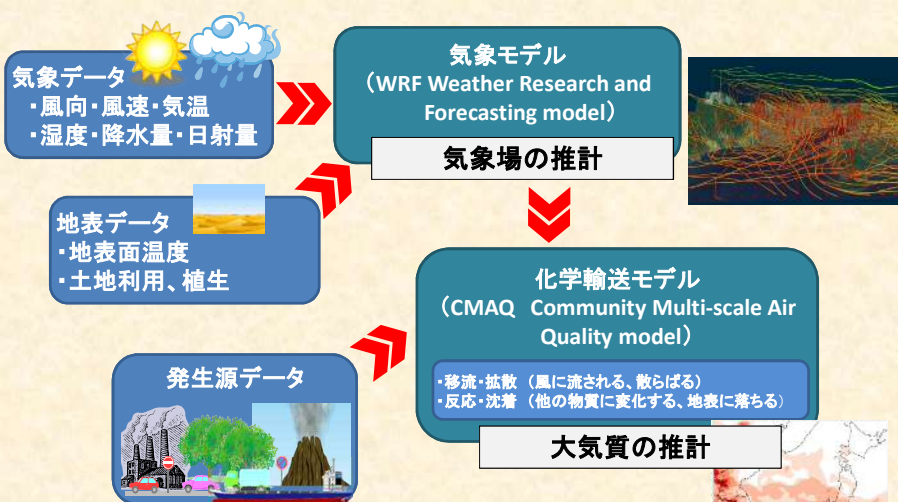
<汚染要因解析G>

<全国解析G>

<<化学輸送モデルG>>

7

## シミュレーションモデルの概要



● 広域的な発生状況が把握できる。(測定局が無い地点)

● 発生源の影響を推定できる。(排出量を操作)

8

# 計算方法(通常計算)

## 計算条件

○対象期間

**2013.1.1~2014.1.31**

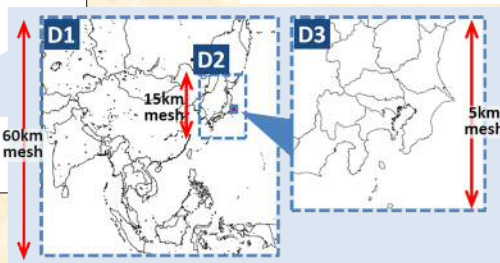
(前計算2012.12.1~)

○計算領域

D1: 東アジア領域(60km)

D2: 日本国内(15km)

D3: 関東域(5km) ~100hPa, 34層



WRFv3.5.1	
気象データ	NCEP FNL (D1~3)
地表データ	USGS 30sec
化学過程スキーム、モデル	短波放射: Dudhia 長波放射: PRTM 積雲対流: Kain-Fritsch 境界層: Mellor-Yamada-Janjic 地表面: Noah LSM

CMAQv5.0.1	
排出量データ	人為起源: REASv2.1, JATOP 船舶: OPRF 自然起源: MEGANv2.10 火山: JMA, Aerocom バイオマス: GFEDv3.1
スキーム、モデル	水平/鉛直拡散: multiscale/acm2 水平/鉛直移流: Yamo / WRF 光解離定数: Inline 化学反応系: saprc99/aero5(ebi)

9

# 計算結果 再現性の確認① (通年比較 自動濃度測定機)

(2013年 日平均値)

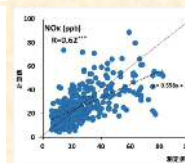
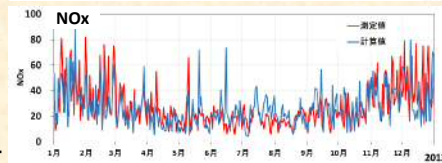
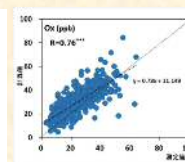
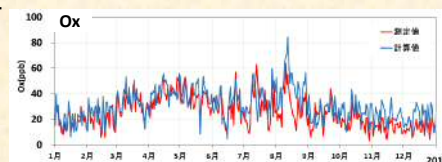
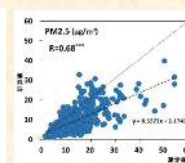
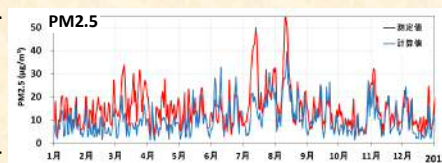


大和市府所(一般局):  
県域でPM2.5の成分分析を実施



粒子状物質

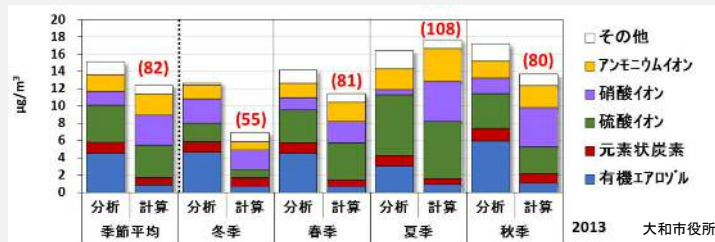
ガス状物質



PM2.5は実測値と概ね同様の日変動を示す。  
ただし高濃度発生時(3月、7月、8月)の再現性は不十分。

10

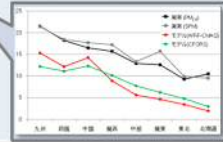
## 計算結果 再現性の確認② (四季比較 成分分析)



( )は実測値を100とした相対値 OA:実測値はOC×1.6

### 【参考: 既往の研究結果】

	今回結果	既往報告値	対象期間、出典
年平均	68	68(尼崎)、62(町田)、68(綾瀬)	2005.4~2006.3(WRF-CMAQ) 茶谷聡ら、大気環境学会誌、46(2011)
冬季	55	70(九州)、65(四国)、85(中国)、62(関西)、 57(中部)、47(関東)、44(東北)、21(北海道)	2013.1.5~1.31(WRF-CMAQ) 国環研、日本国内での最近のPM2.5高濃度現象について、2013.2.21
春季	81		
夏季	108		
秋季	80		



数値はグラフからの読み取り

11

## 計算方法(発生源解析)

### 発生源寄与割合の推定方法

- 特定領域のみを一律に削減(D2,3)・・・50%削減

領域①:【神奈川県内】

領域②:【東京湾】

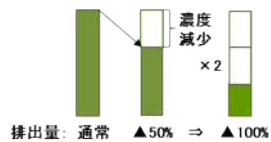
領域③:【関東域】



- 寄与割合の算出

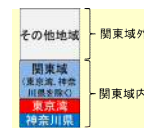
特定領域からの生成量=(通常排出量による計算結果

ー特定領域の削減計算結果)×2



特定領域の寄与割合=(特定領域からの生成量)/(通常排出量からの生成量)

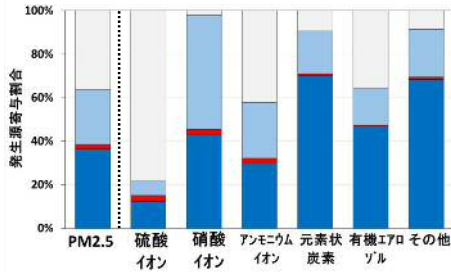
領域③(関東域)は、領域①(神奈川県)、②(東京湾)を含むため、  
領域①、②を除き算出。



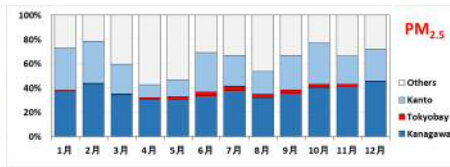
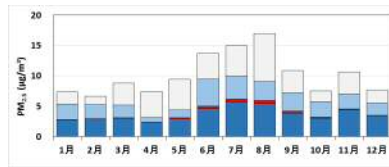
12

# 地域別の発生源寄与割合 (2013年 大和市役所)

OPM<sub>2.5</sub>の発生源地域は？ <年平均値>

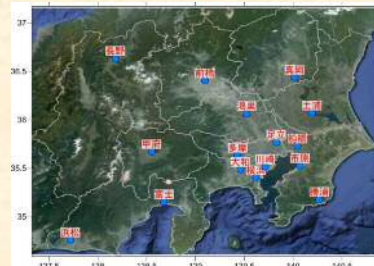


**PM<sub>2.5</sub>**: 関東域内の寄与割合が6割(県内約4割)  
**硫酸イオン**: 関東域外の割合が8割  
**硝酸イオン**: 関東域内の割合が9割以上。  
**元素状炭素**: 関東域内の割合が9割以上。  
**アンモニウムイオン**: 関東域内の割合が6割程度。  
**有機エアロゾル**: 関東域内の割合が6割程度。

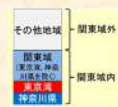
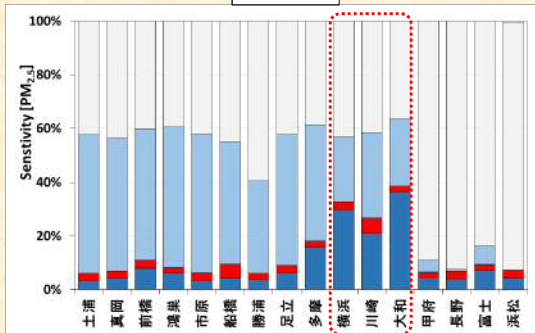


# 関東域を中心とした発生源解析 (2013年16地点比較)

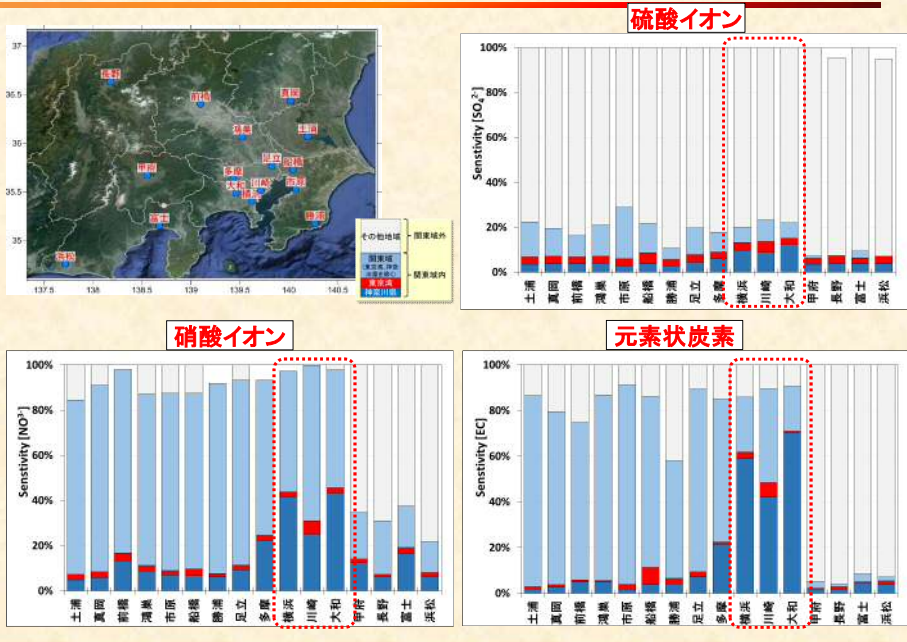
地点名(所在地)	名称	地点名(所在地)	名称
土浦保健所(茨城県土浦市)	土浦	多摩市役所(東京都多摩市)	多摩
真岡市役所(栃木県真岡市)	真岡	横子区総合(神奈川県横浜市)	横浜
衛生環境研(群馬県前橋市)	前橋	田島測定局(神奈川県川崎市)	川崎
浅瀬(埼玉県鴻巣市)	浅瀬	大和市役所(神奈川県大和市)	大和
市原岩崎西(千葉県市原市)	市原	甲府富士見(山梨県甲府市)	甲府
船橋南橋台(千葉県船橋市)	船橋	理英保全研(長野県長野市)	長野
藤浦小町甲(千葉県藤浦市)	藤浦	救急医療センター(静岡県富士市)	富士
足立区綾瀬(東京都足立区)	足立	北部測定局(静岡県浜松市)	浜松



PM<sub>2.5</sub>

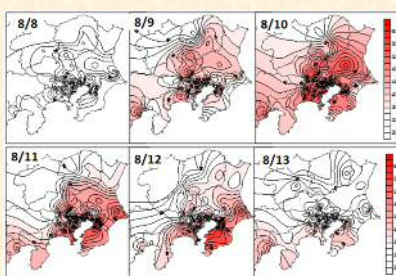


# 関東域を中心とした発生源解析 (2013年16地点比較)



# 高濃度解析例 2013年8月①

広範囲で連日高濃度日が発生



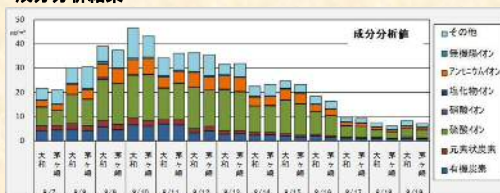
日平均値の濃度分布

- ✓ 主成分は硫酸イオン
- ✓ 関東平野内を地上風が循環(陸海風)
- ✓ (光化学反応も盛ん)

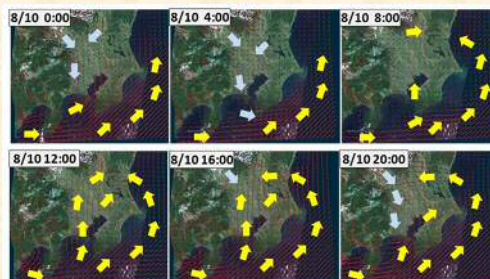
汚染物質が関東平野内に滞留し、光化学反応によって粒子化

硫酸イオン及び原因物質はどこから来た？ (又は来ていない？)

成分分析結果



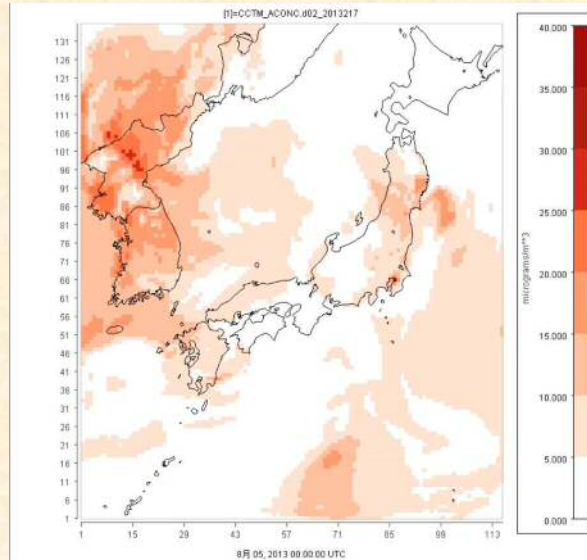
気象シミュレーション結果





## 高濃度解析例 2013年8月②

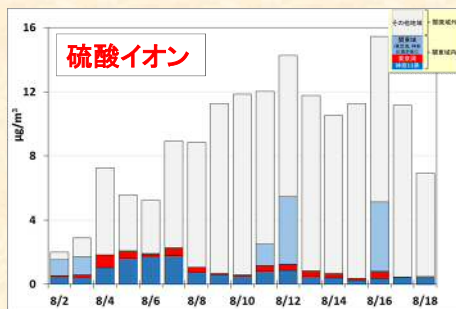
シミュレーション  
硫酸イオン濃度  
2013/8/5~16



17

## 高濃度解析例 2013年8月③

### 発生源解析結果



- ✓ 主成分は硫酸イオン
- ✓ 関東平野内を地上風が循環(陸海風)
- ✓ (光化学反応も盛ん)

↓

汚染物質が関東平野内に滞留し、光化学反応によって粒子化

↓

硫酸イオン及び原因物質はどこから来た？  
(又は来ていない？)

↓

関東域内(神奈川県、東京湾)、関東域外の影響を受ける。

関東域外の内訳として、東アジア、火山(桜島等)の影響を検討予定

18

## まとめと課題

### 結果概要

#### 【計算再現性】

- 質量濃度は概ね測定値と同様な日変動を示したが、高濃度日の再現性は十分でなかった。
  - ・硫酸イオンは概ね良好な再現性を示す。硝酸イオンは夏から秋にかけて過大評価の傾向。
  - ・有機炭素成分は全ての期間で過小評価される傾向。

#### 【発生源寄与解析】

- 硫酸イオンは関東域外の寄与割合が8割程度であったが、硝酸イオンや元素状炭素は関東域内の寄与割合が9割以上となった。

→ 広域的な対策と地域的な対策の双方からのアプローチが重要であることが確認された。

### 課題と今後の取り組み

#### 【発生源寄与解析】

- 対象地域の細分化(越境汚染の寄与割合、桜島等の火山)、発生源種類別の寄与割合の把握。

#### 【計算再現性】

- 計算方法の改良などによる再現性の向上(特に硝酸イオン、炭素成分について)

Ⅱ型共同研究(H28～30年度)の一部として、上記課題の解決に向けて研究を継続

19

## 謝辞

- 本研究は国立環境研究所と地方環境研究所による、Ⅱ型共同研究の一部として、国立環境研究所が保有するスカラ計算機を用いて実施しました。
- CMAQ の排出量データは国立環境研究所の森野悠氏、野口宰良氏に作成いただきました。
- 計算再現性の確認及び結果の解析には国立環境研究所の菅田誠治氏、曾我稔氏にご協力いただきました。
- CMAQ の実行および入出力データ処理は大阪大学大学院工学研究科 嶋寺光助教にご協力いただきました。

関係者の皆様に深く感謝いたします。

20

## 環境基準と達成状況

### ★PM2.5に係る環境基準 (2009年設定)

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。

【長期基準】

【短期基準】

**長期基準**: 曝露濃度分布全体を平均的に低減させることを目的とする。

年平均値: 日平均値の算術平均値

**短期基準**: 高濃度領域の濃度出現を減少させることを目的とする。

日平均値: 日平均値の年間98%値。日平均値を最低値から順に最高値まで並べ、最低値から数えて98%目に該当する日平均値。

→環境基準を達成するには、両方の基準を満たす必要がある。

