

ディーゼル車からの排出ガスに関する 新たな課題

平成15年10月からディーゼル車規制

自動車からのPRTR対象物質の排出

(1) PRTR対象物質の排出実態

(2) 発ガンリスクの評価

ディーゼル排気微粒子の排出状況

(1) 粒径別排出状況

(2) DPFによるナノ粒子の低減

今後の課題

大気汚染の主な原因がディーゼル車

ディーゼル車規制の開始
(平成15年10月1日)

基準を満たさない車の対応

(1)最新規制車への買い替え

(2)CNG車等への転換

(3)粒子状物質減少装置

DPF

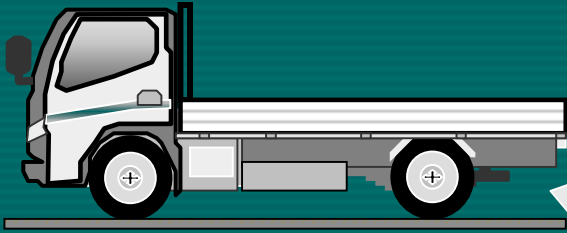
酸化触媒

特にディーゼル車からのPM排出が大きな問題

環境科学研究所 の役割

- 以前から、DPFの実用性について研究
- 粒子状物質減少装置の実証テストを実施
- 現在は、指定装置の確認試験を担当

ディーゼル排気の中身

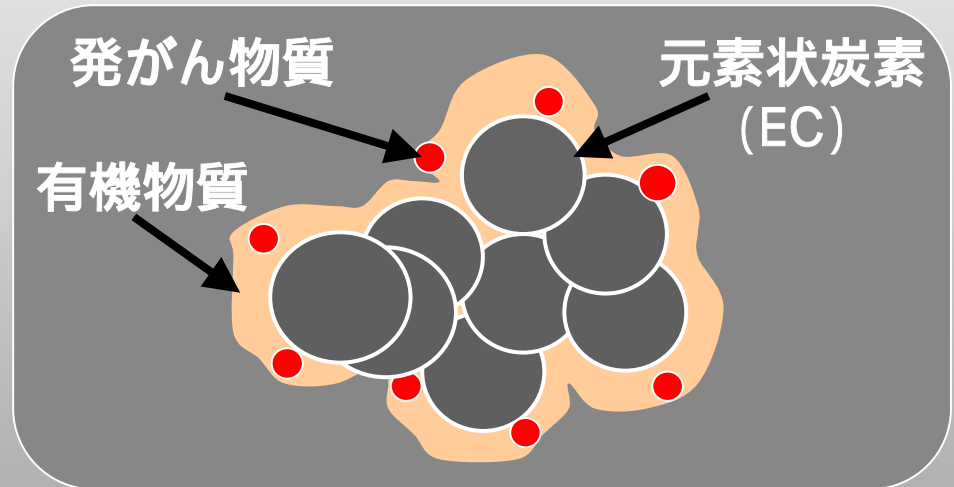


- ディーゼル排気
ガス成分と粒子成分の
数百種類の混合物
- DEP
凝集した固体の炭素と灰
分から成る球体の粒子
有機物質には未燃燃料、
不完全燃焼生成物など

ガス成分

炭化水素類

(ベンゼン、1,3-ブタジエン等の発ガン物質含む)
NO_x、CO、CO₂など



PM = DEP

(ディーゼル排気微粒子)

平成15年10月からディーゼル車規制



都内のトラック・バスの対応状況

(14年3月末) (15年3月末) (15年9月末)

20万2千台

13万5千台

4万4千台

不適合車

元年規制車

6年規制車

適合車

10年規制車

新短期規制車

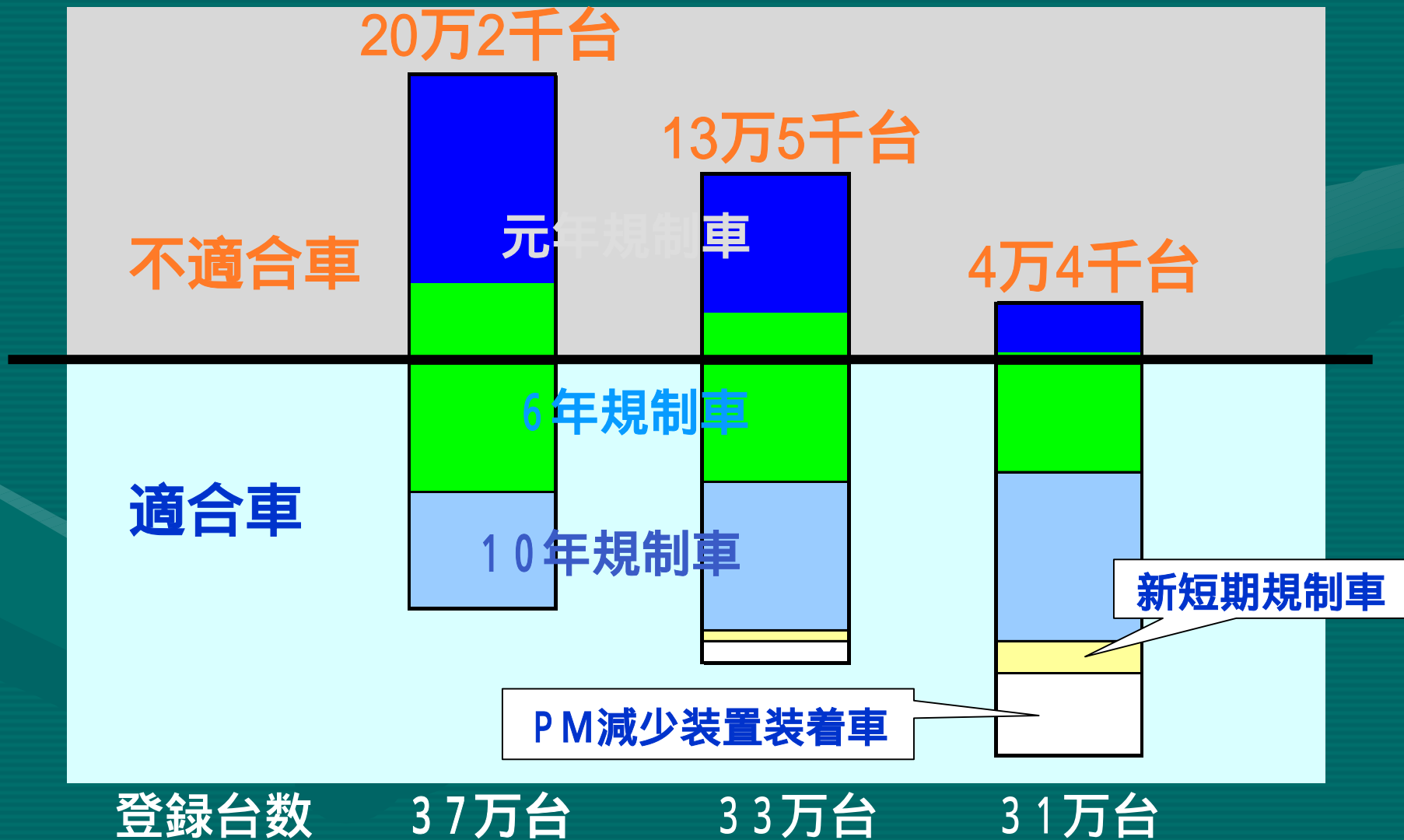
PM減少装置装着車

登録台数

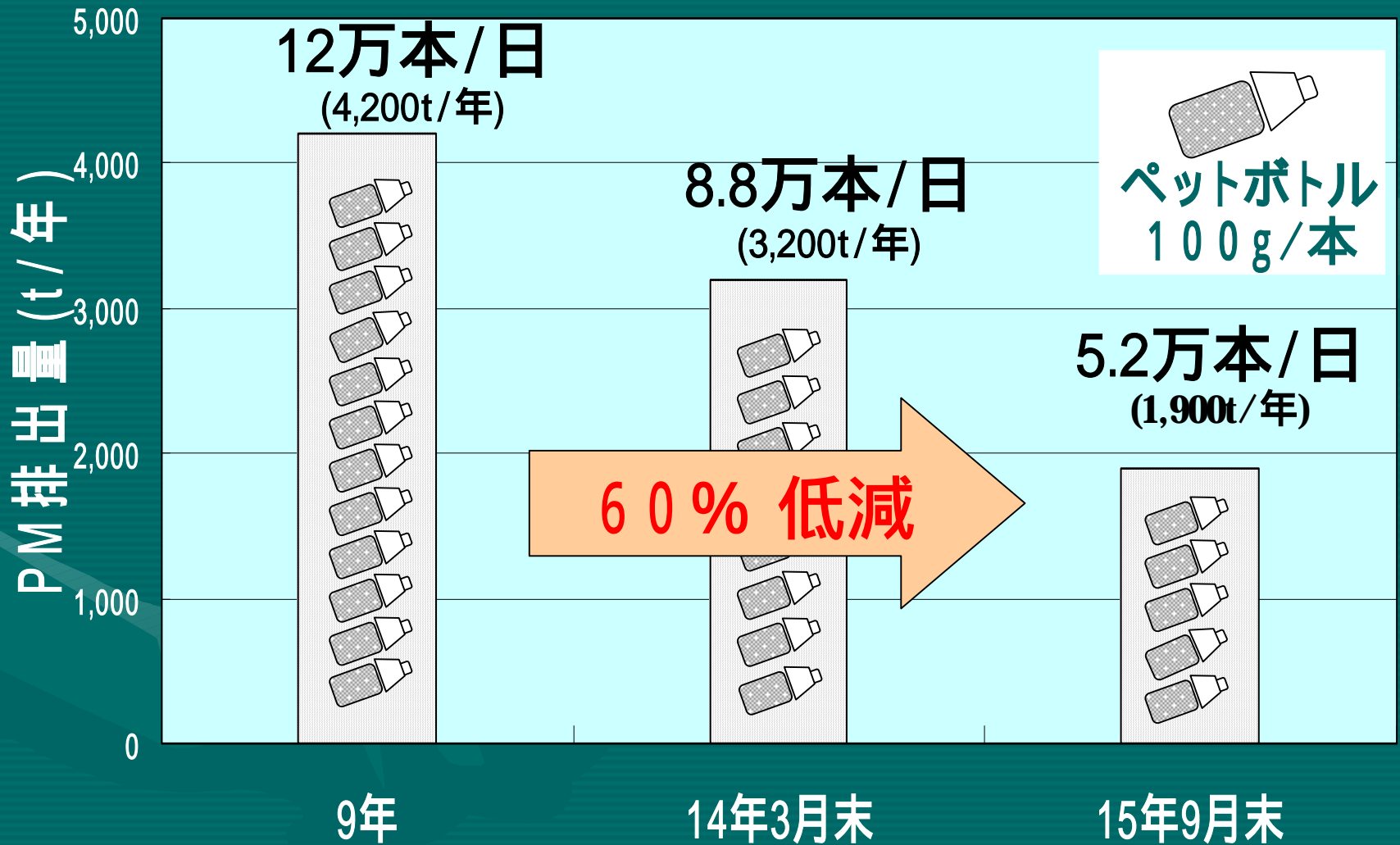
37万台

33万台

31万台



規制によるPM排出量削減効果



規制による大気汚染の改善効果は？

環境調査の実施

規制開始前後に道路沿道の環境調査を行い、過去のデータと比較

調査期間

- (1) 平成15年9月から11月
- (2) 平成12、13年

調査地点

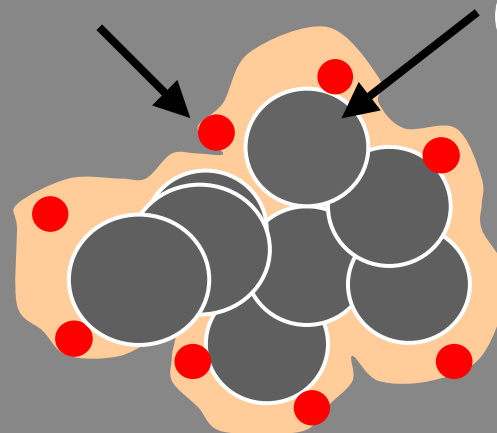
- (1) 自動車専用トンネル
気象の影響を受けず、1台ごとの排出量が推計可能
- (2) 道路沿道
直近道路の影響が強く反映

対象物質

ベンゾ[a]ピレン
ベンゾ[k]フルオランテン
ベンゾ[ghi]ペリレン

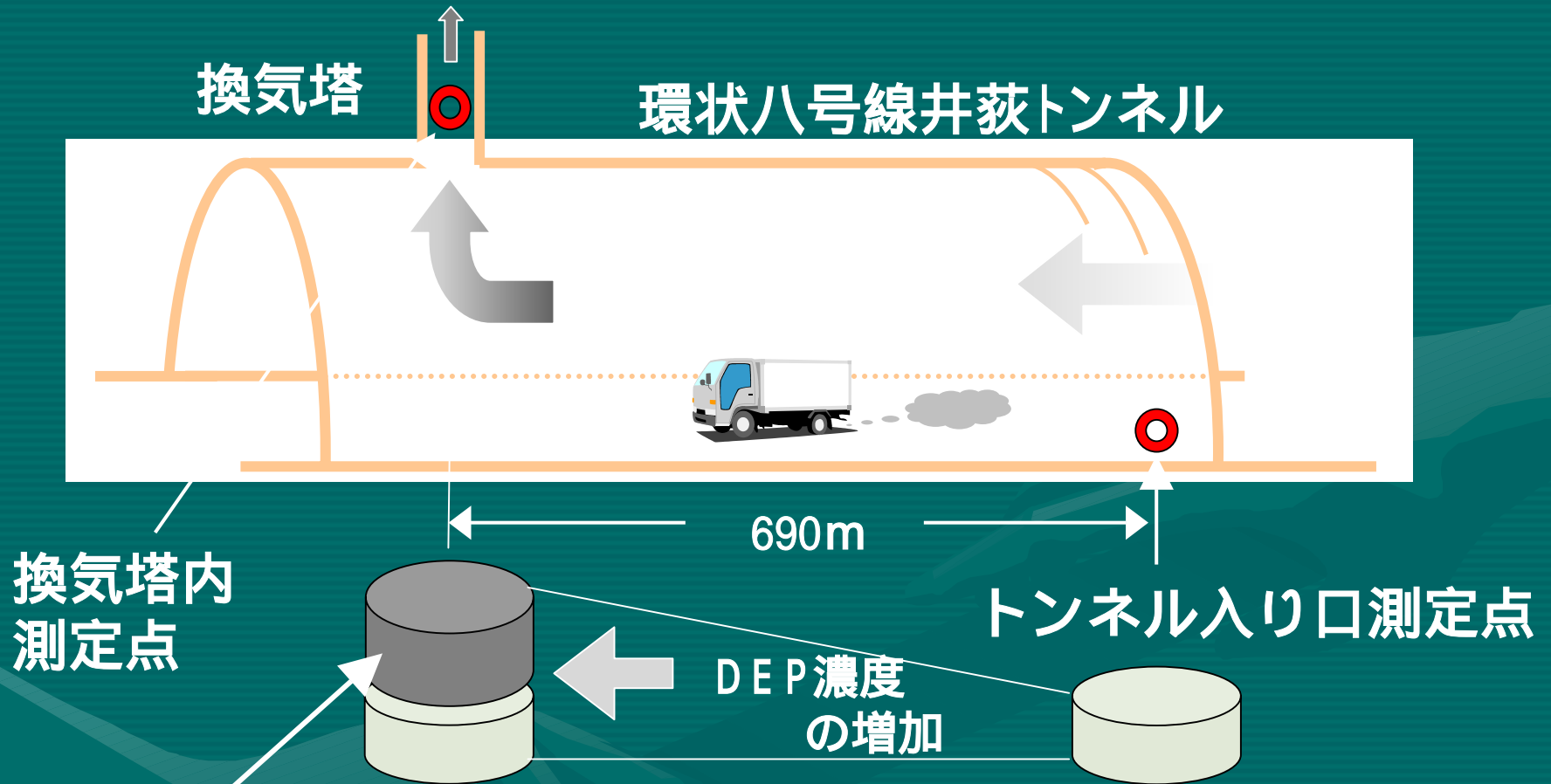
発がん物質

元素状炭素
(EC)



DEP (ディーゼル排気微粒子)

道路トンネル調査の方法



DEP濃度の差
× 換気流量

DEPの
総排出量

1台当たりのDEP排出量
(g/台・km)

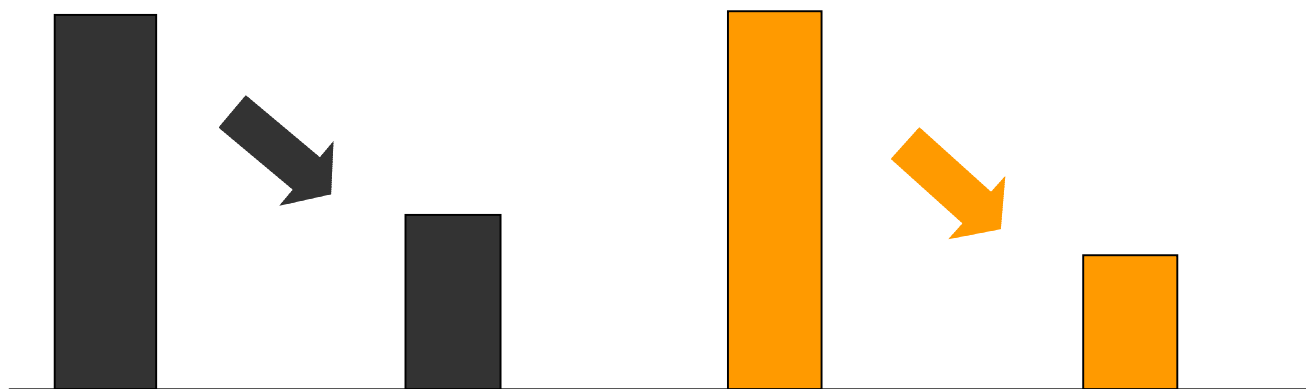
ディーゼル車規制による大気汚染の改善効果

(1) 自動車トンネル 井荻トンネル(環状八号線)

(1台当たりの排出量を比較)

元素状炭素(EC)
49%低減

発がん物質
最大58%低減



(平成13年, 15年の2日間の比較)

ディーゼル車規制による大気汚染の改善効果

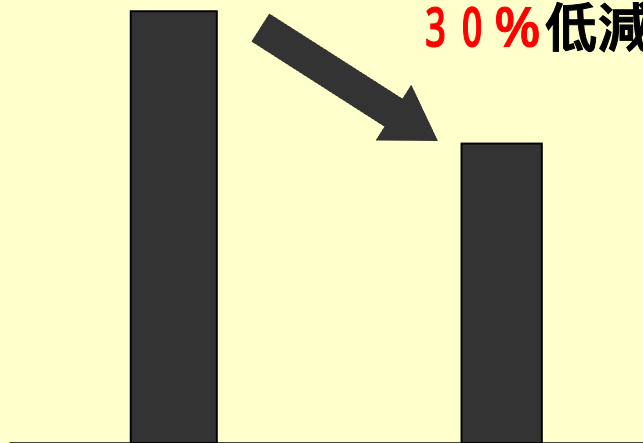
(2) 道路沿道

この結果から内山教授も規制の効果の可能性を示唆

(空气中の濃度を比較)

大坂橋自動車 排出ガス測定局

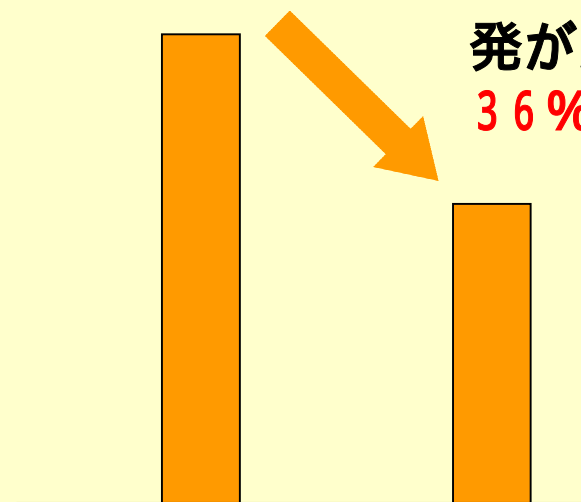
元素状炭素(EC)
30%低減



(平成13年, 15年の2ヶ月間の比較)

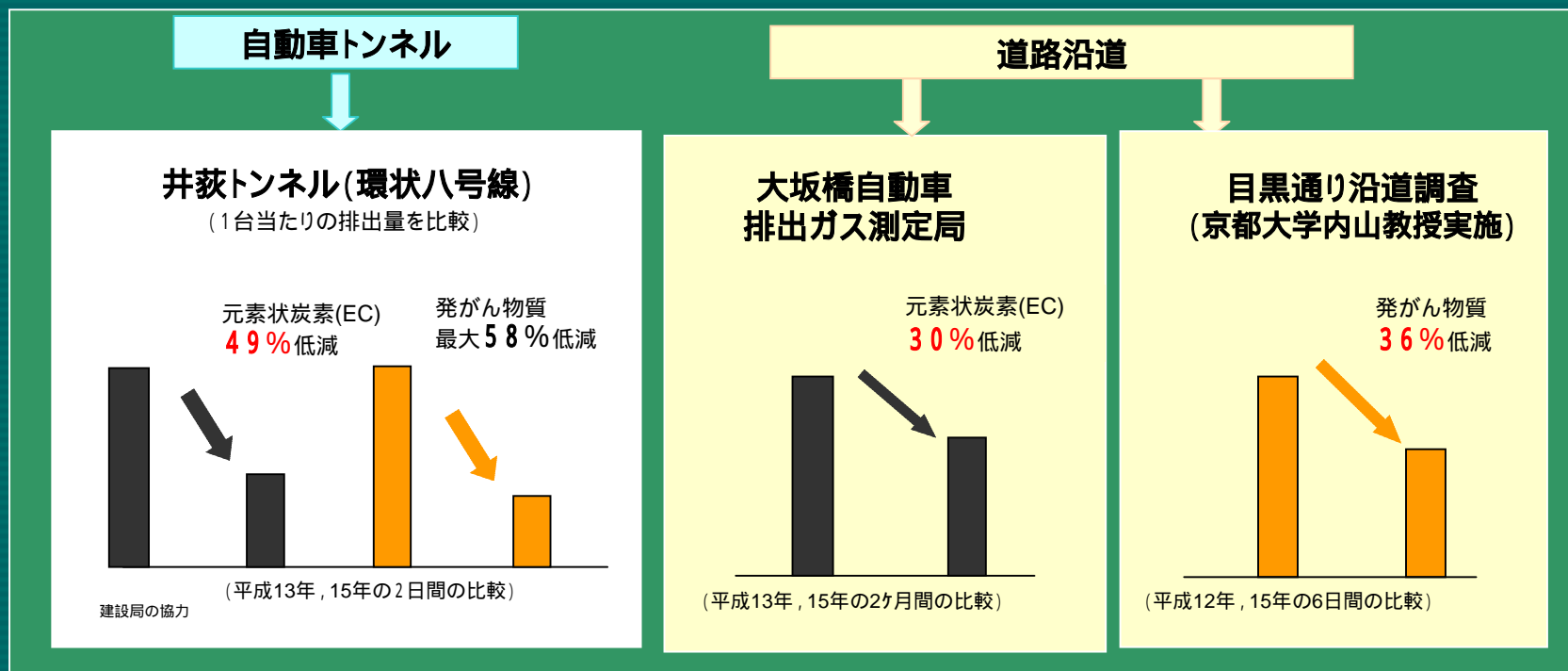
目黒通り沿道調査 (京都大学内山教授実施)

発がん物質
36%低減



(平成12年, 15年の6日間の比較)

ディーゼル車規制による大気汚染の改善効果



(環境科学研究所調査)

粒子状物質 (PM)の低減が明白
ディーゼル車規制による改善効果を確認

自動車からのPRTR対象物質の排出実態と 発ガンリスク評価試算

化学物質排出把握管理促進法 (PRTR法) の施行



有害な化学物質の排出量や移動量を公表
対象物質の自主的管理を促進
環境保全上の支障を未然に防止

自動車排出ガスは、「非点源排出量」として区分



排出実態が十分に解明されていない。

自動車からの炭化水素類
の排出実態把握

+

発ガンリスク
評価試算

自動車からのPRTR対象物質の排出実態と 発ガンリスク評価試算

実験方法

試験車の選定

大型、小型トラック
観光バス
などを借り上げ

走行抵抗の測定(惰行試験)

大型シャシーダイナモメータによる
排出ガス測定およびサンプリング

PRTR対象物質の分析

炭化水素類
GC-MSによる分析

アルデヒド類
液体クロマトグラフによる分析

走行抵抗の測定(テストコース)



テストコースで空気抵抗、転がり抵抗を計測し、
実験室での運転条件を道路と同じ条件に適合させる。

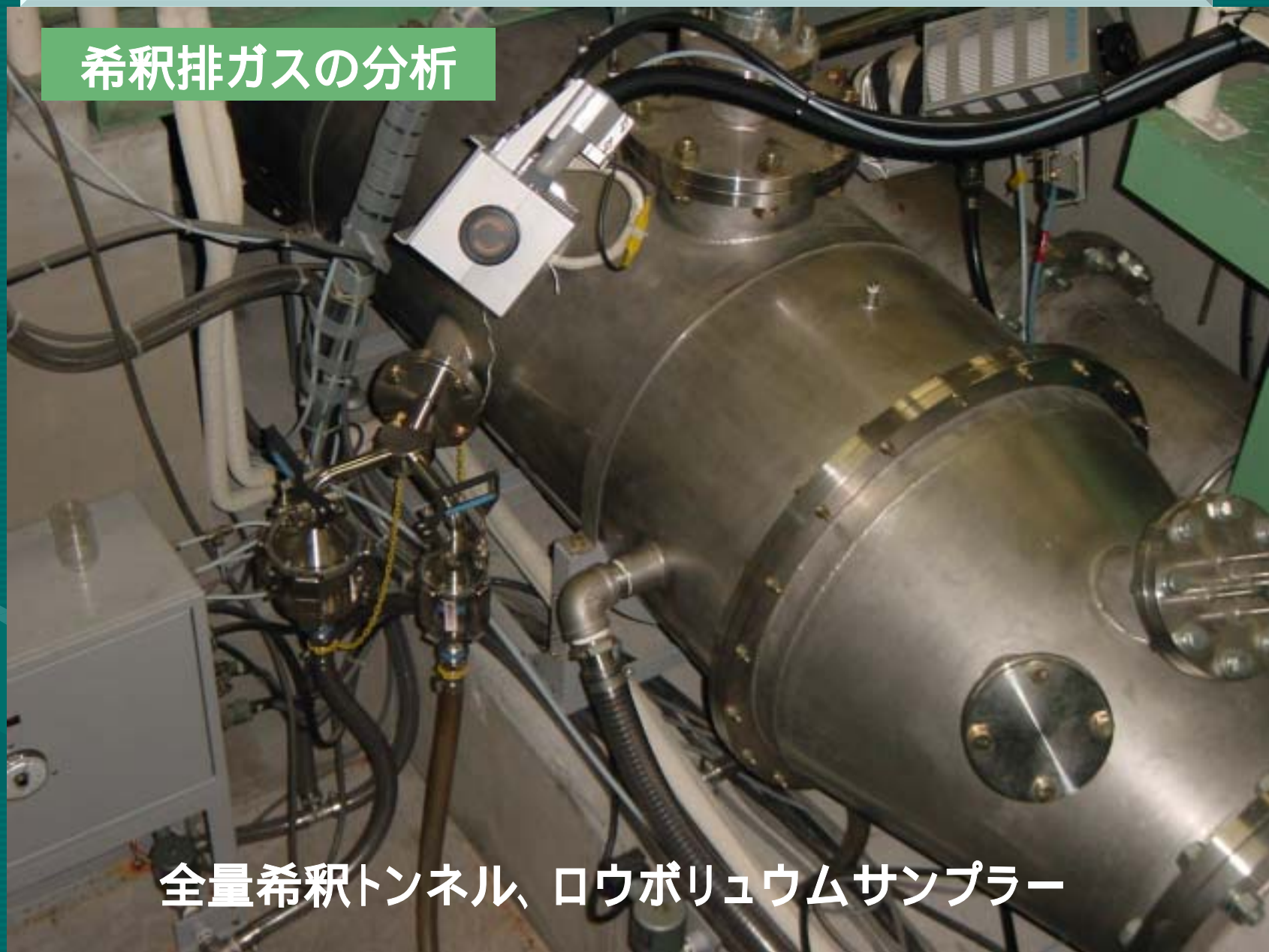
大型シャシーダイナモメータによる排出ガス測定



- 大型シャシーダイナモメータ
直流電気動力計
直径1,061mmのシングルローラー
- 排出ガス計測システムを装備
- 測定モード
東京都実走行パターン
ディーゼル13モードなど

大型シャーシダイナモメータによる排出ガスサンプリング

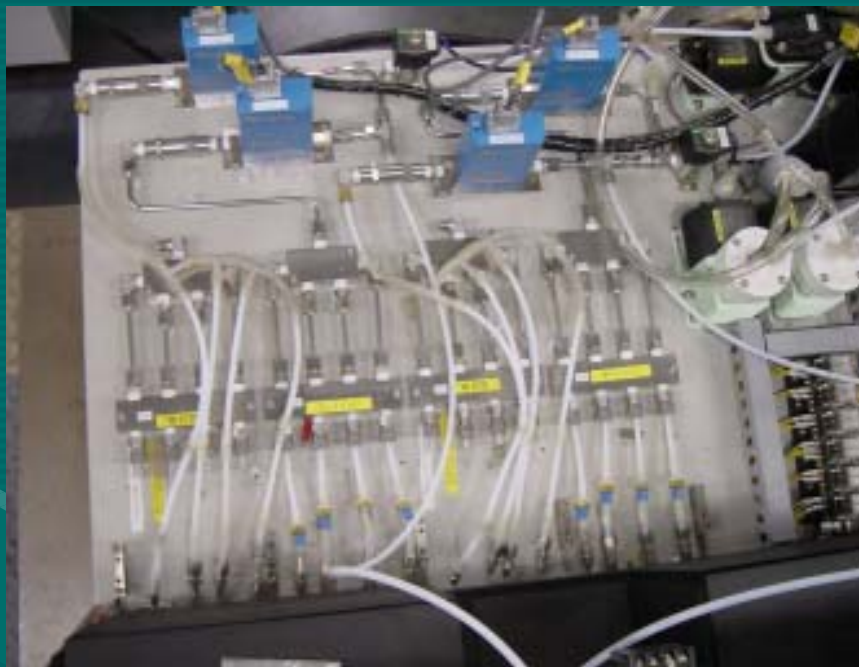
希釈排ガスの分析



全量希釈トンネル、ロウボリウムサンプラー

炭化水素類(PRTR対象物質)の排出実態把握

排出ガスのサンプリング



炭化水素類59種類及びアルデヒド類11種類を測定し、炭化水素類の排出パターンを解析

炭化水素類の吸収管 (活性炭とカーボンモレキュラーシーブ)



アルデヒド類の捕集 (DNPH含浸シリカゲルカートリッジ)



PRTR対象物質の 排出量比率

- 11種類のPRTR対象物質
- ディーゼル 7台
- ガソリン 2台
- 各物質の全炭化水素合計
に対する平均比率を表示

測定結果

個別物質の排出量

PM等の数十分の一以下

相対的な排出比率が大

[ディーゼル車]

1,3-ブタジエン

アセトアルデヒド

ホルムアルデヒド

[ガソリン車]

トルエン

ベンゼン

ホルムアルデヒド

ベンゼン

ベンズアルデヒド

1,3-ブタジエン

トルエン

1,3,5-トリメチルベンゼン

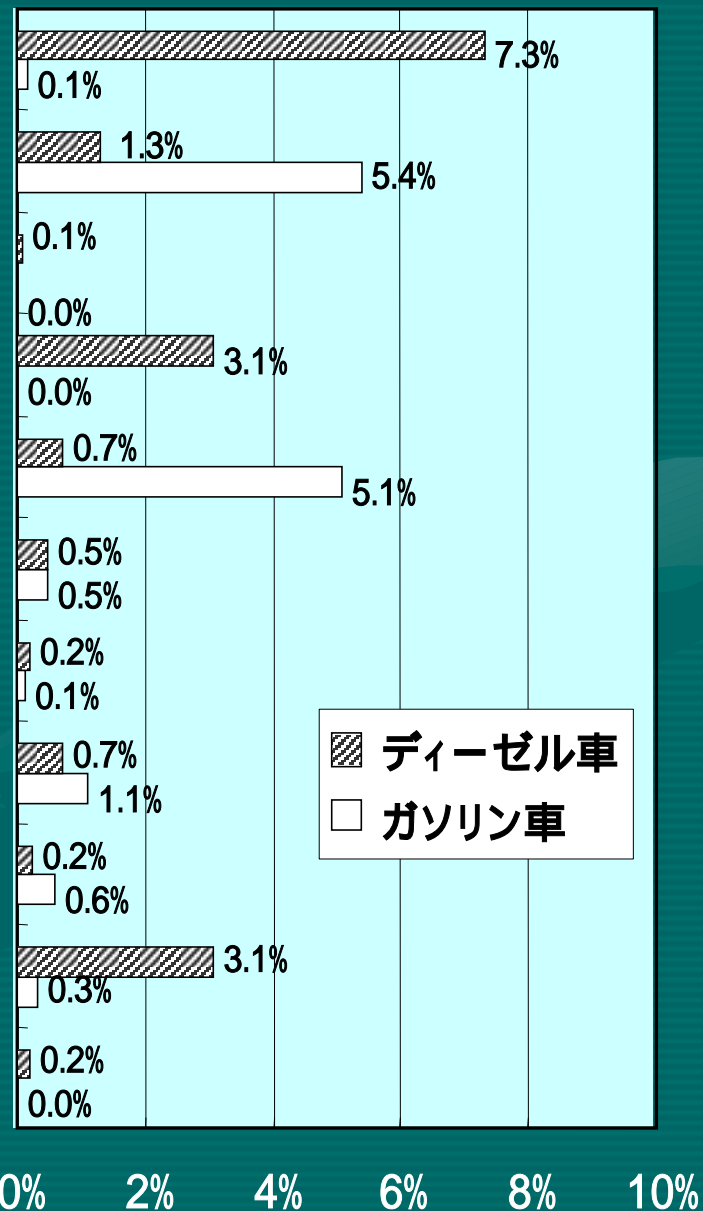
スチレン

キシレン

エチルベンゼン

アセトアルデヒド

アクロレイン



炭化水素類の合計に対する比率

自動車からの発ガンリスク評価試算

(1) いき値のない発ガン性物質のリスク評価の方法

定量的リスク アセスメント

有害大気汚染物質の大気環境基準の設定に
リスクアセスメントの手法の導入(平成8年中環審答申)

生涯摂取しても実質的に安全と見なせる量

生涯平均曝露(70年間)において、
十万人中一人が発ガンする濃度 : ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

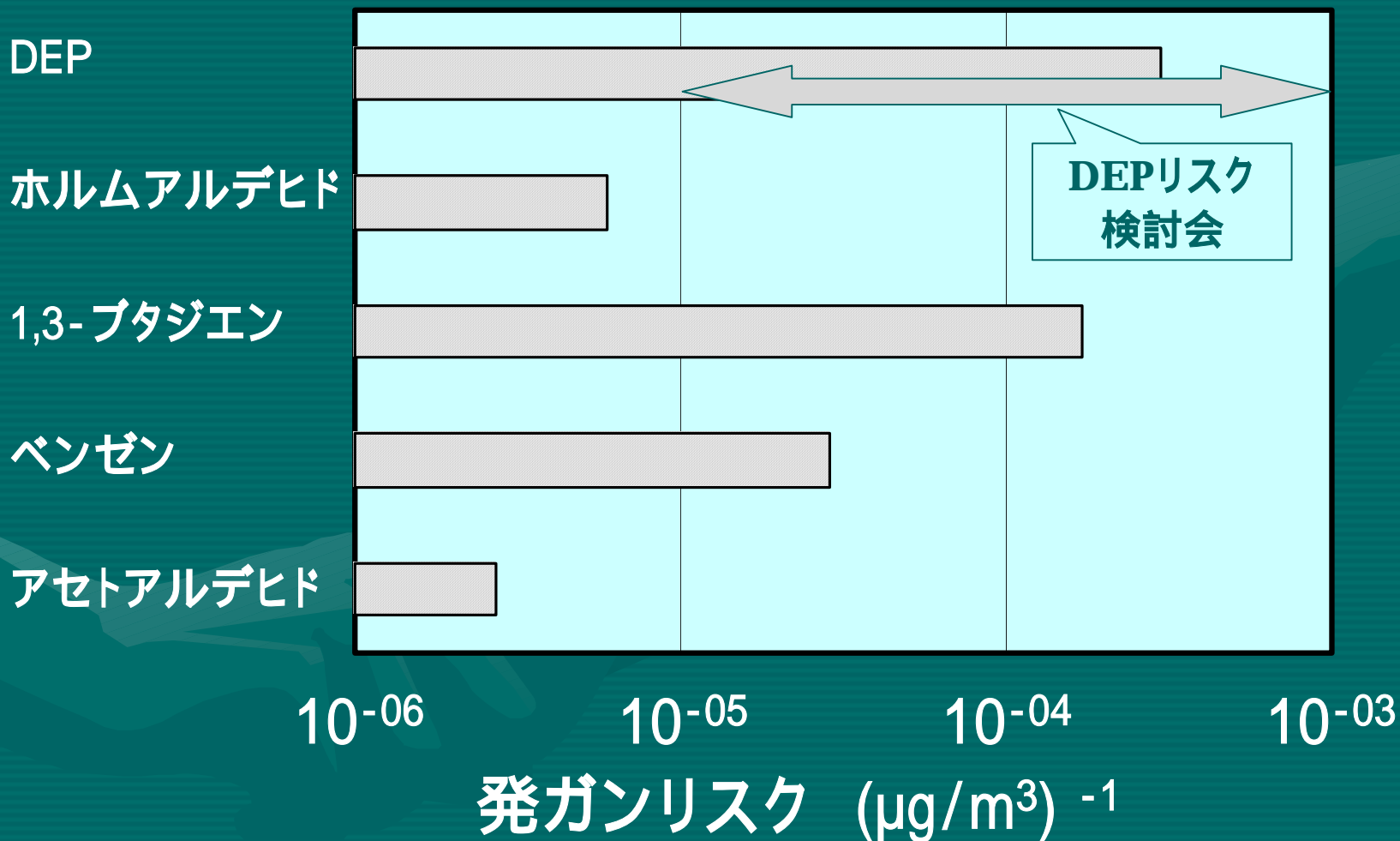
発ガンリスク値(ユニットリスク)

70年間曝露において十万人中一人が発ガンする濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
の逆数 : ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹

この値が大きい物質ほどリスクが高いことを示しており、異なる成分間での影響(リスク)の大きさを比較することができる。

(2) 自動車からの化学物質のリスク値

化学物質 (米国で公表されているリスク値)

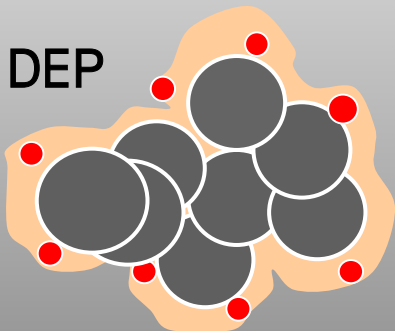


自動車からの発ガンリスク試算

各物質の排出量
($\mu\text{g} / \text{km}$)

(ガス成分)
ホルムアルデヒド
1,3-ブタジエン
ベンゼン
アセトアルデヒド

DEP



×

発ガンリスク値
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹



各物質の
排出リスク
評価値

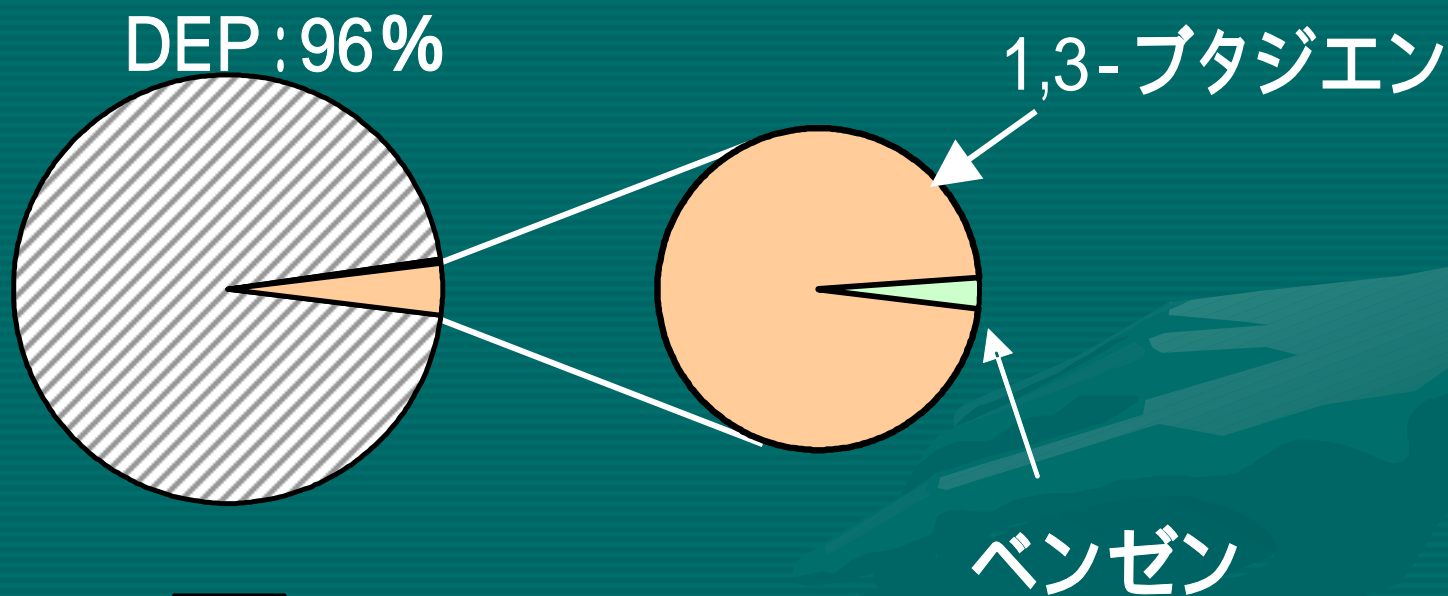
- 米国カリフォルニア州では、州内の地域別に大気中に排出されている各種有害成分の発ガンリスクを評価している。
- この手法を、排気管からの汚染物質排出量に適用した。

車種による発ガンリスクの違い



排出リスク評価値 (相対値)

成分別リスク寄与率とDPFによる低減効果



触媒付きDPF装着により、
80%低減



ディーゼル排気微粒子の排出状況

DEP粒子の大きさの特徴

重さで見ると、粒径100～300nmの微小粒子が大部分
粒子の個数で見ると、粒径10～30nmの微小粒子が大部分をしめる。Kittelsonら (ミネソタ大学)

ナノ粒子

近年、50nm以下の極微小粒子をナノ粒子とよび、その排出挙動、健康影響が注目されている。

粒子数として多いナノ粒子は微小であるため、肺の深部まで達すること
健康に影響が大きいとされる表面積で見ると、ナノ粒子のほうが相対的に表面積が大きくなること

ディーゼル排気微粒子の排出状況

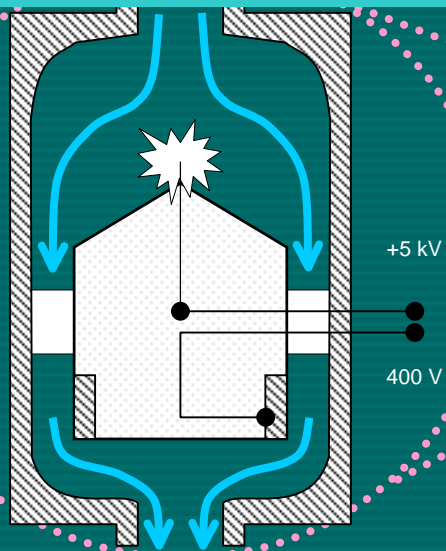
粒子の大きさ(粒径)の測定単位：ナノメートル

単位 nm

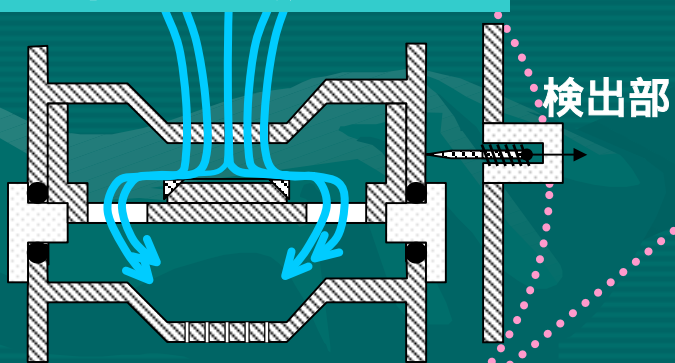
stage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
中位径	7	29	58	103	165	253	392	636	990	1610	2450	3970

計測したナノ粒子

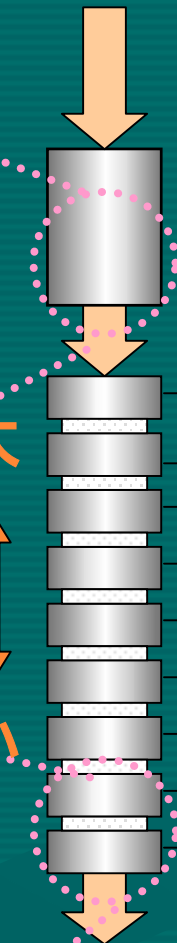
コロナ放電により、
粒子を荷電



インパクター部の
粒子の流れ



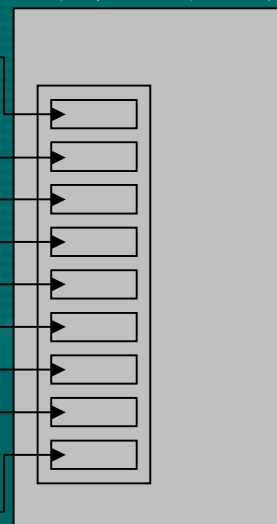
排ガス



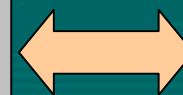
ナノ粒子の測定方法

- 排出ガスは全量希釈後、希釈トンネルからサンプリング
- 粒径別の個数濃度を測定

エレクトロメータ



コンピュータへ



粒径分布測定機
の構成図

ディーゼル排気微粒子の粒径別排出状況

粒径分布の測定事例(1)



粒径分布の測定事例(2) 江東区の空気中の粒子

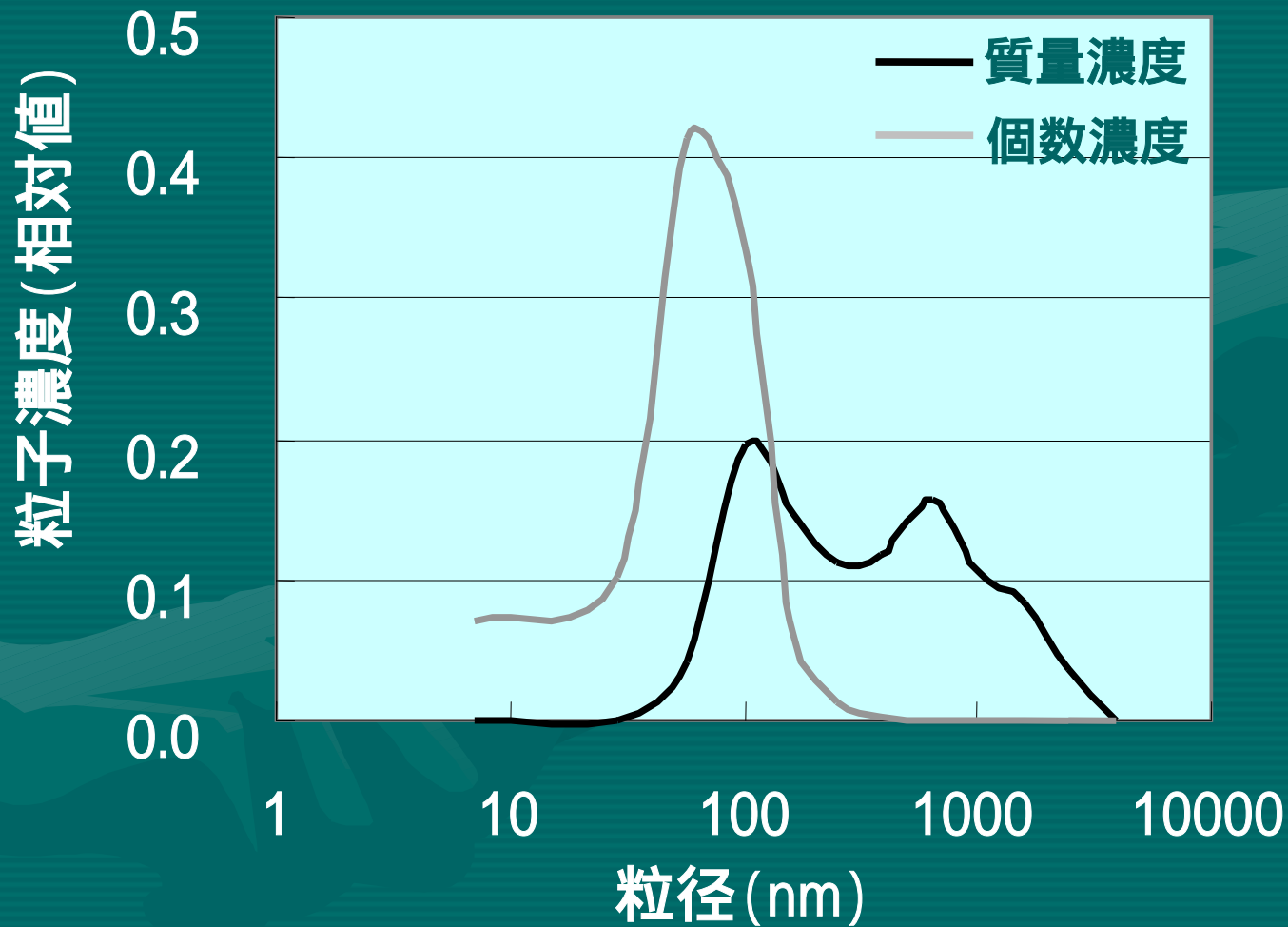


個数濃度の粒径分布



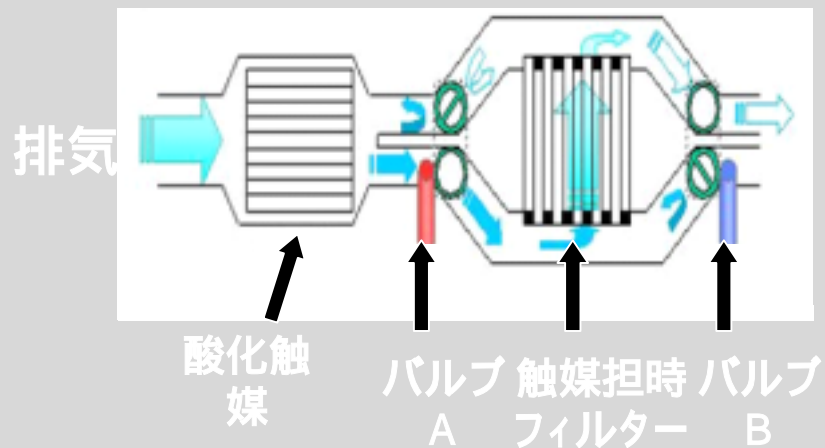
重量濃度の粒径分布
(二山型が特徴)

DEPの重量及び個数分布の例

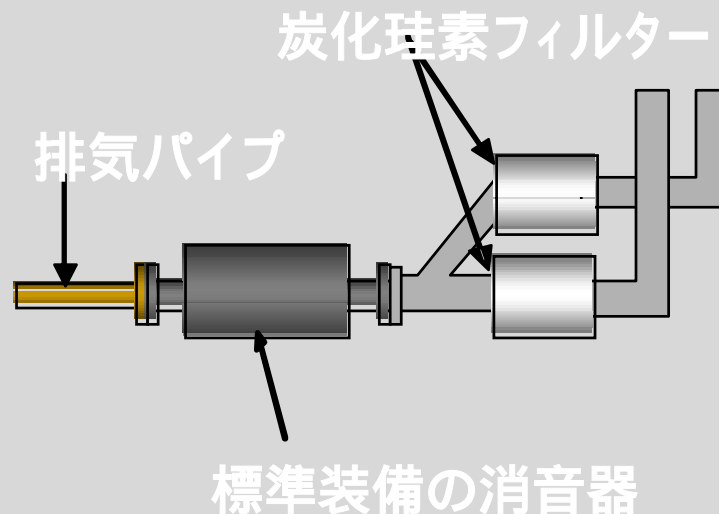


(2) DPFによるナノ粒子の低減

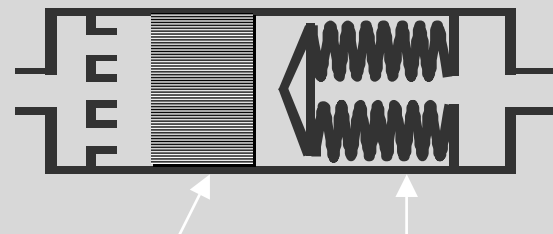
実験に使用したDPFの構造



連続再生式DPF (A)

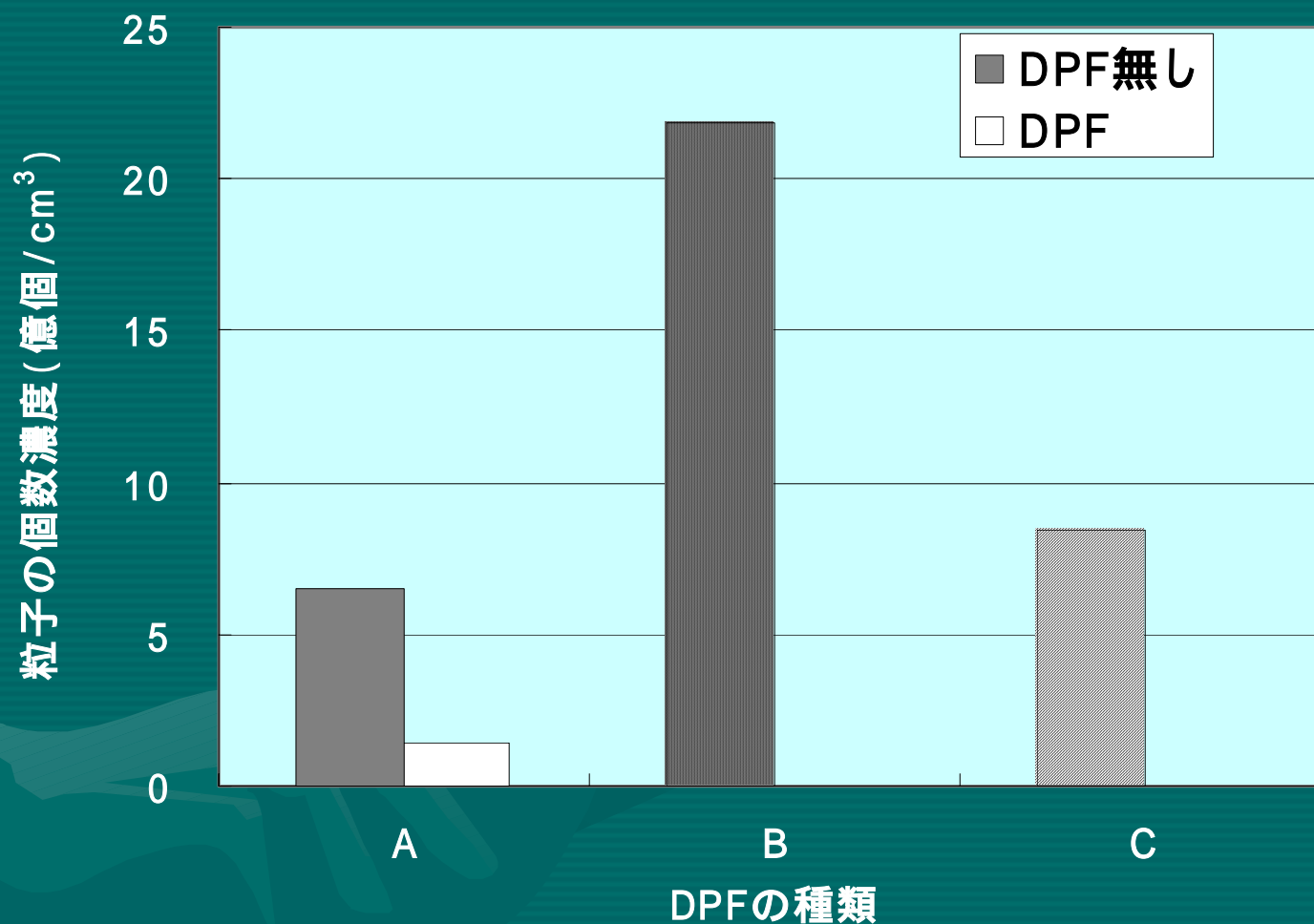


強制再生式DPF



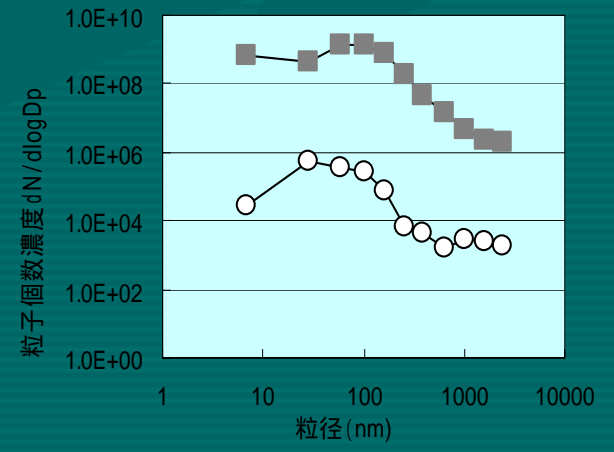
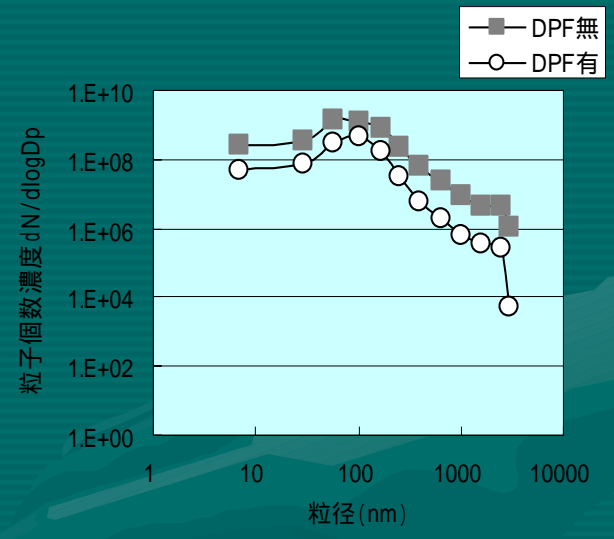
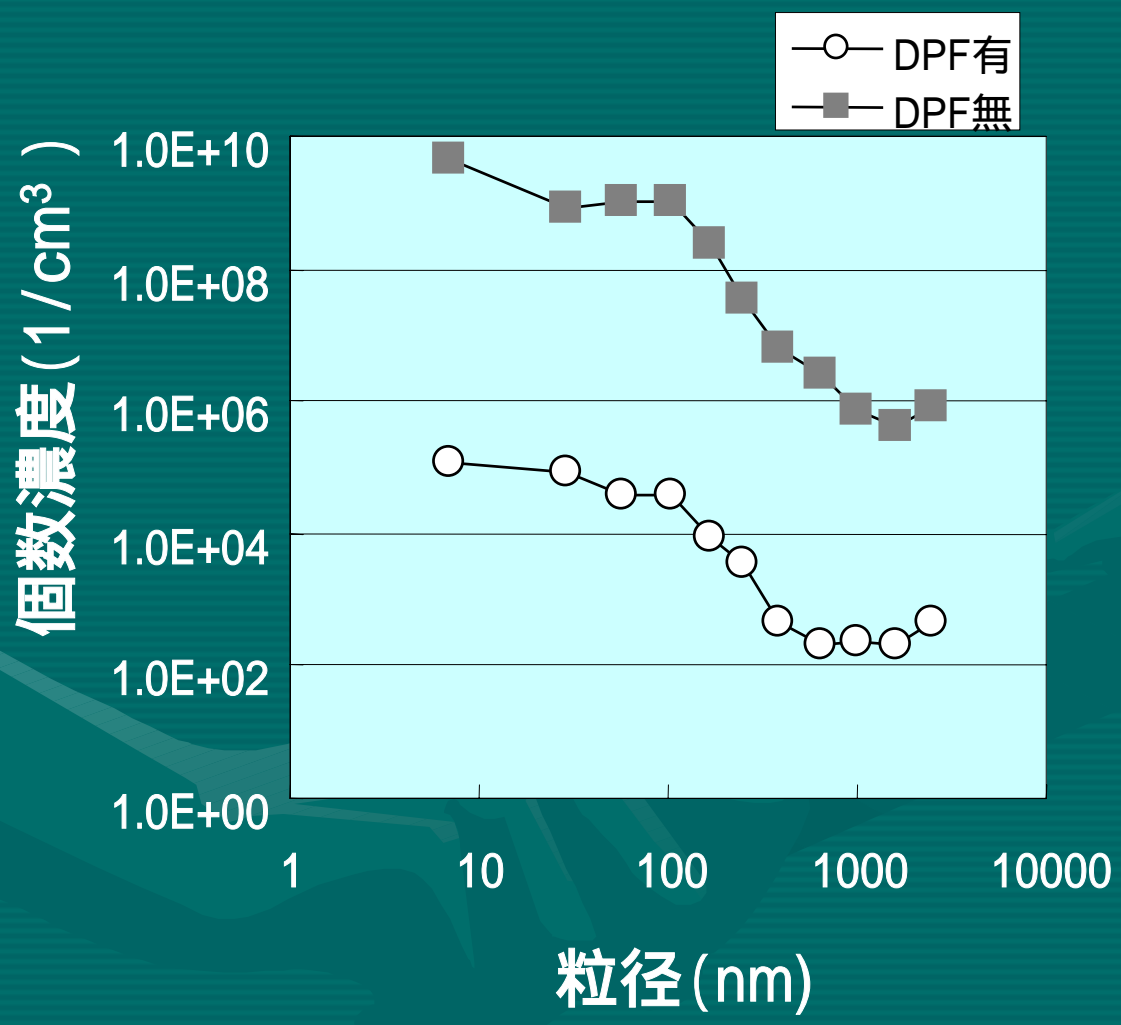
連続再生式DPF (B)

ディーゼル排気微粒子のDPFによるナノ粒子の低減

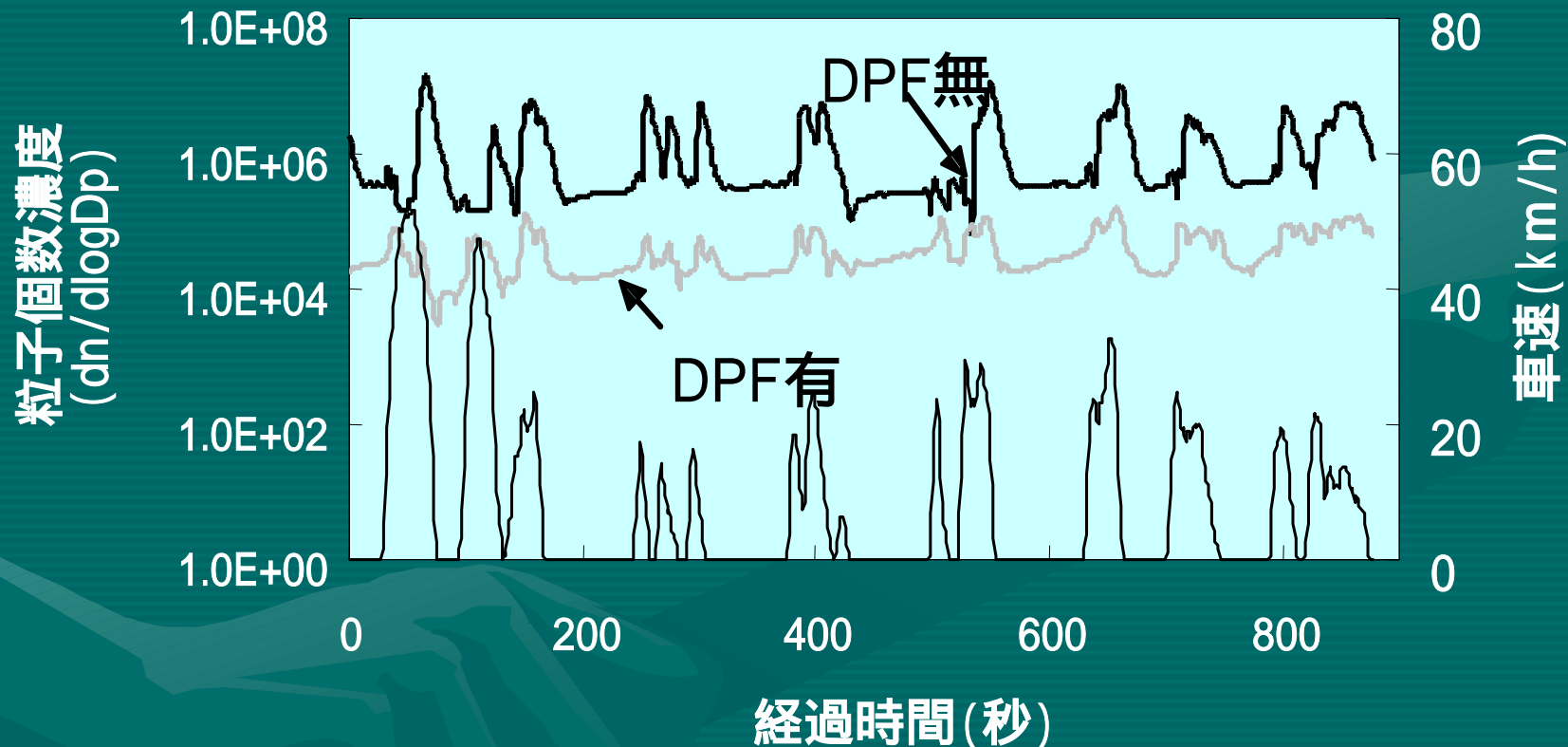


粒径7 ~ 58nmの粒子の低減状況

ディーゼル排気微粒子のDPFによるナノ粒子の低減



実走行時の個数濃度の低減状況



渋滞走行中の粒径7nm粒子の個数濃度

今後の課題

● ディーゼル排出ガス規制の今後

東京都等の条例による規制で十分というわけではなく、更なる規制強化が必要
2007年からの新長期規制や、更にそれ以降の規制強化(ポスト新長期)も予定

● ナノ粒子に関する動向

ナノ粒子の計測については、欧州が先行する形でナノ粒子計測の議論が精力的に行われているが、試験法そのものに未だ改良すべき点が多い。
規制や健康影響との関連から、測定すべき対象を固体sootか、揮発性粒子のかなど解明すべき点は多く残されている。

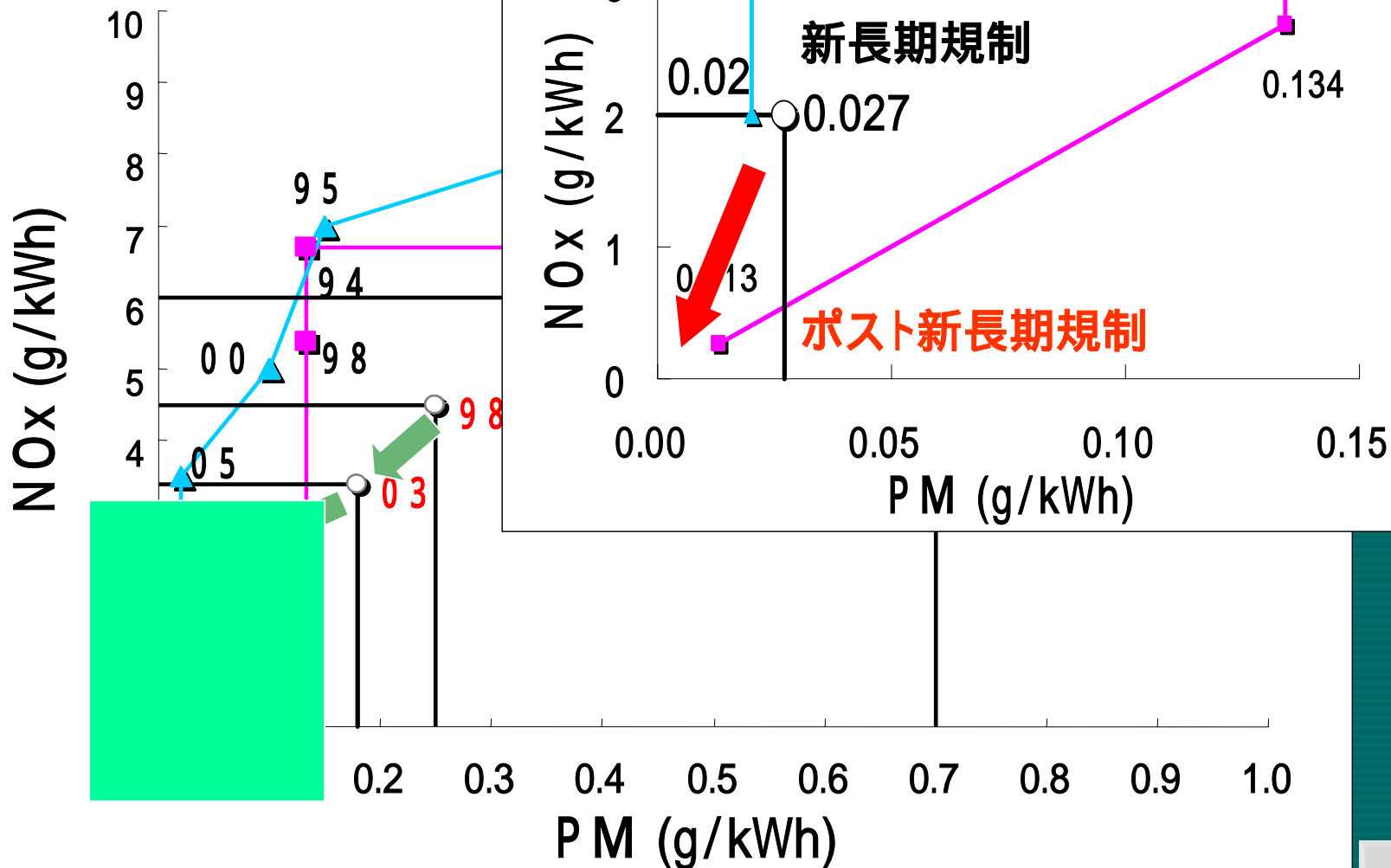
● DEPの暴露評価・リスク評価

ディーゼル排気微粒子リスク評価検討会によって指摘されたように、
DEPの発生源の排出実態
環境における人への曝露レベルの評価
等について、我が国における知見ははなはだ不十分である。

● 今後の方向

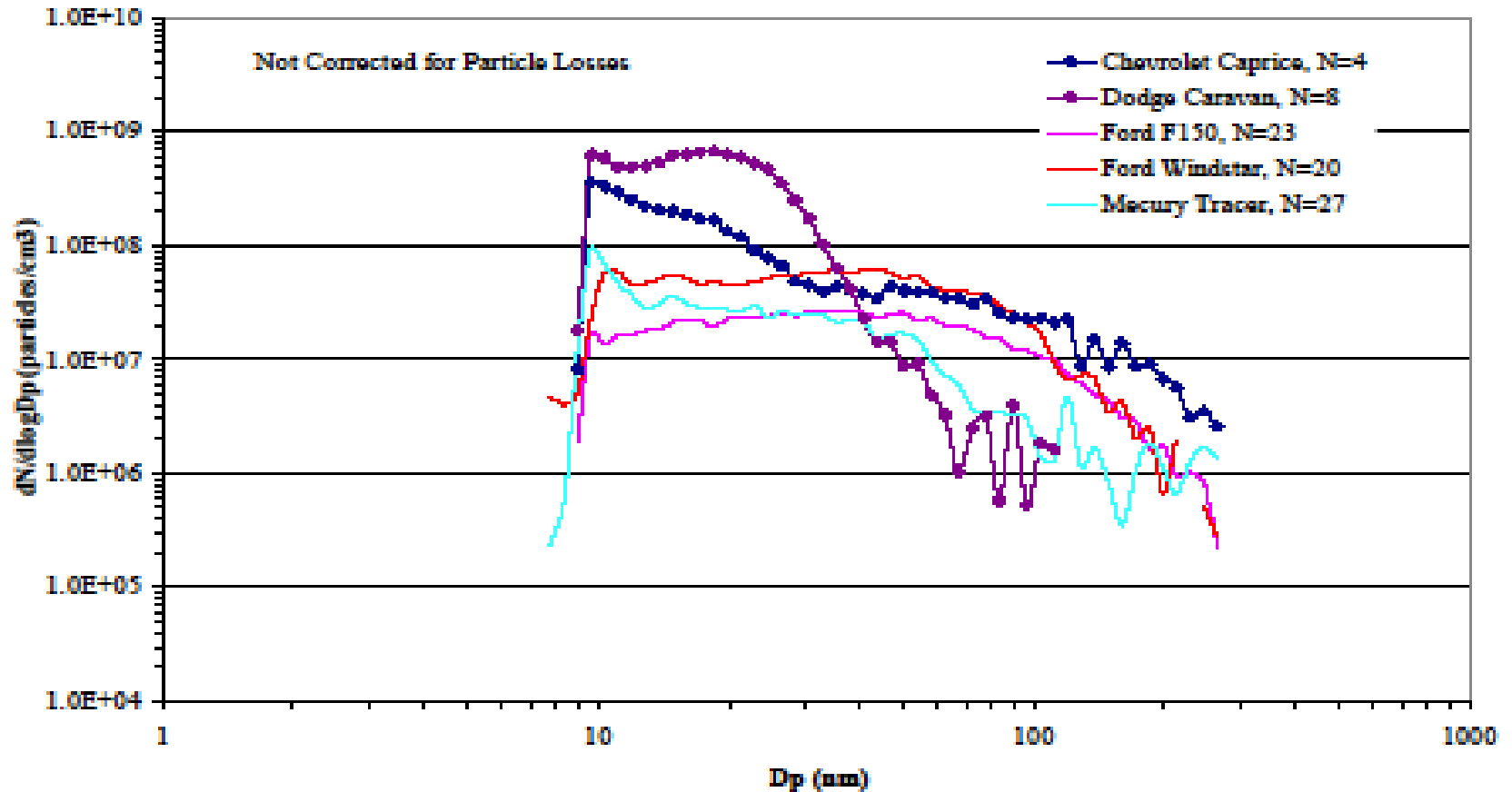
PM等の規制項目だけでなく、ナノ粒子、PRTR対象物質等も含めて、総合的に排出ガスの健康リスクを低減する視点からの研究が必要であると考えられる。

日本と欧米のディーゼル重量車の規制動向



ガソリン車からの粒子排出事例

Chase Test Acceleration Size Distributions by Vehicle
(Background and CO₂ Dilution Ratio Corrected)



Kittelsonら (ミネソタ大学)

- スイスEPAの提案

個数濃度による粒子状物質排出基準

10^{11} 個/km (10^{12} 個/kg燃料)

ガソリン車でも超過することがある。



将来的には、ガソリン機関にもDPFが必要となるのか？