

環境研究総合推進費によるPM2.5に関する主な研究の概要について

○PM2.5 排出抑制策における中長期的課題（中間取りまとめより抜粋）

短期的課題と並行して、総合的な対策に取り組む上での基礎となる現象解明や情報整備、対策効果の定量的予測・評価を可能とするシミュレーションの高度化等に関する以下の課題に取り組み、その進捗状況に応じて追加的な対策を検討する。

- 1) 二次生成粒子（特に、二次生成有機粒子）の生成能に関する科学的知見の充実を踏まえ、PM2.5 やオキシダント生成能の高いVOCを対象とした排出抑制対策を検討する。

→上記課題1については、推進費研究

「PM2.5 予測精度向上のためのモデル・発生源データの改良とエアロゾル揮発特性の評価」（平成26年度～平成28年度、菅田 誠治（国環研）」（別添1）

「有機マーカに着目したPM2.5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等」（平成26年度～平成28年度、熊谷 貴美代（群馬県環境研）」（別添2）

などにより対応している。

- 2) 固定発生源からの一次生成粒子について、凝縮性ダストを考慮した適切な測定方法の開発や排出実態の解明を進め、排出抑制対策を検討する。

→上記課題2については、推進費研究

「燃焼発生源における希釈法による凝縮性一時粒子揮発特性の評価法の確立」（平成27年度～平成29年度、藤谷 雄二（国環研）」（別添3）

などにより対応している。

- 3) 発生源情報を整備し、観測データを用いたレセプターモデルの解析や高度化されたシミュレーションモデルの解析に利用して、寄与割合の高い発生源を推定し、効果的な対策を検討する。

→上記課題については、推進費研究

「PM2.5 予測精度向上のためのモデル・発生源データの改良とエアロゾル揮発特性の評価」（平成26年度～平成28年度、菅田 誠治（国環研）」（再掲：別添1）

「有機マーカに着目したPM2.5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等」（平成26年度～平成28年度、熊谷 貴美代（群馬県環境研）」（再掲：別添2）

「大気中の二次汚染物質に対する発生源寄与推計と対策立案に資する規範的モデルの確立」（平成28年度～平成30年度、茶谷 聡（国環研）」（別添4）

などにより対応している。



1. 研究課題名：

PM2.5 予測精度向上のためのモデル・発生源データの改良とエアロゾル揮発特性の評価

2. 研究代表者氏名及び所属：

菅田誠治（独立行政法人国立環境研究所）

3. 研究実施期間：平成 26～28 年度

4. 研究の趣旨・概要

平成 25 年初頭以来、微小粒子状物質（PM2.5）には強い関心が向けられ、数値計算による正確な予測が望まれている。しかし、現在の数値モデルでは、有機エアロゾルの過小や、硝酸塩エアロゾルの過大等が指摘されている。

本研究は、半発性有機炭素（SVOC）による二次生成有機エアロゾル（SOA）生成の最新の計算スキームである揮発性基底関数（VBS）モデルを PM2.5 予測モデルに導入し、SVOC および SOA の揮発特性パラメータの改良と、排出量データの改良により、PM2.5 予測計算の精度を上げる。

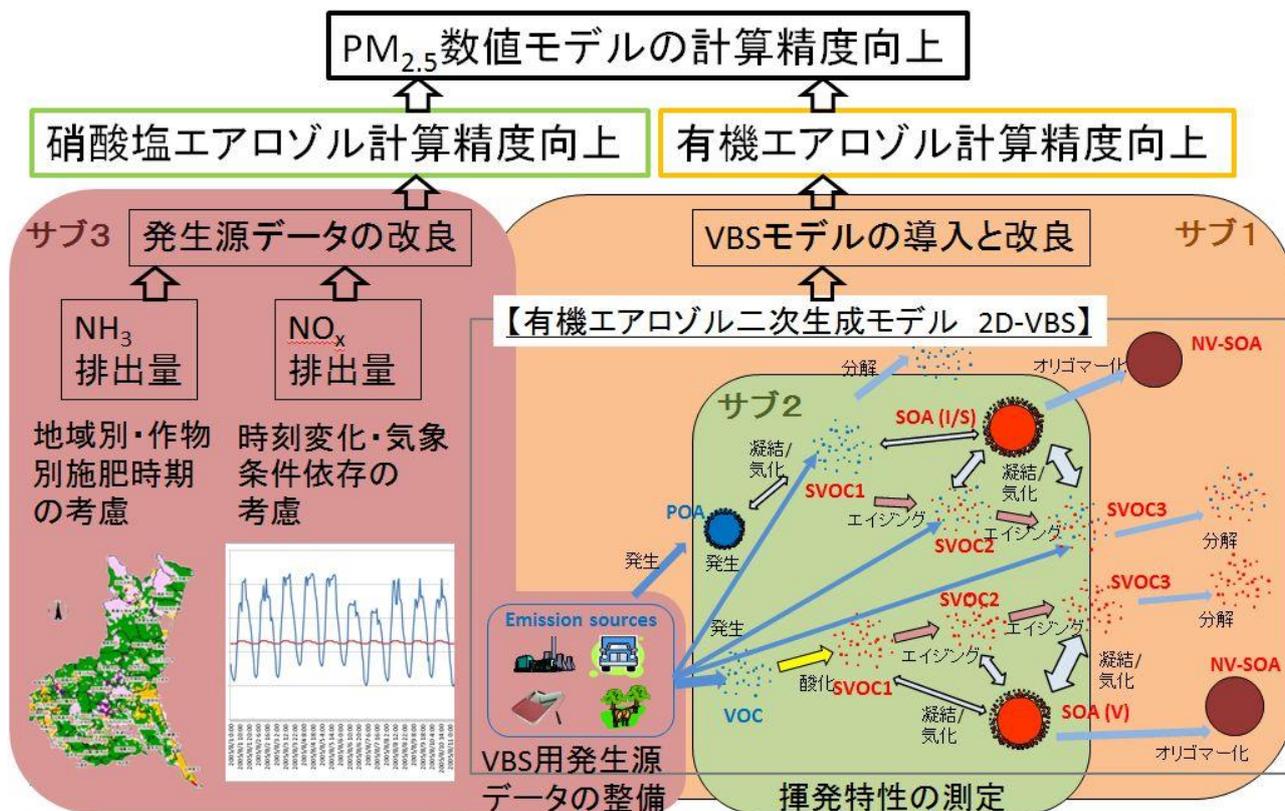
これらにより、PM2.5 の数値予測による再現精度が向上し、注意喚起の判断材料として活用する等の環境政策への貢献が期待できる。

5. 研究項目及び実施体制

- ① 有機エアロゾル揮発特性の計算手法の精緻化による PM2.5 予測モデルの改良
（（独）国立環境研究所）
- ② 有機エアロゾルの揮発特性および化学性状に関する実験的研究
（（独）国立環境研究所）
- ③ 窒素化合物インベントリ改良および有機エアロゾルの揮発特性データ構築
（一般財団法人日本自動車研究所）

6. 研究のイメージ

5-1408 PM_{2.5}予測精度向上のための
モデル・発生源データの改良とエアロゾル揮発特性の評価



【5-1408】PM_{2.5} 予測精度向上のためのモデル・発生源データの改良とエアロゾル揮発特性の評価 (H26~H28)

菅田 誠治 (国立研究開発法人 国立環境研究所)

1. 研究開発目的

本研究は、PM_{2.5} 予測モデルの精度を、最新の有機エアロゾル二次生成スキームの導入と改良、および、関連排出量の更新により、向上させることが目的である。具体的には、半挥发性有機炭素 (SVOC) による二次生成有機エアロゾル (SOA) 生成の予測精度向上のため、最新の計算スキームである揮発性基底関数 (VBS) モデルを PM_{2.5} 予測モデルに導入する。そのうえで、SVOC および SOA の揮発特性パラメータの改良と、排出量データの改良により、PM_{2.5} 予測計算の精度を上げる。

これらにより、PM_{2.5} 数値予測の大きな誤差要因である有機エアロゾルと硝酸塩エアロゾルの再現精度が向上され、より定量的な PM_{2.5} 予測結果を注意喚起の判断材料として活用する等による環境政策への貢献が期待できる。

2. 研究の進捗状況

サブテーマ (1)

気象モデル WRF と大気質モデル CMAQ から成る既存の PM_{2.5} 予測モデルに VBS モデルを導入した。入力データとして不足するデータは仮に与え、試験的計算を行った。

サブテーマ (2)

SVOC による SOA 生成における揮発特性の測定法を確立した。また、オリゴマー/SOA 比の評価を行った。SOA の前駆物質として植物由来のモノテルペンなどを用いた。

サブテーマ (3)

各種発生源の揮発性評価を行い、既存のデータから VBS モデルが必要とする蒸気圧クラス別 SVOC 排出量データの整備を行った。また、窒素酸化物の排出量時刻依存性やアンモニアの排出量データに関する基礎データを収集した。

3. 環境政策への貢献 (研究代表者による記述)

本研究は、最近の PM_{2.5} シミュレーションの主たる問題点である OA 粒子の過小評価と硝酸塩粒子の過大評価の解決に取り組んでいる。OA 粒子の過小評価に対しては、二次粒子生成計算スキーム (VBS モデル) を導入した上で、室内実験測定の結果を活用してスキームの改良を行うとともに、OA 排出量について測定誤差の影響を補正する検討を続けている。硝酸塩粒子に対しては、関連物質の排出量の時間分解能もしくは空間分解能を上げることによる精度向上の試みを継続している。

本研究の対象は主に日本国内ではあるが、VBS モデルは諸外国にも適用できるものであり、本研究で VBS モデルの精度を向上させることができれば、国外の OA 排出量について多少の仮定を置くことにより、越境汚染も含めた計算精度を向上させることが可能であると考えられる。

残りの研究期間を含むこれらの計算スキームや排出量データの改良を通じて、PM_{2.5} 数値シミュレーションの精度を上げて現実再現性を向上させることができ、各種の数値解析や数値予報をより高い精度で行うことが可能になる。より高い精度での PM_{2.5} の評価・対策見積・予測 (注意喚起判断を含む) 等に役立つことが期待できる。

4. 委員の指摘及び提言概要

本研究は順調に進展していると思われるが、シミュレーション中心のプログラム特有の問題を抱えている。モデルの精度向上は一定の意味があるが、信頼性の向上 (様々な条件での観測データのモデルでの再現等) にも配慮が望まれる。特に、硝酸塩エアロゾルのモデル計算で、HNO₃ と NH₃ の乾性沈着速度パラメータの 5 倍変更操作による精度向上は科学的根拠が必要である。PM_{2.5} の発生源対策

に役立つレベルまでモデルを精密化し、行政面への新しい貢献を具体的に出してほしい。

5. 評点

総合評点： A



1. 研究課題名：
有機マーカに着目した PM2.5 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

2. 研究代表者氏名及び所属：
熊谷 貴美代（群馬県衛生環境研究所）

3. 研究実施期間：平成 26～28 年度

4. 研究の趣旨・概要

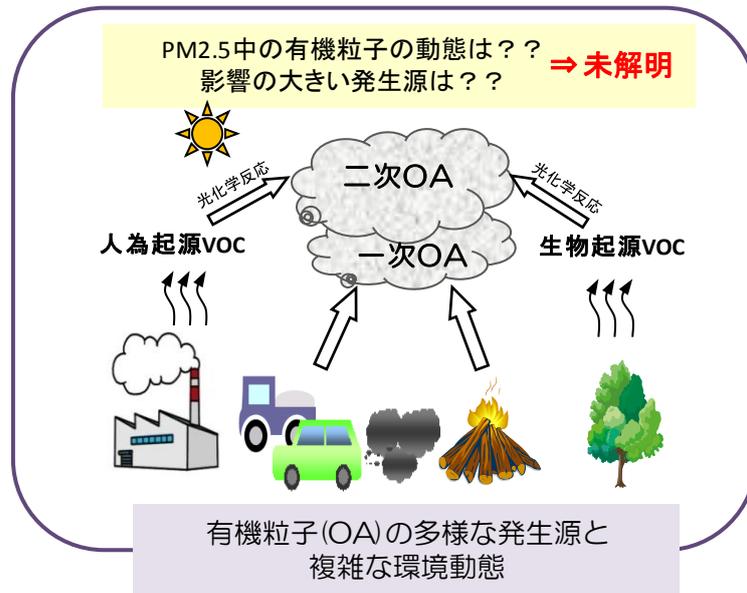
微小粒子状物質（PM2.5）の環境基準達成率は低く、多くの地域で基準を超過している。PM2.5 の発生源は多岐にわたるため、効果的な対策のためには発生源の寄与割合を求める必要がある。

本研究では、PM2.5 の主要成分であり解明の遅れている有機粒子について、大気中の動態および主要発生源の寄与に関する新たな知見を得ることを目的とする。個々の発生源の指標となる有機マーカ成分に着目したフィールド観測を実施し、得られたデータを正值行列因子分解モデル（因子分析を応用したリセプターモデル）で解析することによって、発生源寄与評価を行う。これにより、PM2.5 発生源対策に関する政策的な議論に科学的知見を提供することができる。また本研究では、地方自治体を実施している PM2.5 モニタリング調査に適応可能な有機マーカ成分の観測・解析手法の提案も目指しており、地方環境対策への貢献も期待される。

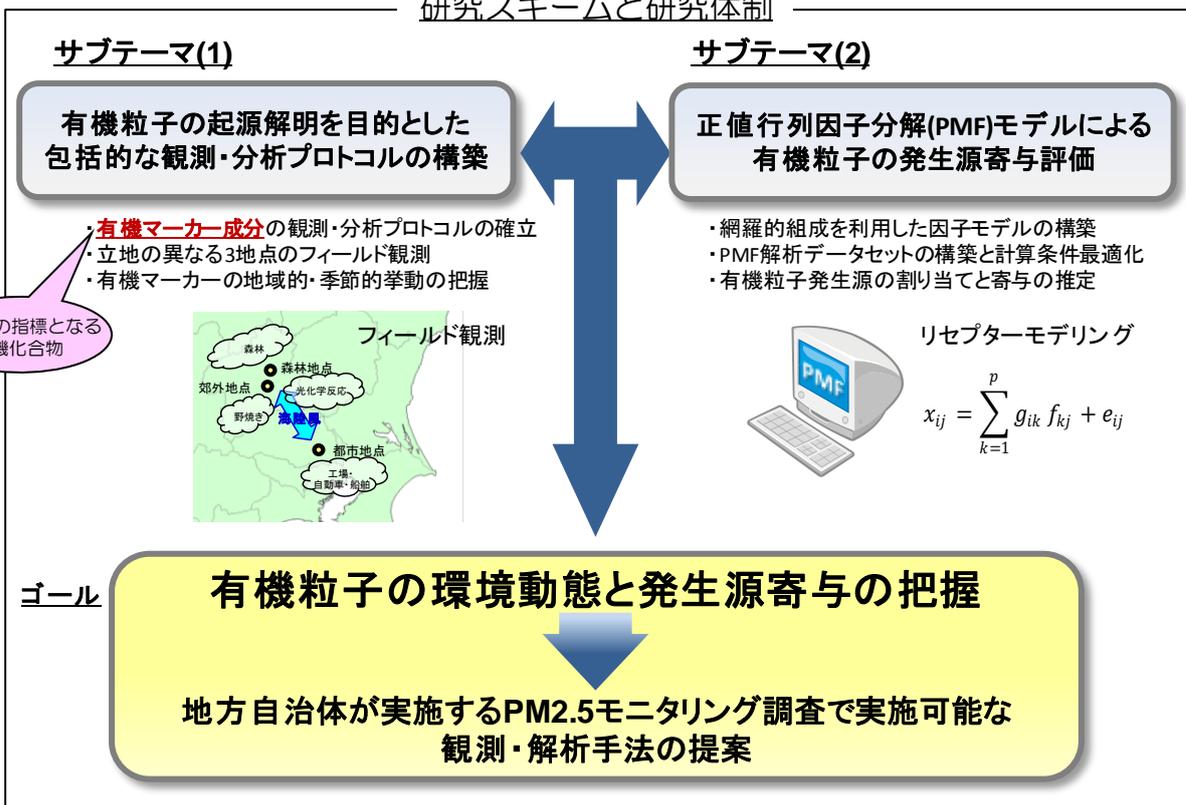
5. 研究項目及び実施体制

- (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）
- (2) 正值行列因子分解 (PMF) モデルによる有機粒子の発生源寄与評価
（公立大学法人高崎経済大学）

6. 研究のイメージ



研究スキームと研究体制



PM2.5削減対策への貢献

【5-1403】有機マーカ―に着目した PM_{2.5} の動態把握と正値行列因子分解モデルによる発生源寄与評価 (H26~H28)

熊谷 貴美代 (群馬県衛生環境研究所)

1. 研究開発目的

より効果的な PM_{2.5} の低減対策を立案するためには、各種発生源の寄与割合を把握することが必要であるが、特に有機粒子 (OA) に関しては環境動態や発生源寄与について未解明な点が多い。OA の起源探索に言及した先行研究を概観すると、寄与評価に資するいくつかの有用なマーカ―成分が提案されている。本研究では、有機マーカ―成分に着目したフィールド観測と、リセプターモデルによる発生源解析を融合させた研究フレームにより、OA の動態および発生源寄与に関する新たな知見を得ることを目的とする。なお、本研究では、有機マーカ―成分を含む PM_{2.5} の観測・解析手法を全国の自治体に普及すべく、地方自治体が行う『微小粒子状物質に係る常時監視成分分析調査』の枠組みの中で実施可能な有機マーカ―成分の観測・分析プロトコル、およびそれらを用いたリセプターモデリングの確立を目指すものとする。

本研究は、フィールド観測およびリセプターモデルを担当するサブグループをそれぞれ設置し、相互に連携しながら研究に取り組む。平成 26 年度は、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」では、有機マーカ―の多成分同時分析法の確立と最適な大気観測の設計に向けた有機マーカ―成分を含む予備観測データの取得を目的とした。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」では、大気試料の分析で分析装置 (GC/MS) に蓄積された網羅的組成情報を利用し、因子分解に寄与する有機マーカ―成分の探索と因子モデルの構築を目的とした。

2. 研究の進捗状況**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**

予備観測として前橋および赤城において PM_{2.5} および前駆ガス状物質のサンプリングおよび分析を実施した。有機マーカ―成分について、溶媒抽出―誘導体化 GC/MS 法による多成分同時分析手法を検討し、予備観測データを取得した。上記 2 地点とさいたまにおいて本観測の一部 (冬季サンプリング) を実施した。平成 27 年度は前年度に引き続き本観測を実施中である。

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

サブテーマ(1)で実施した有機マーカ―成分およびガス成分の観測データを利用し、因子モデルを構築した。網羅的な組成情報から、既知の有機マーカ―成分と同様の挙動を示す成分を逆探索し、本観測の設計にフィードバックした。

3. 環境政策への貢献 (研究代表者による記述)

平成 25 年 12 月に環境省から公表された PM_{2.5} に関する政策パッケージの中で「発生源寄与の把握」や「PM_{2.5} 二次生成機構の解明」が取り組み事項としてあげられている。本研究は二次生成する有機粒子をターゲットの一つにしており、また発生源寄与評価も実施することから、これらの行政ニーズに貢献し得るものである。さらに本研究で得られる観測データセットは OA の詳細な成分データを含む時空間的な広がりをもつデータであり、健康リスク評価や予測シミュレーションの精度向上のための検証に利用できると思われる。

本研究では、地方自治体で実施されている PM_{2.5} 常時監視業務への適用を目指し、それと同じ手法で採取された PM_{2.5} 試料に対して有機マーカ―分析を実施する計画である。平成 26 年、PM_{2.5} 成分分析マニュアル (環境省) にレボグルコサン測定法が追加されたため、今後、地方自治体でもレボグルコサンの分析体制が整備されると予想される。本研究が提案する分析手法は、レボグルコサンの測定と同時に複数のマーカ―成分の測定を可能とするものであり、分析装置や試料前処理操作等に追加的なコ

ストをかけずに実施可能なものである。また本研究の観測・解析手法は、各地方自治体のPM_{2.5}常時監視への展開が可能であり、国内のPM_{2.5}観測体制の充実化が期待できる。これにより、有機粒子の動態および発生源寄与についての知見が集積され、PM_{2.5}汚染対策の立案に貢献できる。

4. 委員の指摘及び提言概要

研究は順調に進展していると思われる。ルーティン業務から研究課題に取り組んでいる点を評価したい。目標が達成されれば、国内地方研究機関の観測データの活用が進むと考えられる。得られているデータを十分に利用して、手法の有効性や限界をしっかりと研究して、次のステップにつなげてほしい。今後は分析データ（方法も）の信頼性をしっかりと提示すること、実測も含めた発生源情報を収集すること、発生源の寄与の信頼性を明らかにすることが必要である。

5. 評点

総合評点： A

1. 研究課題名：

燃焼発生源における希釈法による凝縮性一次粒子揮発特性の評価法の確立

2. 研究代表者氏名及び所属：

藤谷雄二

(国立研究開発法人国立環境研究所環境リスク研究センター)



3. 研究実施期間：平成 27～29 年度

4. 研究の趣旨・概要

燃焼発生源からガス状物質が大気中に排出された直後に大気との混合冷却により新たに粒子化する成分である凝縮性ダストを研究対象とする。近年の凝縮性ダストの主成分は有機物であり、一次粒子の未把握の発生源として、また、二次有機エアロゾル（微粒子）の前駆物質の発生源として凝縮性ダストの把握が急務となっているが、その測定手法が確立されていない。

本課題では、燃焼発生源における微粒子の個数濃度および主成分の希釈に対するリアルタイム応答性や微粒子・ガスの有機成分を明らかにし、凝縮性ダストの測定法を確立する。

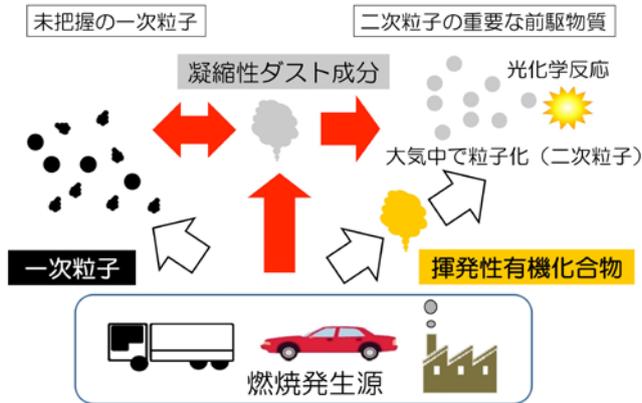
本研究の推進により、PM_{2.5}の予測精度の向上、未把握の凝縮性ダストの対策策定に貢献できる。

5. 研究項目及び実施体制

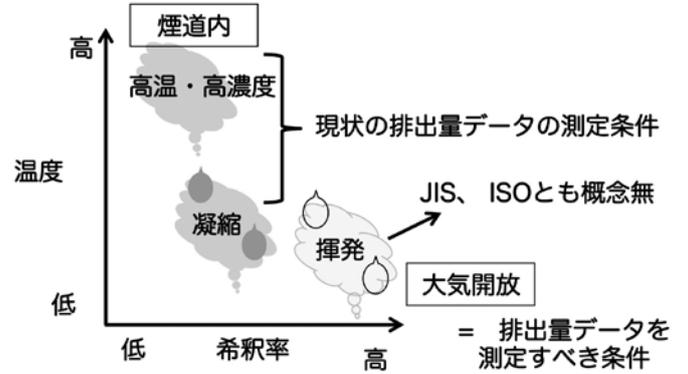
1. 希釈法および組成情報からの一次発生源の揮発性分布の導出 (国立環境研究所)
2. 発生源における粒子およびガス状成分の捕集 (日本環境衛生センター)
3. 粒子およびガス状成分の有機物の網羅的分析 (東京都環境科学研究所)

6. 研究のイメージ

燃焼発生源における凝縮性ダストの環境中挙動



燃焼発生源の粒子状物質の排出係数測定の実状

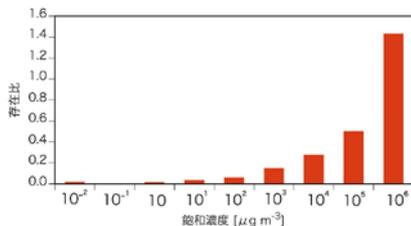


現状では粒子状物質の排出係数は、大気中での凝縮分、再揮発分が未考慮

凝縮性ダストの測定法の開発が急務

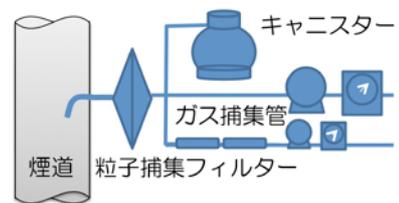
サブテーマ 1 国立環境研究所

希釈法および組成情報からの一次発生源の揮発性分布の導出



サブテーマ 2 日本環境衛生センター

発生源における粒子およびガス状成分の捕集



サブテーマ 3 東京都環境科学研究所

粒子およびガス状成分の有機物の網羅的分析

凝縮性ダストの測定法の提言

凝縮性ダスト成分の大気中の挙動の解明や大気中 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度予測の精緻化につながる



1. 研究課題名：

大気中の二次汚染物質に対する発生源寄与推計と
対策立案に資する規範的モデルの確立

2. 研究代表者氏名及び所属：

茶谷 聡（国立研究開発法人国立環境研究所）

3. 研究実施期間：平成 28～30 年度

4. 研究の趣旨・概要

大気中の微小粒子状物質（PM_{2.5}）と光化学オキシダント（Ox）の濃度は、多くの地域で環境基準を超過しており、有効な濃度低減策が求められている。

本研究では、大気中での複雑な光化学反応を経て二次的に生成される PM_{2.5} と Ox について、その物理化学的挙動を表現できる数値モデルの検証・改良・実行に必要なデータを揃えた上で、国内のモデル研究者を一堂に集め、複数のモデル間で相互比較を行うことにより、規範的なモデルを確立させる。

それにより、PM_{2.5} と Ox の有効な濃度低減策の立案に不可欠な、高濃度大気汚染のメカニズムの解明と、信頼性の高い発生源寄与割合の推計に貢献する。

5. 研究項目及び実施体制

- ①モデルの推計精度向上と対策効果の評価に資する排出インベントリの開発
（国立環境研究所）
- ②モデル間相互比較に基づく発生源寄与割合の総合的・統合的評価手法の開発
（神戸大学）
- ③PM_{2.5} および関連ガス成分の地表面フラックスの精密測定とモデル化
（電力中央研究所）
- ④Ox 高濃度事象の立体構造把握及びモデル不確実性評価を対象とした観測研究
（明星大学）

6. 研究のイメージ

