



環境研究総合推進費

平成28年度終了課題研究成果報告会

2017年3月10日

課題番号 : 5-1403

研究課題名 : 有機マーカールに着目したPM_{2.5}の動態把握と
正值行列因子分解モデルによる発生源寄与評価

研究代表者 : 熊谷貴美代

所 属 : 群馬県衛生環境研究所

研究期間 : 平成26~28年度

累積予算額 : 23,877千円

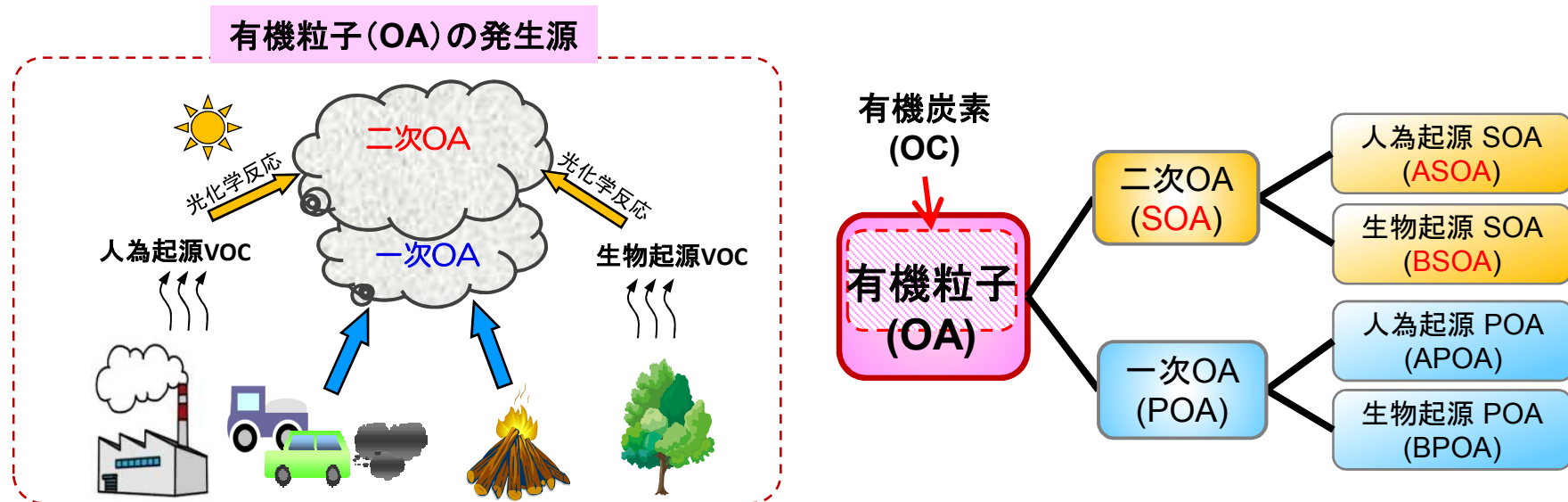
研究背景

● 背景

- PM_{2.5}環境基準達成率が低い
- 対策のためには、**生成機構の解明、発生源寄与**に関する知見が必要

● 現行のPM_{2.5}調査について

- 地方自治体では、常時監視業務としてPM_{2.5}成分分析調査を実施
- 主要成分の有機粒子は、その総量を有機炭素 (OC) として測定
 - **有機粒子に関する情報の不足**
- 有機粒子の発生源は多岐にわたり、生成機構や発生源寄与の解明が課題





研究目的と研究体制

問題点：有機粒子に関する情報の不足（環境動態，発生源・・・）

- ✓ 各種発生源からは特有の化合物が生成・排出される
→ 指標成分（有機マーカー）に着目

目的

有機粒子の環境動態と発生源寄与の把握

+

地方自治体の大気常時監視業務に適用可能な
PM_{2.5}モニタリング手法の提案

研究体制

環境動態、発生源探索には・・・

有機マーカー観測

サブテーマ(1)

有機粒子の起源解明を目的とした
包括的な観測・分析プロトコルの構築

群馬県衛生環境研究所
熊谷貴美代, 田子博, 齊藤由倫

発生源の寄与評価には・・・

リセプターモデル

サブテーマ(2)

正値行列因子分解(PMF)モデルによる
有機粒子の発生源寄与評価

高崎経済大学 飯島明宏

(研究協力者) 高崎経済大学 工藤慎治
埼玉大学 関口和彦



サブ1 有機マーカー分析法の検討

本研究のポイント

地方自治体が行うPM_{2.5}常時監視業務に適応可能な調査手法の提案

=ローボリュームサンプリングによる採取

➤ 有機マーカー成分の多成分分析法を確立

- 溶媒抽出-誘導体化GC/MS法
- レボグルコサン(バイオマス燃焼マーカー)との同時分析
- マーカー成分の選定

プレ観測を実施 (2014夏・秋)

<主な対象成分> (プレ観測でPM_{2.5}から検出された成分)

[バイオマス燃焼]

- レボグルコサン
- マannoサン
- β-シトステロール

[光化学反応]

- ジカルボン酸(C3~C9)
- リンゴ酸
- フタル酸

[BSOA]

- ピノン酸(α-ピネン由来)
- 2-メチルテトラオール(イノプレン由来)

[BPOA]

- アラビトール
- グルコース

[調理]

- オレイン酸
- リノール酸
- コレステロール

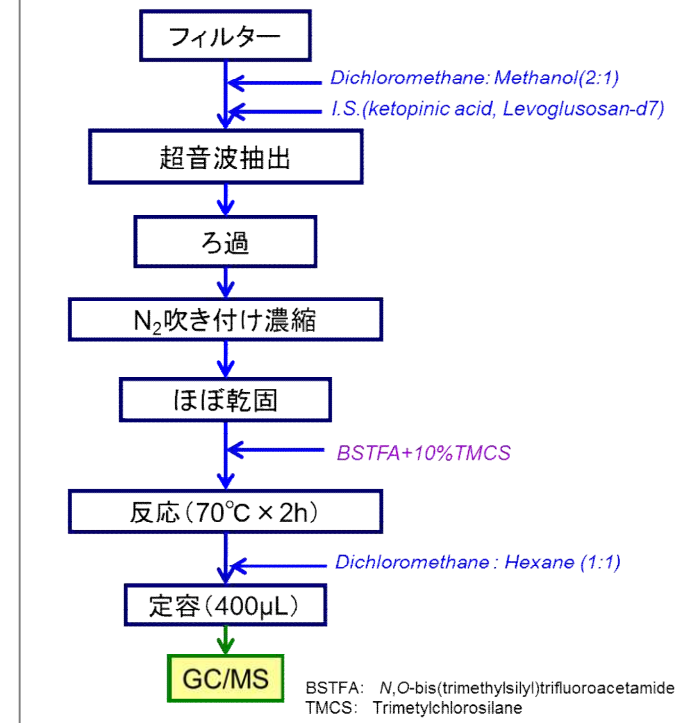
[化石燃料燃焼]

- ホパン

[燃焼系]

- 脂肪酸

<溶媒抽出-誘導体化GC/MS法>





サブ1 異なる立地環境におけるPM_{2.5}観測

➤ 森林、郊外、都市地点においてPM_{2.5}観測を実施

精緻な因子分解には、
指標成分の豊富さ、
観測地点のバリエー
ションがポイント

本観測（2014冬・2015春・夏・秋）

地 点：赤城、前橋、さいたま
期 間：2014年12月、2015年5月、8月、10月
各季節 14日間
時 間：24時間（10am～翌日10am）
採取方法：PM_{2.5}ローボリュームサンプラ
分析項目：

通常のアナリ項目

質量濃度、イオン成分
炭素成分、水溶性有機炭素
元素成分

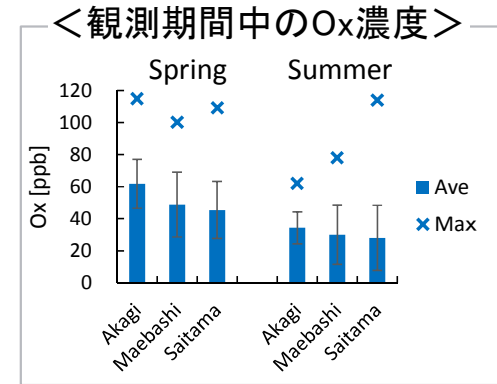
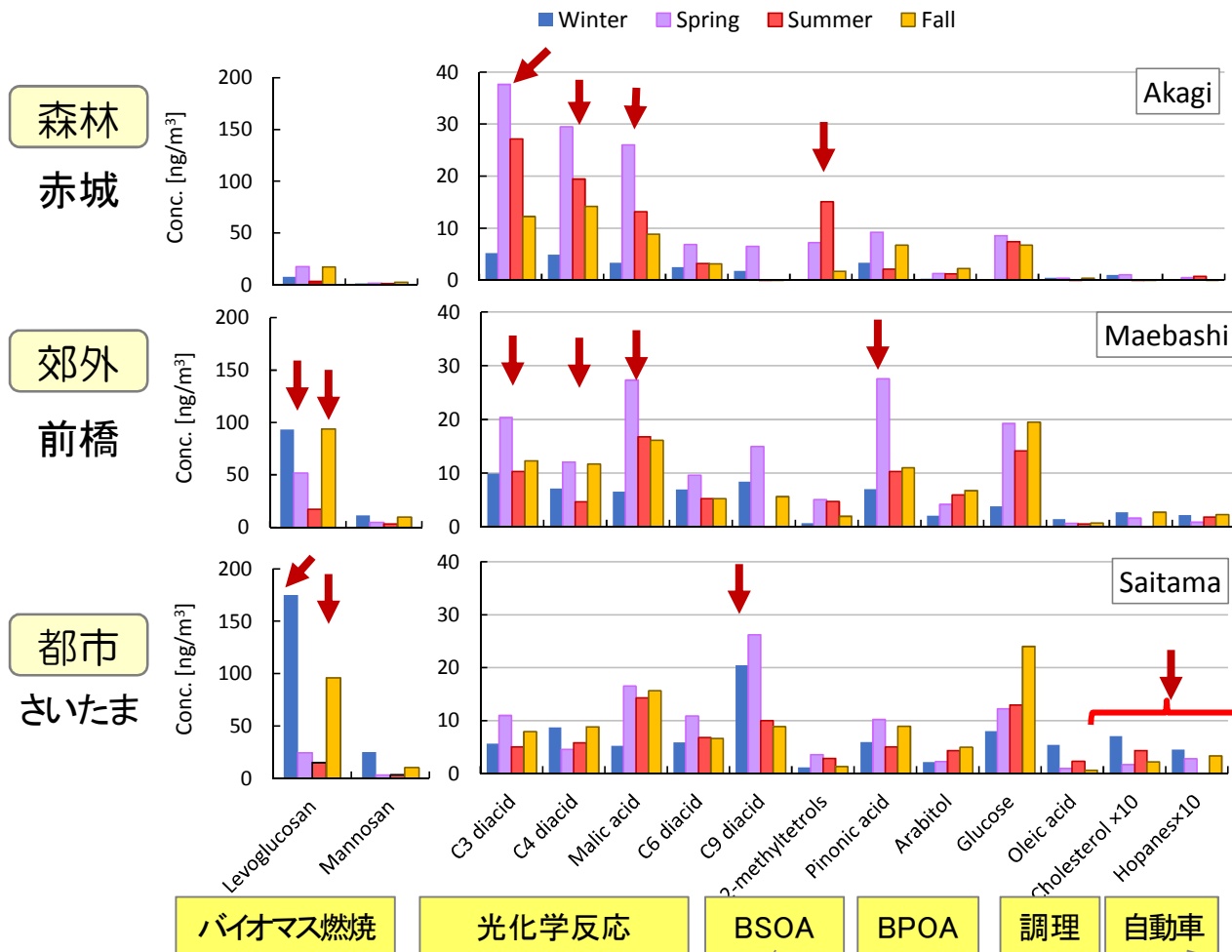
+有機マーカー



※ガス状物質（無機ガス、VOC）も同時測定

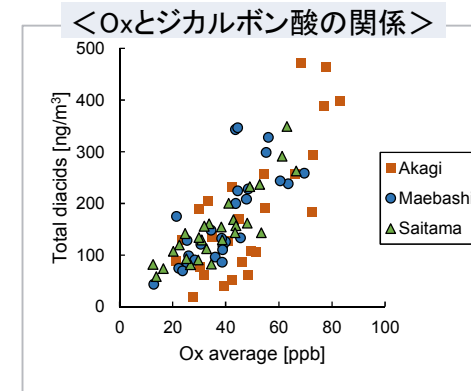


サブ1 PM_{2.5}中の有機マーカークン濃度(季節別平均)



Ox は 春>夏となっていた

SOA生成量に影響



バイオマス燃焼 光化学反応 BSOA BPOA 調理 自動車

秋冬に高濃度
さいたま・前橋 > 赤城

春夏に濃度増加
赤城・前橋: C3~C4多い
さいたま: C9が多い

テトラール: 春夏に増加
赤城で特に高い。BVOC濃度に関係
ピノン酸: 年間を通して存在

都市地点で高い傾向

地点や季節によって有機マーカークン濃度の挙動に特徴が見られる



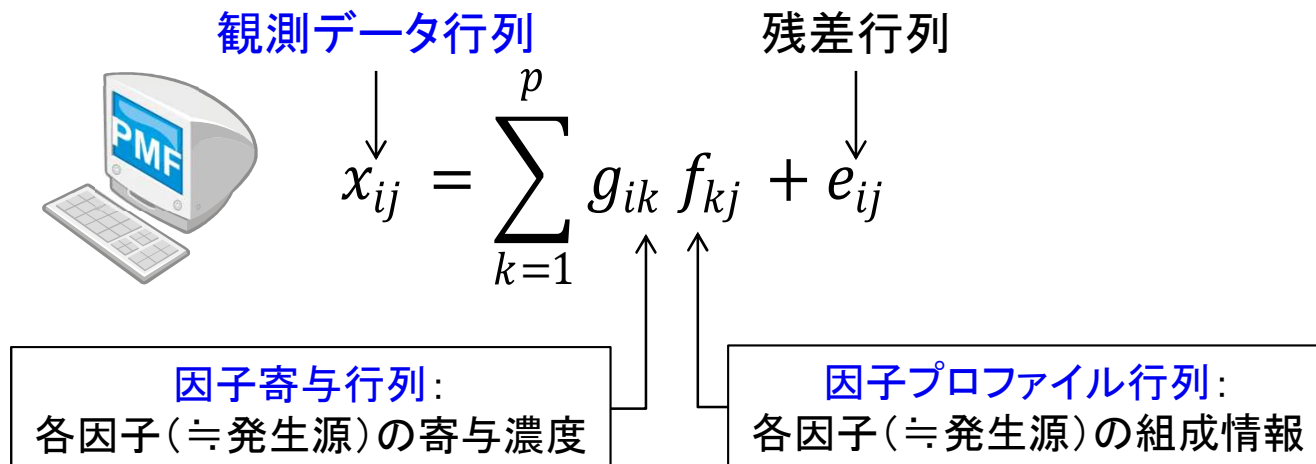
サブ2 PMFモデルによる発生源寄与解析

サブ1で得られた
PM_{2.5}観測データセット

投入

- ◆ $n = 167$: 3地点 × 14日間 × 4季節
- ◆ 38項目: PM_{2.5} mass, イオン(8成分)
炭素(2成分), 金属(10成分)
有機マーカー(17成分)

正值行列因子分解法 (PMF; Positive Matrix Factorization)
残差を最小化する因子寄与行列と因子プロフィール行列を導出する統計モデル





サブ2 発生源寄与解析の結果

PMF解析 (EPA PMF 5.0) を実行



12因子に分解 ↔ 一般的な測定項目 (有機成分なし) による解析では6~7因子

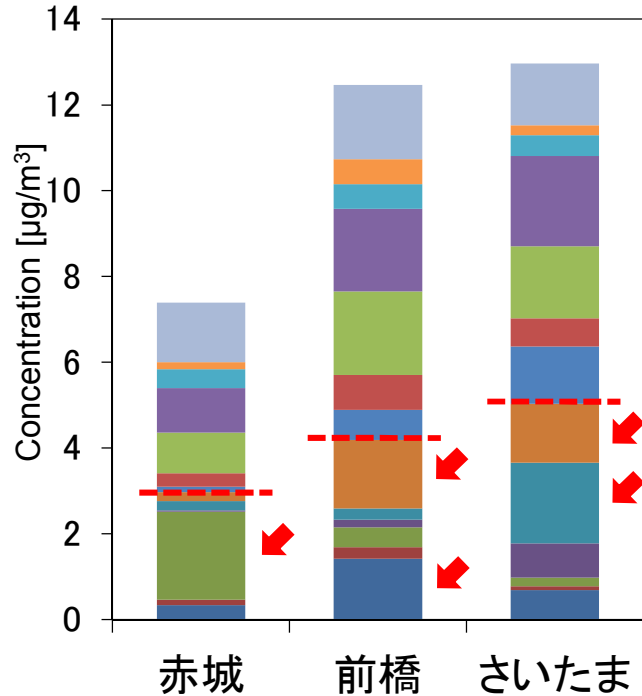
新たに分解できた発生源

	因子	指標成分	地点特徴	季節特徴
F1	バイオプライマリー (BPOA)	Arabitol, Glucose	前橋 >> さいたま > 赤城	春・夏・秋
F2	モノテルペン由来BSOA	Pinonic acid, C5-C6 diacids	前橋 > 赤城 ≒ さいたま	冬・春
F3	イソプレン由来BSOA	2-methyltetrols, C3-C4 diacids	赤城 >> 前橋 > さいたま	春・夏
F4	調理	Cl ⁻ , Linoleic acid, Oleic acid, β-sitosterol	さいたま >> 前橋 ≒ 赤城	冬
F5	都市部ローカルOA	C16 acid, C9 diacid, Na ⁺	さいたま >> 前橋 ≒ 赤城	春・夏
F6	バイオマス燃焼	K ⁺ , Levoglucosan	前橋 > さいたま >> 赤城	秋・冬
F7	自動車 + 道路粉塵	Ca ²⁺ , EC, Mn, Cu, Zn, Ba, HP29	さいたま > 前橋 > 赤城	通年
F8	硝酸塩	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	前橋 > さいたま > 赤城	冬・秋
F9	硫酸塩 (重油燃焼)	V, Oxalate, SO ₄ ²⁻	さいたま ≒ 前橋 > 赤城	春・夏
F10	硫酸塩 (広域汚染・石炭燃焼)	NH ₄ ⁺ , SO ₄ ²⁻ , As	前橋 ≒ さいたま > 赤城	夏・秋
F11	広域汚染	As, Cd, Pb	前橋 ≒ 赤城 ≒ さいたま	春・秋
F12	土壌	Ca ²⁺ , Al, Fe	前橋 >> 赤城 ≒ さいたま	春

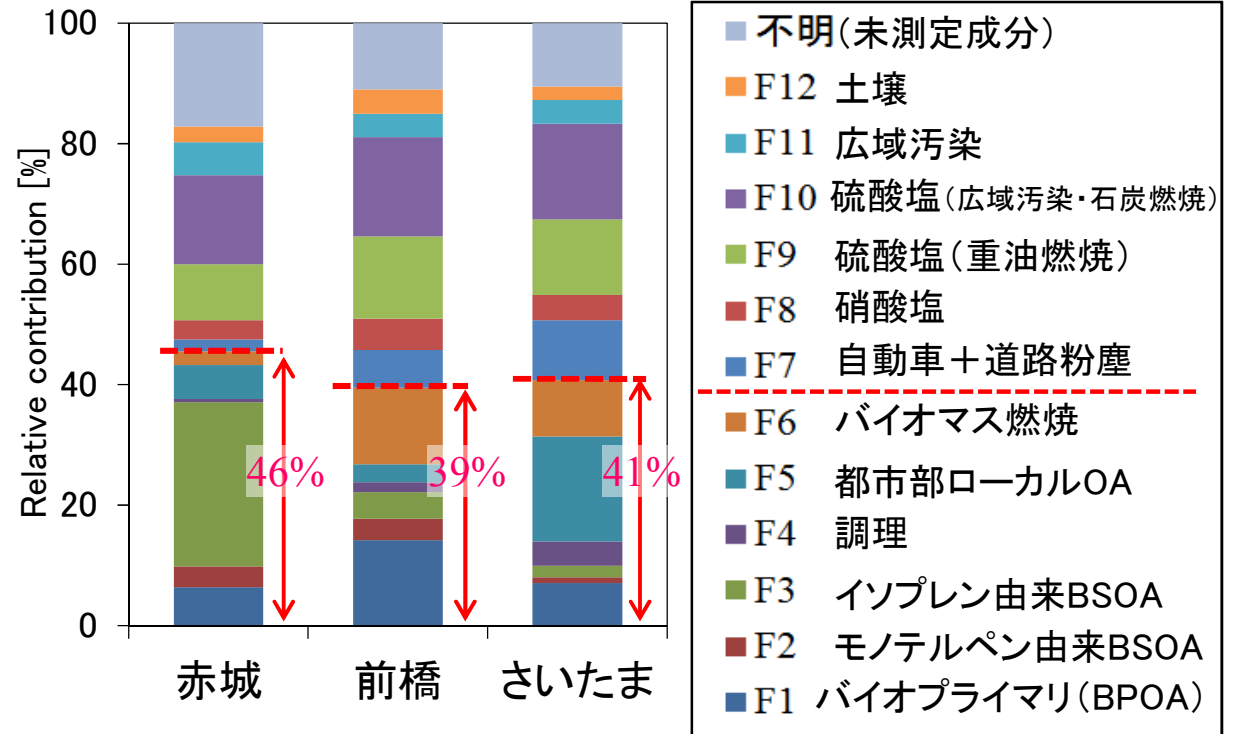


サブ2 PM_{2.5}に対する因子別寄与濃度

➤ PM_{2.5}に対する寄与濃度(年間平均)



➤ PM_{2.5}に対する寄与率(年間平均)



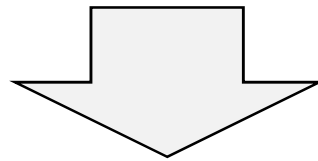
- 地点によって発生源寄与の内訳は大きく異なる
- 本研究で新たに分解できたF1~F6の因子はPM_{2.5}の4割を占める
- 寄与の大きい因子・・・赤城: (F3)イソプレン由来BSOA
前橋: (F1)BPOA, (F6)バイオマス燃烧
さいたま: (F5)都市ローカルOA, (F6)バイオマス燃烧

本研究の成果

主な成果

- (サブ1) ✓ 有機マーカ―多成分分析法を確立
 - ✓ 有機マーカ―の挙動から地点・季節の特徴を明らかにした
- (サブ2) ✓ 既往研究よりも細分化された発生源で寄与を評価
 - ✓ 有機粒子に関する因子を抽出

有機マーカ―を含むPM_{2.5}観測により
詳細な発生源寄与評価が可能



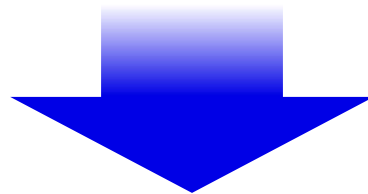
(サブ1)

有機マーカ―多成分測定マニュアルを作成

- 地方自治体のPM_{2.5}成分調査業務に組み込むことが可能
- 発生源寄与解析結果も事例として掲載

環境政策への貢献

- **新たな発生源寄与評価の確立**
 - ・ 課題であった有機粒子の発生源について、詳細な発生源寄与評価が可能になった
- **PM_{2.5}モニタリング手法の提案**
 - ・ 地方自治体の常時監視業務に適用可能な測定マニュアルを作成
 - ・ 本研究の手法は複数の地方環境研究所で実施予定
 - ・ 国内のPM_{2.5}観測体制が充実し、有機粒子に関する知見の集積が期待される
- **PM_{2.5}観測データの用途展開**
 - ・ 本研究で得た観測データセットは、有機粒子の再現性に課題を抱えるシミュレーションモデルの検証データとして利用可能



PM_{2.5}対策

科学的知見に基づいた
国内の発生源対策の必要性や効果に関する政策的な議論