

PM2.5の環境基準の設定と 今後の課題について

平成21年12月4日

東京都環境科学研究所公開研究発表会

調査研究科

上野 広行

内容

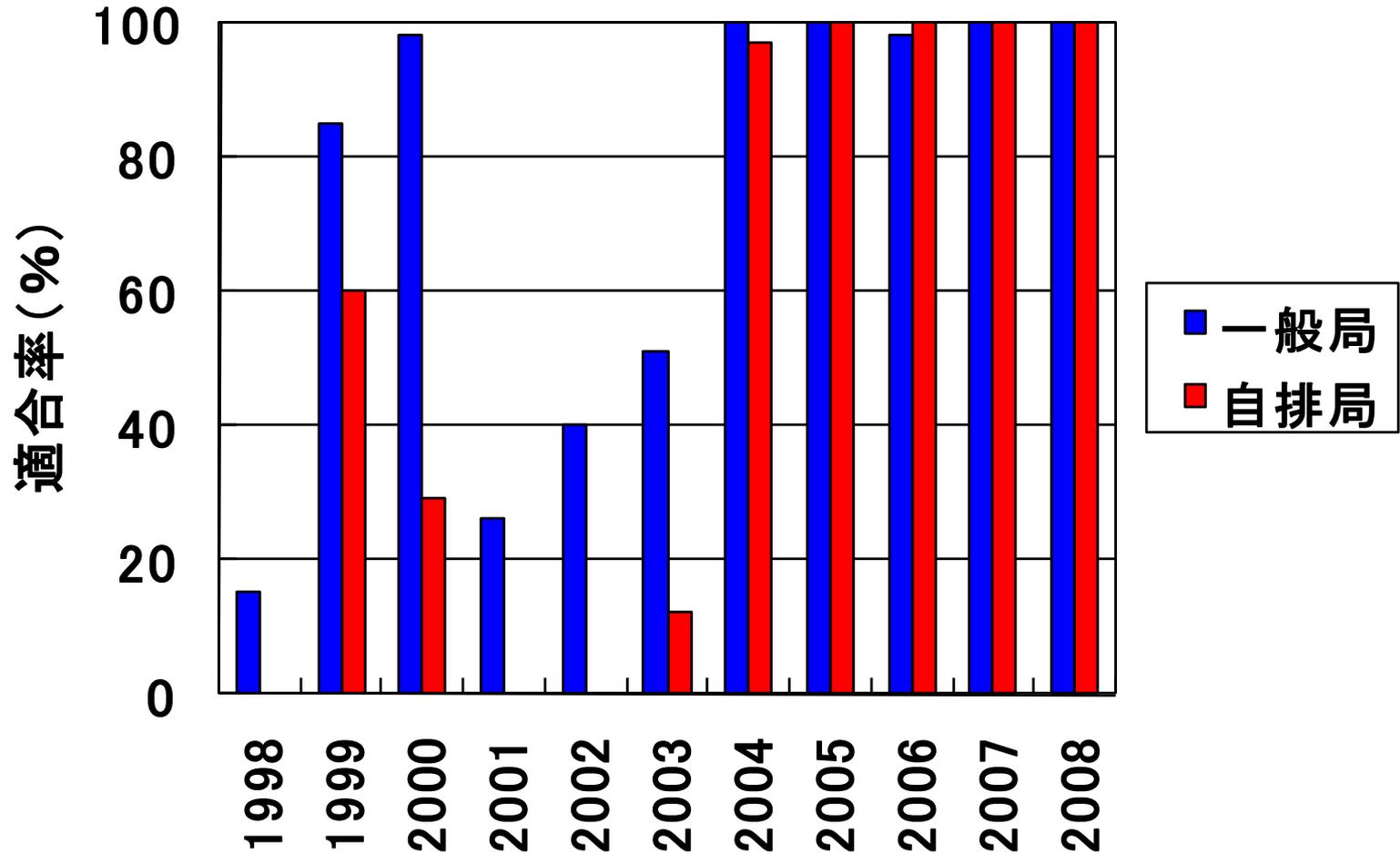
- PM2.5の環境基準設定について
 - 大気環境基準の達成状況
 - PM2.5の環境基準
 - PM2.5の健康影響
 - PM2.5の測定方法
- 東京都におけるPM2.5への取組みと課題
 - PM2.5のモニタリング
 - PM2.5濃度と成分組成の解析
 - レセプターモデル、シミュレーションモデル
 - おわりに

大気環境基準達成率(%) H20年度

物質	一般環境大気 測定局	自動車排出ガス 測定局
二酸化硫黄:SO ₂	100	100
一酸化炭素:CO	100	100
二酸化窒素:NO ₂	100	85
浮遊粒子状物質:SPM	100	100
光化学オキシダント:Ox	0	—
ダイオキシン類	100	—
ベンゼン	100	100
トリクロロエチレン	100	100
テトラクロロエチレン	100	100
ジクロロメタン	100	100

環境基準とは、人の健康の保護及び生活環境の保全のうえで維持されることが望ましい基準であり、行政上の政策目標である

SPM(浮遊粒子状物質)環境基準の達成率



微小粒子状物質に係る環境基準について (告示)平成21年9月9日

第1 環境基準

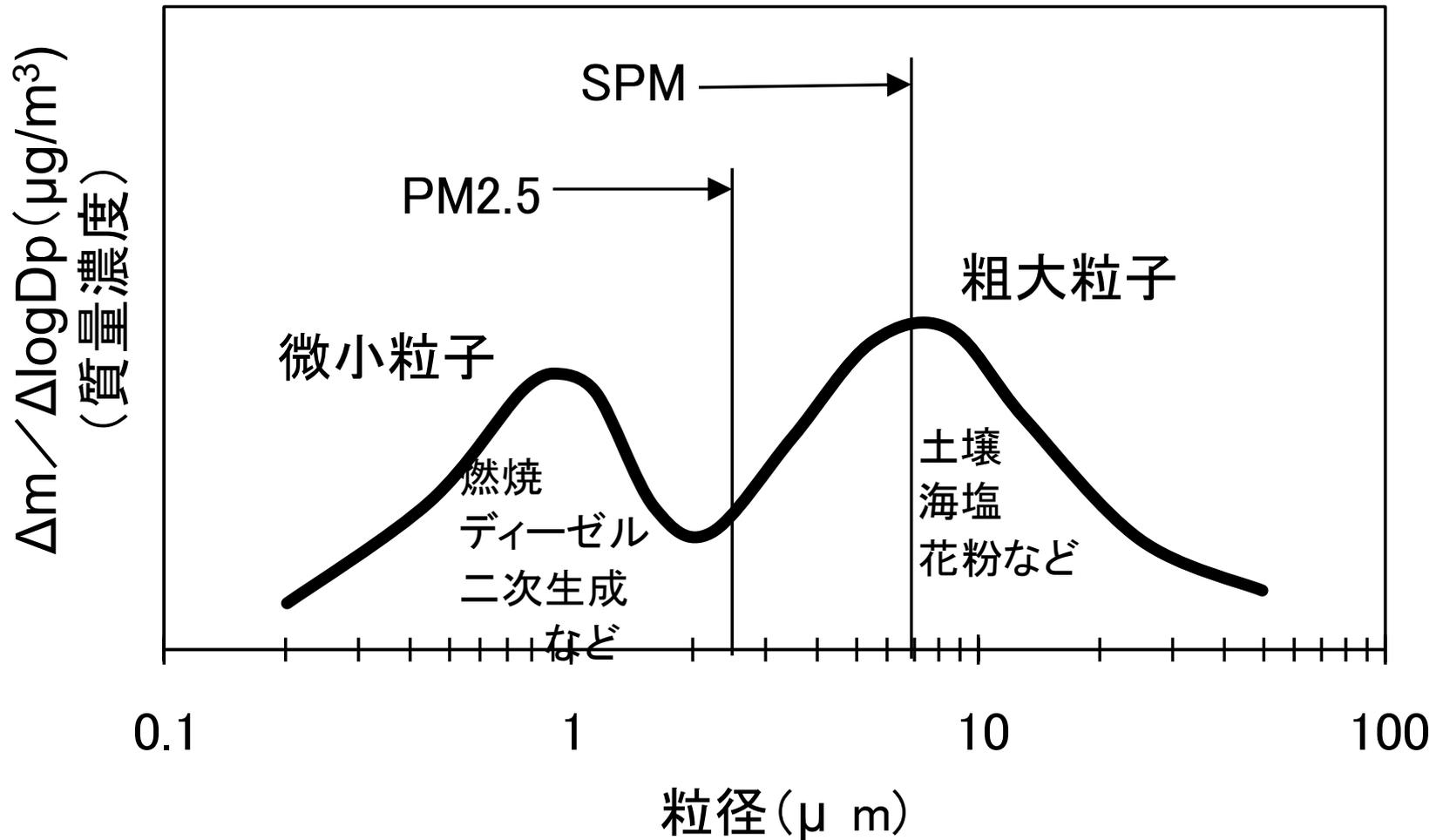
1. 年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下かつ1日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
2. 濾過補修による質量濃度測定方法又は等価な値が得られる自動測定機による測定
3. 一般公衆が通常生活していない地域又は場所には適用しない
4. 微小粒子状物質とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって、粒径が $2.5\mu\text{m}$ の粒子を50%の割合で分離できる分粒装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去した後に採取される粒子をいう

第2 達成時期

維持され又は早期達成に努める

大気中に浮遊する粒子の粒径分布

多段式インパクタによる測定



PM2.5 : より健康影響の大きい微小粒子の指標として適当

PM2.5の大きさは？

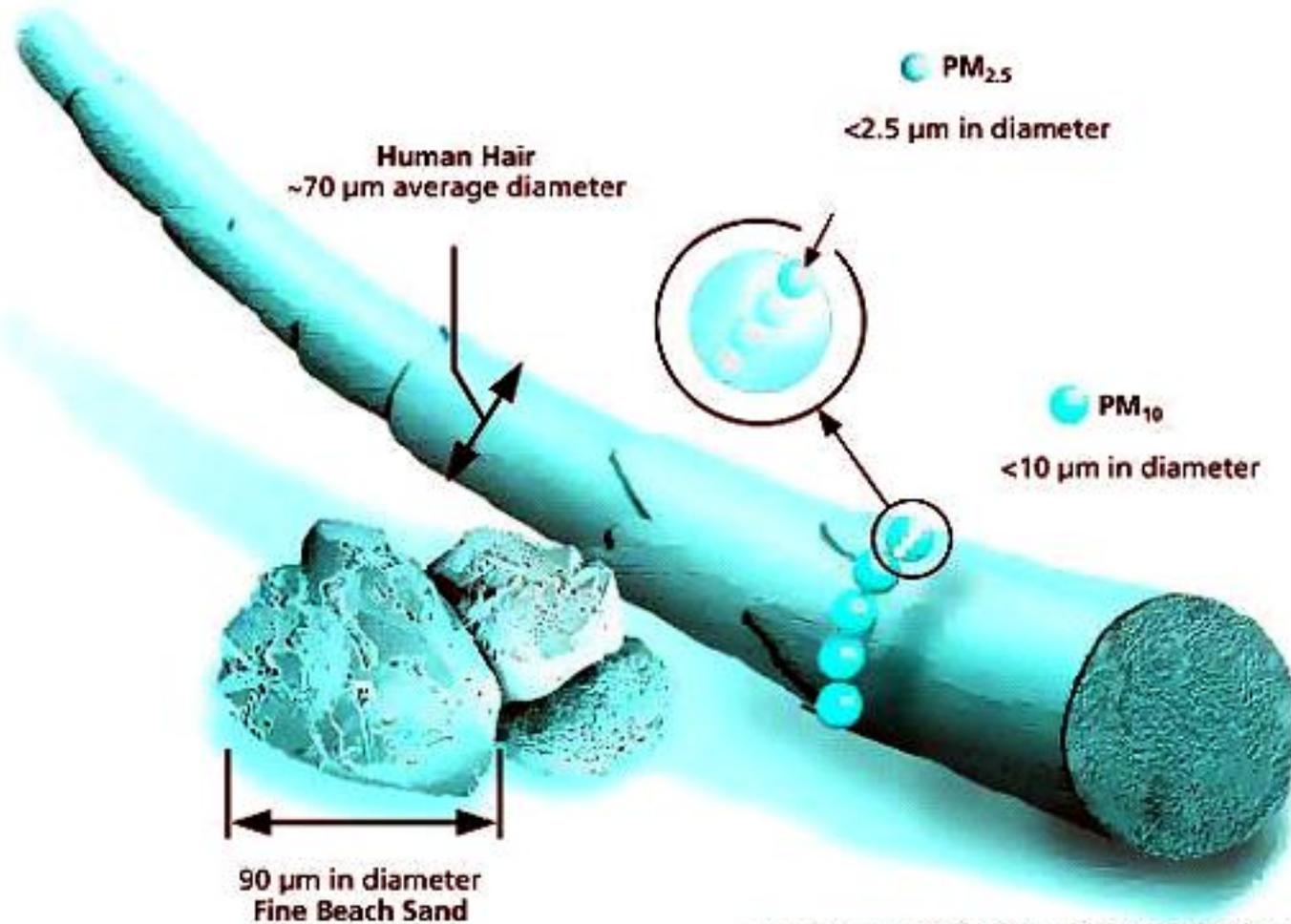


Image courtesy of EPA, Office of Research and Development

米国環境保護庁 (U.S.EPA)
のWebサイトより

PM2.5の環境基準設定までの経緯

1973: SPMの環境基準設定

1993: Dockeryら ハーバード6都市研究

1997: 米国においてPM2.5環境基準設定(2006基準強化)

1997: 都においてPM2.5モニタリング一部開始

1999: PM2.5国際シンポジウム開催(於東京)

1999: 環境省「微小粒子状物質暴露影響調査研究」を開始(2007取りまとめ)

2006: WHO PM2.5大気環境ガイドラインを設定

2007: 「東京大気汚染訴訟」の和解

2007: 環境省「微小粒子状物質健康影響評価検討会」(2008取りまとめ)

2008: PM2.5環境基準について中央環境審議会へ諮問
専門委員会による審議

2009: 答申及び告示

PM2.5の健康影響

- 個人の健康への作用として日常的に臨床の場で観察されるものではない
- 比較的小さな相対リスクが幅広い地域において疫学的に観察されるもの

タバコのパッケージ

喫煙は、あなたにとって肺がんの原因の一つとなります。

疫学的な推計によると、喫煙者は肺がんにより死亡する危険性が非喫煙者に比べて約2倍から4倍高くなります。

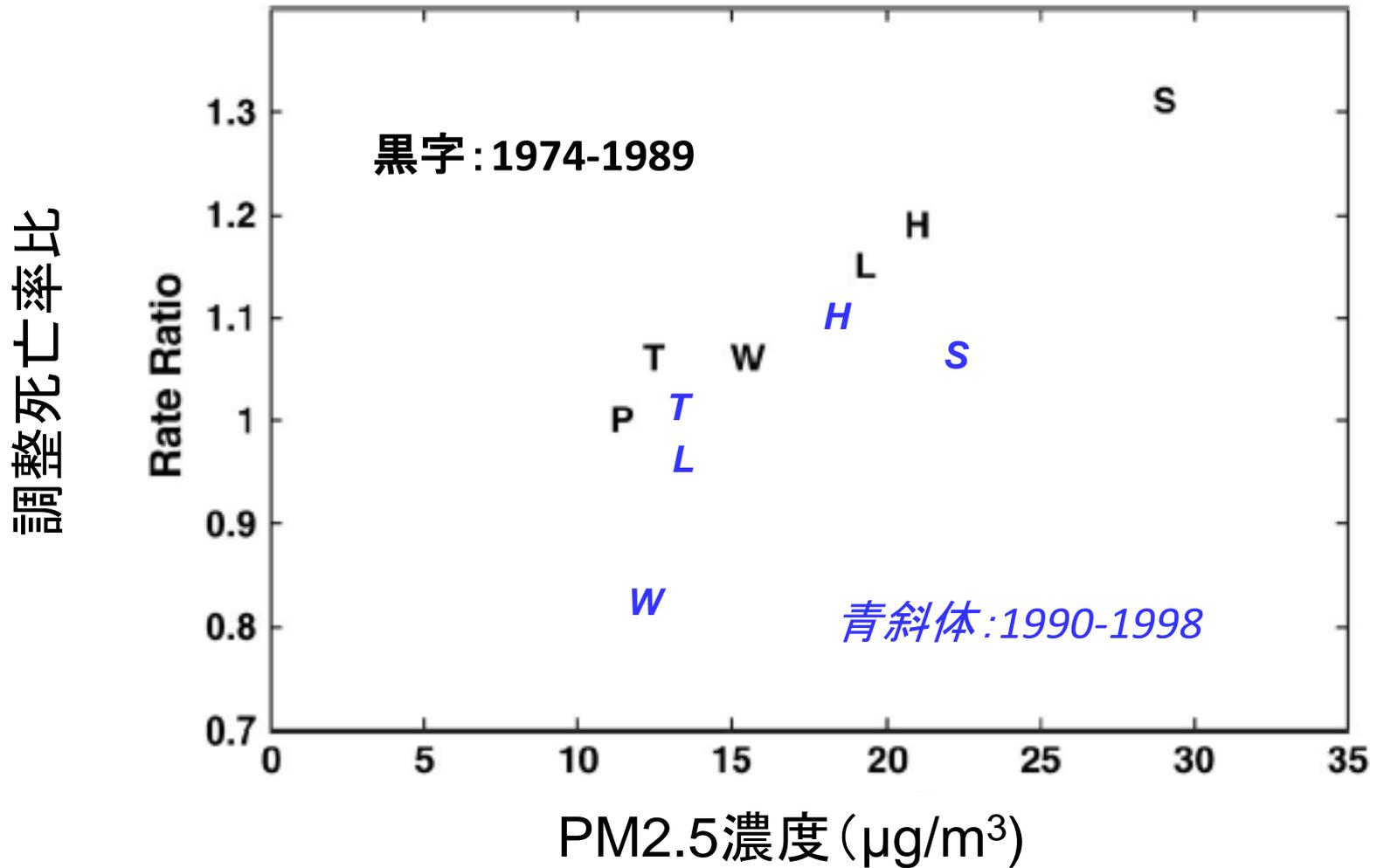
PM2.5の場合

PM2.5濃度が長期にわたり相対的に高い都市では、呼吸器や循環器が原因の死亡が増加する。

ハーバード6都市研究

- 目的: 喫煙習慣、性別、年齢、その他のリスク要因を考慮に入れた上で、大気汚染の死亡率に及ぼす影響を評価すること。
- 24～74歳の白人約8000人
- 1974年～1991年健康状態、死亡原因を追跡調査(拡張研究で1998年まで延長)
- 大気汚染調査: 各地域の測定局で実施
- 性別、年齢、喫煙、職業暴露、教育レベル、肥満度で調整し、生存時間解析を行った。

6都市における調整死亡率比 (Portageを1とする) と PM2.5濃度ととの関係



濃度が低くリスクの見られない都市の濃度は11~13µg/m³

15µg/m³を超える都市では全死亡リスクが上昇

環境基準値設定の根拠となった主な知見

エンドポイント	国内	国外
死亡	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (三府県コホート研究)	15~20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6都市、ACS等)
死亡以外	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (全国7地域のせき・たん症状)	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (カリフォルニア子供研究など)



国内、国外知見の充実度、不確実性等を総合的に評価し、年平均値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が妥当とした。

短期基準

- より高濃度の短期暴露による健康影響も見られる。
- 1日平均値の年間98パーセンタイル値
35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下

毒性学的研究から想定される 健康影響メカニズム

呼吸器

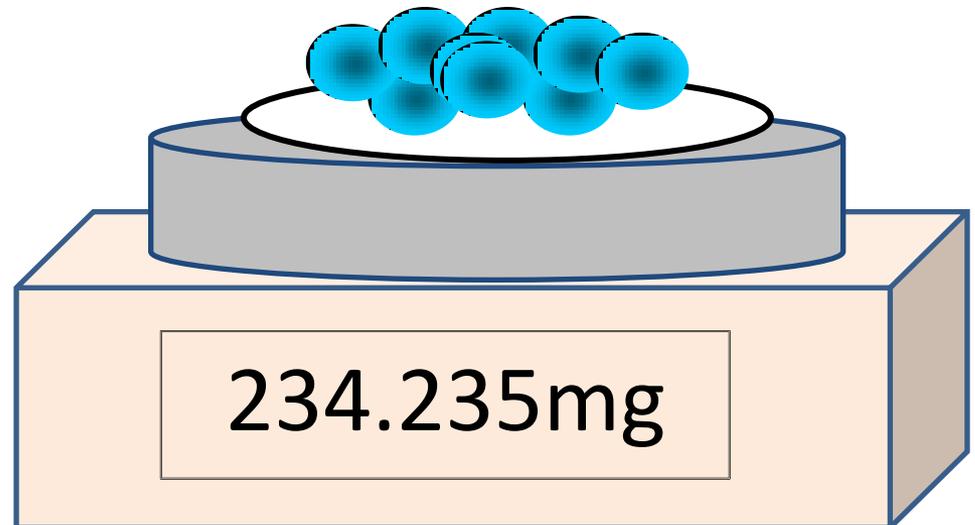
- 気道や肺に炎症反応を誘導し、より高濃度な暴露の場合、肺障害が発言する。
- 気道の抗原反応性を増強し、喘息やアレルギー性鼻炎を悪化させうる。
- 呼吸器感染の感受性を増加する。

循環器

- 呼吸器刺激や自律神経機能への影響等を介し、不整脈等、心機能に変化が生じやすくする。
- 生理活性物質や過酸化物の増加を起こし、血管系の構造変化を促進する。
- 血小板や血液凝固系の活性化、血栓形成の誘導等を介し、血管狭窄性病変を起こしやすくし、心臓に直接的、間接的悪影響を及ぼす。

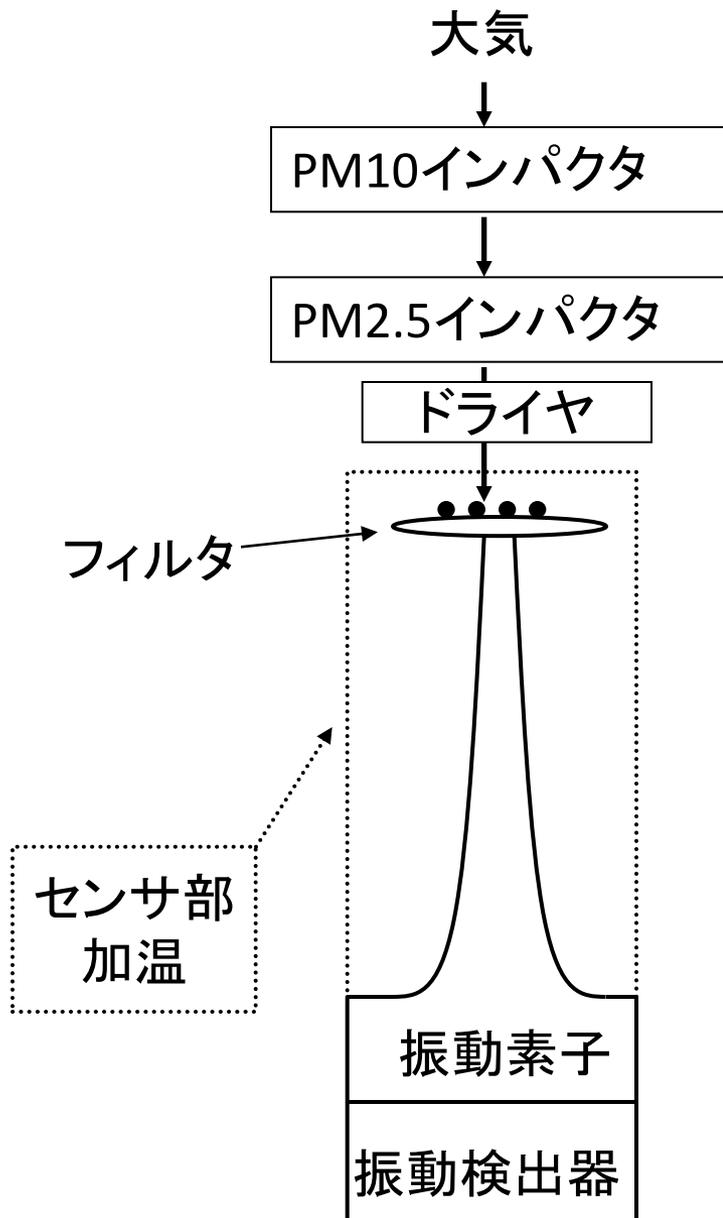
PM2.5の測定法

秤量測定法



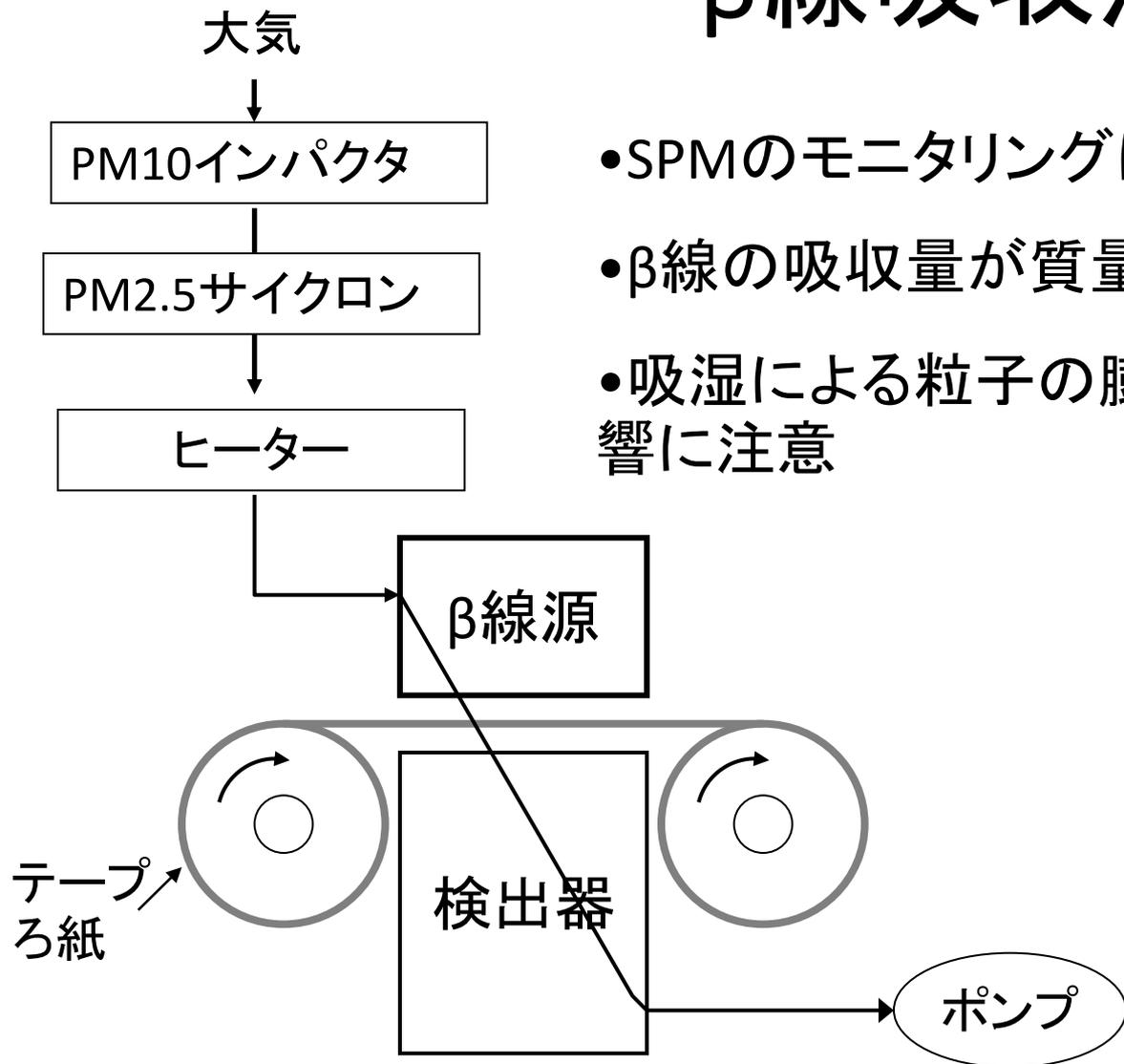
TEOM

(Tapered Element
Oscillating Microbalance ;
フィルター振動法)



- 高感度(分解能 $0.01\mu\text{g}$)
- センサ部を加熱するため
半揮発性物質の損失

β線吸収法



- SPMのモニタリングに使用
- β線の吸収量が質量に比例
- 吸湿による粒子の膨潤の影響に注意



東京都におけるPM2.5への取り組み と今後の課題

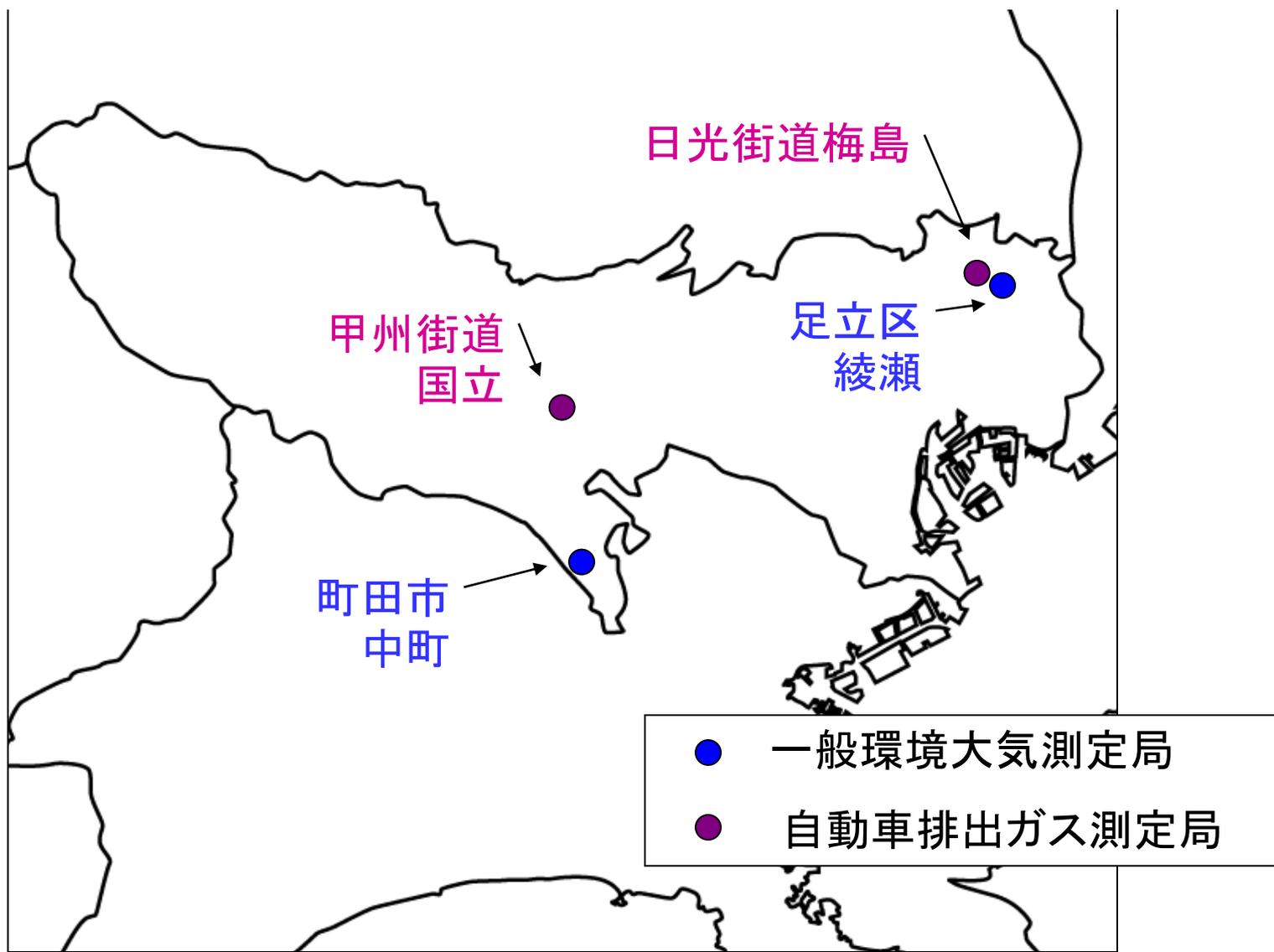
- ・大気環境モニタリング(連続測定:TEOM):質量濃度の変化
- ・大気環境調査(秤量法・連続測定:β線):成分組成
- ・発生源調査



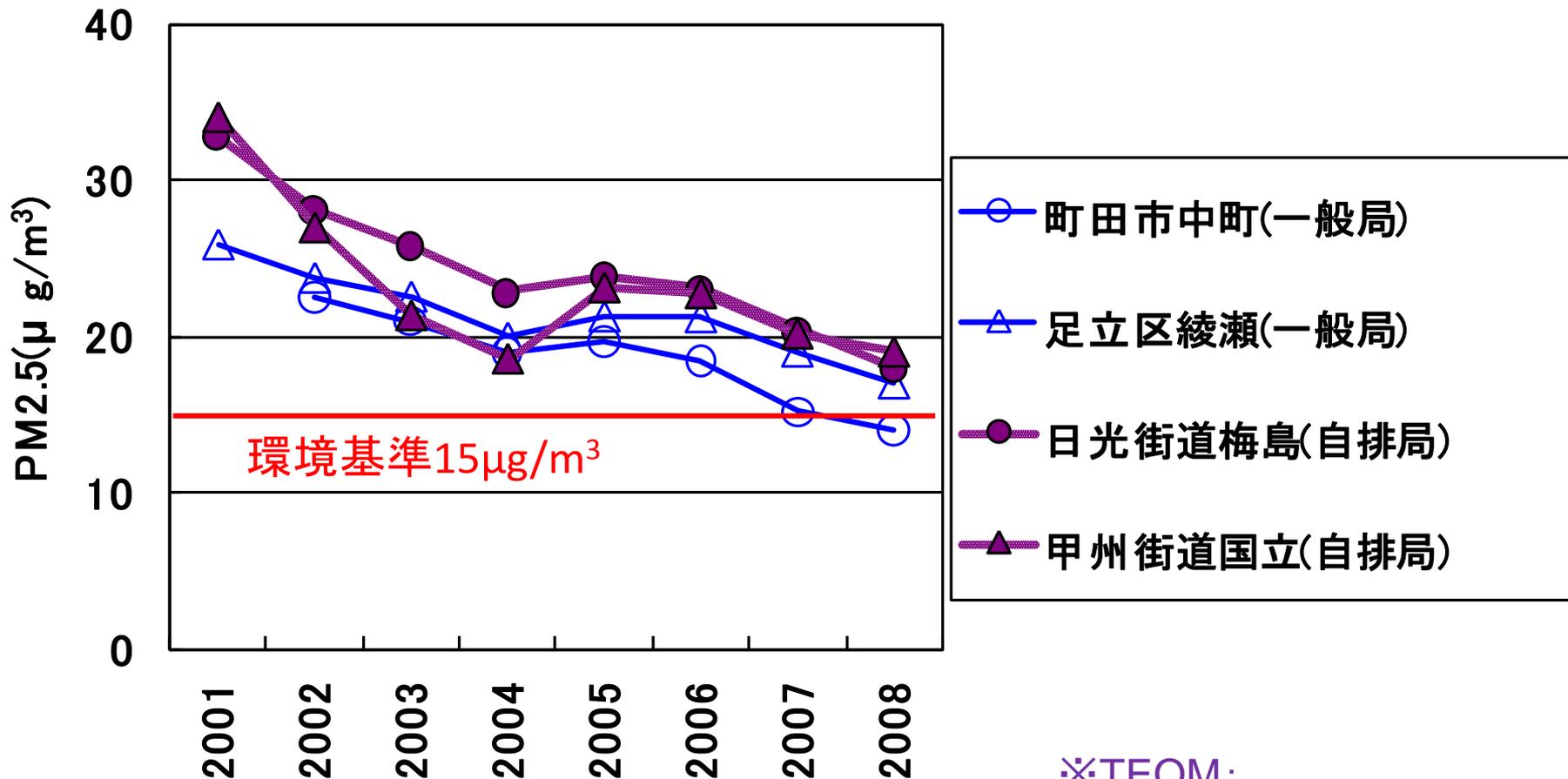
- ・レセプターモデル
- ・シミュレーションモデル

優先して取り組むべき発生源や物質を特定し、削減目標を検討する。

TEOMによる大気環境モニタリング

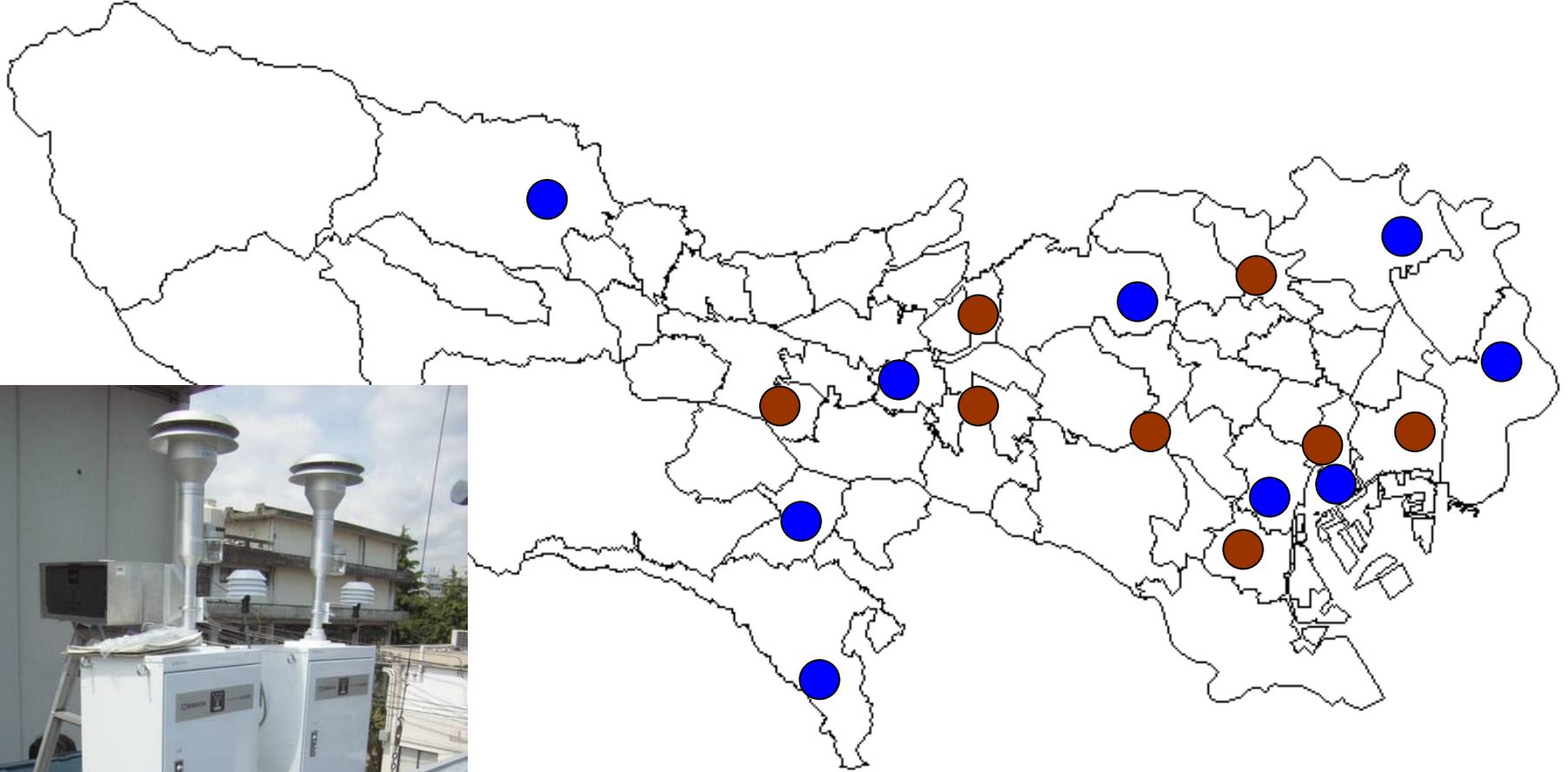


TEOM※による大気環境モニタリング PM2.5年平均値の推移(都内4地点)



※TEOM:
現在はセンサ部30°C加温

秤量法による大気中PM2.5濃度(平成20年度) 一般大気測定局9地点・自動車排出ガス測定局8地点



- 一般環境大気測定局
- 自動車排出ガス測定局

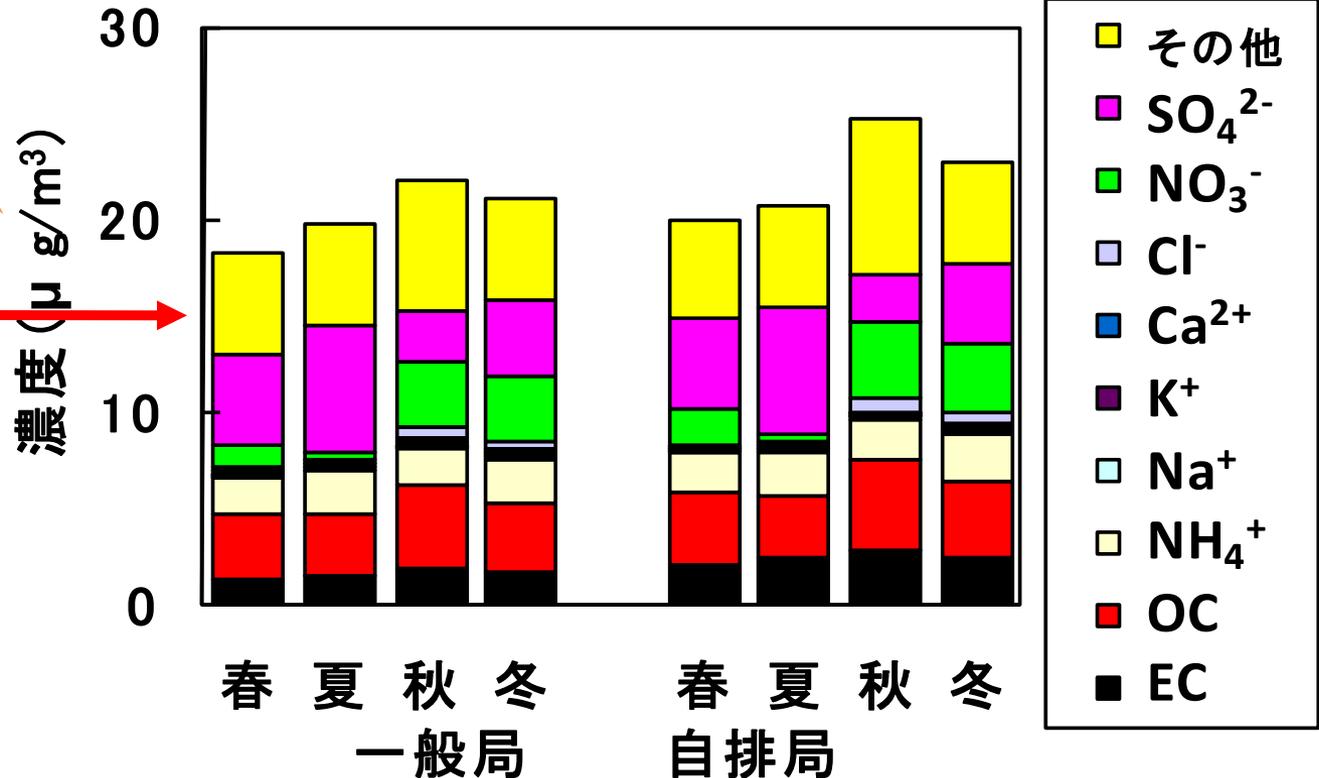
秤量法による大気中PM2.5濃度(平成20年度)

一般大気測定局9地点・自動車排出ガス測定局8地点

各季14日間の平均

概ね
 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$

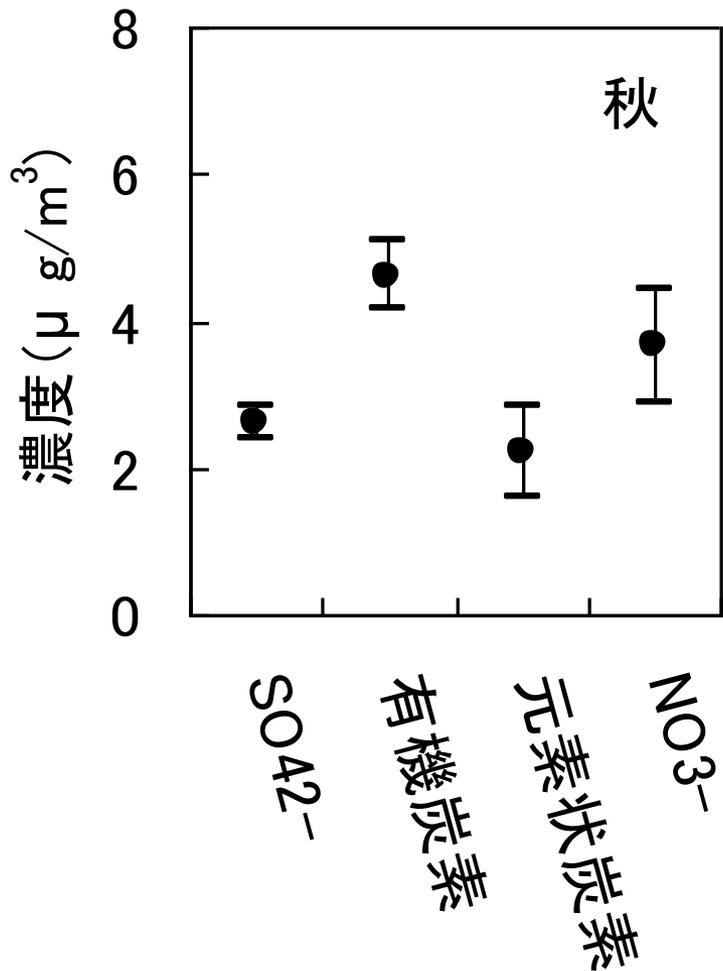
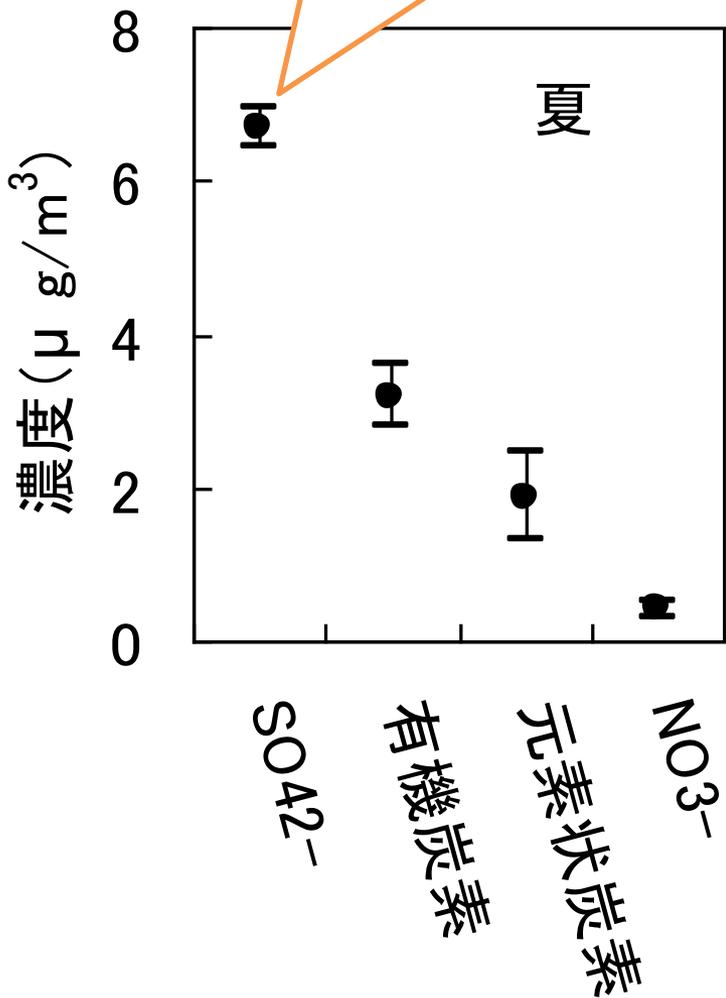
環境基準
 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$



- 主成分はEC、OC、NO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺、その他
- ECは自排局で高い→自動車の影響
- NO₃⁻は秋・冬季高濃度→夏季は気温が高くガス化
- SO₄²⁻は特に夏季高濃度→夏季に生成されやすい

H20年度 都内17地点の平均値とばらつき

濃度高いが
ばらつき少ない
→どこでも濃度が同じ
→広域対策

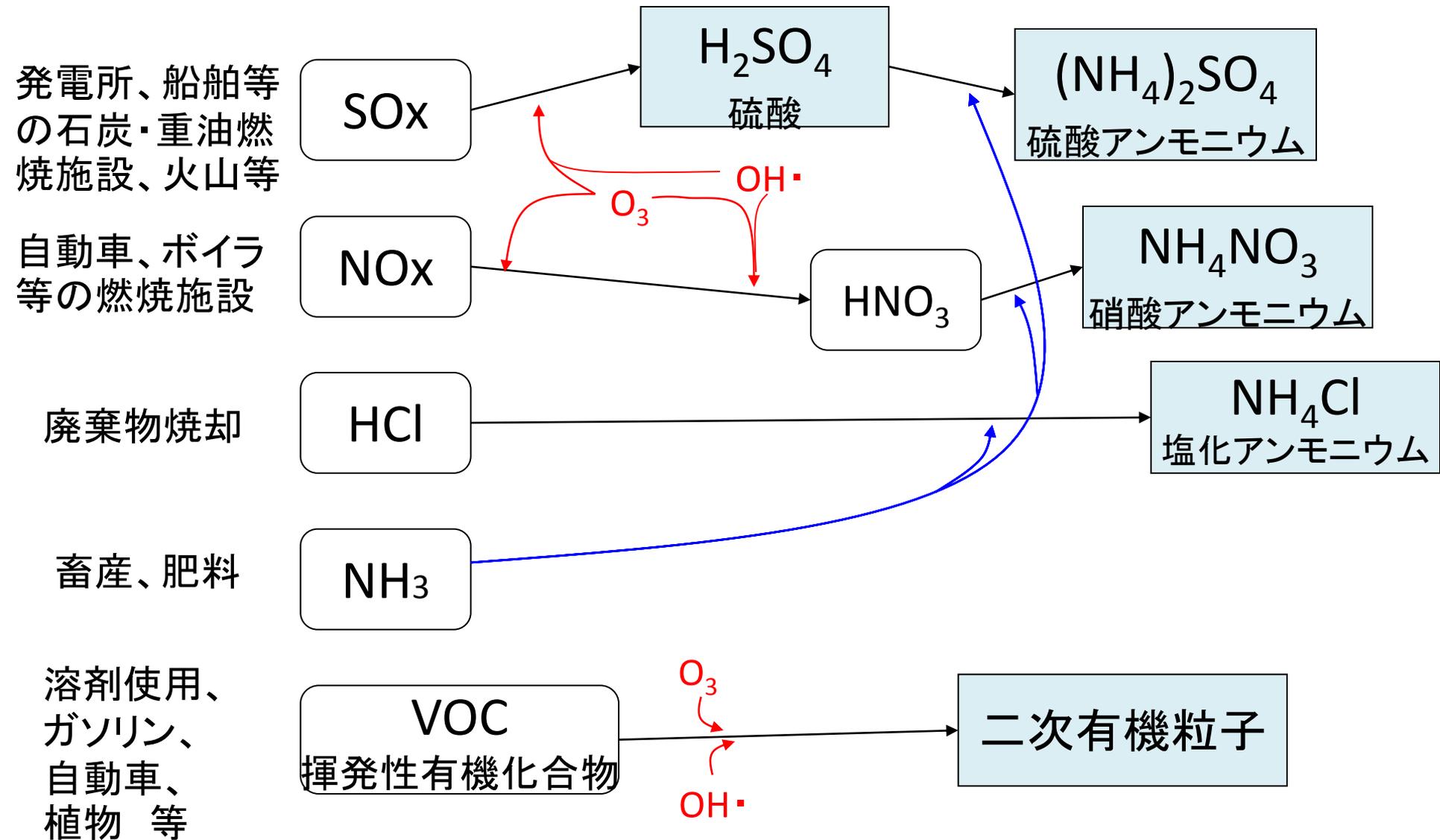


一次粒子と二次生成粒子

一次粒子とは

- 燃焼施設から排出されるばいじん
- ディーゼル排出微粒子
- 主に炭素成分 (EC, OC) からなる。

二次生成粒子

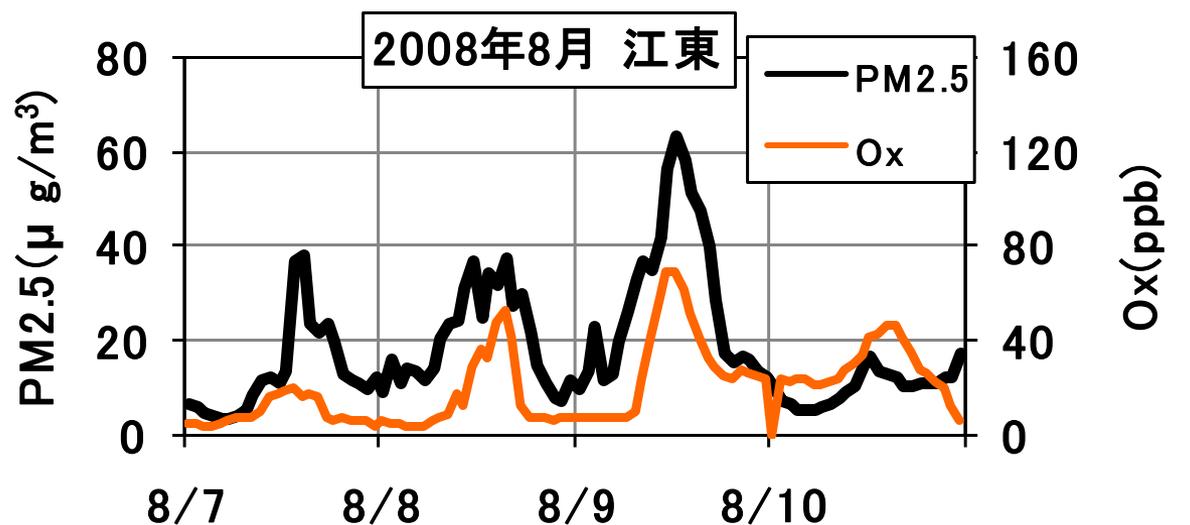




PM2.5(連続測定機) 測定地点



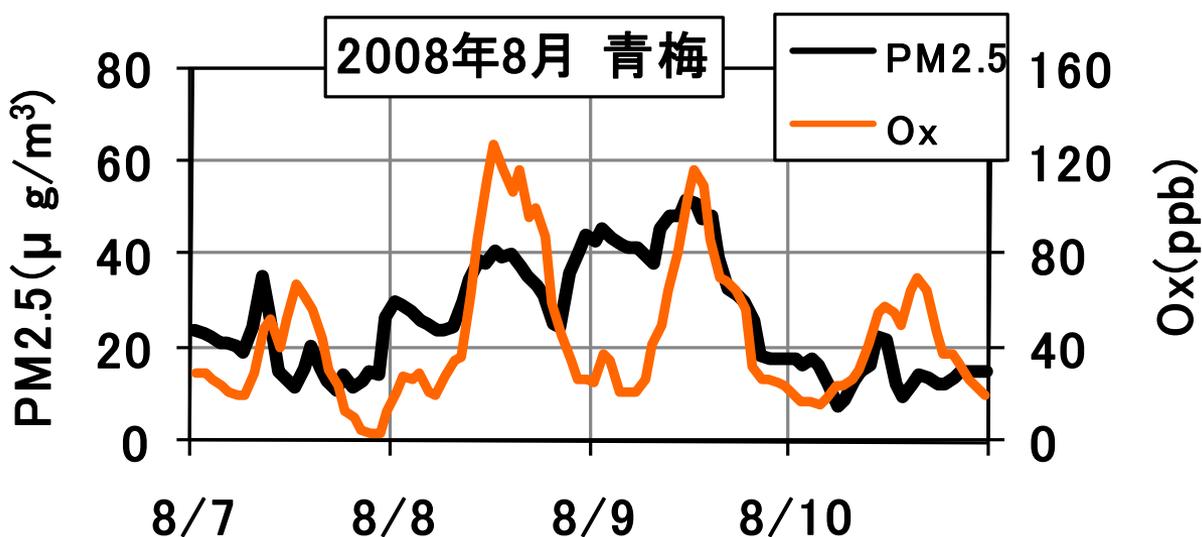
光化学反応(二次生成反応)に着目した 夏期の連続測定結果(光化学オキシダントとの関係)



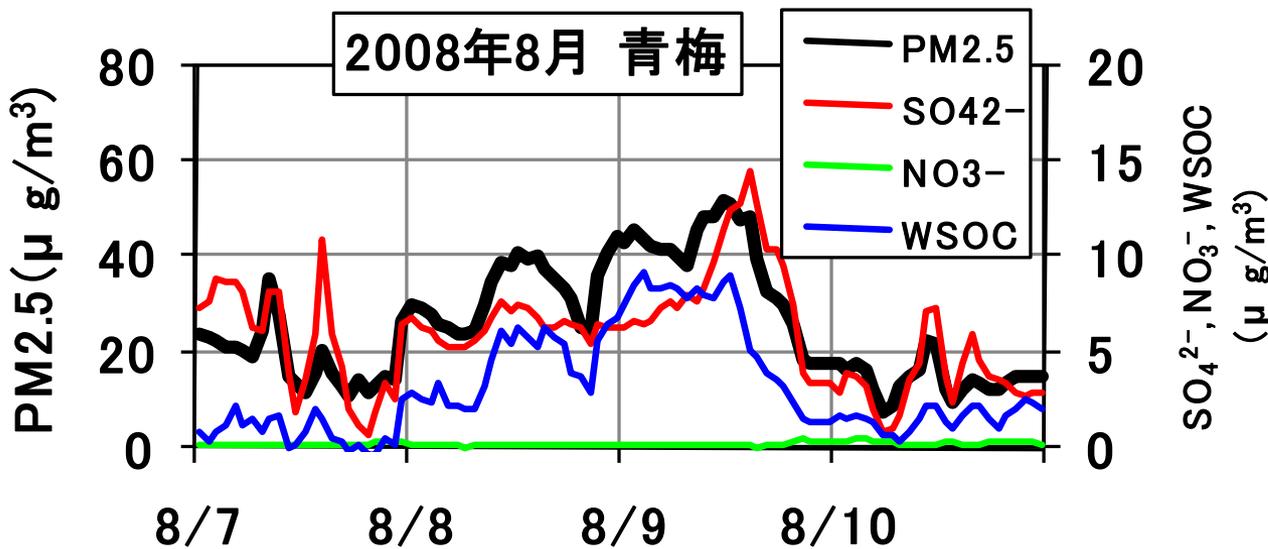
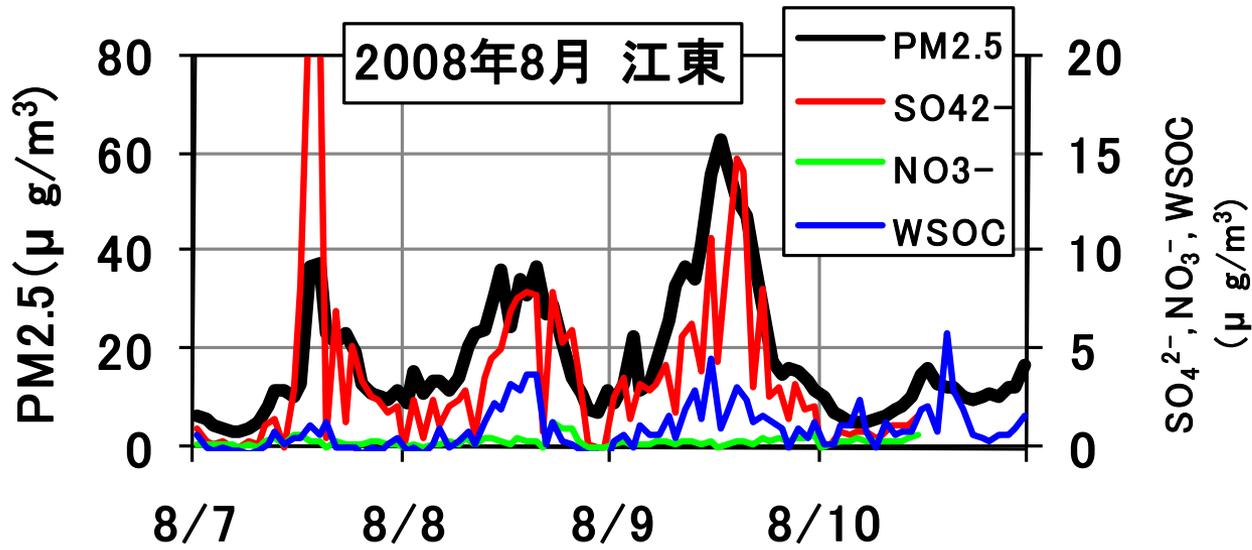
•PM2.5濃度はOx濃度が高いときに高くなる

•PM2.5濃度は青梅でも高い

→二次生成の影響



夏期の連続測定結果(成分組成)



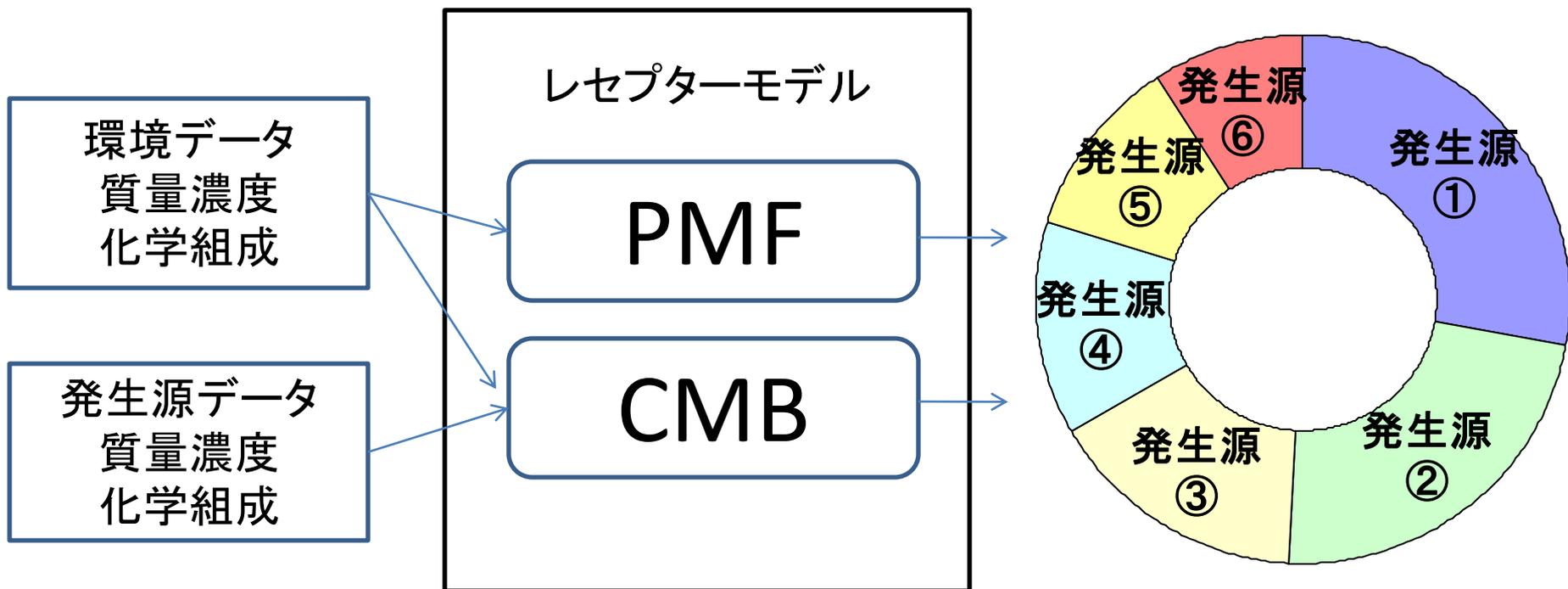
•SO₄²⁻とWSOC(水溶性有機炭素)とは似た挙動だが、WSOCの割合は青梅の方が高い

→有機粒子の生成

実測(成分組成)から見た対策の方向性

- ECは道路沿道が高く、秋冬期の NO_3^- とともに、今後の自動車排出ガス対策に期待できる。
- SO_4^{2-} は濃度は高いが、濃度の地域差が少なく、海外からの移流も含めた広域対策が必要。
- 有機粒子については、 SO_4^{2-} より比較的地域的な対策を取りやすいと思われるが、起源が多様と考えられるため(自動車・バイオマス(植物)燃焼、・人為起源VOC・自然起源VOC・調理油など)指標となる成分を探っていく必要がある。

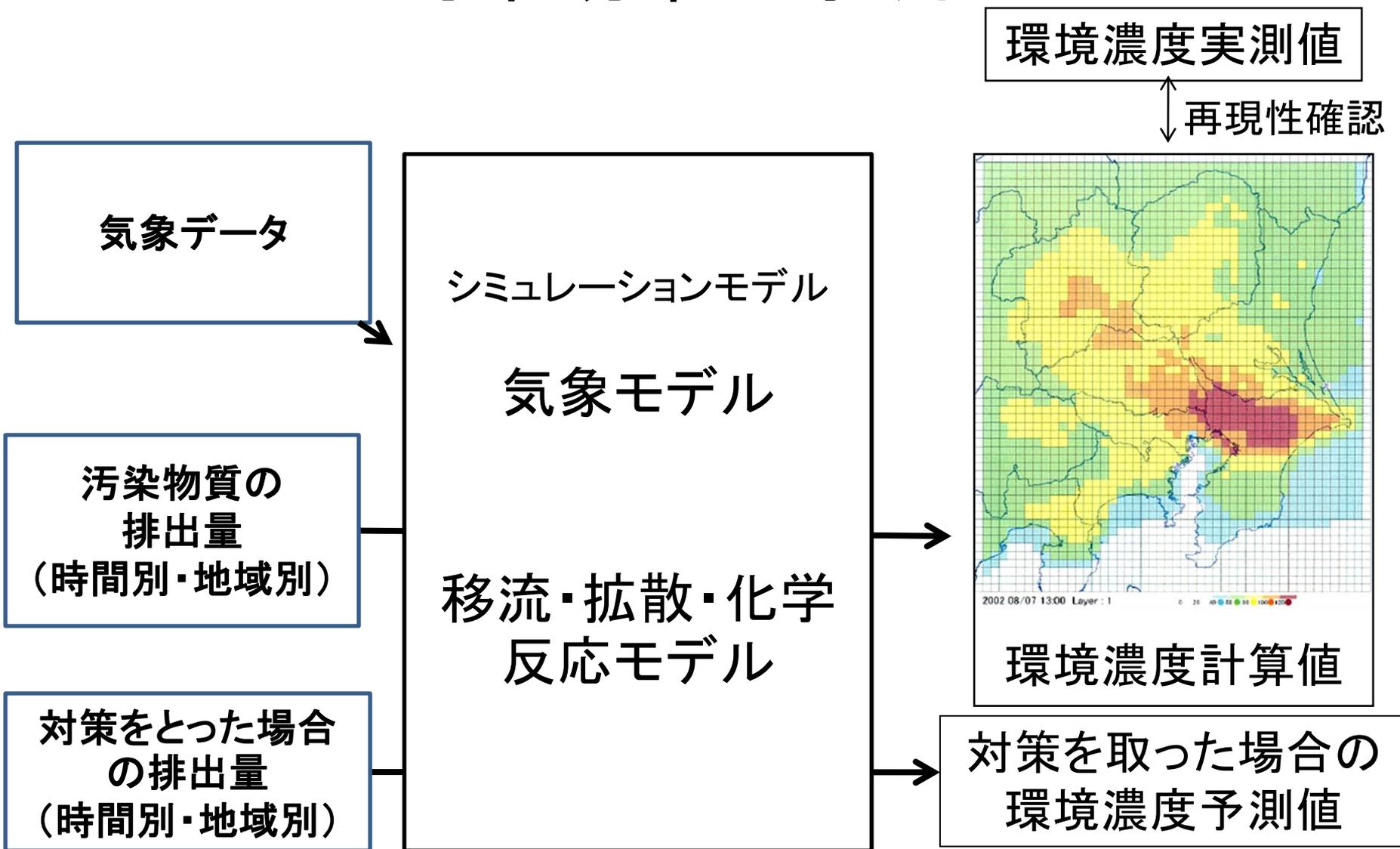
レセプターモデルによる発生源寄与の推定



発生源調査



シミュレーションモデルによる 対策効果の予測



おわりに

目標：優先して取り組むべき発生源や物質を特定し、削減目標を検討する。

課題

- ・従来の発生源（自動車や工場など）における対策の進展
→ 未知の発生源（野焼き・厨房・植物・・・）の調査及び対策
- ・多様な発生源 → 考える対策を地道に・・・
- ・二次生成粒子の相対的増加
→ 原因物質排出量と粒子生成量との関係が複雑
- ・広域移流の問題 → 広域的な連携が必須

- ・ 成分組成を含めた観測
- ・ レセプターモデル
- ・ シミュレーションモデル

総合的な検討

ご清聴ありがとうございました