

2018年度 外務省
大気汚染に関する健康安全講話

命を守る大気汚染の知識と
科学の現状

2018.11.18 インド（グルガオン）

聖路加国際大学大学院 公衆衛生学研究科
環境保健分野（環境疫学）

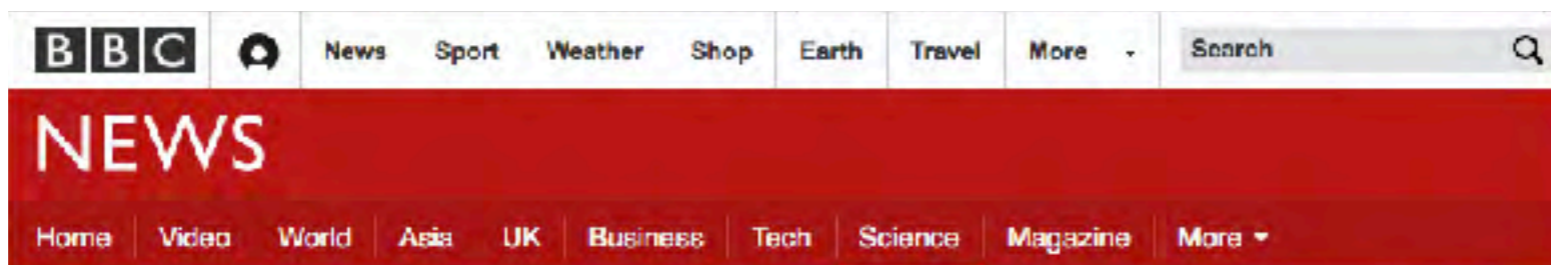
准教授
博士（医学） 大西一成



フィルター方式とノンフィルター形式

1. フィルター式
2. イオン式 帯電板吸着系
3. 電気集塵方式
4. プラズマ/イオン放出系

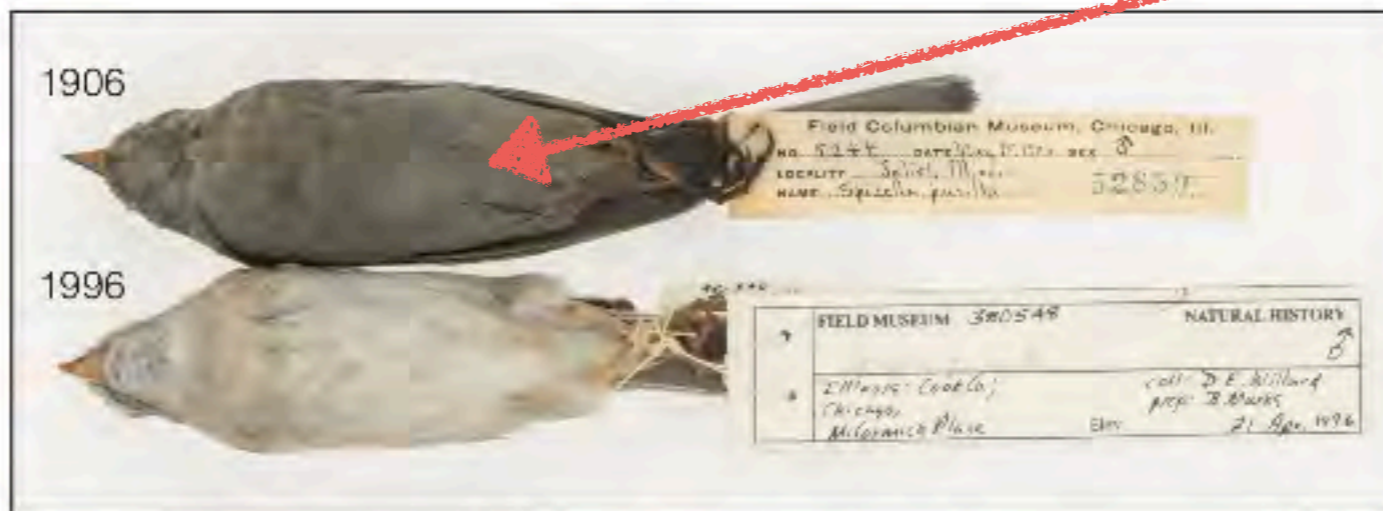
ブラックカーボンの影響



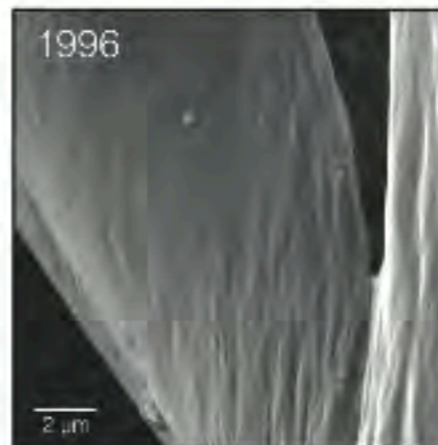
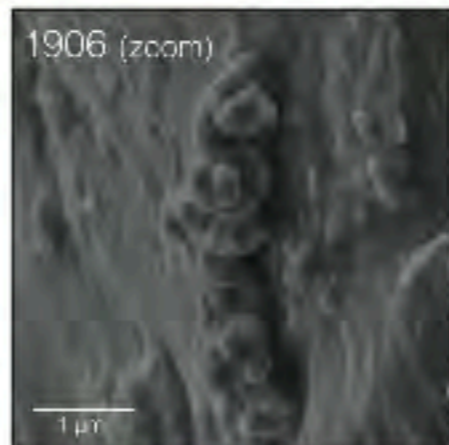
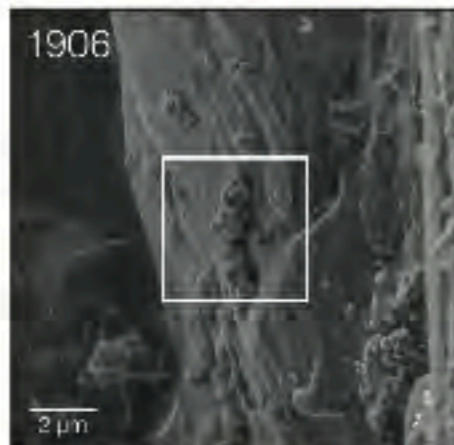
Science & Environment

'Sooty birds' reveal hidden US air pollution

By Matt McGrath
Environment correspondent



すすけた鳥
Sooty birds



お話しすること

知識

- 大気汚染物質とは、PM2.5とは、複合大気汚染、越境大気汚染
- 粒子の大きさと飛来成分の違い
- 黄砂

影響

- 健常者、子ども、妊婦、既往歴のある人への健康影響
- 粒子径の違いによる健康影響
- 健康影響についてWHOの見解

対策

- マスク、空気清浄機による防護効果の検証
- マスクの検定やPM2.5対応の意味
- その他の対策方法

予報

- PM2.5基準値や指標の意味
- 1000越えは危険なのか？どこまで子どもに許容？
- 健康予報について



PM2.5

大気汚染

2.5マイクロメートル

黄砂

硫黄

ハウス
ダスト

重金属

カビ

オキシダント

花粉

大気汚染物質の状態

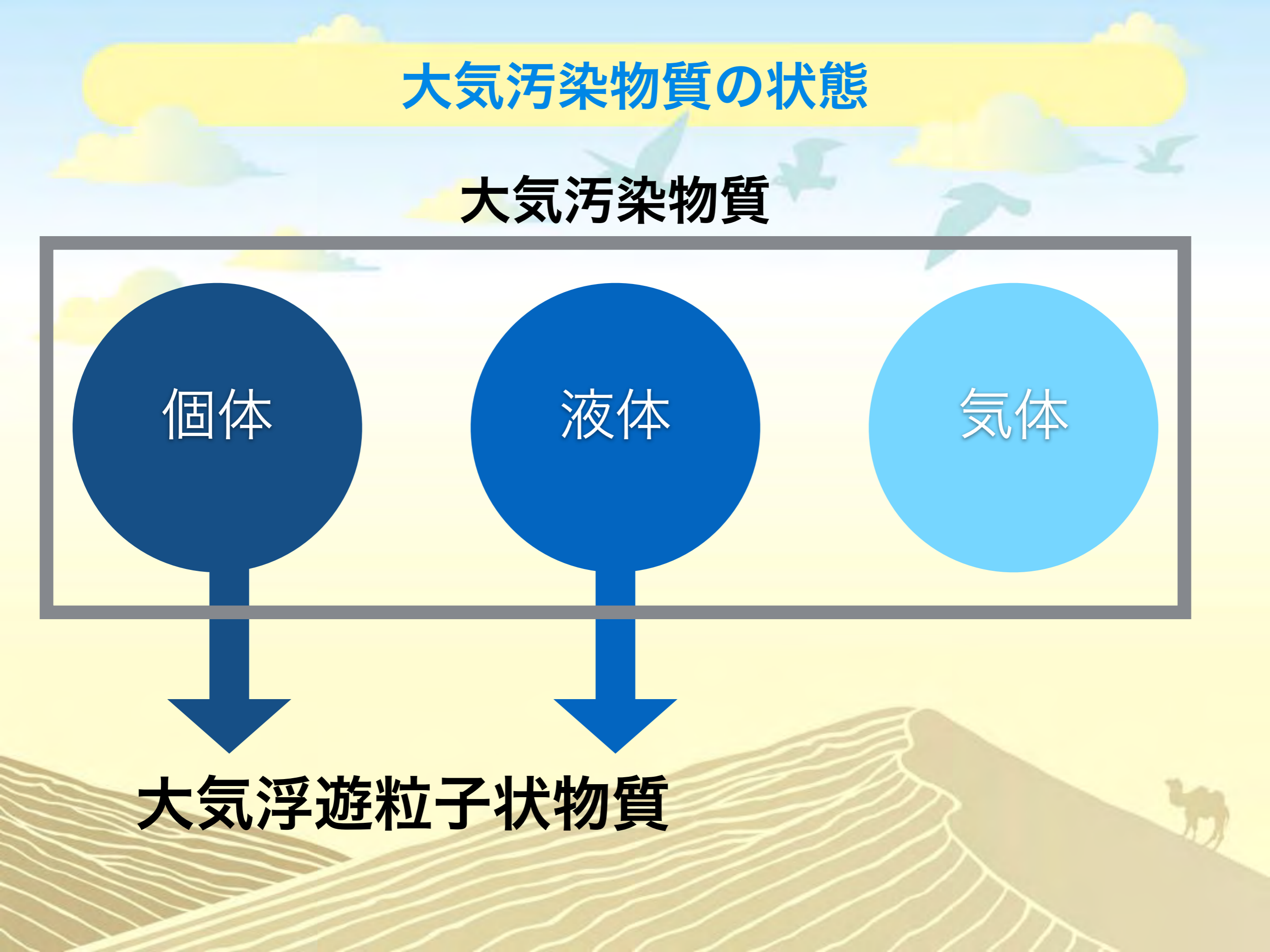
大気汚染物質

個体

液体

気体

大気浮遊粒子状物質



発生

有機物



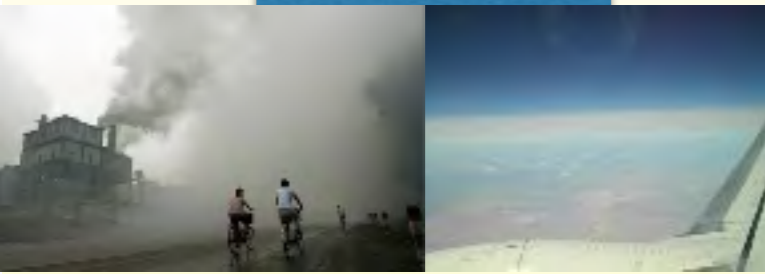
ガス成分

NO_x
SO_x
CO オキシダント

越境

二次生成

地元



copyright© amana inc. all rights reserved Copyright© 2008 Platinum color 涼優彩色 All Rights Reserved

PM2.5

一次粒子

人為起源



自然起源



PM2.5

PM = Particulate Matter
粒子状の物質・成分
粒子状物質

大気汚染の原因となる微粒子全般をいう

PM2.5

粒子径が概ね $2.5\mu\text{m}$ 以下のもの。

粒子径 $2.5\mu\text{m}$ で**50%の捕集効率**を持つ分粒装置を透過する微粒子

微小粒子状物質

$2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子といっても、測定原理上、 **$2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子を100%含み、 $2.5\mu\text{m}$ を越える粒子は全く含まれない**というものではない。

粒径

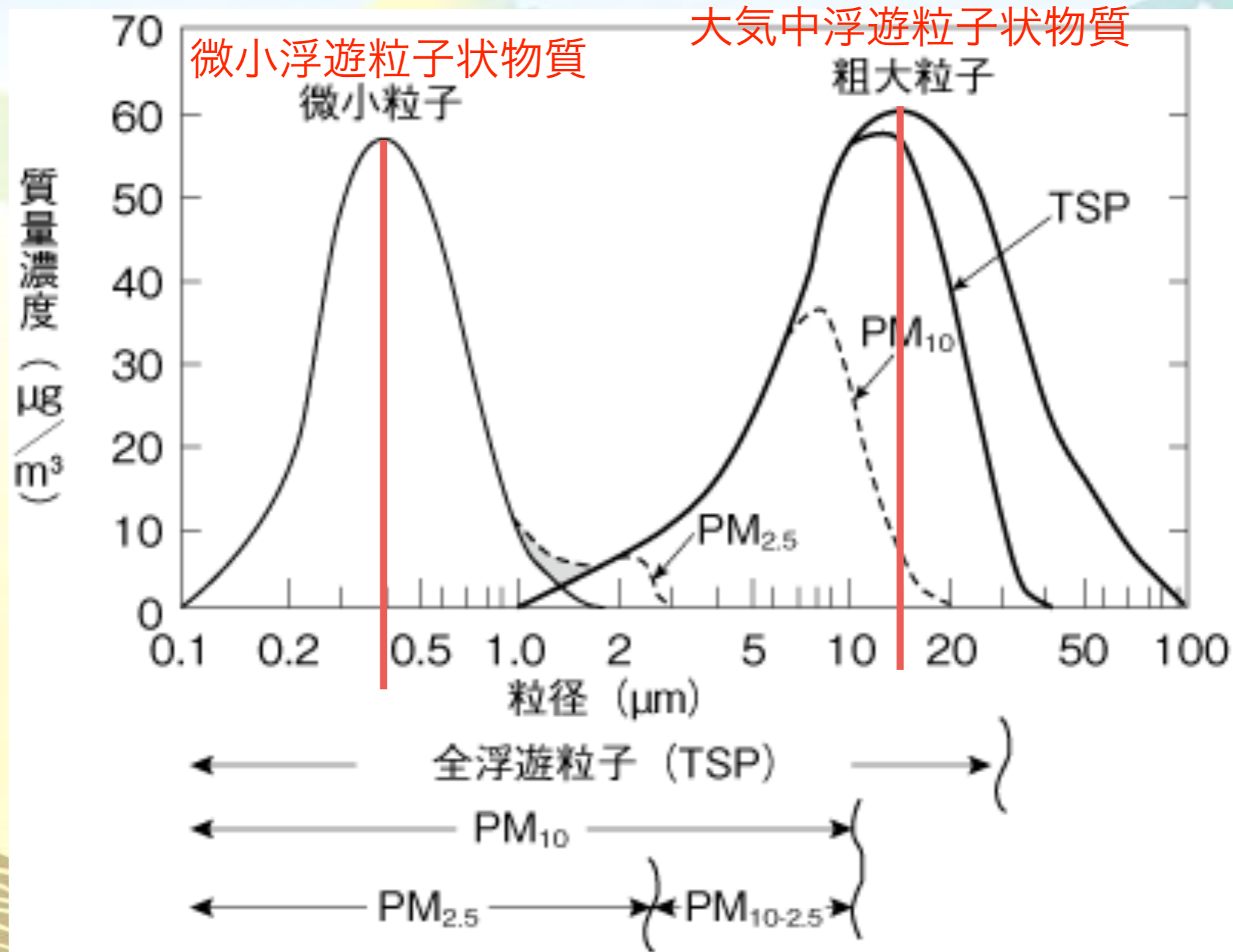
粒子の直径



2.5マイクロメートル

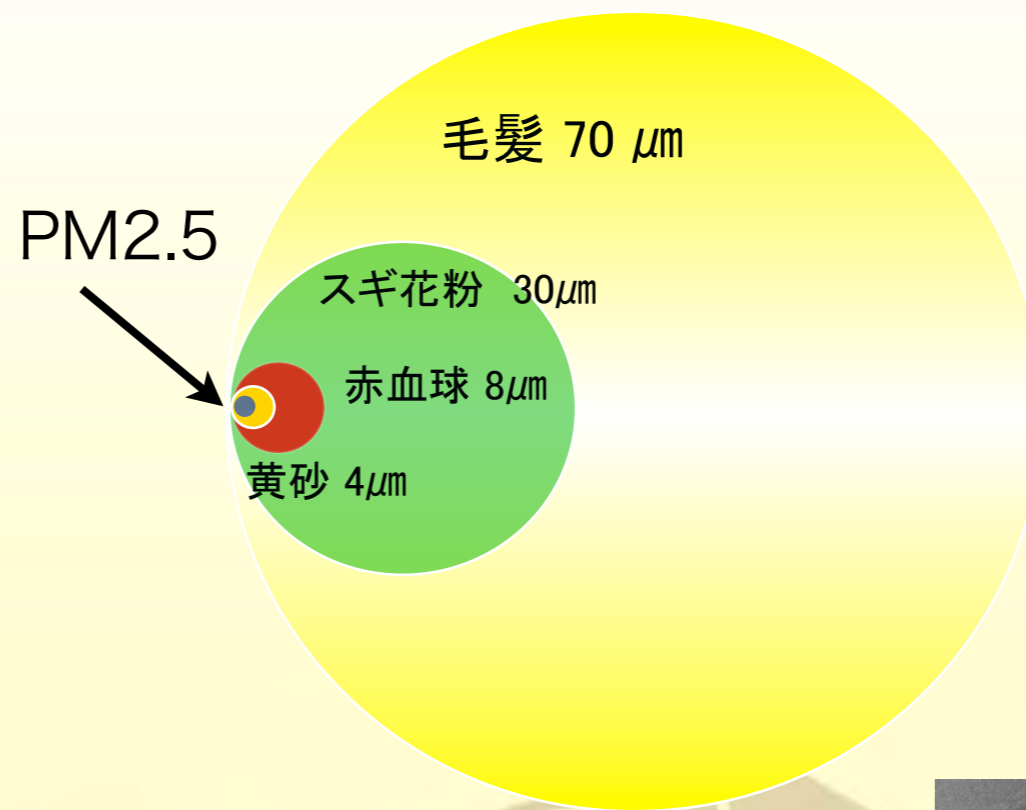
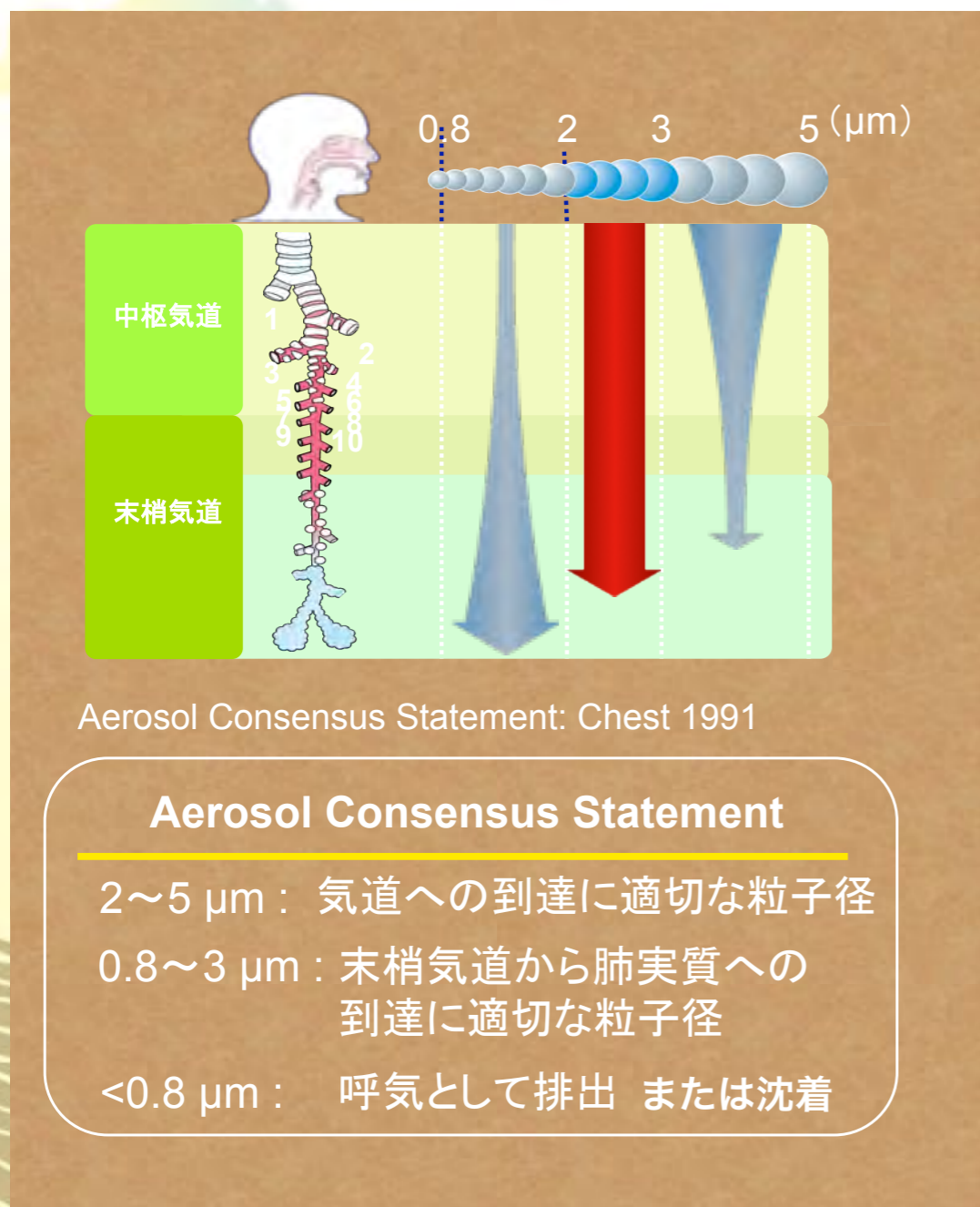
黄砂粒子やPM2.5粒子の特性

- 大気中に浮遊する粒子の分類



大気浮遊粒子状物質の大きさ

中枢から末梢の気道まで最も効率よく到達・沈着しやすい粒子径は2~5 μm である
2~5 μm =吸入薬の大きさ



花粉

Introduction

1.発生

大陸のイベントにおける過度な大気浮遊粒子状物質、大気汚染物質の発生
Occurrence of the air pollution by excessive events on the continent.

都市部・工業地帯の汚染(Industrial area)

黄砂(Asian dust)



冬小麦殻の燃焼(Wheat)



森林火災(Forest fire)



野焼き(open burning)

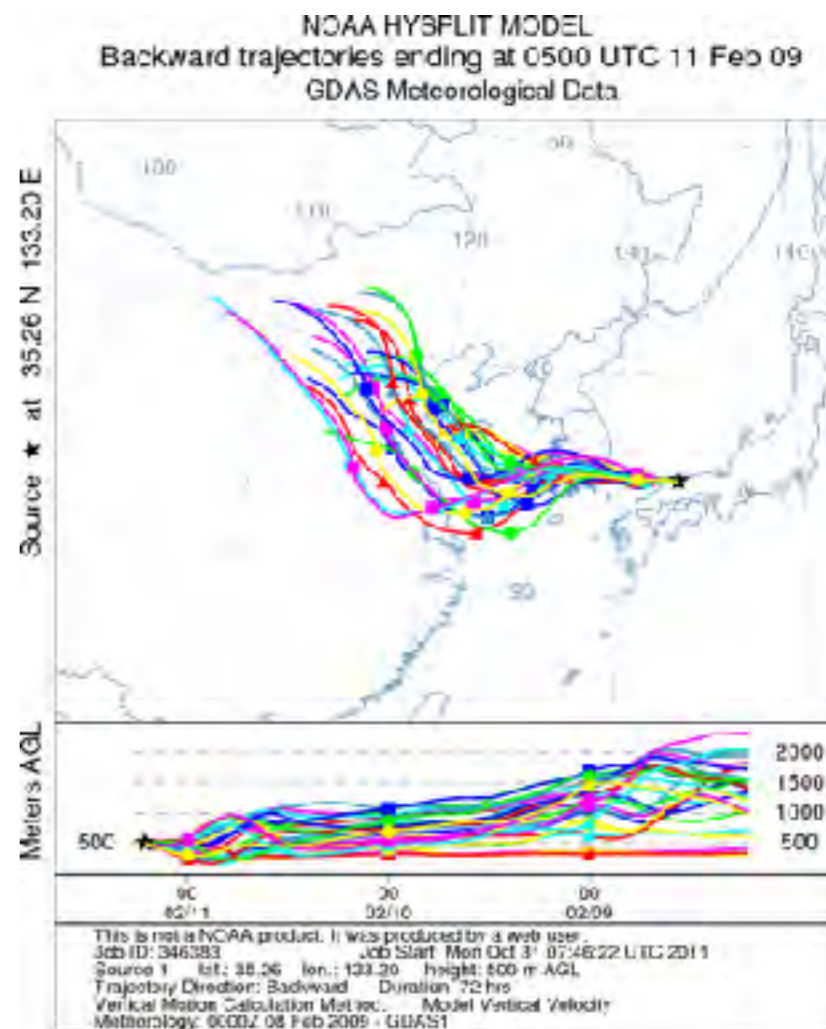


引用:http://www.geocities.jp/gunmakaze/sajiki.html

Introduction 2. 輸送

越境大気汚染による健康影響

Health effects caused by the cross-border air pollution



Introduction

3. 影響

微小粒子の曝露

(micro-particle, nano-particle exposure)

低濃度の曝露

(low concentration exposure)

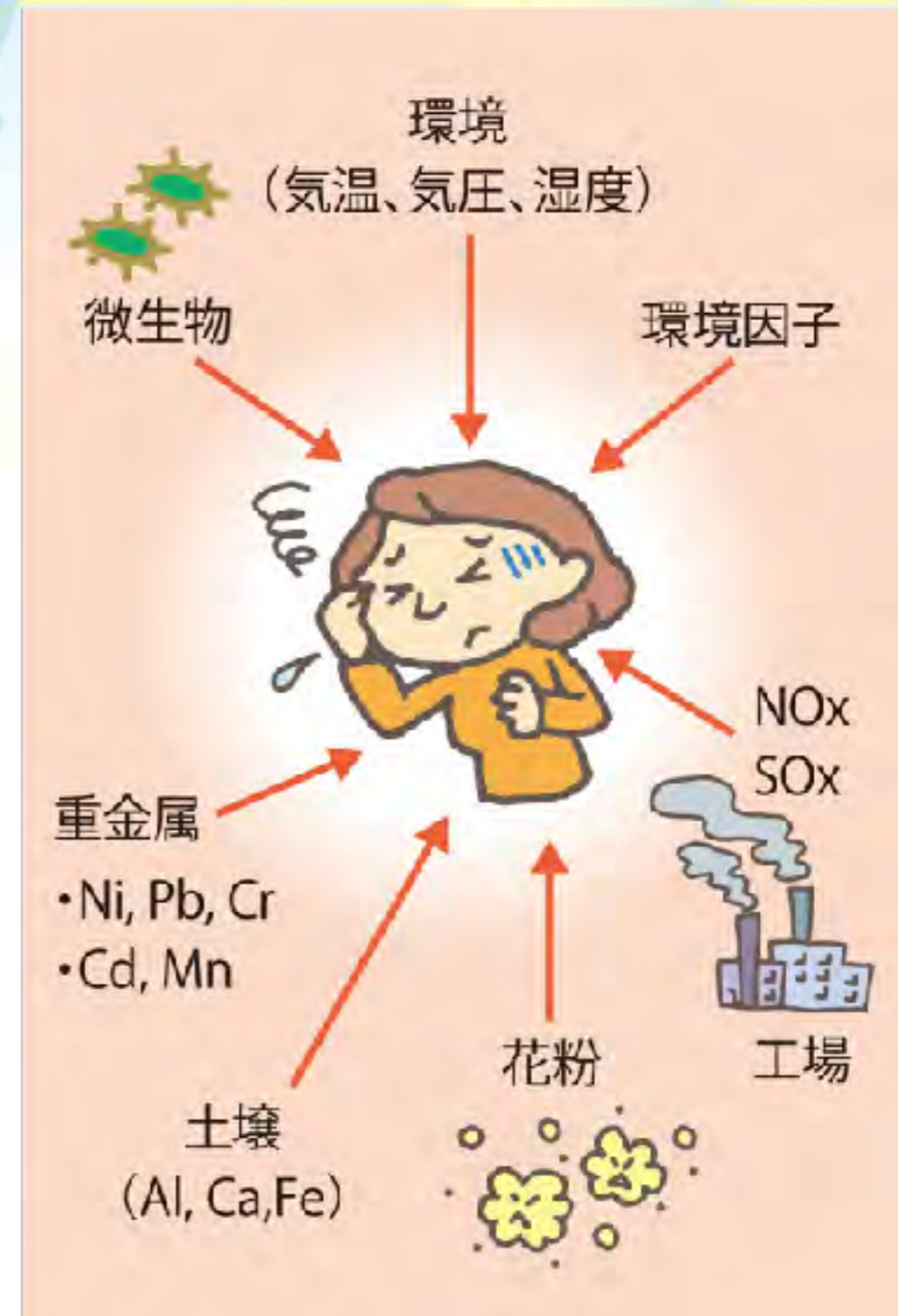
短期の曝露

(short-term exposure)

長期の曝露

(long duration exposure)

- 成分が重要である
(components are important)



- 体調の不具合を訴える人、問い合わせが増えた。

一緒に飛んでくるもの、曝露されるもの

環境

気温、気圧、湿度

土壌由来成分

- ・ 重金属
- ・ アルミ
- ・ シリカ (ケイ素)
- ・ 鉄 など

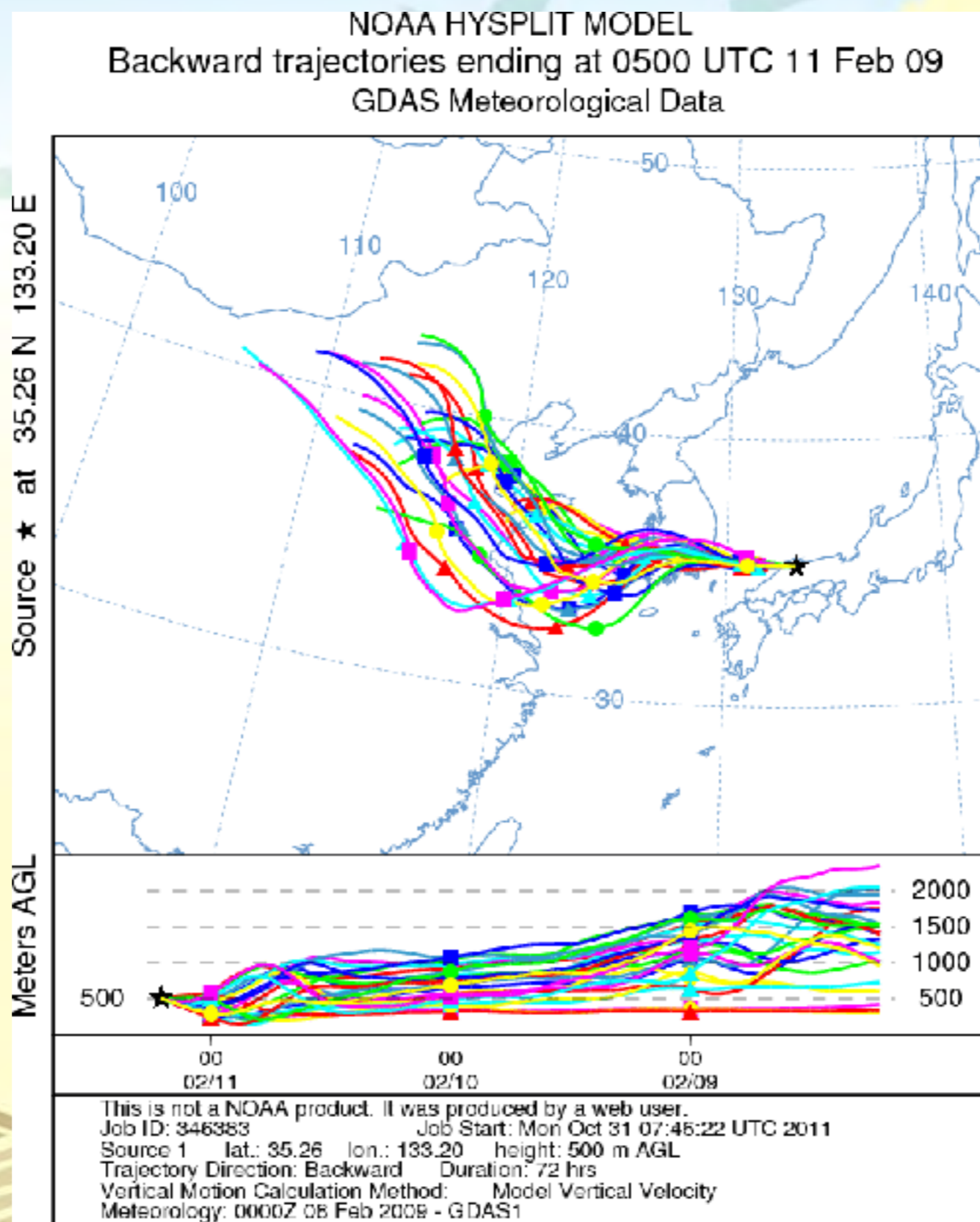
汚染由来成分

- ・ ガス
NO_x、SO_x、O_x、CO
- ・ 重金属
鉛、カドミウム
- ・ 有機物
PAHs

生物由来成分 (バイオエアロゾル)

- ・ 花粉
- ・ 微生物
- ・ ウィルス

タイプ1 大気汚染 (Type1 air pollution)



ハイボリュームエアサンプラー

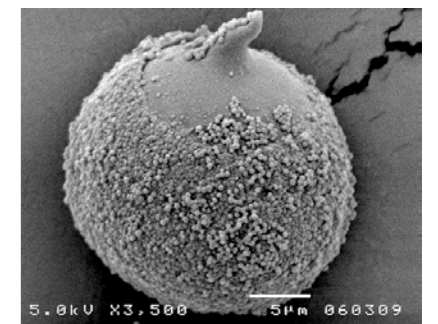
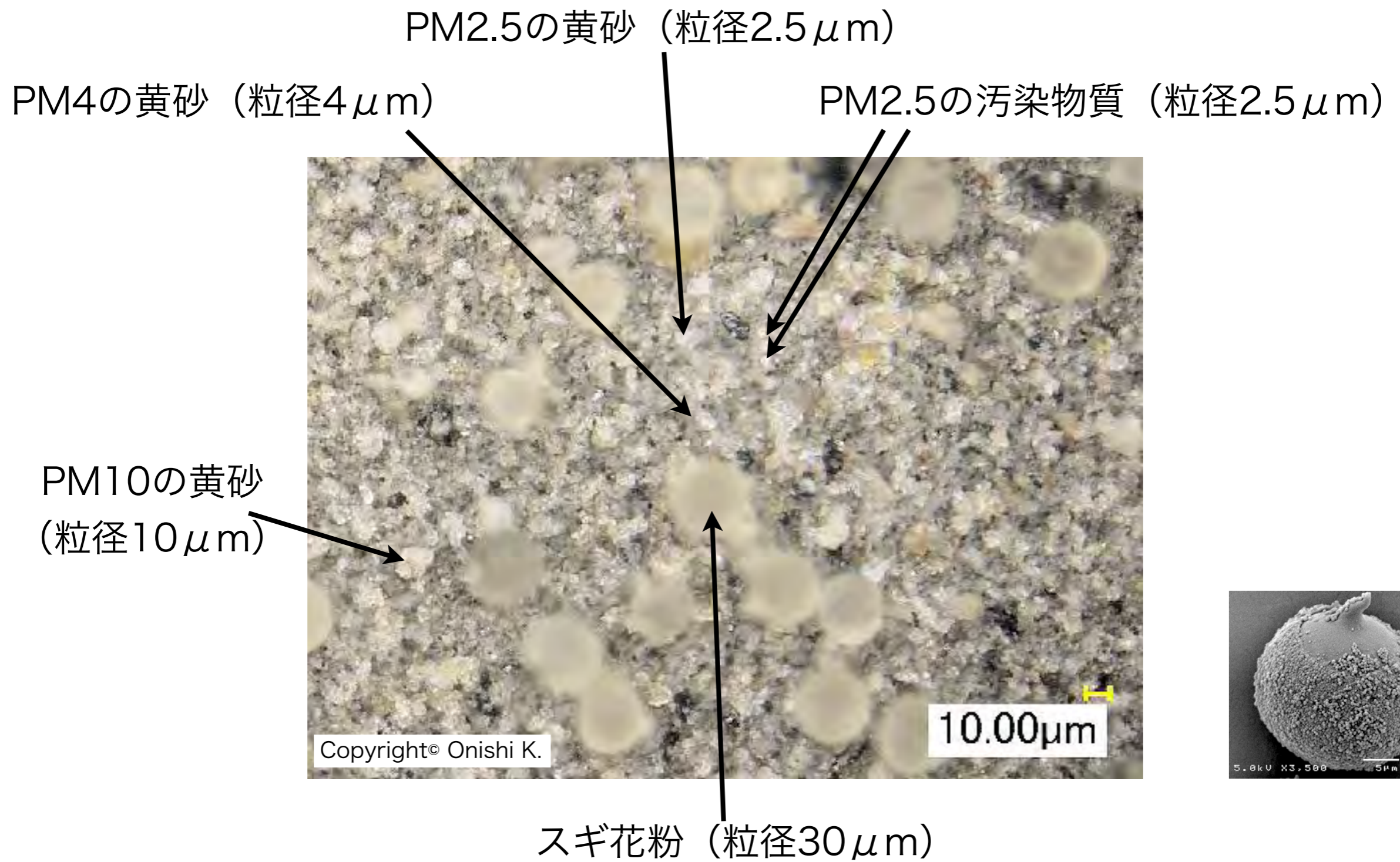
24時間 毎日、採取を行う



HV-1000R; SIBATA

測定前

測定後



複合大気汚染

浮遊粒子状物質

放射線物質

黄砂

硫黄酸化物

窒素酸化物

光化学オキシダント

一酸化炭素

二酸化炭素

フロンガス

SPM

光化学スモッグ

ホルムアルデヒド

硫酸ミスト

硝酸ミスト

酸性雨

熱汚染

ばいじん

粉じん

排気微粒子

火山灰

たばこ

PM2.5

花粉

ウイルス

バクテリア

多環芳香族炭化水素

メタン系炭化水素

PM10

海塩粒子

煙

石油・ガソリン

など

予防医学（大気汚染）

原因物質が分からなくても病気が防げる



PM2.5、大気浮遊粒子状物質による健康被害

原因不明



疫学調査

- ・外出が多いほど影響がある。
- ・飛来する成分が体内に入ることが原因？

★ マスクを着用する



症状がなくなった？

現在

研究中

大気中の〇〇が、〇〇症状を引き起こす原因

大気中の〇〇が非常に有害である

未来

WHO（世界保健機関）

WHOの専門機関が

- PM2.5の発がんリスクを「最高レベル」に分類

科学的根拠とは

エビデンスレベル

- I システマティック・レビュー/randomized controlled trial (RCT) のメタアナリシス
- II 1つ以上のランダム化比較試験による
- III 非ランダム化比較試験による
- IVa 分析疫学的研究 (コホート研究)
- IVb 分析疫学的研究 (症例対照研究、横断研究)
- V 記述研究 (症例報告やケースシリーズ (症例集積研究))
- VI 患者データに基づかない、専門委員会や専門家個人の意見

WEB・スマホでアンケート

目に関する症状

目がかゆい

ない 1 2 3 4 5

普段より涙ができる

ない 1 2 3 4 5

目が赤い

ない 1 2 3 4 5

目がしばしばする

ない 1 2 3 4 5

耳に関する症状

耳の中が痛い

ない 1 2 3 4 5

耳の中がかゆい

ない 1 2 3 4 5

耳だれ

ない 1 2 3 4 5

鼻に関する症状

くしゃみが出る

ない 1 2 3 4 5

鼻水が出る

ない 1 2 3 4 5

鼻づまり

ない 1 2 3 4 5

鼻がむずむずする

ない 1 2 3 4 5

のどに関する症状

のどが痛い

ない 1 2 3 4 5

のどに違和感/かゆみ

ない 1 2 3 4 5

痰(たん)

ない 1 2 3 4 5

咳(せき)



回答待ちアンケート数

交絡因子、要因として考慮したもの

lidarデータ

球形物質（汚染物質）

非球形物質（黄砂）

SO_x

NO_x

O_x

気温

湿度

気圧

外出時間

洗濯物の外干し

窓開け

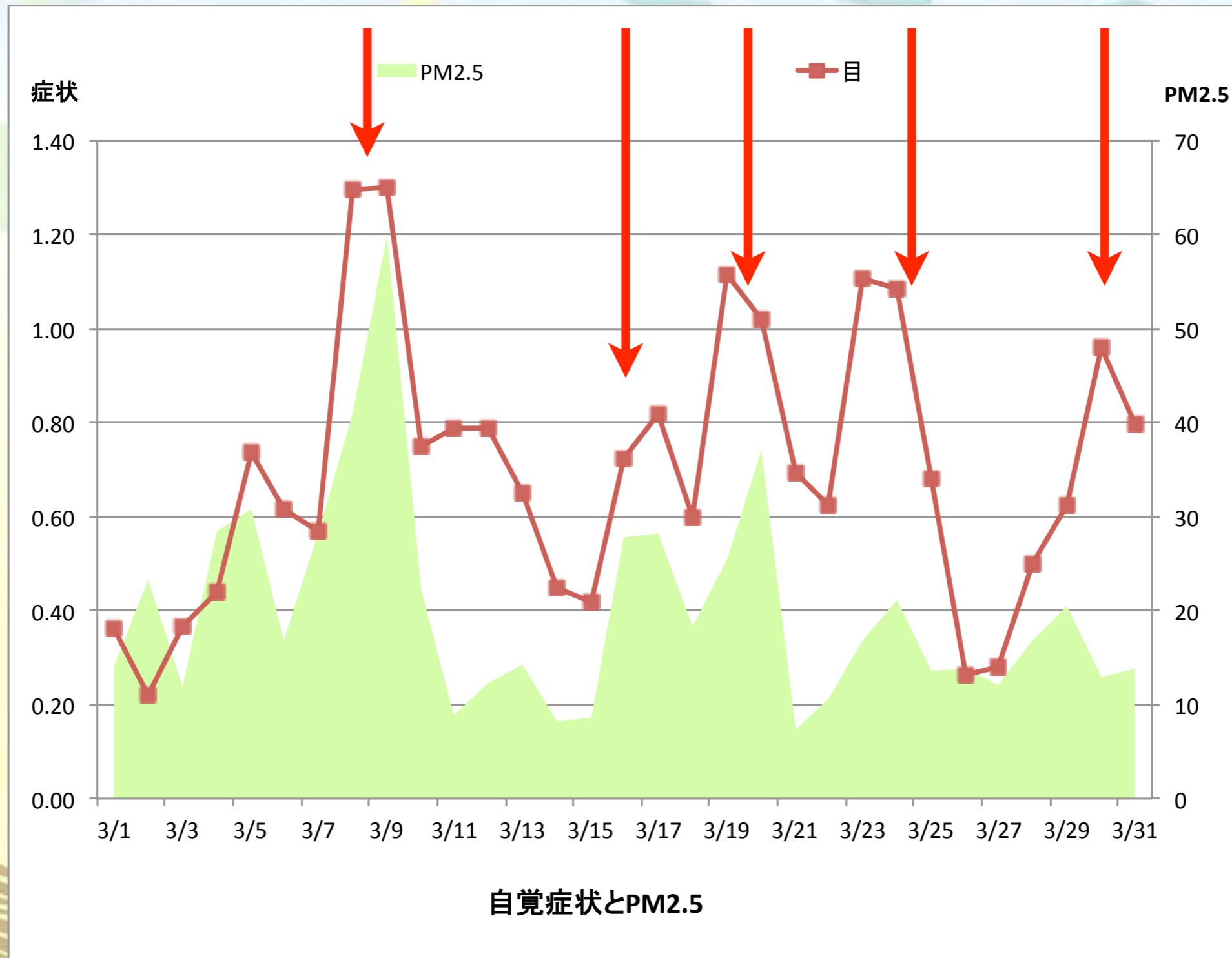
布団の外干し

マスクの着用

空気清浄機



今年のPM2.5と米子市住民の目の自覚症状



62名

1 採取・分析

Low volume air sampler (MCAS-SJA)
30L/min



SPM-PM2.5

金属成分分析用 イオン・有機炭素・BC分析用



テフロンフィルター



石英フィルター



PM2.5

金属成分分析用 イオン・有機炭素・BC分析用



テフロンフィルター



石英フィルター

大気汚染曝露は行動によって左右される

「曝露される行動」

- ・屋外にいた時間があった
- ・窓を開けていた
- ・洗濯物を外干しした
- ・布団を外干しした

「曝露を防ぐ行動」

- ・マスク
- ・空気清浄機

クリアな
結果が出ていない

マスクや空気清浄機は意味がないのか？

Kolkata (March)



提供：愛知医科大学 梅村朋弘

Kolkata (November)



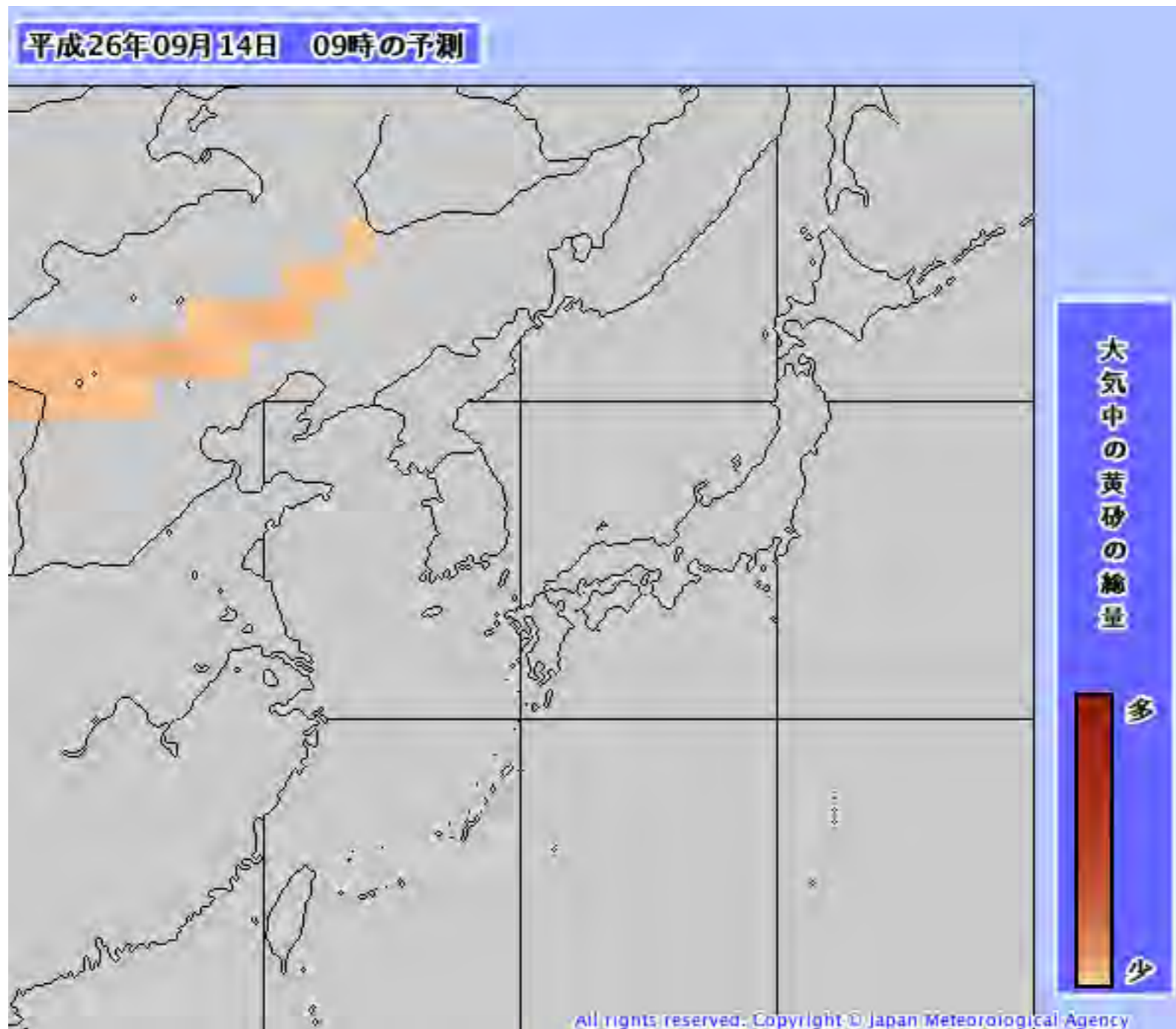
提供：愛知医科大学 梅村朋弘

有機粉じん



MASINGAR

Model of Aerosol Species in the Global Atmosphere



黄砂:粒径によって10種類に分類して、発生・重力沈降・沈着過程などをそれぞれ別々に計算

環境基準値？

数値？35？75？

多い、少ない？



って、結局自分に危ないの？大丈夫なの？

短期影響と長期影響

短期影響

(粒子が体内に入ってからすぐまたは数日以内に出る影響)

長期影響

(粒子が体内に入ってから何年も経ってから出る影響)

短期影響

その日の飛来量と自覚症状の上昇

長期影響

環境基準値は、長期影響（慢性影響）を考えて設定。

長期影響で設定された値（環境基準値）を境界に、短期影響に関連した生活行動が左右されてしてしまう？

PM2.5値は、前日との比較によって飛来量の目安になるが、データと情報の性質を十分に理解した上で、活用することが大切。

目的1の達成 マスクの種類



家庭用マスク（市販のマスク）

- ・ フィルター自体が粒子を通す物もあり
- ・ 隙間ができて粒子をカットできない

防じん？



医療用マスク（サージカルマスク）

- ・ 排菌を防ぐ
- ・ フィルター自体はPM2.5をカットできる
- ・ PM2.5の侵入を防ぐには不向き 用途が異なる



産業用マスク（N95・DS2認定マスク）

- ・ 確実にPM2.5の体内への侵入をカットできる性能をもつ
- ・ 息苦しい、顔にフィットせず隙間から漏れが発生する物が多い



防毒用マスク

- ・ 確実に有毒な物質・成分をカットする
- ・ 有毒物質に合わせてフィルター・吸着剤を使用する

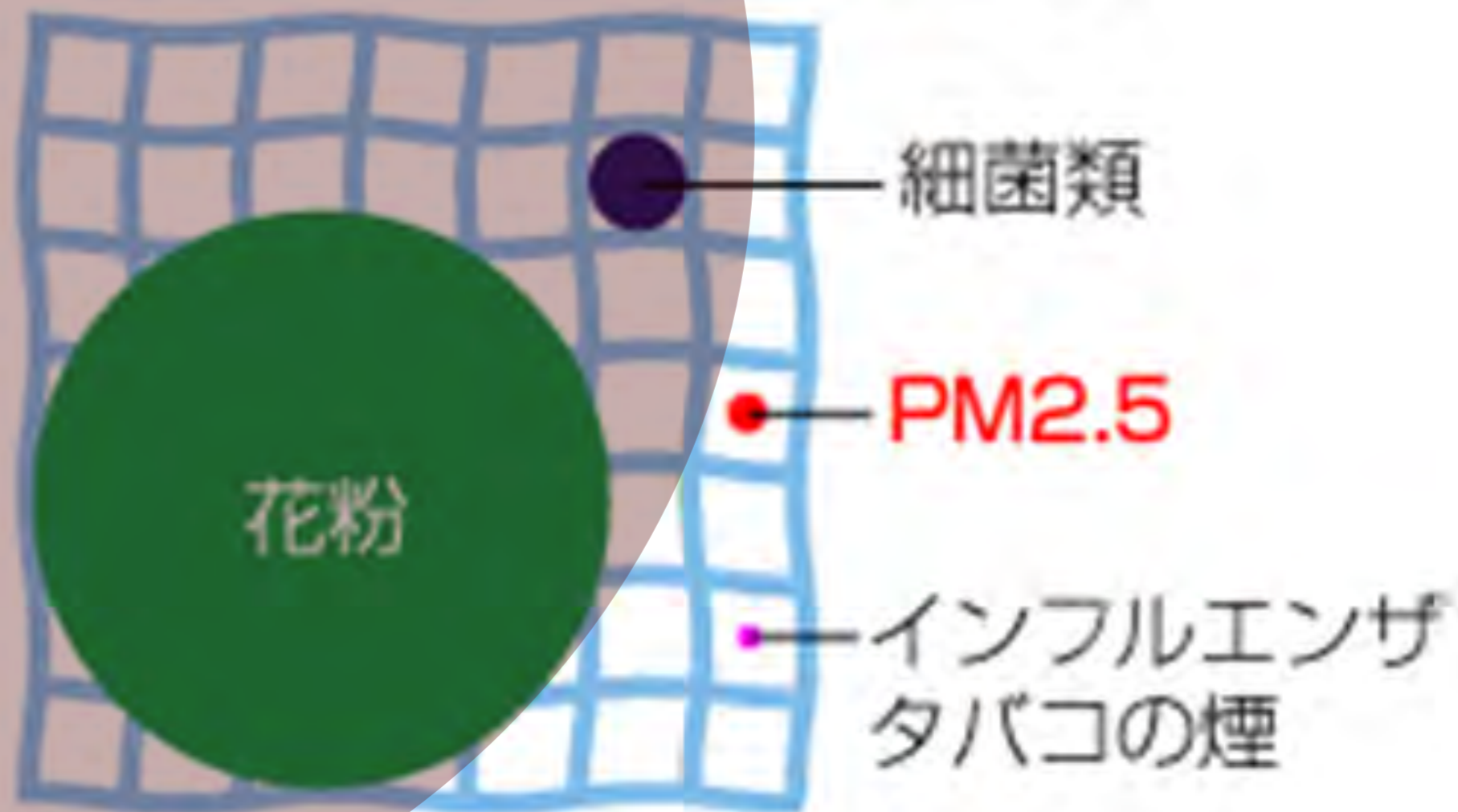
防毒

*米国労働安全衛生研究所（NIOSH）のN95規格

*日本の厚生労働省国家検定のDS2規格

毛髪の大ささ

一般マスクの目とのサイズ比較



	定性的テスト	定量的テスト
様子		
テスト材料	サッカリン (甘味) (苦味)	空気中の粉塵 (粒径 約 0.3~0.5 μ m)
評価	甘味 (苦味) を感じ たかどうか	マスク内外の粒子 数及び粒指数から 算出した、漏れ率 (%)、フィッティン グファクター (FF)、 防護係数
制限	測定 15 分前からの 飲食・喫煙	測定 15 分前からの 喫煙
測定時間	約 3 分/人	約 30 秒/回
費用	安価	高価
特性	<ul style="list-style-type: none"> ・粒子数や漏れ率 (%) が、表示されるため、どれだけマスクが密着しているのか、客観的な数値で評価でき、データの比較検証ができる。 ・計測環境に結果が左右されることがある 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の味覚により決定するため客観的な判断ができない。 ・多くの人に連続で行う場合、サッカリンが空気中に充満し待機中の人の味覚へ影響する

機械がない場合

ユーザーシールテスト



マスクの表面を手で覆い、息を吸ったり吐いたりを繰り返します。この時マスクの周囲から息の漏れを感じなければ、ユーザーシールチェックは合格です。

感覚で確認を行う方法なので、定量的な計測を行い日々感覚を養っておく事も大切です。

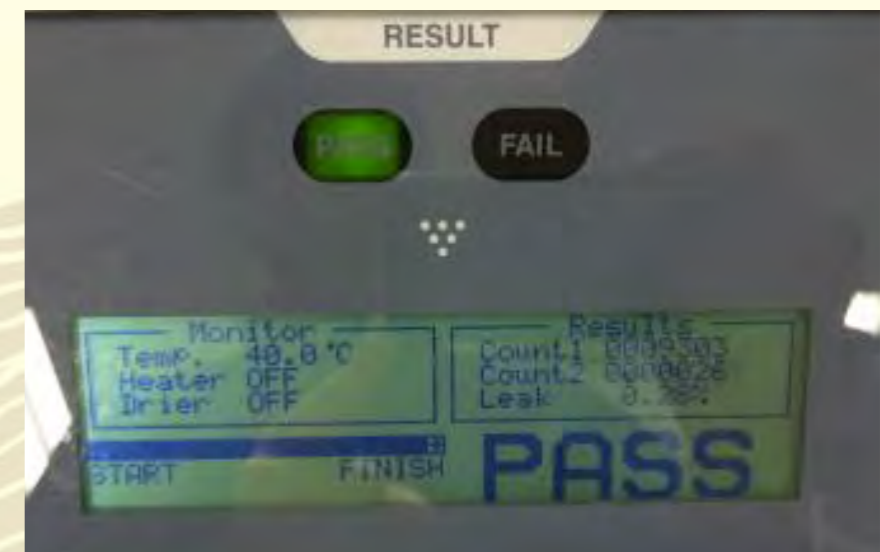
マスクの漏れ

マスク漏れ試験



外 9660個
内 12001個

外 9303個
内 26個



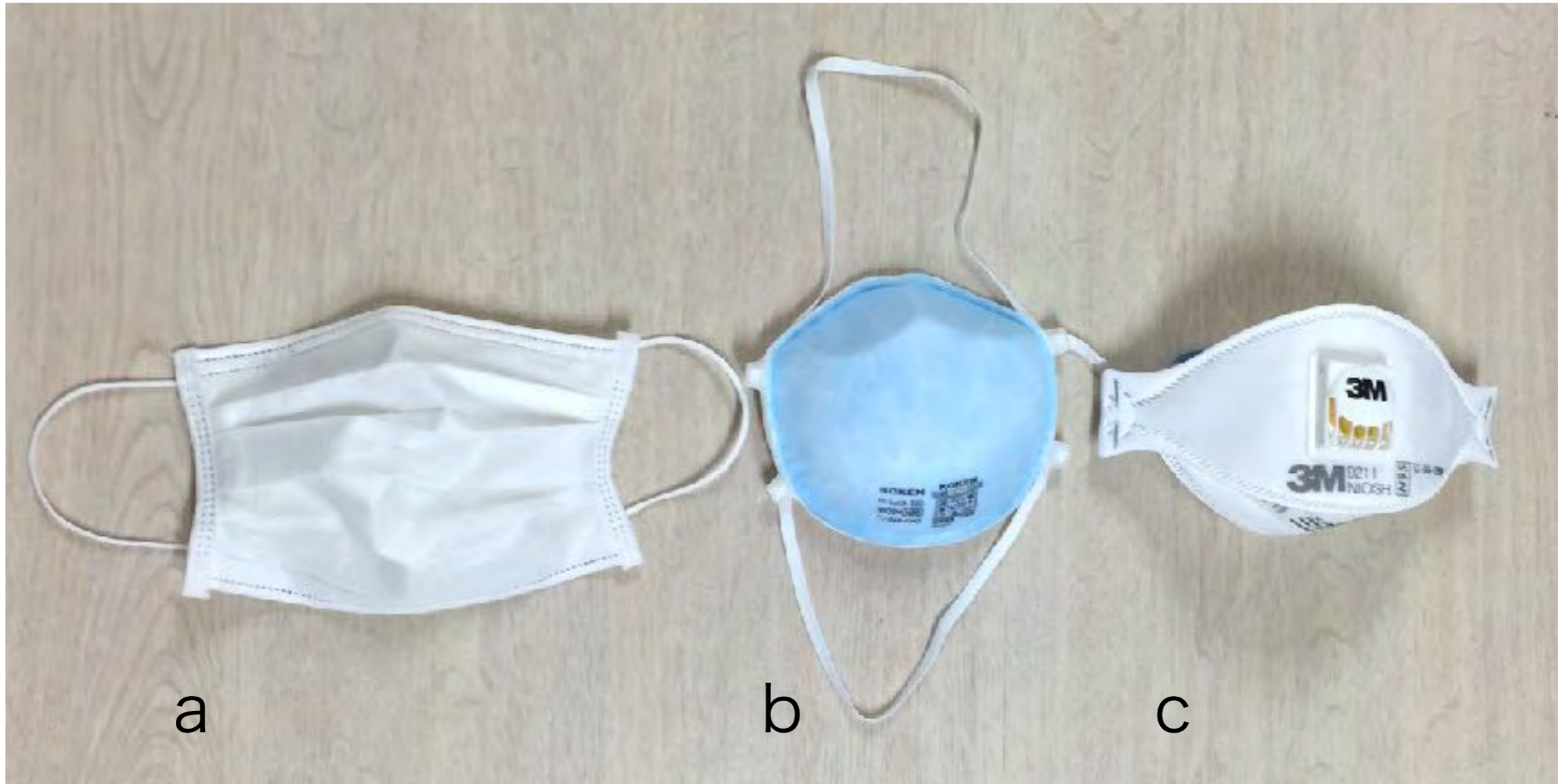
漏れ率(%)	FF
100.0	1
60.0	1.7
50.0	2
20.0	5
10.0	10
6.7	15
5.0	20
3.3	30
2.0	50
1.7	60
1.4	70
1.3	80
1.1	90
1.0	100
0.9	110
0.8	120
0.8	130
0.7	140
0.7	150
0.6	160
0.6	170
0.6	180
0.5	190
0.5	200
0.3	300
0.3	400
0.2	500
0.2	600
0.1	700

合格(OSHA)

$$\text{漏れ率(\%)} = \frac{\text{マスクの内側の粒子数}}{\text{マスクの外側の粒子数}} \times 100$$

$$\text{FF} = \frac{\text{マスクの外側の粒子数}}{\text{マスクの内側の粒子数}}$$

Introduction マスクの漏れ率



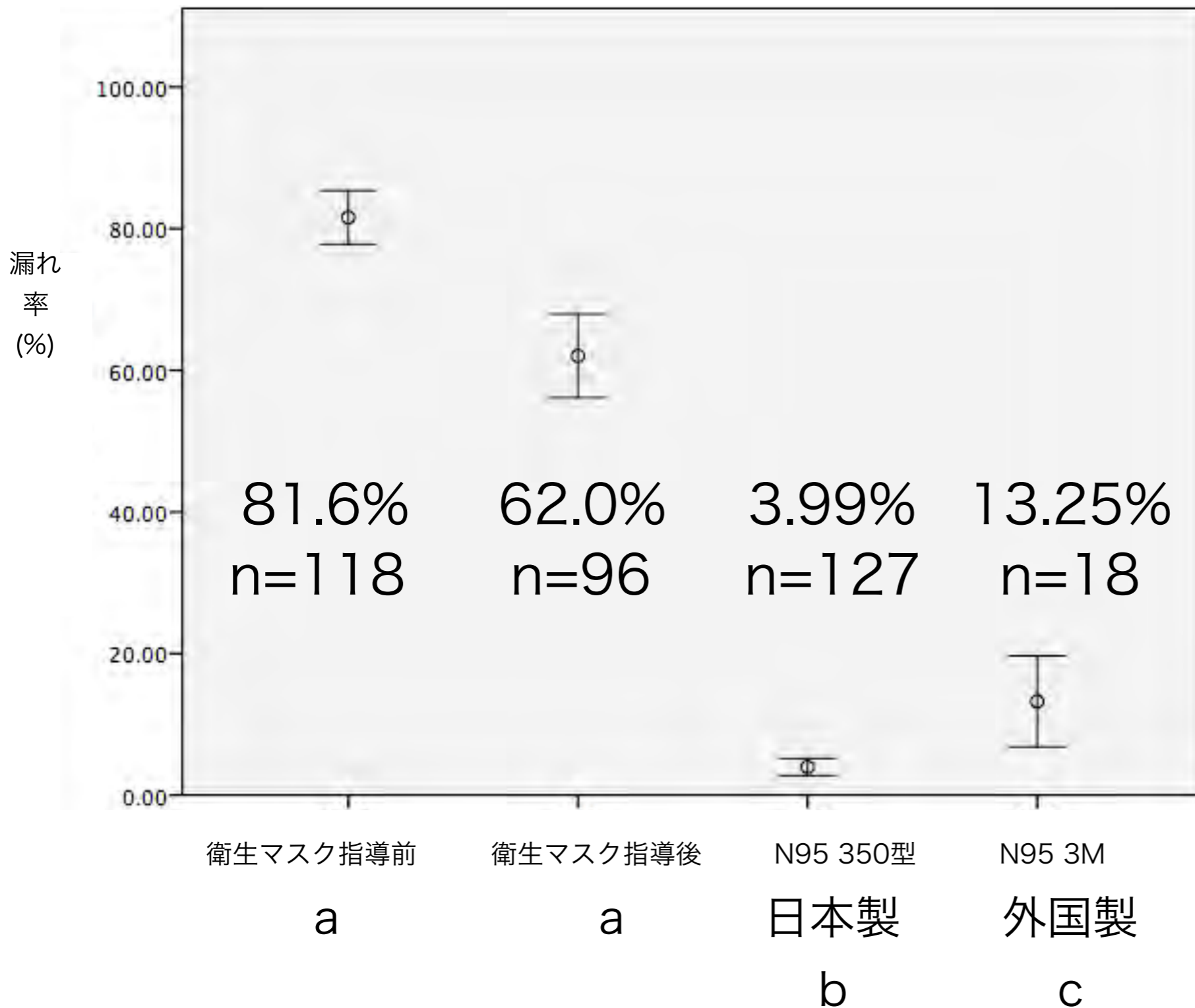
衛生マスク

N95マスク
日本製

N95マスク
外国製

Introduction マスクの漏れ率

成人のべ127名 (50.3±18.9歳)



衛生マスク指導前後
 $t=6.44$ ($P<0.001$)

衛生指導後とN95国産
 $t=19.12$ ($P<0.001$)

N95日本製と外国製
 $t=-2.99$ ($P<0.001$)



顎マスク



鼻だしマスク



横に隙間マスク



大きすぎるマスク



鼻だけマスク



上に隙間マスク

マスクの間違った使い方

*特にネット情報

- ・マスクの間にウエットティッシュを挟む
- ・マスクを二枚重ねる
- ・湿らしたガーゼをマスクの間に挟む
- ・マスクを濡らす 厚生労働省
- ・インナーマスク

・用意するもの) 使い捨てのマスクと市販のガーゼ（縦横10cmを2枚）と化粧用コットン1枚

①化粧用のコットンは恵方巻状に丸めて、ガーゼ1枚を手巻寿司の海苔の要領でくるむ（これがインナーマスク）

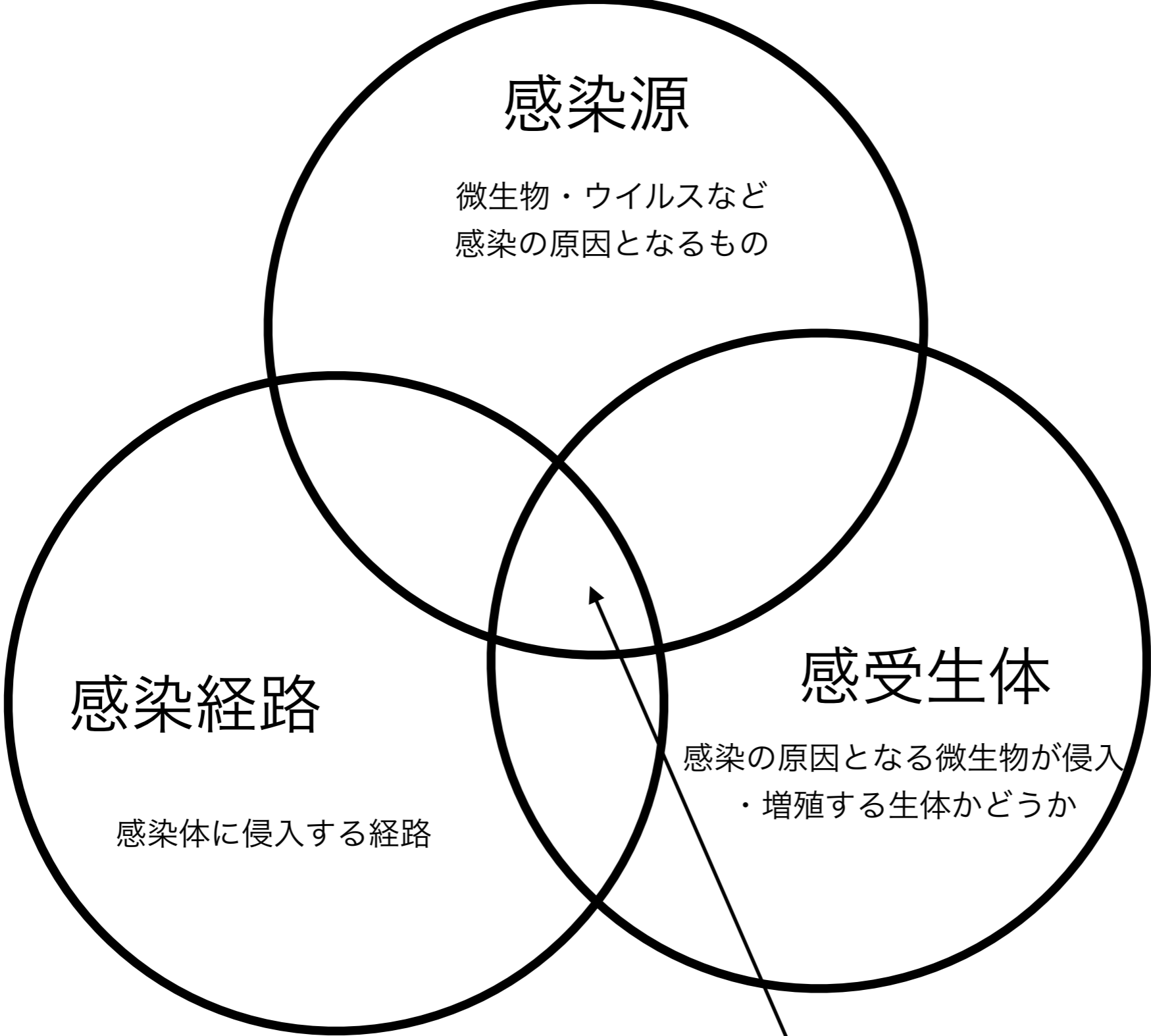
②市販の不織布の使い捨てマスクに残りのガーゼ1枚を4つ折りにしてあてる

③鼻の下にインナーマスクを置く

③の上に②の状態のマスクを付ける

※息が苦しい場合、コットンの厚さを減らして調整すること。

※PM2.5や黄砂のシーズンには目の保護のために、コンタクトだけでお出かけするのはおススメ出来ません。代わりに普通のメガネを使用することでも目に入る花粉量は40%減少するとされている



感染源

微生物・ウイルスなど
感染の原因となるもの

感染経路

感染体に侵入する経路

感受生体

感染の原因となる微生物が侵入
増殖する生体かどうか

感染の3要素

正しい選び方

どのマスクがいい? どこで買えるのか?

高価なフィルター、デザイン、におい、色、
顔にフィットする、めがねがくもらない、
ファンデーションがつかない、取り替え時期がわかる、
息苦しくない、漏れない、装着しやすい、幸せになれる

どんなにいいマスクをつけていても
付け方を間違っていたら意味がない

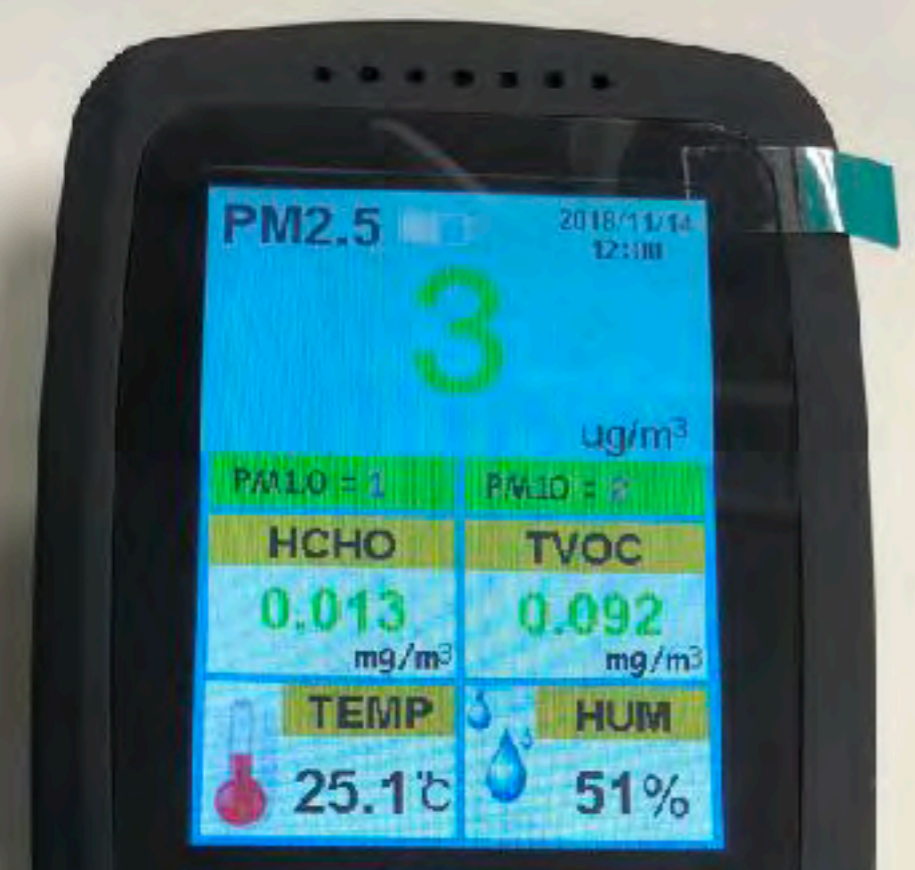
正しい知識と目的に合った選択

マスクの正しい着用



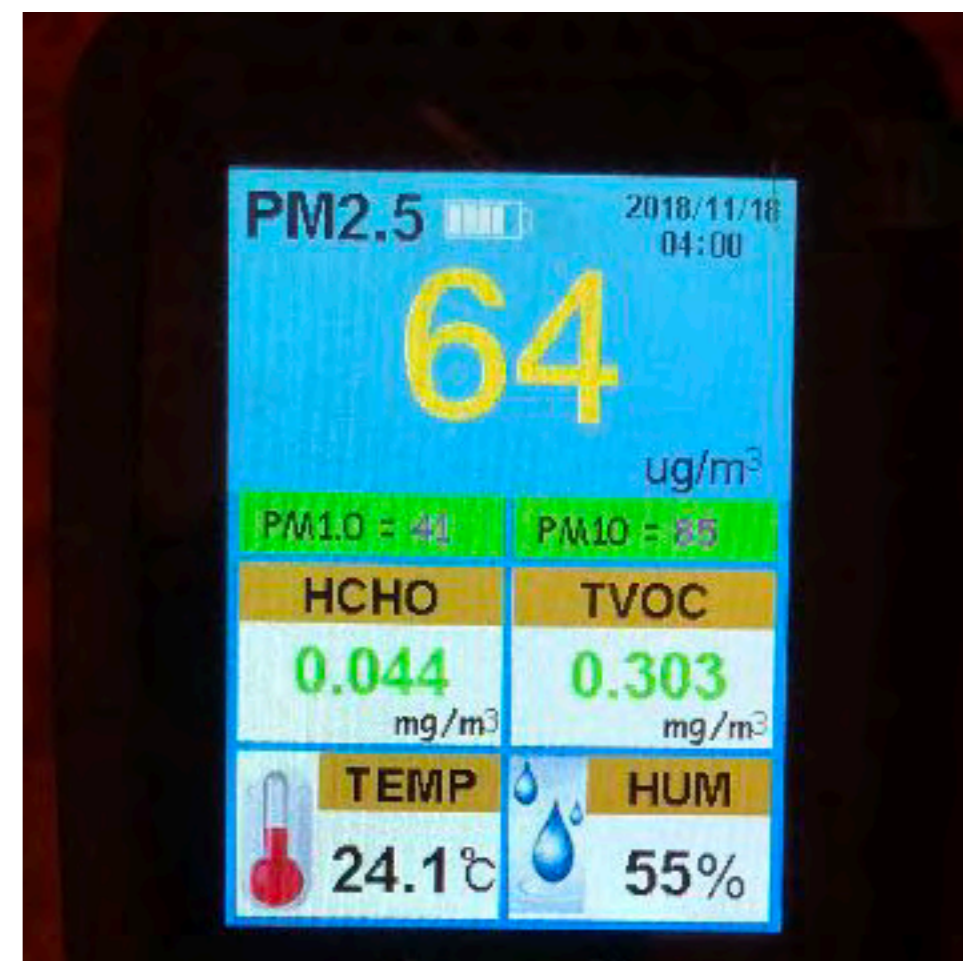
室内環境

聖路加国際大学
公衆衛生大学院
(2018/11/14)



デリー、ホテル内
(2018/11/17 23:59)

デリー、ホテル内
(2018/11/17 4:00)



HCHO
0.1 mg/m³以下

TVOC
400 μg/m³以下