

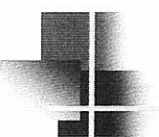


21世紀文明研究セミナー2013  
次世代に向けた環境保全の取り組み

# 微小粒子状物質(PM2.5)の拡散と対策

平成25年11月15日

公益財団法人ひょうご環境創造協会  
兵庫県環境研究センター  
平木隆年



## 話の概要

1. PM2.5とは
2. PM2.5の健康影響と環境基準
3. 環境省による Q&A

有毒物質を含んだ霧の発生で見過ごしの多い  
北京市内の道路＝1月31日 (共同)



## 中国・大気汚染

中国では1月、自動車の排ガスや石炭燃焼などで発生した汚染物質が大気中に溜まり、白い霧が広がる状態が続き、首都・北京で「閉れどは4日」(中国紙・新華社)という異例の事態になった。1954年以降の統計で最悪の状態とされ、8億4千万人に影響を及ぼした。「北京は4都市年8500人が早死する」との研究結果も公表され、市民の大気汚染が生命を脅かす問題の認識を強めている。次期首相の李克強首相は長期にわたる問題と指摘したが、政府の環境保護政策が限りを果たすとの指摘も多い。(3面参照)

# 命脅かす白い濃霧

## 米大使館 高濃度で計測不能に

北京市では1月1日午前、霧に閉れどが見えなくなり、マスクを着用した者が多く見られた。北京の大気汚染は年々の悪化だが、1月は4月までの月別最悪とされ、1月27日までの「第4波」は深刻なもので、中国全土で30日のスモッグの範囲は143万平方キロに及び、日本の国土面積の約3.8倍に達した。

## 専門家「年8500人が早死に」

新華社(1日付)によると、1月に北京で、肺がんや心臓病などの死者が増えたと見られる。中国で340人以上が死んだという。研究の第一人者・鍾南山氏は中国中央テレビに出演し、大気汚染が健康に悪影響を及ぼしているとして、政府は「大気汚染を減らす」という目標を掲げ、市民の健康を守るべきだと訴えている。また、市民はマスクを着用し、外出を控えるべきとアドバイスしている。北京の大気汚染は、1月にピークを迎え、1月27日には、PM2.5の濃度が1000以上に達した。PM2.5は、直径が2.5マイクロメートル以下の微小粒子状物質で、呼吸器や循環器に悪影響を及ぼす。鍾南山氏は、大気汚染が健康に悪影響を及ぼしているとして、政府は「大気汚染を減らす」という目標を掲げ、市民の健康を守るべきだと訴えている。

民主的監督  
汚染発生の原因は何



## 国染 日系企業へ影響拡大 中大気汚 北京市、操業停止を指示

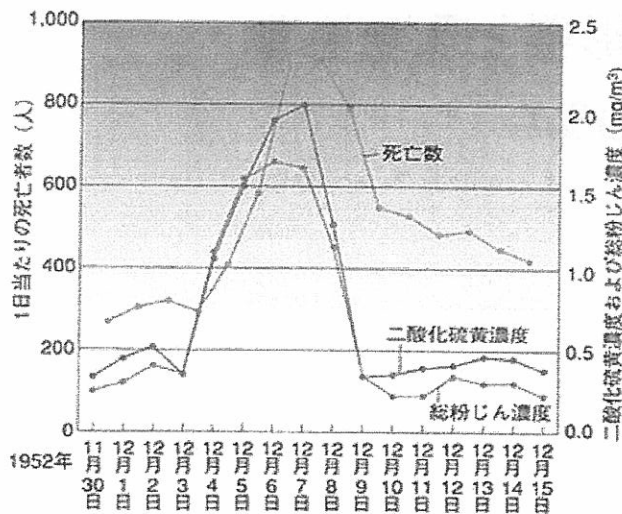
【北京、上海共同】中国の大気汚染の影響が日系企業にも拡大、操業停止の指示を出している。北京市当局は汚染対策のため1月29日、TOTO(北九州市)など市内の3日間、水洗設備など衛生設備の生産工場は操業停止を指示した。TOTOは日本の環境月1日まで停止する予定だが、日本企業は操業しているが、北京市当局は一定規模の工場に操業停止を指示した。北京市当局は汚染対策のため1月29日、TOTO(北九州市)など市内の3日間、水洗設備など衛生設備の生産工場は操業停止を指示した。TOTOは日本の環境月1日まで停止する予定だが、日本企業は操業しているが、北京市当局は一定規模の工場に操業停止を指示した。

北京市当局は汚染対策のため1月29日、TOTO(北九州市)など市内の3日間、水洗設備など衛生設備の生産工場は操業停止を指示した。TOTOは日本の環境月1日まで停止する予定だが、日本企業は操業しているが、北京市当局は一定規模の工場に操業停止を指示した。北京市当局は汚染対策のため1月29日、TOTO(北九州市)など市内の3日間、水洗設備など衛生設備の生産工場は操業停止を指示した。TOTOは日本の環境月1日まで停止する予定だが、日本企業は操業しているが、北京市当局は一定規模の工場に操業停止を指示した。

業関係者は「も当局が生産する動きが広がる」と警戒。アサヒは「工場は従業員約1000人、操業停止は1月31日まで」としている。

# 大気汚染、スモッグの歴史

## ・ ロンドンスモッグ事件

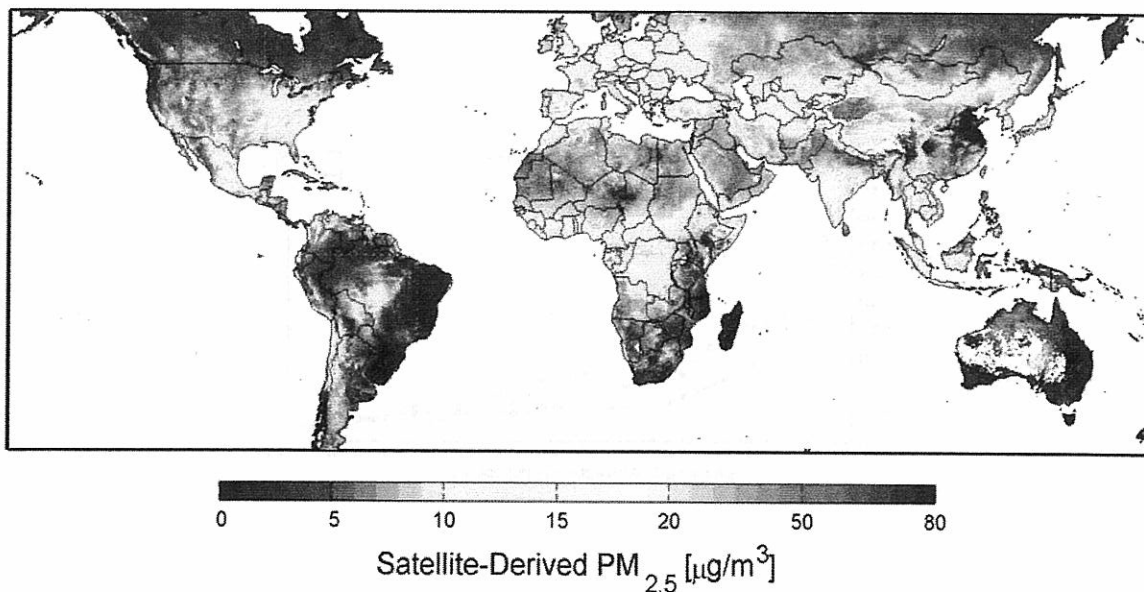


## PM2.5とは、どのようなものですか？

- PM2.5とは、特定の有害物質ではなく、大気中に浮遊する小さな粒子のうち、粒子の大きさが $2.5\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m}=1\text{mm}$ の千分の1)以下の非常に小さな粒子の総称(大気中微小粒子状物質)です。その中にはディーゼル微粒子なども含まれます。
- その成分には、有機性および無機性の炭素成分、硝酸塩、硫酸塩、アンモニウム塩のほか、ケイ素、ナトリウム、アルミニウムなどの無機元素などが含まれます。
- また発生源によりさまざまな粒径のものが含まれており、地域や季節、気象条件などによってその組成が変動します。

5

## 衛星から観測したPM2.5



- Global satellite-derived map of PM<sub>2.5</sub> averaged over 2001-2006.
- (出典) <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/health-sapping.html> (Dalhousie University, Aaron van Donkelaar)

6

# 空気中に有るもの (気体、固体、液体)

- 気体

- 窒素( $N_2$ :78.1%)、酸素( $O_2$ :20.9%)、アルゴン(Ar:0.9%)、二酸化炭素( $CO_2$ :0.04%)、・・・、オゾン( $O_3$ :0.00001%)、二酸化硫黄( $SO_2$ )、窒素酸化物( $NOx$ )

- 固体

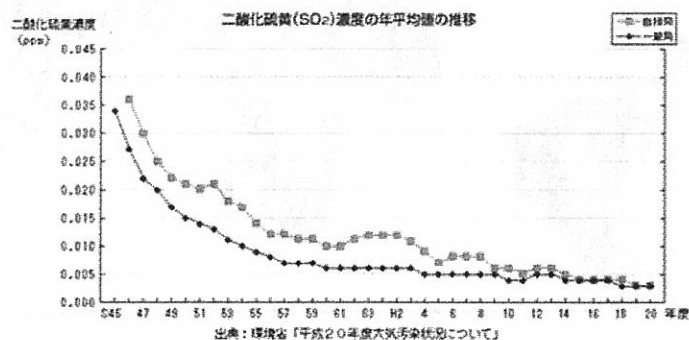
- 土壌粒子、黄砂、海塩粒子、火山灰、ばいじん、道路粉じん、浮遊粒子状物質(?)

- 液体

- 飛沫、霧、霞、けむり

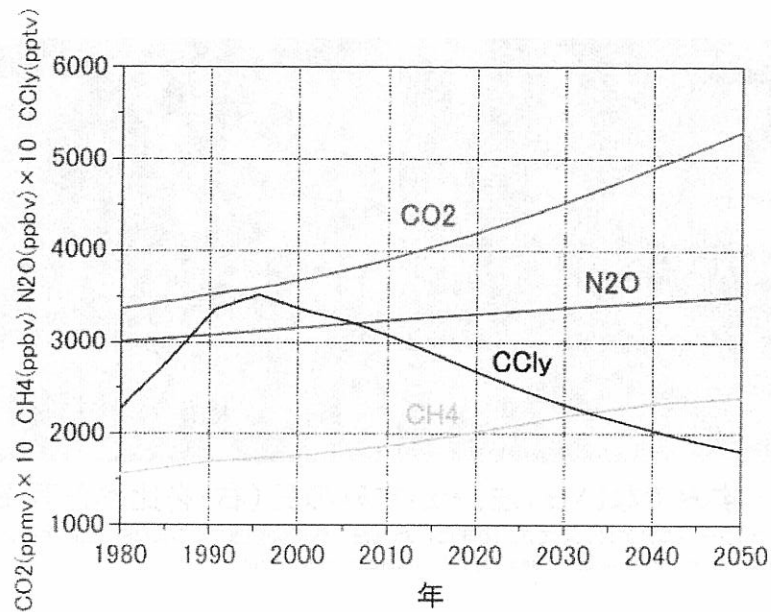
7

## 二酸化硫黄( $SO_2$ )濃度の 年平均値の推移



8

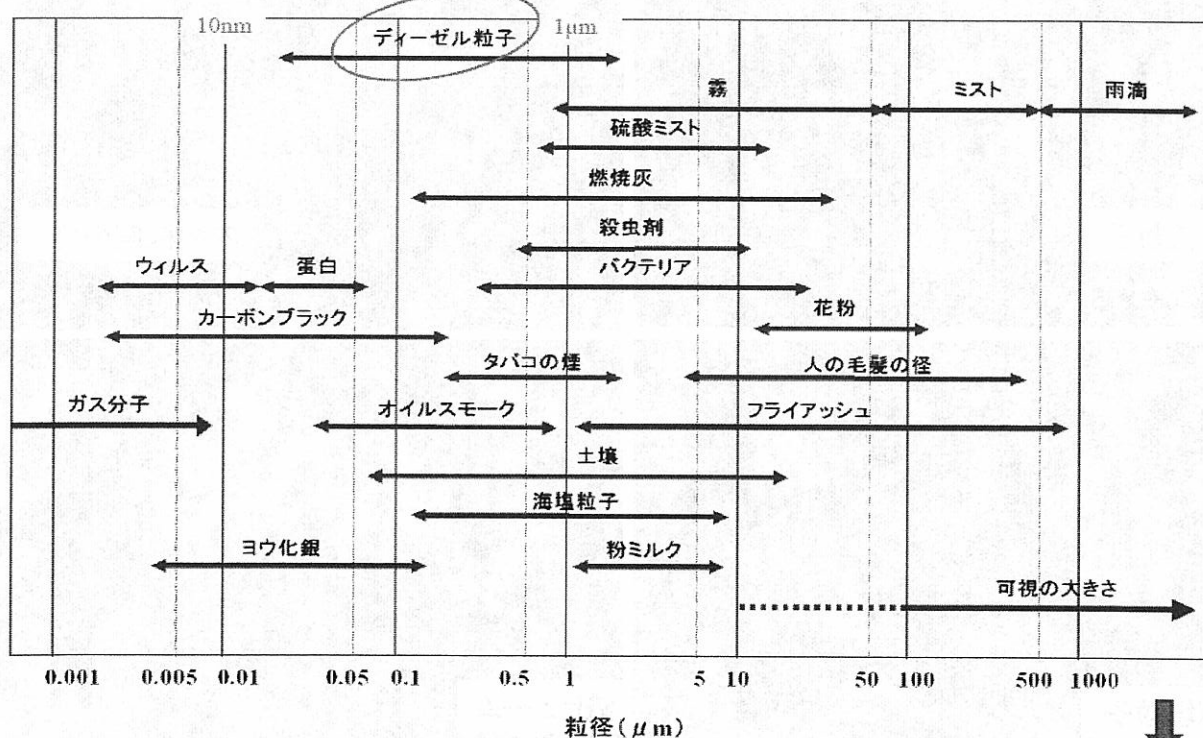
# 温室効果ガスの濃度推移予測



(出典) CGER's Supercomputer Activity Report Vol14-2005 (2007)

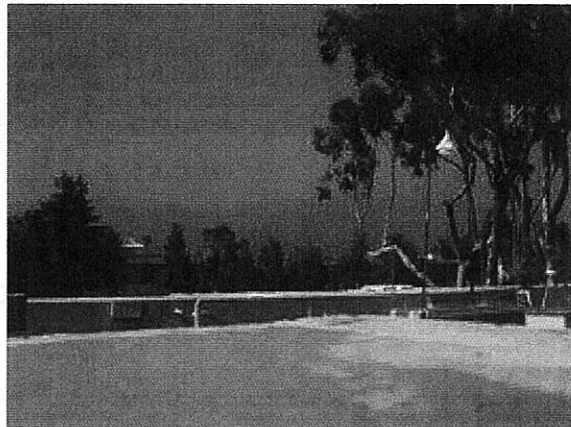
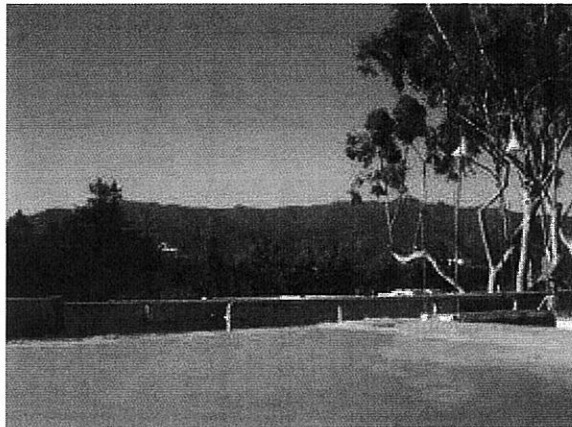
9

## 色々な粒子の大きさ比較



公益社団法人自動車技術会No.04-11講習会「自動車排出微粒子の評価手法の基礎と実践」資料

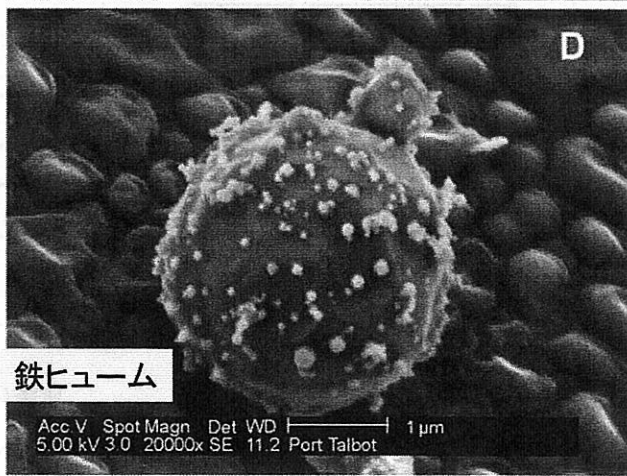
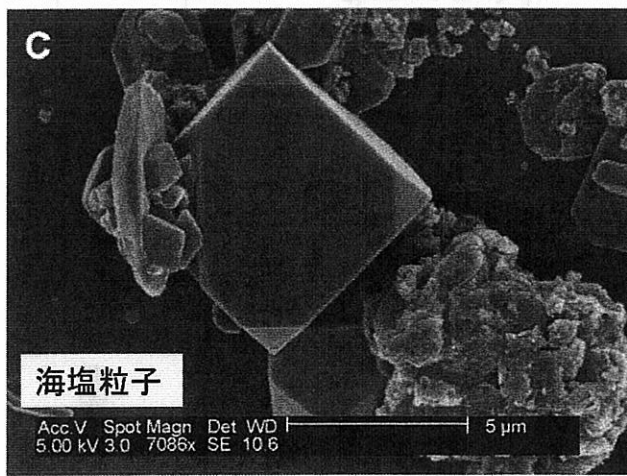
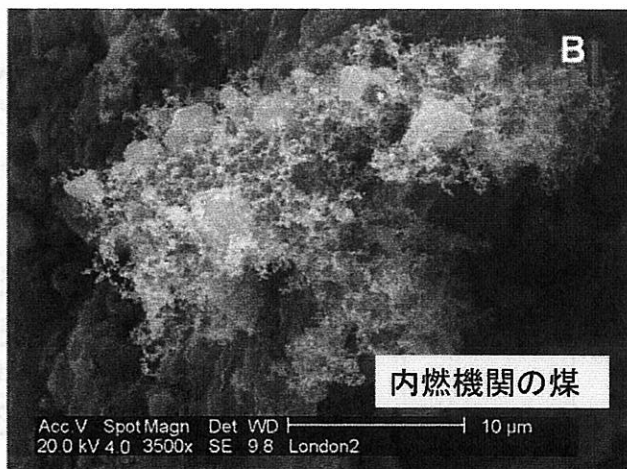
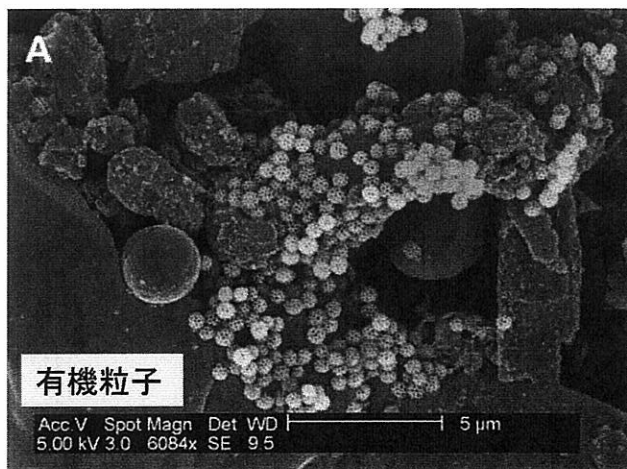
# 大氣中に浮遊する粒子の光散乱による視程の低下↑



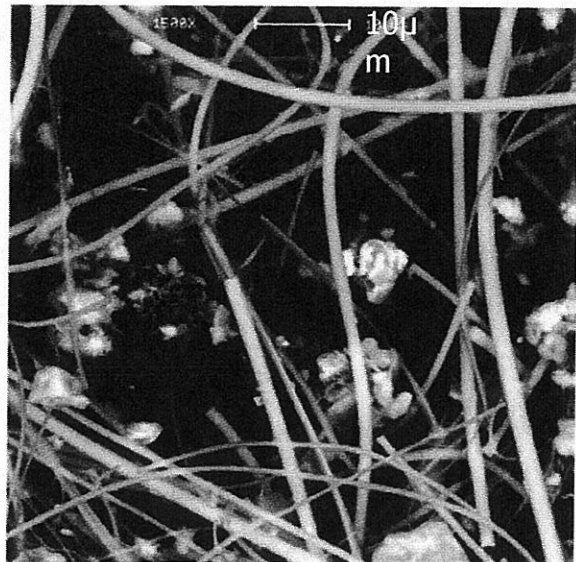
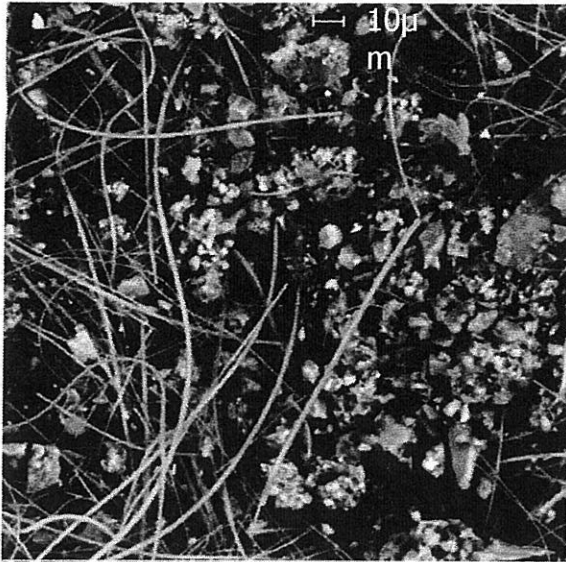
かすみでない日(左)とかすみの日(右)を比べた写真

(カリフォルニア工科大学で2010年に行われた大気汚染調査プロジェクトCalNexキャンペーン時に撮影:  
<http://www.mri-jma.go.jp/Dep/ap/ap4lab/aerosol/index.html> )

11

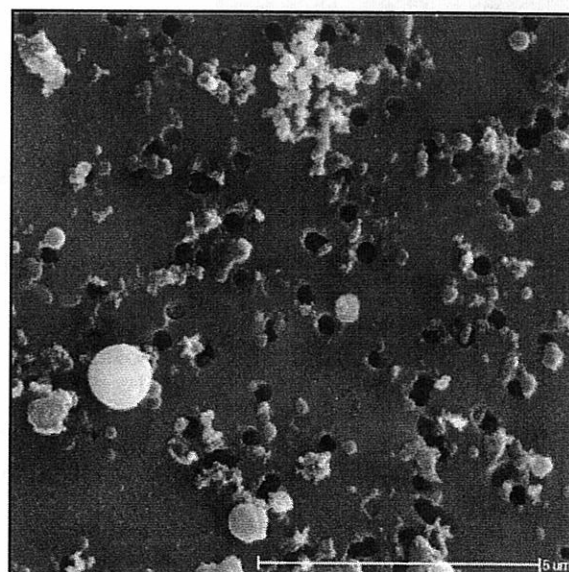
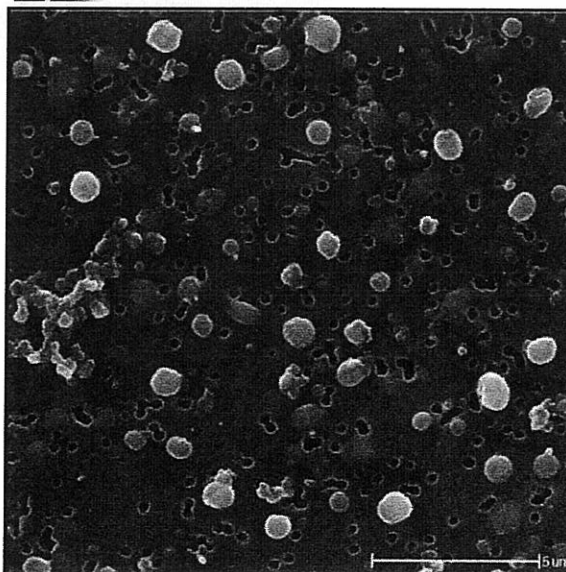


## 石英繊維フィルターに捕集された粒子状物質



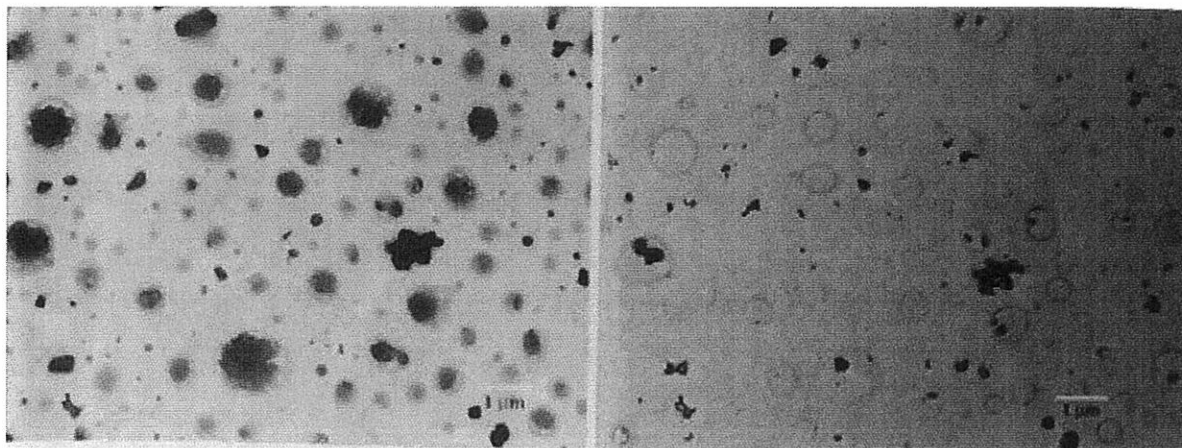
13

## ポリカーボネイトフィルターに微粒子



14

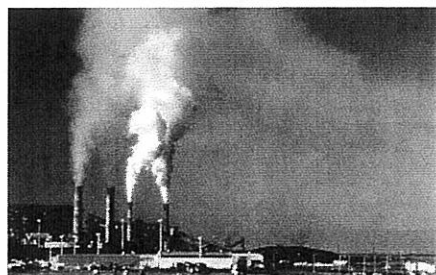
# PMの電子顕微鏡写真 (都市エアロゾル)



- 四日市で1980年8月5日に低圧式インパクターで採取、水透析前(左)と水透析後(右)

日本エアロゾル学会編「エアロゾル用語集」より転載

15



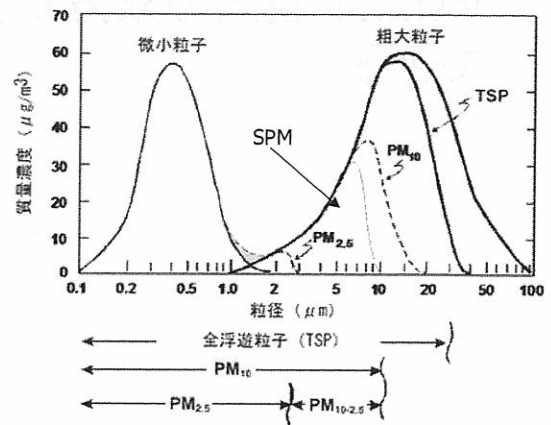
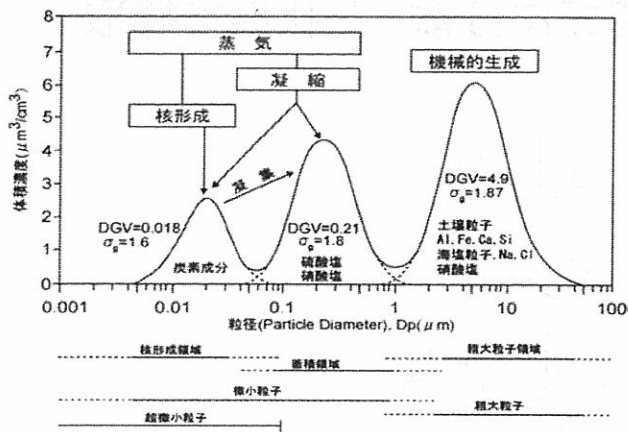
## 煙



- 煙(けむり)とは、不完全燃焼の結果にできる微粒子を含んだ空気の固まり。
- 有害な微粒子を含むことが多いため、意図して作られるものではない場合が多いが様々な利用法も存在する。
  - 狩猟や殺虫
  - 発煙筒(通信のために使われる煙)
  - 喫煙(タバコ、大麻など)、燻製
  - 煙幕(軍事面や防犯面)
  - 航空ショーや特撮映画の演出(油を燃焼や蒸発、霧化させた煙)
  - 演劇の舞台(ドライアイスによって空気が冷やされ、空気中の水蒸気が水滴として析出したもの)

16

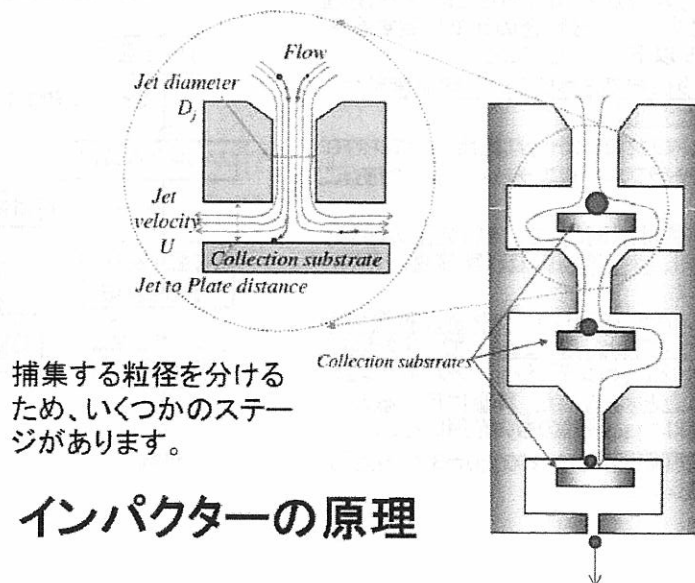
# ↑ 粒径範囲



17

# ↑ 粒子の分離 (インパクター)

- 粒径の大きな粒子から順に捕集面に付着した状態で採取される

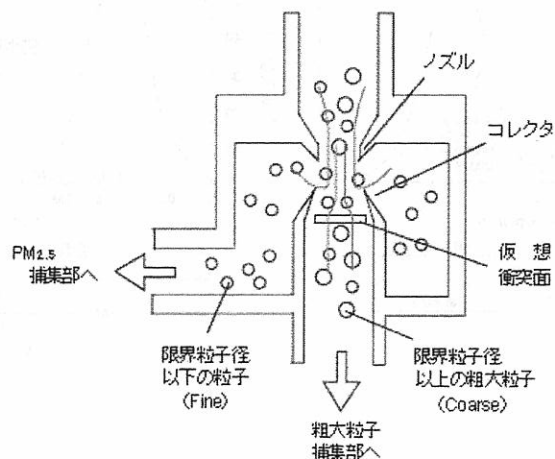


18

# ↑

## 粒子の分離 (バーチャルインパクト)

- PM2.5と粗大の双方が空気に分散した状態で採取できる



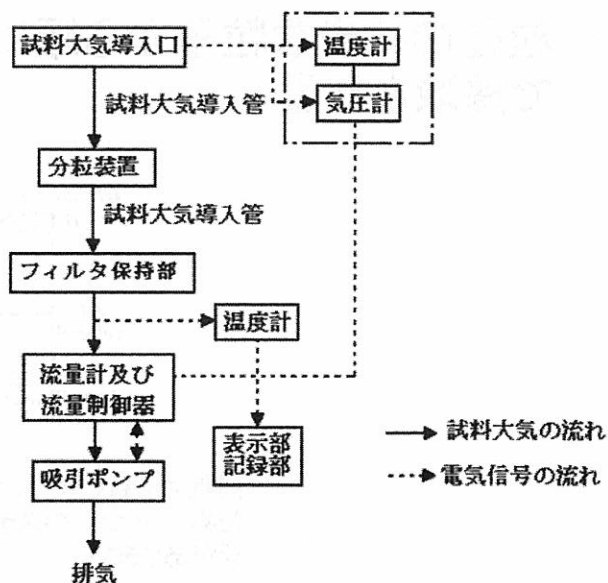
19

## ↑

### PM2.5測定法の特徴 濾過捕集による質量濃度測定方法

米国連邦標準測定法 (FRM) に準じたる紙捕集質量濃度測定法

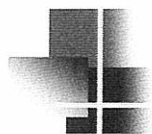
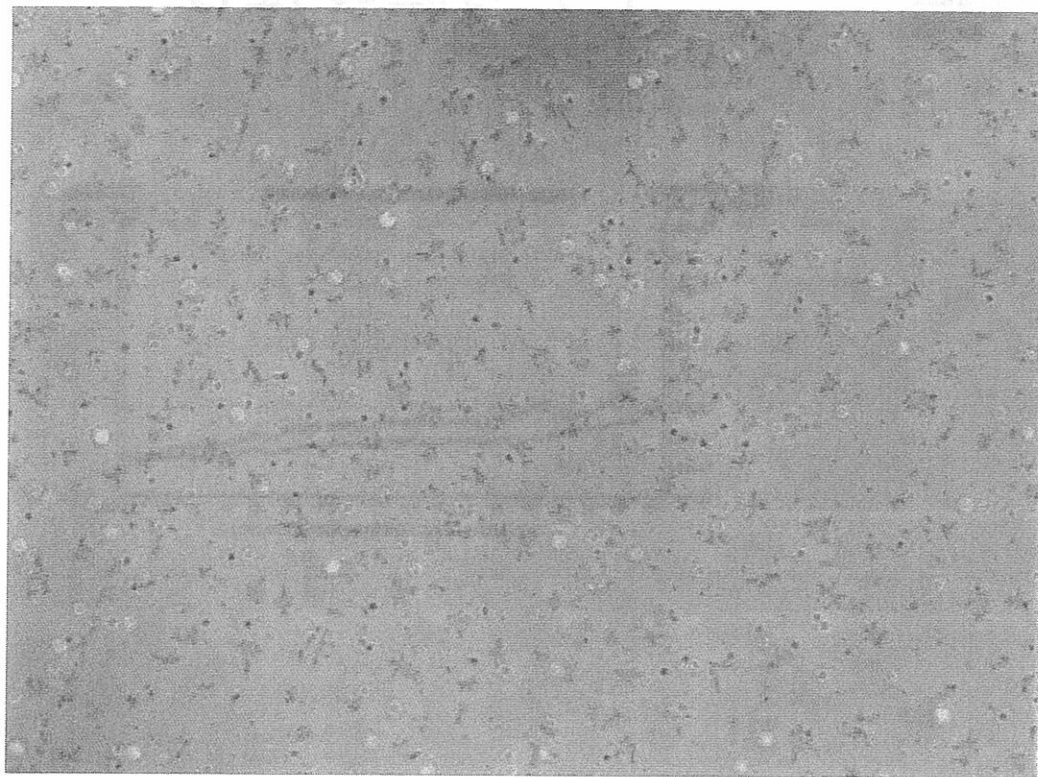
- 分粒装置の特性は **50%カットオフ径が2.5  $\mu\text{m}$**  であること。また、分粒装置の性能としては、JIS Z 8851 で規定されている規格 (50%分粒径が2.5  $\mu\text{m} \pm 0.2 \mu\text{m}$ 、80%分粒径に対する20%分粒径の比で規定する傾きが1.5以下) を満たすこと。
- フィルタ保持部と外気との許容温度差は  $\pm 5^\circ\text{C}$  とすること
- フィルタの材質は十分な強度を持つ PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) と同等であること
- 吸引流量は原則として、分粒装置の設定流量とし、**実流量制御及び実流量表示**を行うこと
- フィルタのコンディショニング及び秤量の条件については温度  $21.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $35 \pm 5\%$  とし、コンディショニング時間は24時間以上とする。また、秤量に用いる天秤の感度は1  $\mu\text{g}$  感量のものを用いること
- 測定濃度範囲は 2~200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  が測定可能であること



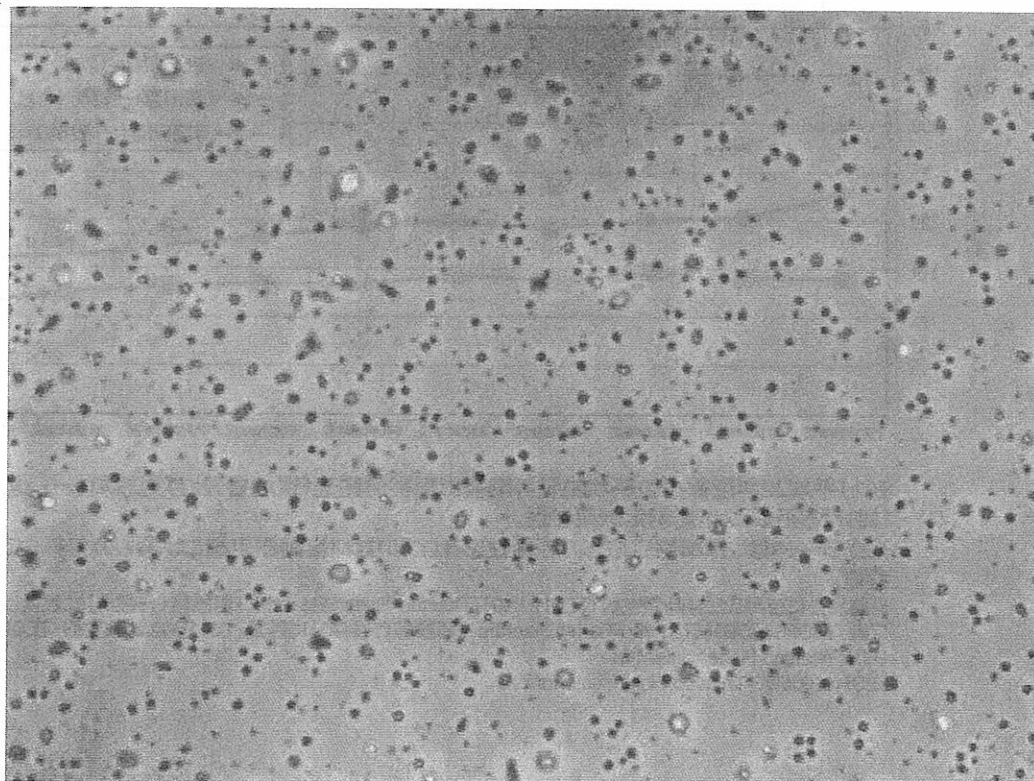
20



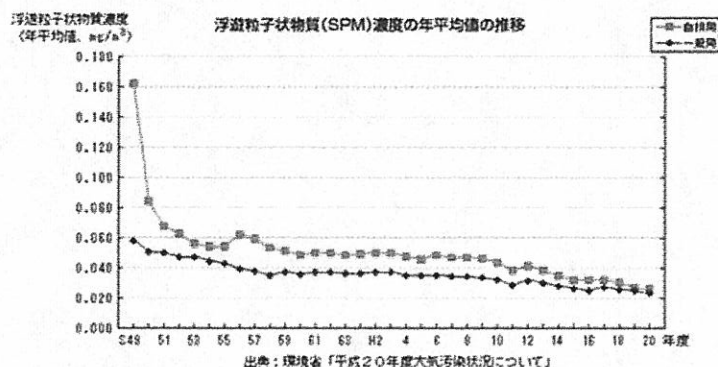
微小粒子状物質(約 $1\mu\text{m}$ )の顕微鏡画像



微小粒子状物質(約 $1\mu\text{m}$ )の顕微鏡画像  
(加湿1)

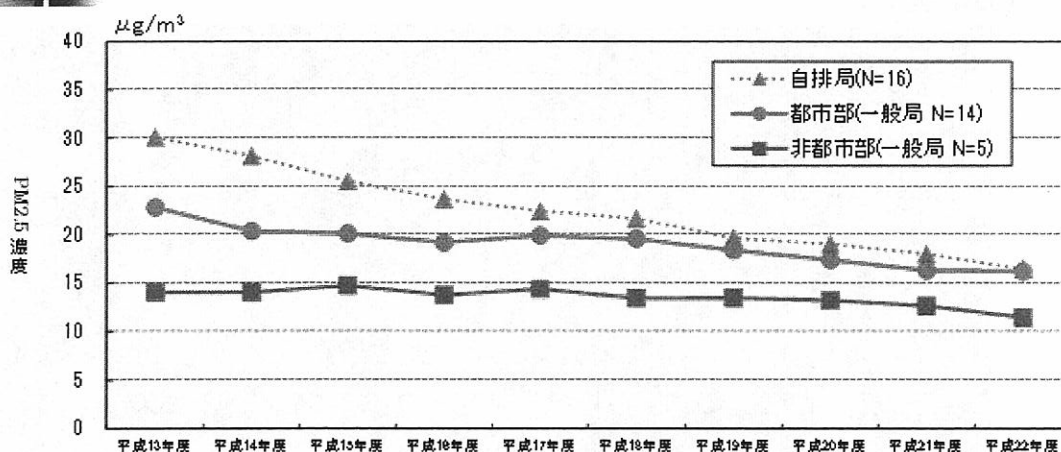


# 浮遊粒子状物質(SPM)濃度の 年平均値の推移



23

## PM2.5濃度推移



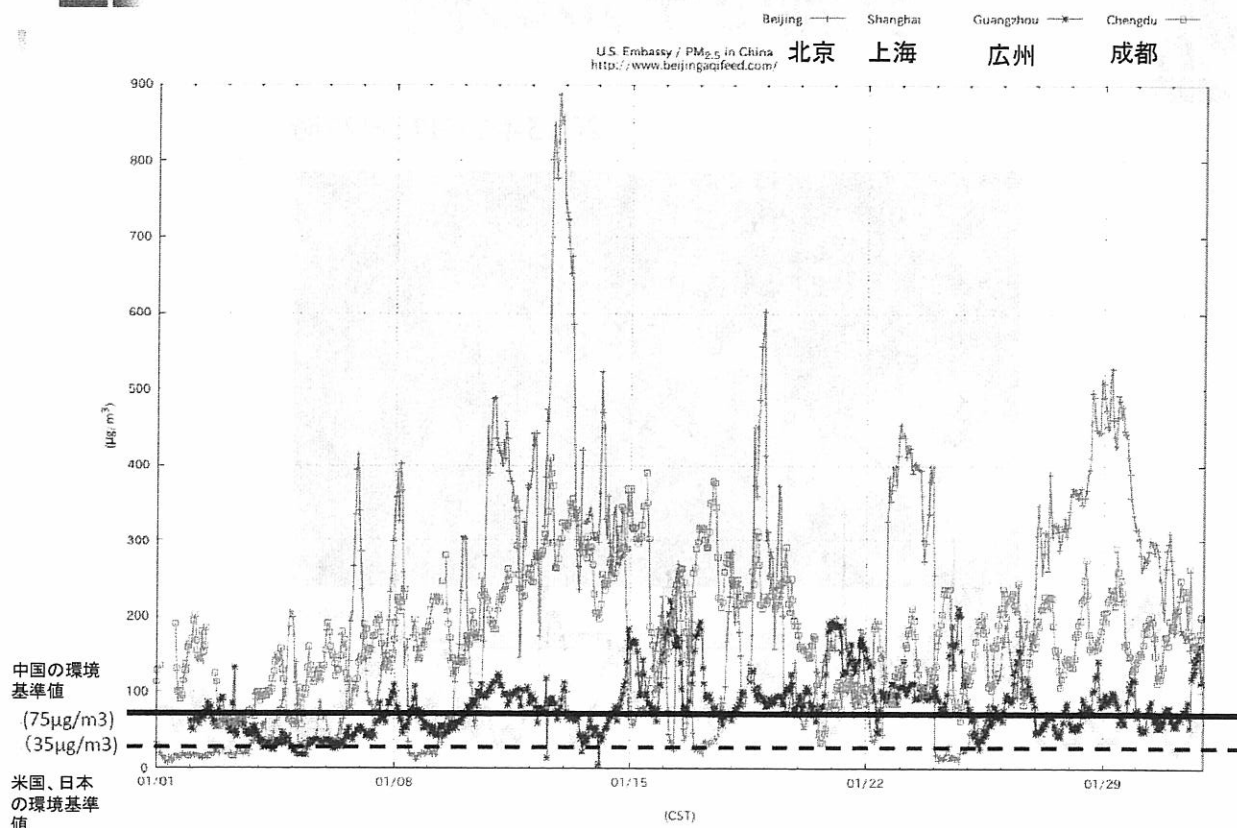
※1)平成22年度微小粒子状物質等曝露影響実測調査(環境省)及び国設局(一般局、自排局)における平成22年度測定結果参照。

※2)データは、標準測定法との等価性を有していない自動測定機によるものであることから、参考値。

当該調査に使用した自動測定機:TEOM-1400(Thermo Fisher Scientific)国設局(一般局)に設置している自動測定機:TEOM-1405DF(Thermo Fisher Scientific)国設局(自排局)に設置している自動測定機:TEOM-1400(Thermo Fisher Scientific)  
TEOM-1405DF(Thermo Fisher Scientific)

24

# 1月1～31日の中国国内のPM2.5観測値



## 日本国内での最近のPM<sub>2.5</sub>高濃度現象について

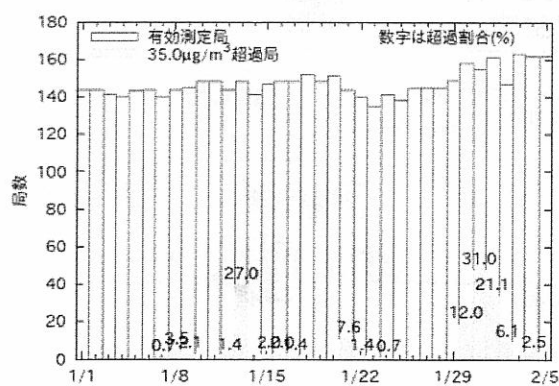
(国立環境研究所2月21日記者発表)

PM<sub>2.5</sub>について、全国の観測値の分析結果を発表

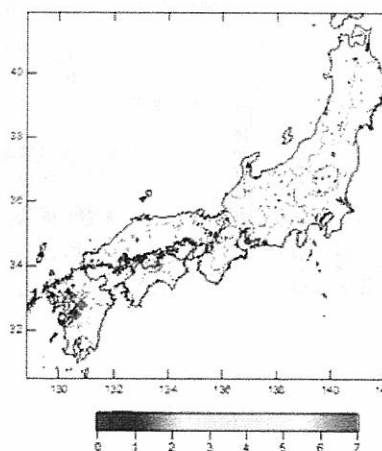
「1月の多い日には測定局の3割で環境基準値を超えた」

(全国の測定局における環境基準値超過日数(1日平均値35μg/m<sup>3</sup>を超過した日数)は16日でした。)

1月13日、21日、30日、31日、2月1日には、それぞれ、27.0%、7.6%、12.0%、31.0%、21.1%の測定局で環境基準値を超過した。



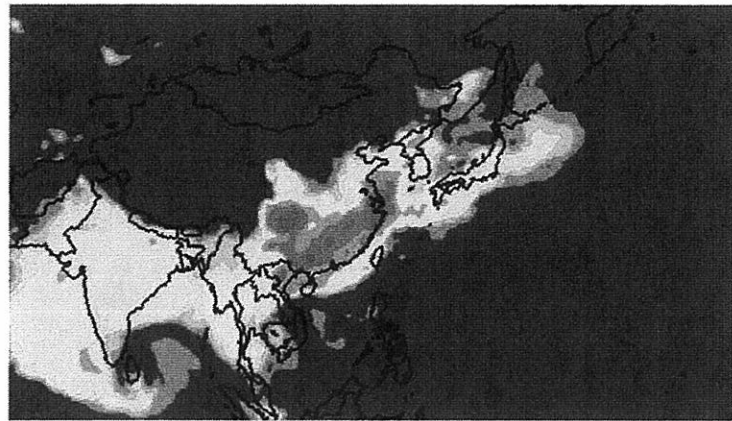
全国の測定局におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の有効測定局数と環境基準値(1日平均値35μg/m<sup>3</sup>)を超過した測定局数  
なお有効測定局とは1日に20時間以上PM<sub>2.5</sub>濃度の測定が行われた局を指します



2013年1月1日から2月5日における、測定局でのPM<sub>2.5</sub>濃度環境基準値(1日平均値35μg/m<sup>3</sup>)超過日数分布

# 予測モデルの例

2013年11月16日21時

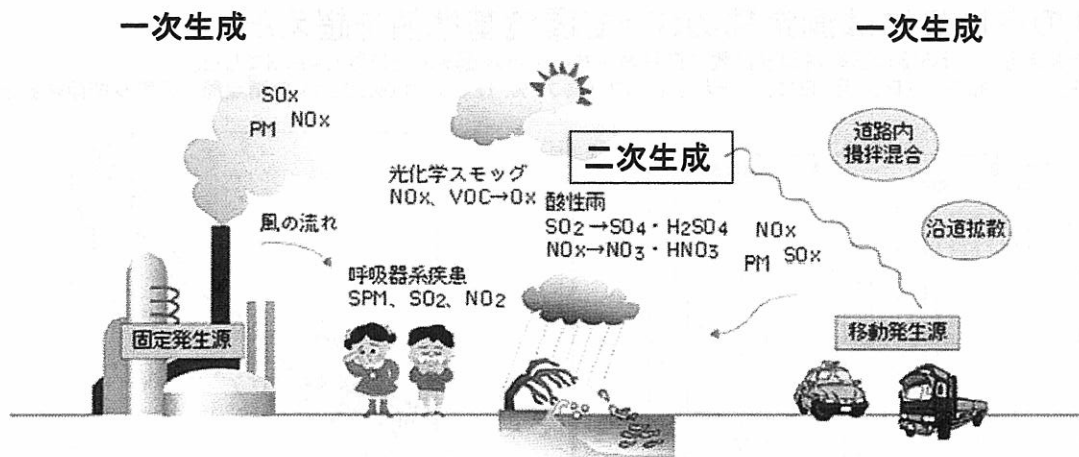


SPRINTARS  
少ない 多い

27

## PM2.5は、どのように発生しますか ↑

?



28

# PM2.5の発生要因

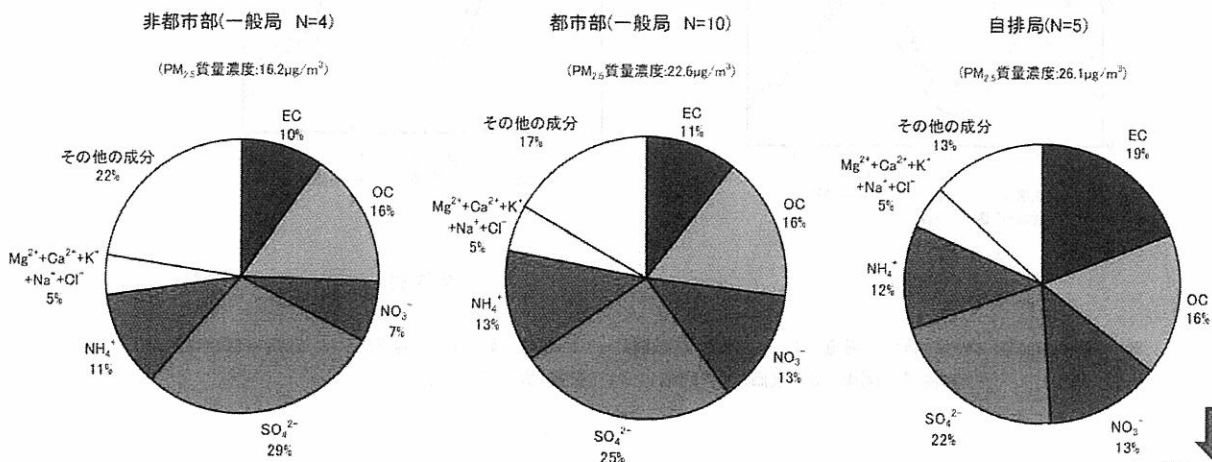
- 微小粒子状物質(PM2.5)には、物の**燃焼**などによって直接排出されるもの(**一次生成**)と、環境大気中での**化学反応**により生成されたもの(**二次生成**)とがあります。
- 一次生成粒子の発生源としては、ボイラーや焼却炉などばい煙を発生する施設、コークス炉や鉱物堆積場など粉じん(細かいちり)を発生する施設、自動車、船舶、航空機などのほか、土壌、海洋、火山など自然由来のものや越境汚染による影響もあります。また家庭内でも、喫煙や調理、ストーブなどから発生します。
- 二次生成粒子は、火力発電所、工場・事業所、自動車、船舶、航空機、家庭などの燃料燃焼によって排出される硫黄酸化物(SOx)や窒素酸化物(NOx)、燃料燃焼施設のほかに溶剤・塗料の使用時や石油取扱施設からの蒸発、森林などから排出される揮発性有機化合物(VOC)等のガス状物質が、大気中で光やオゾンと反応して生成されます。

(環境省解説)

29

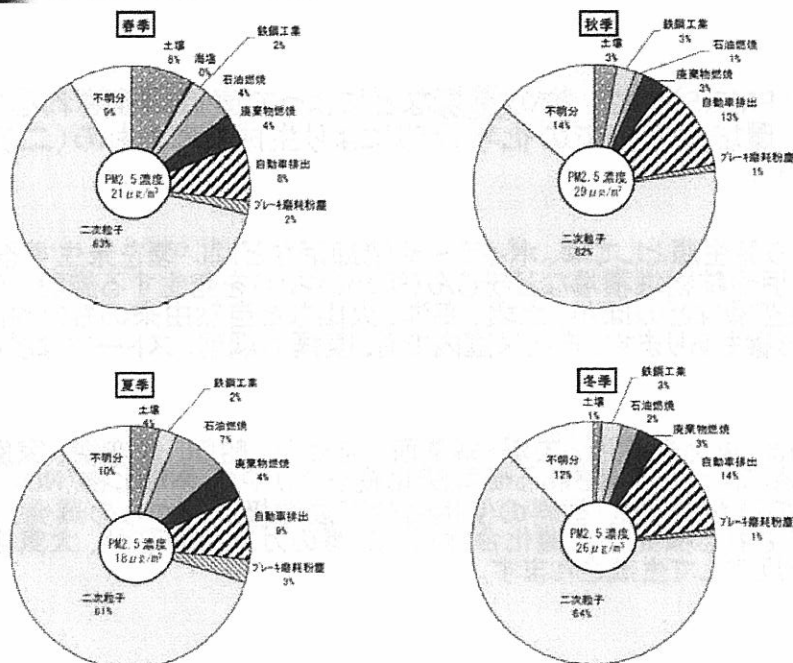
## 大気エアロゾルの性状と化学的特性

- 大気エアロゾル粒子の化学組成は、地域的にも時間的にも大きく変動します。わが国の都市域における長期平均的な傾向は、元素炭素と有機炭素など炭素成分が最も大きく20~40%を占め、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ など主として二次生成粒子よりなるイオン成分も20~30%を占め、それらは季節的に大きく変動します。金属成分は10~20%程度に過ぎませんが、発生源に関する多量の情報を含んでいることから、大気エアロゾルの挙動や発生源寄与などの解析においては不可欠な情報です。



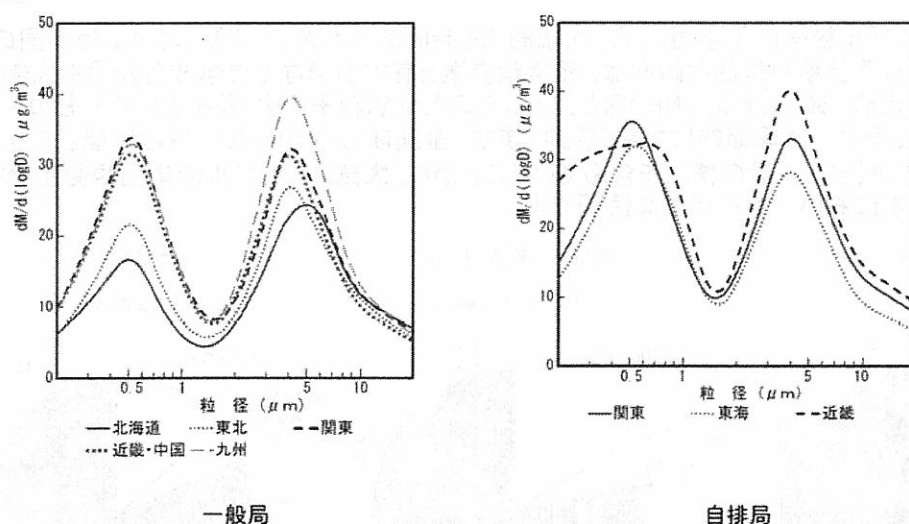
30

# 大阪府浮遊粒子状物質調査報告書 ↑ (平成22 年度)の発生源解析結果



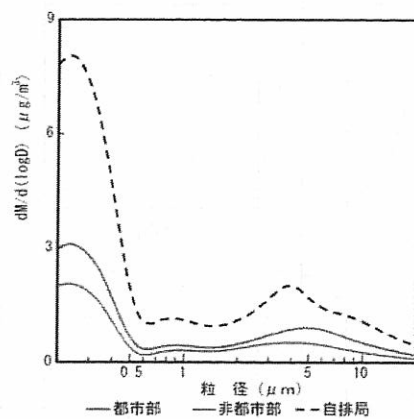
発生源別寄与割合の例(平均平成21 年度森ノ宮)

## 粒子状物質(ALV)質量濃度の粒径分布 (平成13～18年度の平均値)

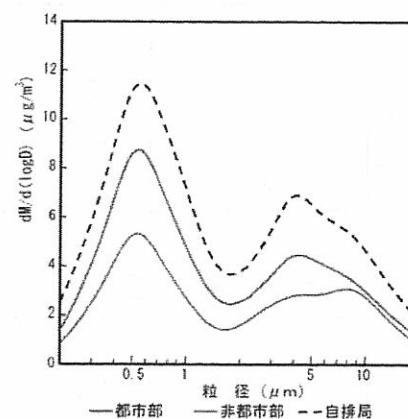


※ 調査地点数 (◎一般局＝北海道：1 東北(宮城県)：1 関東：4 近畿・中国：4 九州(福岡県)：1  
◎自排局＝関東：3 東海(愛知県)：1 近畿(大阪府)：1)

## 粒子状物質(ALV)炭素成分濃度の粒径分布 (平成14～18年度の平均値)



元素状炭素(EC)

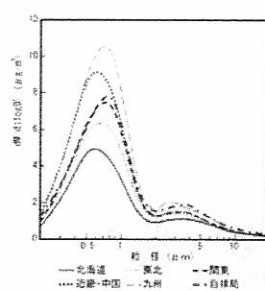


有機炭素(OC)

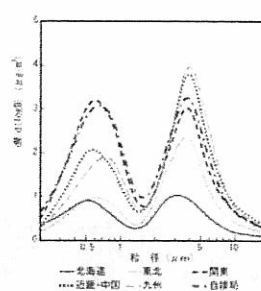
- ※ 「3.3～4.7 μm」～「11 μm」の粒径については平成14年度のみ調査を実施  
 ※ 調査地点数(都市部(一般局): 9 非都市部(一般局): 2 自排局: 5)

33

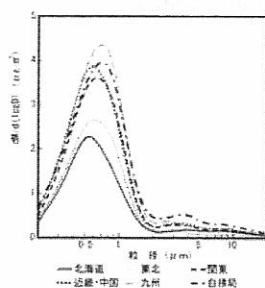
## 粒子状物質(ALV)各イオン成分の粒径分布 (平成13～18年度の平均値)



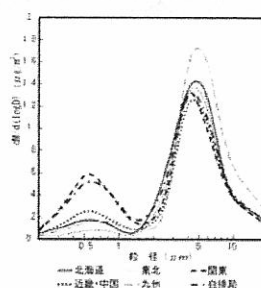
硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)



硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)



アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

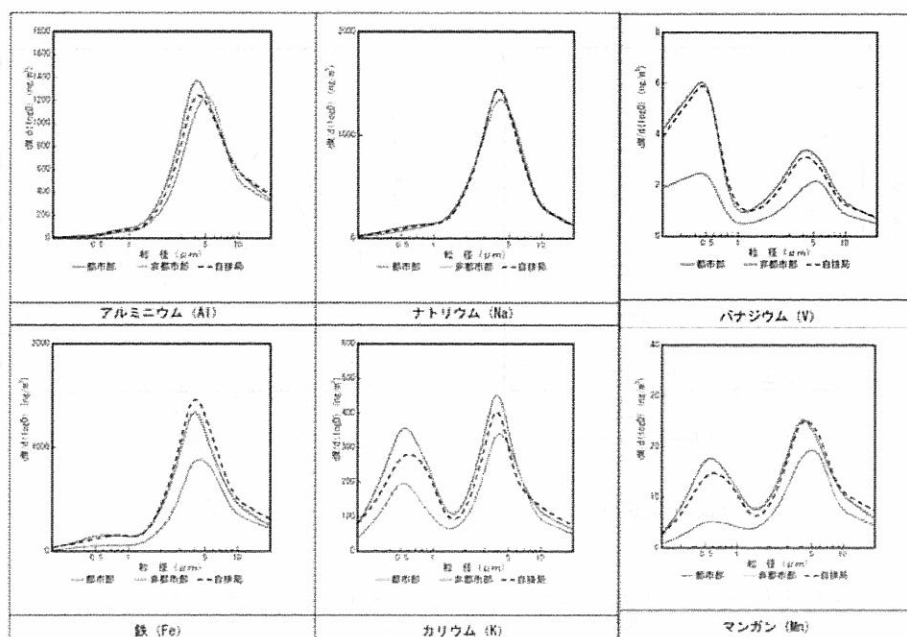


塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

34



## 粒子状物質(ALV)金属成分の粒径分布 (平成13～18年度の平均値)

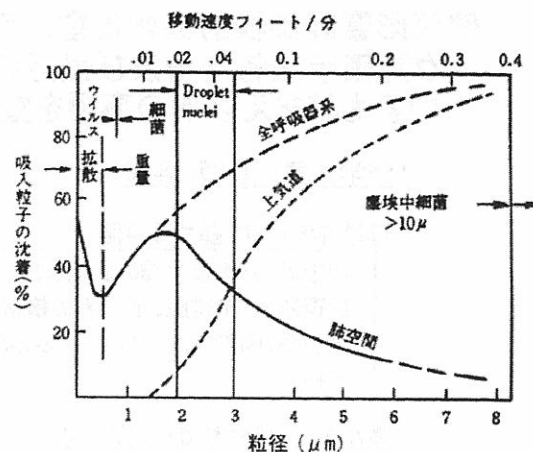
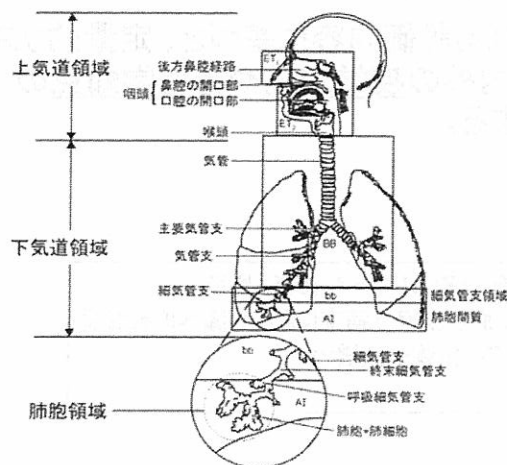


35

## PM2.5の健康影響と 環境基準の設定

36

# 粒子の呼吸器系への沈着



微小粒子状物質環境基準専門委員会報告より 37

## 微小粒子状物質環境基準専門委員会の検討事項

### (1) 微小粒子状物質の大気・体内中の挙動

健康影響評価検討会報告書及び大気中挙動に関する調査結果等に基づき、以下の事項を整理する。

- 粒子状物質の特性(物理的特性、化学組成、生成機構、発生源)
- 大気中挙動(測定データの時間的変化、成分組成、統計的特性、地域毎特徴(都市地域、バックグラウンド地域))
- 人への曝露の特徴(環境濃度、屋内濃度と個人曝露濃度との関係)
- 体内中の挙動(生体内沈着及び体内動態)



### (3) 微小粒子状物質の健康影響

健康影響評価検討会報告書に示される評価内容に基づき、定量的リスク評価手法報告書及び最近の国内外の疫学知見や毒性学知見の内容も踏まえ以下の事項を整理する。

- 疫学知見に基づく評価

- 毒性学知見に基づく評価

呼吸器系: 気道や肺の炎症反応、ぜん息やアレルギー性鼻炎、感染  
循環器系: 不整脈、血管系の構造変化、血管狭窄性病変による心臓への悪影響  
免疫系: 肺胞マクロファージ免疫機能低下、抗体生産増大  
発癌:

- 微小粒子状物質の健康影響

39



### (4) 疫学知見や毒性学知見に基づく定量的評価に関する検討

定量的リスク評価手法報告書に示される評価手法に基づき、国内外の疫学知見や毒性学知見による以下の検討を行う。

- 定量評価の対象とする疫学知見の抽出
- 抽出された疫学知見による曝露量－反応関係の信頼区間に関する検討
- 重視すべきエンドポイントに関する検討
- 曝露期間(短期曝露、長期曝露)に応じた検討
- 毒性学知見による低濃度曝露による用量－効果関係に関する検討

40

## 微小粒子状物質に着目した定性的な評価

- 呼吸器系の健康影響指標との関連について微小粒子領域に存在する粒子のみの影響を示すものであると明確に結論づけることは困難であったが、粒子状物質において従前から認められている健康影響が、微小粒子状物質においてもみられた。
- 新たに循環器系や肺がんの健康影響指標との関連について、微小粒子状物質によるこれらの影響がみられた。(欧米のみ)
- 大気中粒子状物質に関して示された種々の健康影響については、微小粒子のみならず微小粒子を含むSPM やPM10 においても同様の影響が見られ、粗大粒子の影響も否定できず、微小粒子領域に存在する粒子のみの影響であると明確に結論付けることは困難である。

41

## 微小粒子状物質環境基準専門委員会の検討事項

### (5)環境基準の設定に当たっての指針値に関する検討

(4)の定量評価に関する検討を踏まえ、環境基準の設定に当たっての指針値を見いだすため、以下の事項を含めた複数の知見による総合的かつ包括的な評価を行う。

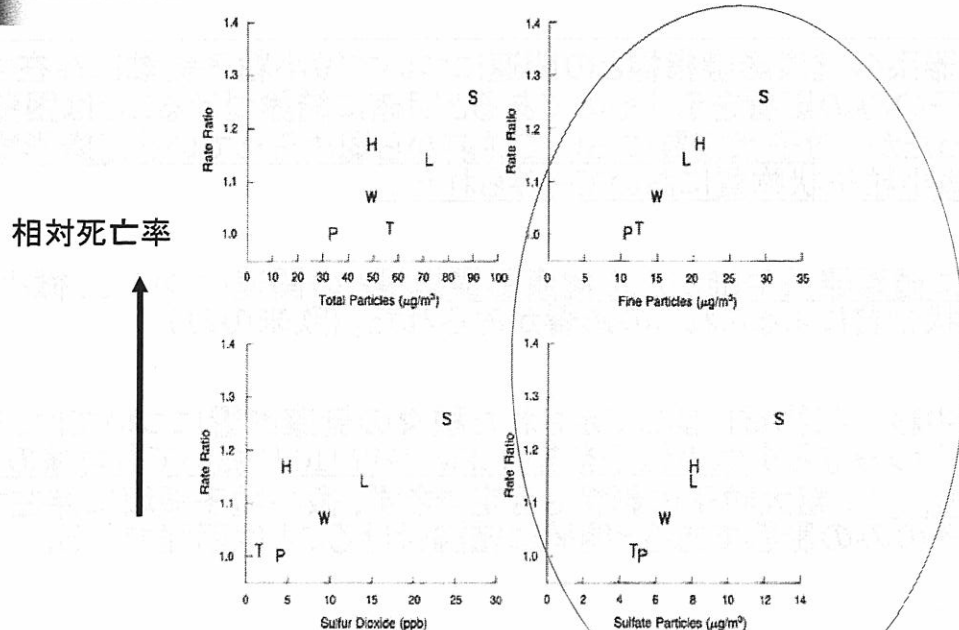
- 疾病構造や大気汚染状況等の国内外の相違点の整理
- 不確実性(曝露評価、統計モデル、共存大気汚染物質等)の考察
- エンドポイントの重篤度や高感受性者への影響の考察
- 疫学知見による評価と毒性学知見による評価の整合性

### (6)環境基準の平均化時間、評価方法等に関する検討

(1)から(5)の検討内容や大気中挙動に関する調査結果等を踏まえ、濃度測定データから平均値を算出する時間間隔・期間である平均化時間、環境濃度が環境基準を達成したかを評価するための評価方法等を検討する。

42

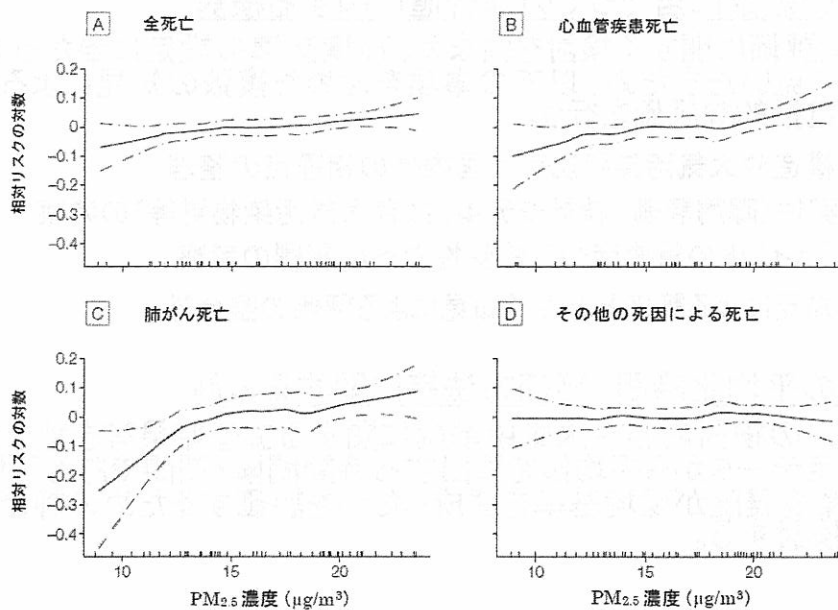
## 米国6都市研究 (1975-1991年の16年間、1998年まで拡張)



Dockery DW, Pope CA III, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, Ferris BG Jr, Speizer FE. An association between air pollution and mortality in six US cities. *N Engl J Med* 1993;329:1753-1759.

43

## PM<sub>2.5</sub> 濃度に対する全死亡・原因別死亡の相対リスクの対数 を示す平滑化された濃度－反応関数 (平均線と95 %信頼区間を示す。)



(ACS拡張研究, Pope et al., 2002に基づく)



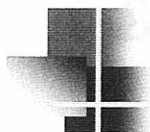
## 長期基準の濃度

国内外の長期コホート研究から健康影響が観察される濃度水準として、以下のように整理した。

- 国内の死亡をエンドポイントとした知見:  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$   
(三府県コホート研究, SPMからの測定, 推計誤差 $\pm 5\mu\text{g}/\text{m}^3$ を考慮)
- 国外の死亡をエンドポイントとした知見:  $15\sim 20\mu\text{g}/\text{m}^3$   
(6都市, 6都市拡張研究, ACS, ACS拡張研究)
- 国内の死亡以外の知見:  $25\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 国外の死亡以外の知見:  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$

調査観察期間の曝露期間選択で概ね $2\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 3\mu\text{g}/\text{m}^3$ の変動幅を考慮する必要がある

45



## 長期基準の考え方

我が国における微小粒子状物質の健康リスク(がん死亡, 死亡以外)は $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下ではみられていない。循環器疾患に対する影響ははっきりしない。

国内知見を重視すべきであるが, 知見が充実している国外知見の結果( $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ から影響がみられる)も考慮すべきである。

一方で, 微小粒子状物質の健康影響にいき値の存在の有無を明らかにすることは困難である(どこまで下げれば十分かはっきりしない)

以上のことから、国内の知見 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を出発点とし、国外知見の $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を参考とし、これらに固有な不確実性があることにも考慮して総合的に評価した結果、  
長期基準として年平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ が最も妥当であると判断した。

46

## 短期基準

- ・短期曝露による健康影響がみられた国内外の複数都市研究から導かれた98パーセンタイル値は $39\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えると考えられた。
- ・日死亡、入院・受診、呼吸器症状や肺機能などに関して、有意な関係を示す単一都市研究における98パーセンタイル値の下限は $30\sim 35\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲と考えられた。
- ・健康影響がみられた疫学研究における98パーセンタイル値は、年平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対応する国内のPM2.5測定値に基づく98パーセンタイル値の推定範囲に含まれていた。

以上のことから、長期基準の指針値である年平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ と併せて、日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を短期基準の指針とすれば、高濃度出現による短期影響の健康リスクを低減することが可能と考えられ、この値を短期基準とすることが最も妥当であると判断した。



47

## 微小粒子状物質(PM2.5)に関するQ & A

1. 微小粒子状物質(PM2.5)とは、どのようなものですか
2. 微小粒子状物質(PM2.5)は、どのようにして発生しますか
3. どのような健康影響がありますか
4. どの程度の濃度になると健康影響が生じますか
5. 今年、日本では濃度の上昇がみられますか
6. 中国の大気汚染による日本への影響は、どの程度ですか
7. 季節によってPM2.5濃度は変動しますか
8. 「暫定的な指針となる値」には、どのような意味がありますか
9. 「暫定的な指針となる値」を超えた場合は、注意報や警報が発令されますか
10. 「暫定的な指針となる値」を超えた場合は、どのようなことに注意すればよいですか
11. 「暫定的な指針となる値」を超えた場合は、体育祭等の屋外での行事は中止する必要がありますか
12. 「屋外での長時間の激しい運動」とは、どのような運動を指しているのですか
13. 窓の開閉でPM2.5の影響はどれほど違うのですか
14. マスクの着用は有効ですか
15. 空気清浄機はPM2.5の除去に有効ですか
16. 農産物の安全性に影響はないのですか
17. PM2.5と黄砂の関係はどのようなのですか
18. PM2.5と花粉の関係はどのようなのですか
19. PM2.5と喫煙(たばこの煙)はどのような関係がありますか
20. 微小粒子状物質(PM2.5)に関する情報は、どうすれば入手できますか
21. 現在の濃度に関する情報は、どうすれば入手できますか

48

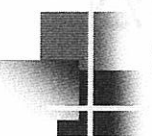


## Q1: PM2.5とは、どのようなものですか？



- PM2.5とは、特定の有害物質ではなく、大気中に浮遊する小さな粒子のうち、粒子の大きさが $2.5\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m}=1\text{mm}$ の千分の1)以下の非常に小さな粒子の総称(大気中微小粒子状物質)です。その中にはディーゼル微粒子なども含まれます。
- その成分には、有機性および無機性の炭素成分、硝酸塩、硫酸塩、アンモニウム塩のほか、ケイ素、ナトリウム、アルミニウムなどの無機元素などが含まれます。
- また発生源によりさまざまな粒径のものが含まれており、地域や季節、気象条件などによってその組成が変動します。

49



## Q2: PM2.5は、どのように発生しますか？



- 微小粒子状物質(PM2.5)には、物の**燃焼**などによって直接排出されるもの(一次生成)と、環境大気中での**化学反応**により生成されたもの(二次生成)とがあります。
- 一次生成粒子の発生源としては、ボイラーや焼却炉などばい煙を発生する施設、コークス炉や鉱物堆積場など粉じん(細かいちり)を発生する施設、自動車、船舶、航空機などのほか、土壌、海洋、火山など自然由来のものや越境汚染による影響もあります。また家庭内でも、喫煙や調理、ストーブなどから発生します。
- 二次生成粒子は、火力発電所、工場・事業所、自動車、船舶、航空機、家庭などの燃料燃焼によって排出される硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )や窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )、燃料燃焼施設のほかに溶剤・塗料の使用時や石油取扱施設からの蒸発、森林などから排出される揮発性有機化合物(VOC)等のガス状物質が、大気中で光やオゾンと反応して生成されます。



(環境省解説)

50



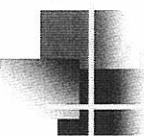
### Q3:どのような健康影響がありますか？



- 微小粒子状物質(PM2.5)は粒子の大きさが非常に小さい(髪の毛の太さの30分の1)ため、肺の奥深くまで入りやすく、喘息や気管支炎などの呼吸器系疾患のリスクの上昇が懸念されます。また、肺がんのリスクの上昇や、循環器系への影響も懸念されています。



51



### Q4:どの程度の濃度になると健康影響が生じますか？



- 微小粒子状物質(PM2.5)の環境基準(人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準)として「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」と定められています。
- 環境省が平成25年2月に設置した「微小粒子状物質(PM2.5)に関する専門家会合」では、健康影響が出現する可能性が高くなると予測される濃度水準として、注意喚起のための暫定的な指針となる値を1日平均値 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ を定めています。
- 但し、呼吸器系や循環器系の疾患のある者、小児や高齢者などでは、個人差が大きいと考えられていることから、これより低い濃度でも健康影響が生じる可能性は否定できないとされています。この暫定的な指針となる値については、今後新たな知見やデータの蓄積等を踏まえ、必要に応じて、見直しを行うこととしています。



52



## Q5:今年、日本では濃度の上昇がみられますか？



- 日本国内では、西日本の広い地域で環境基準を超える濃度が一時的に観測されました
- 全国の一般測定局における環境基準の超過率について、今年1月のデータを昨年、一昨年の同時期と比較すると、高い傾向は認められますが、大きく上回るものではありません
- これまで取り組んできた大気汚染防止法に基づく工場・事業場等のばい煙発生施設の規制や自動車排出ガス規制などにより、浮遊粒子状物質(SPM)と微小粒子状物質(PM2.5)の年間の平均的な濃度は減少傾向にあります

53



## Q6:中国の大気汚染による日本への影響は、どの程度ですか？



- 今年1月の日本における一時的なPM2.5濃度の上昇については、①西日本の広い地域で環境基準(日平均値)を超えるPM2.5が観測されたこと、
- ②都市汚染の影響の少ない九州西端の離島にある国立環境研究所の観測所でも粒子状物質の濃度上昇が観測され、その成分に硫酸イオンが多く含まれていたこと、
- ③国立環境研究所の計算(シミュレーション)結果によると北東アジアにおける広域的なPM2.5による大気汚染の一部が日本にも及んでいること、

以上から総合的に判断すると、大陸からの越境大気汚染の影響があったものと考えられます。

- 一方、PM2.5は通常でも我が国の大気中で観測されており、濃度上昇は都市汚染による影響も同時にあったと考えられることから、今年1月の事象は大陸からの越境汚染と都市汚染の影響が組み合わさっている可能性が高いです。越境汚染による影響の程度は地域や期間によって異なることから、その程度を定量的に明らかにするには詳細な解析が必要です。



54



Q7:季節によってPM2.5 濃度は変動しますか？

- 例年、冬季から春季にかけてPM2.5 濃度濃度の変動が大きく、上昇する傾向がみられ、夏季から秋季にかけては比較的安定した濃度が観測されています。

55



Q8:「暫定的な指針となる値」には、どのような意味がありますか？

- 環境省が平成25 年2月に設置した「微小粒子状物質 (PM2.5)に関する専門家会合」において設定された暫定的な値であり、国内外の疫学研究結果等に基づいて注意喚起のため目安として設定されたものです。

56



Q9:「暫定的な指針となる値」を超えた場合は、  
注意報や警報が発令されますか？

- ・ 専門家会合において、暫定的な指針となる値としての1日平均値 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対応する1時間平均値 $85\mu\text{g}/\text{m}^3$ を一日のうち早めの時間帯で超えた場合は、都道府県等が注意喚起を行うことを推奨しています。



57



Q10:「暫定的な指針となる値」を超えた場合は、  
どのようなことに注意すればよいですか？

- ・ PM2.5 濃度が暫定的な指針となる値を超えた場合には、屋外での長時間の激しい運動や外出をできるだけ減らすことは有効です。その際、屋内においても換気や窓の開閉を必要最小限にするなどにより、外気の屋内への侵入をできるだけ少なくし、その吸入を減らすことに留意する必要があります。特に呼吸器系や循環器系の疾患を有する者、小児、高齢者などは、より影響を受けやすい可能性があるので、普段から健康管理を心がけるとともに、体調の変化に注意することが大切です。
- ・ また喫煙により、室内のPM2.5 濃度が大きく上昇することが知られていますので、注意が必要です。



58

Q11:「暫定的な指針となる値」を超えた場合は、体育祭等の屋外での行事は中止する必要がありますか？

- PM2.5 濃度が注意喚起のための暫定的な指針となる値を大きく超えない限り、体育祭等の屋外での行事は中止する必要はないと考えられます。
- 但し、呼吸器系や循環器系の疾患を有する者、小児、高齢者などについては、より低い濃度でも健康影響が生じる可能性があるので配慮が必要です。

59

Q12.「屋外での長時間の激しい運動」とは、どのような運動を指しているのですか

- 一概に明示することは困難ですが、マラソン大会のように呼吸器系への過度の負担が長時間続くような運動が想定されます。
- 運動会等の屋外活動は、長時間の激しい運動にはあたらないと考えています。

60



### Q13. 窓の開閉でPM2.5の影響はどれほど違うのですか



- 窓の開閉による屋内濃度への影響を定量的に示した資料はありませんが、窓を開けておくと屋内のPM2.5濃度は屋外のPM2.5濃度と同等の値になると推測されることから、窓の開閉や換気は必要最小限にすることにより、外気の屋内への侵入をできるだけ少なくし、その吸入量を減らすことは有効な対策と考えています。

61



### Q14:マスクの着用は有効ですか？



微小粒子状物質(PM2.5)に対して、医療用や産業用の高性能な防じんマスク(N95※<sup>1</sup>やDS1※<sup>2</sup>以上の規格のもの)は、微粒子の捕集効率の高いフィルターを使っており、微粒子の吸入を減らす効果があります。

但し、マスクを着用する場合には顔の大きさに合ったものを、空気が漏れないように着用しなければ、十分な効果が期待できません。一方、着用すると少し息苦しい感じがあるので、長時間の使用には向いていません。また、一般用マスク(不織布マスク等)には様々なものがあり、PM2.5の吸入防止効果はその性能によって異なると考えられます。

- ※1 米国の規格に基づきNIOSH(米国労働安全衛生研究所)が認定したマスク。
- ※2 労働安全衛生法に基づく国家検定に合格したマスク。DS1 やDS2 などの種類がある。



62



Q15:空気清浄機はPM2.5 の除去に有効ですか？



- PM2.5 に対する空気清浄機の除去効果については、フィルターの有無や性能など機種によって異なると考えられます。一部製品については、各メーカーによって性能試験により一定の有効性が確認されているのですが、個別の製品の効果に関する詳細については、製品表示や販売店・メーカーに確認する必要があります。



63



Q16. 農産物の安全性に影響はないのですか



- PM2.5 が農産物に付着することは想定されますが、懸念されているPM2.5 の影響は主に呼吸器系へのものであり、摂食による健康影響はこれまで報告されていません。

64



## Q17. PM2.5 と黄砂の関係はどのようなのですか

- 黄砂は、東アジアの砂漠から強風により大気中に舞い上がった砂(土壌・鉱物粒子)が浮遊しつつ降下する現象です。日本へ飛来する粒子の大きさは $4\mu\text{m}$  付近のものが主ですが、一部 $2.5\mu\text{m}$  以下の微小な粒子も含まれているため、PM2.5 の測定値も上昇することがあります。
- また、黄砂が輸送される過程で、大気汚染物質の発生が多い地域を通過する場合、これらの物質とともに日本へ飛来することがあります。
- なお、明確な結論は得られていませんが、黄砂による健康影響については、喘息等の症状が悪化する等の報告もありますので、黄砂の飛来に伴ってPM2.5 濃度も上昇している時には注意して下さい。

65



## Q18. PM2.5 と花粉の関係はどのようなのですか

- 花粉の大きさは $30\mu\text{m}$  程度で、PM2.5 よりもかなり大きく、アレルギー疾患の一つである花粉症の原因となることが知られています。
- 花粉とPM2.5 の複合影響については、現時点で明確な知見は得られていませんが、過去の動物実験ではPM2.5 の一部であるディーゼル排気粒子が鼻アレルギー及びアレルギー性結膜炎様病態を悪化させるとの報告もありますので、PM2.5 濃度が高いときには注意して下さい。

66



Q19. PM2.5 と喫煙（たばこの煙）はどのような関係がありますか



- たばこの煙には多くの有害な微小な粒子が含まれており、全席喫煙の飲食店や喫煙室内のPM2.5 濃度は数百 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に及ぶこともあることが報告されています。

67



Q20:微小粒子状物質（PM2.5）に関する情報は、どうすれば入手できますか？



- 環境省ホームページの「微小粒子状物質（PM2.5）に関する情報サイト」  
（<http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html>）のほか、全国の自治体の関連情報サイトや国立環境研究所のサイトなどがあります。



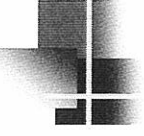
68



Q21:現在の濃度に関する情報は、どうすれば↑  
入手できますか？

- 大気汚染防止法に基づき、国や地方自治体が全国560カ所以上（平成25年2月現在）で微小粒子状物質（PM2.5）の常時監視（モニタリング）を実施しています。PM2.5を始めとする大気汚染物質濃度の現在の状況については、環境省の大気汚染物質広域監視システム【そらまめ君】(<http://soramame.taiki.go.jp/>)や各自治体のPM2.5関連情報サイトなどで速報値が公表されています。

69



ご清聴ありがとうございます

70

