

よりよい大気をめざして
自動車と燃料のさらなる挑戦

JCAP第4回成果発表会

未規制物質WG活動報告 —微小粒子測定法の検討—

2005年6月2日



JCAP II
JAPAN CLEAN AIR PROGRAM

1. 未規制物質WGの研究概要
2. 微小粒子研究の背景、目標
3. 大気放出微小粒子の粒径分布の測定結果
4. 大気放出を再現する微小粒子測定法の検討結果
5. 微小粒子測定法の検討結果まとめ
6. 未規制物質WGの今後の計画

1.1 未規制物質WGの目標

自動車排出ガス中の健康影響が懸念されている

微小粒子と未規制物質に関して

- ・測定法を比較検討し、
妥当性のある測定法を明らかにする。
大気放出を再現する
- ・ゼロエミッションを目指した
自動車・燃料技術の方向性を明らかにする。

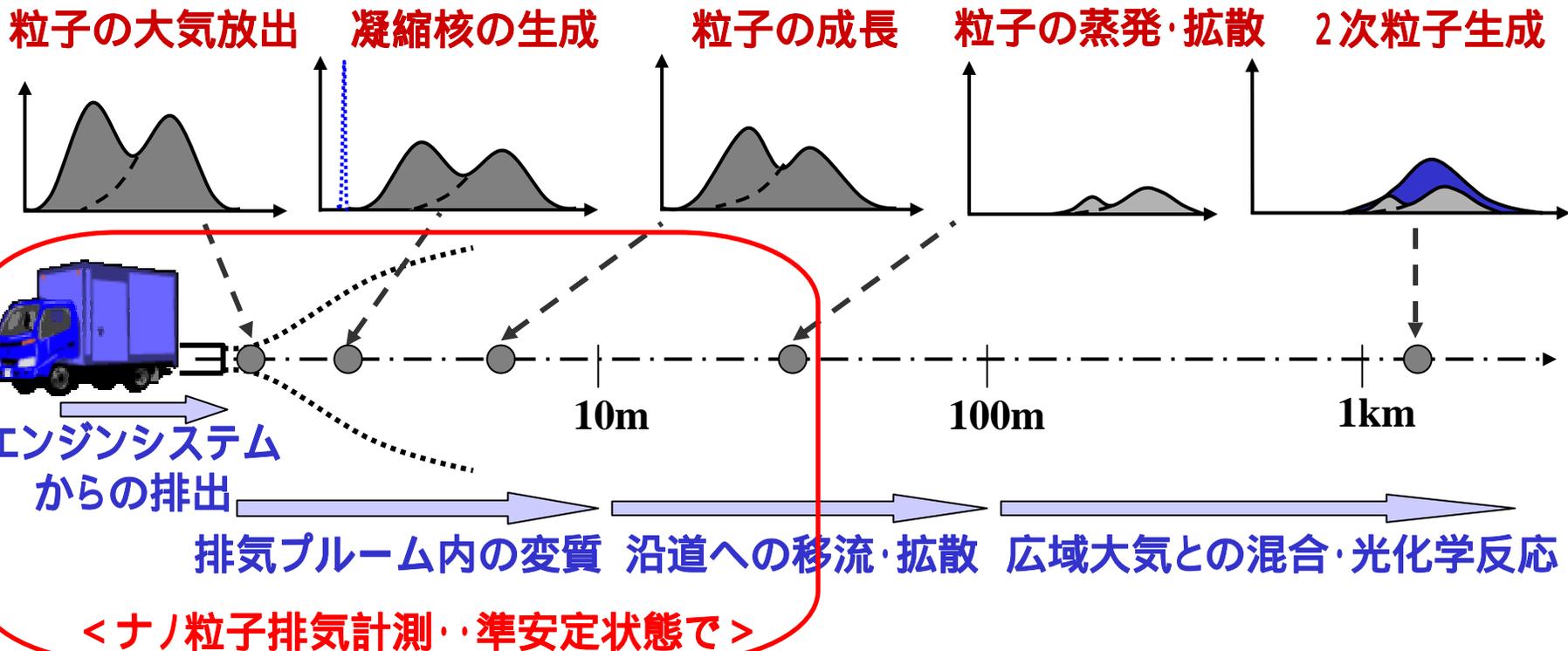
1.2 未規制物質WGの研究計画

	Step 1			Step 2	
	2002	2003	2004	2005	2006
微小粒子 研究	微小粒子の大気放出時の挙動把握			測定法の精度検証	微小粒子低減に向けた自動車・燃料技術の評価
		大気放出を再現する実験室測定法検討			
未規制物質 研究	分析法調査	分析法精度評価		排出実態の把握	自動車・燃料技術の影響評価

1. 未規制物質WGの研究概要
2. 微小粒子研究の背景、目標
3. 大気放出微小粒子の粒径分布の測定結果
4. 大気放出を再現する微小粒子測定法の検討結果
5. 微小粒子測定法の検討結果まとめ
6. 未規制物質WGの今後の計画

2.1 微小粒子研究における未規制物質WGの役割

エンジン排出ガスの大気放出～排気プルーム内の変質を検討



未規制物質WG

測定結果

大気研究グループ

情報

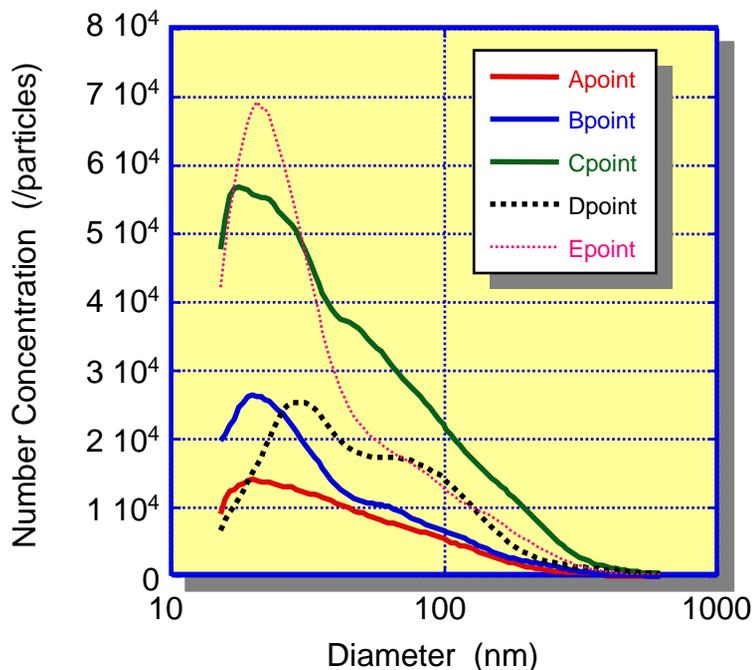
生体影響調査WG

情報

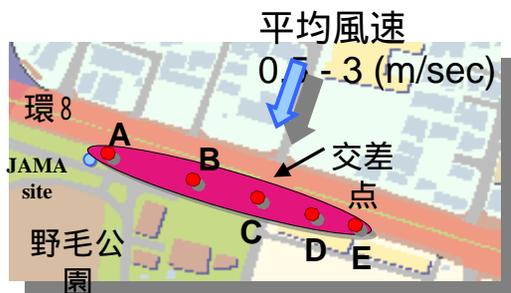
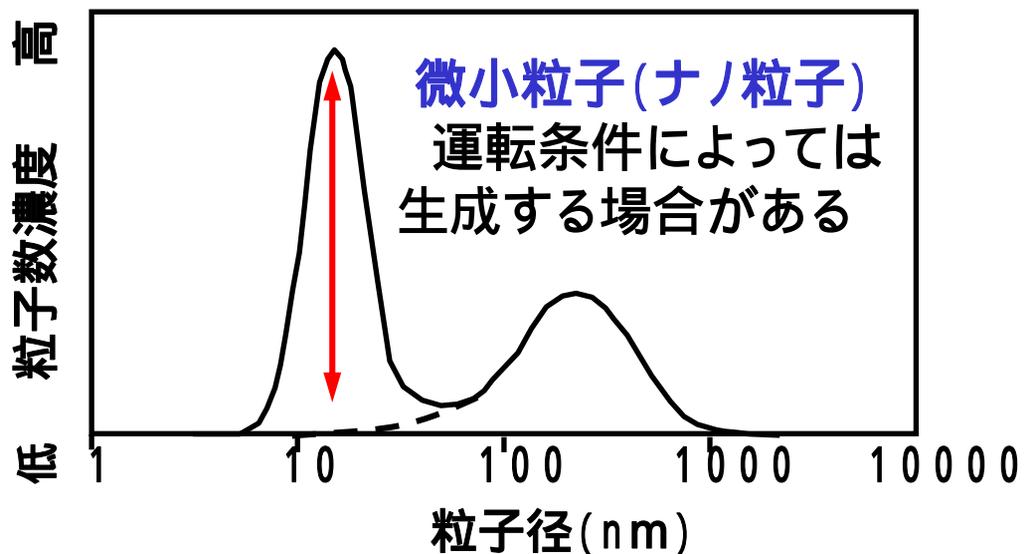
2.2 微小粒子研究の背景(1)

・沿道大気中に観測される微小粒子(ナノ粒子)と自動車排気の大気放出後に測定される微小粒子との相関が不明

沿道大気中の粒径分布

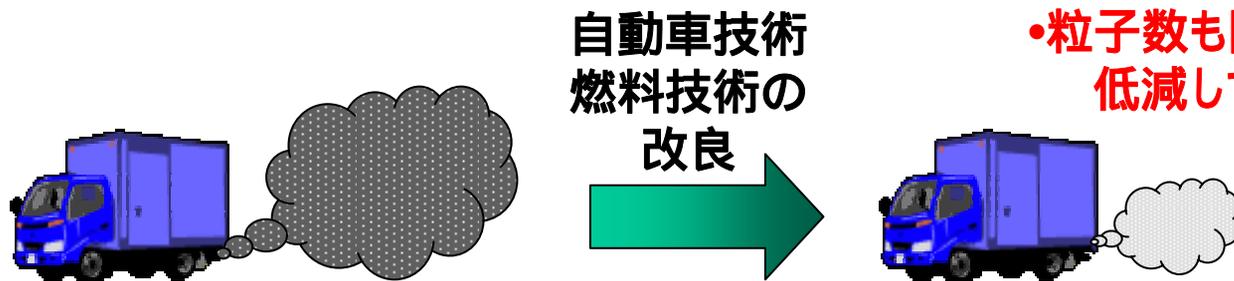


自動車排気の大気放出後の粒径分布



2.3 微小粒子研究の背景(2)

自動車から排出される微小粒子の低減

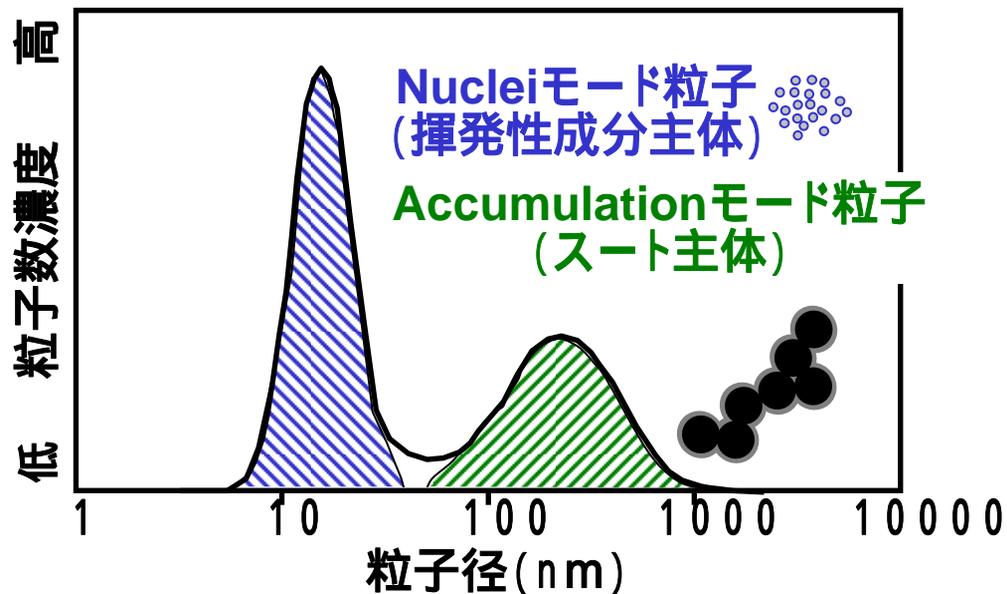


- 粒子状物質(PM)の排出(重量)は大幅に低減
- 粒子数も同様に低減しているか？

自動車排出微小粒子の粒径分布測定上の問題

- Nucleiモード粒子
Accumulationモード粒子
の2種類の粒子生成
- 微小粒子の粒径分布は希釈条件により大きく変化

微小粒子の再現性良い
測定方法の確立が必要



2.4 微小粒子研究の目標

自動車排出ガス中の微小粒子に関して

- ・ **ステップ1**

大気放出時の微小粒子の挙動を把握し、
実環境を再現する測定法を確立する

- ・ **ステップ2**

**微小粒子の排出低減が可能な
自動車・燃料技術の方向性を明確にする**

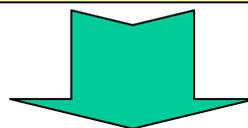
1. 未規制物質WGの研究概要
2. 微小粒子研究の背景、目標
3. 大気放出微小粒子の粒径分布の測定結果
4. 大気放出を再現する微小粒子測定法の検討結果
5. 微小粒子測定法の検討結果まとめ
6. 未規制物質WGの今後の計画

3.1 微小粒子研究(ステップ1)の概要

追従走行試験

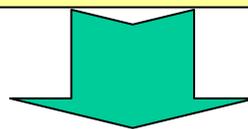


風洞試験



大気放出時の粒径分布

実験室試験



測定条件の設定

大気放出時の粒径分布を再現できる実験室測定法

3.2 大気放出時の実態把握 - 追従走行試験

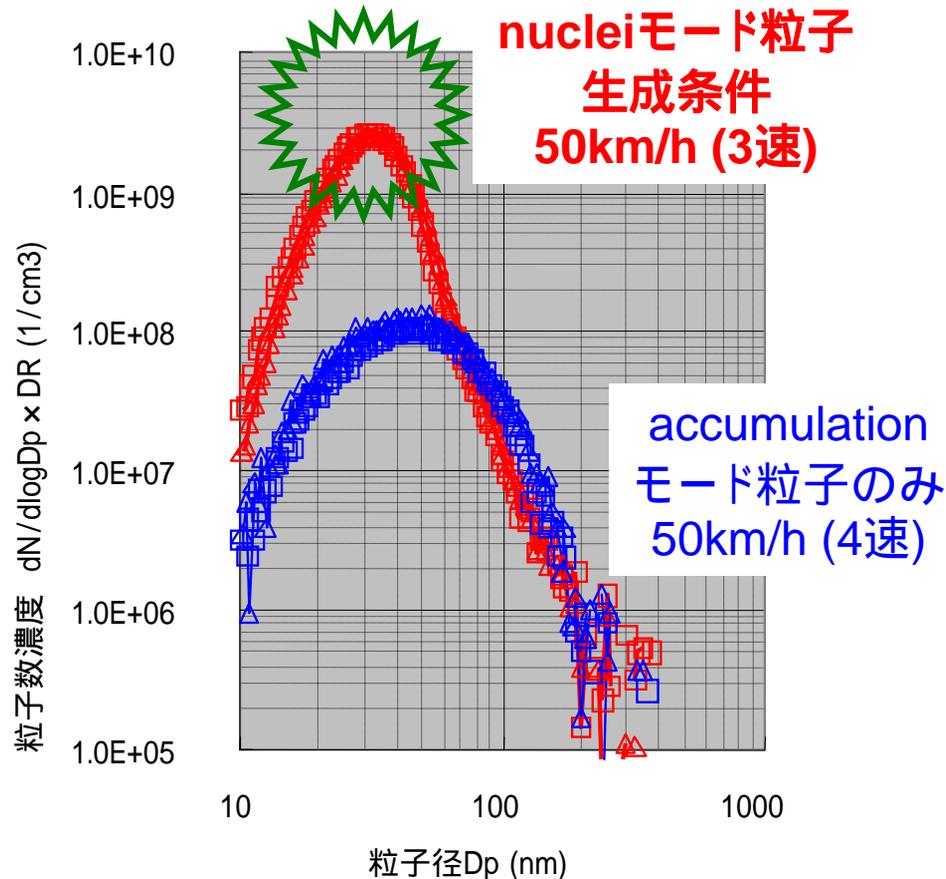
- 先行する**試験車**を**微小粒子計測車**で追従し、試験車から大気中に放出される微小粒子を測定
 - 測定条件：**定常走行**
 - 試験場所：
日本自動車研究所内
テストコース



3.3 追従走行試験結果 - 大気放出時の実態把握

- ・通常の定常走行時にはnucleiモード粒子は生成しにくい
- ・nucleiモード粒子は限界の運転条件(高回転)で生成

加減速時(過渡走行)の実態把握が課題
そのためには粒径分布測定的高速化も必要

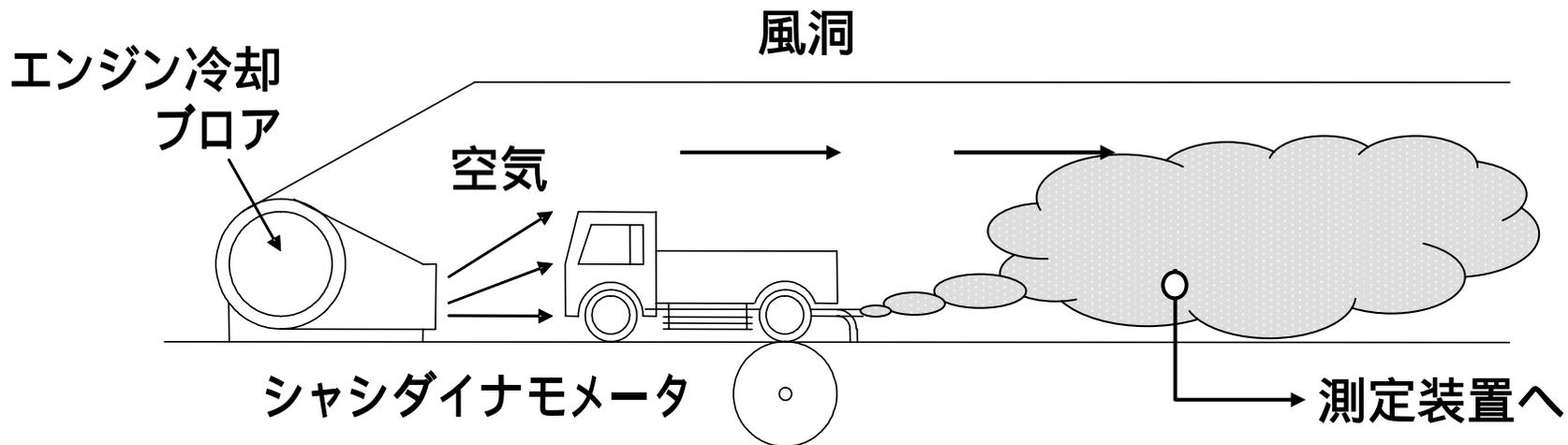


車両: D車(DI、後処理無)
 燃料: 硫黄分50ppm軽油



3.4 大気放出時の実態把握 - 風洞試験

- ・粒子の定常走行時及び加減速時(過渡走行)における大気放出を再現するため、シャシダイナモメータ上の風洞試験を検討

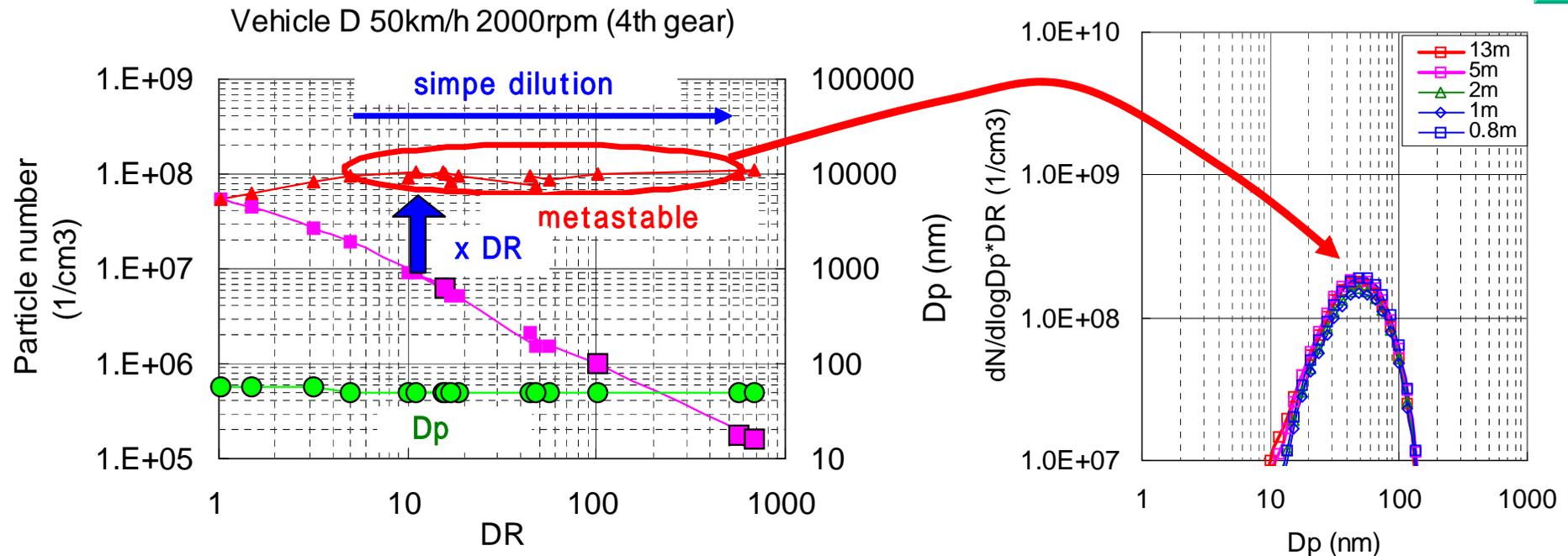


3.5 風洞試験結果 - 定常 accumulationモード粒子

安定したaccumulationモード粒子の希釈過程を検証した

- 希釈比補正した総粒子数濃度及び粒径分布は初期希釈後は一定

車両: D車(DI後処理無) 燃料: 硫黄分50ppm軽油 条件: 50km/hr(4速)



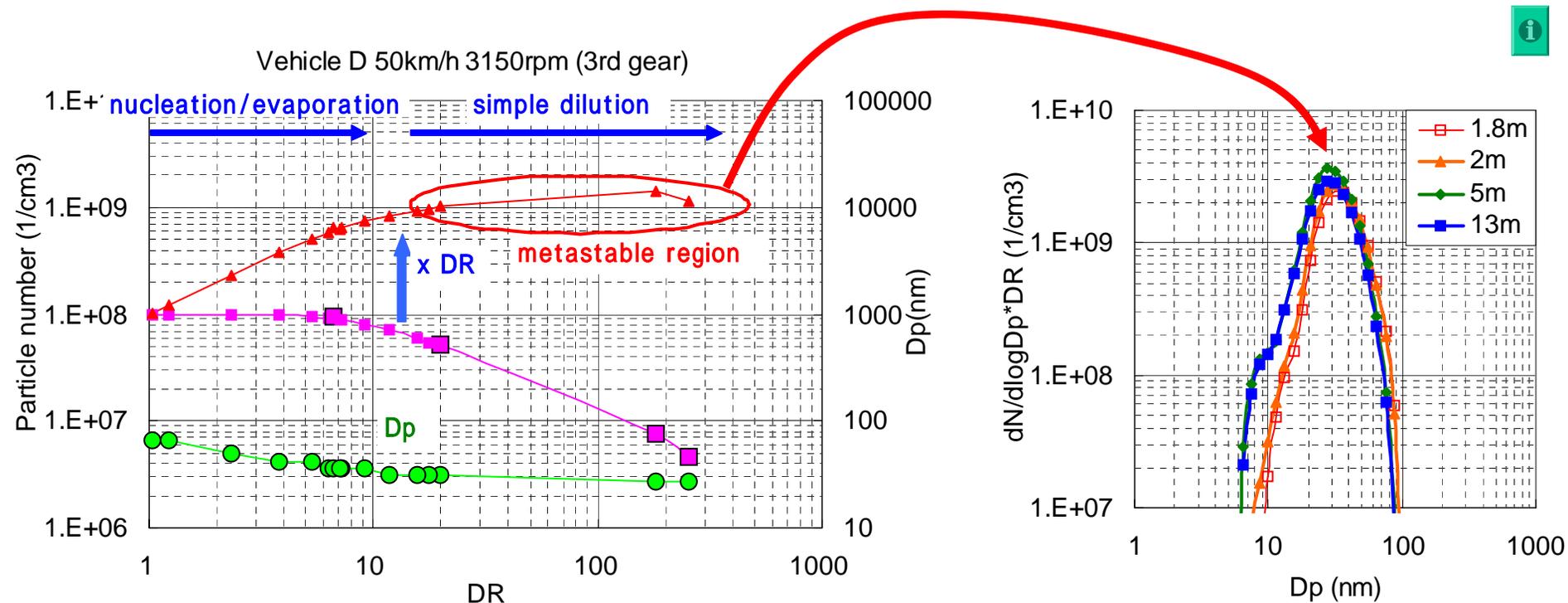
希釈比 DR5 以上で希釈比補正後の粒径分布は準安定化
 実験室で再現すべき粒径分布

3.6 風洞試験結果 - 定常 nucleiモード粒子

不安定なnucleiモード粒子の希釈過程を観測

- 希釈比補正した総粒子数濃度は高希釈比領域では概略一定

車両: D車(DI後処理無) 燃料: 硫黄分50ppm軽油 条件: 50km/hr(3速)

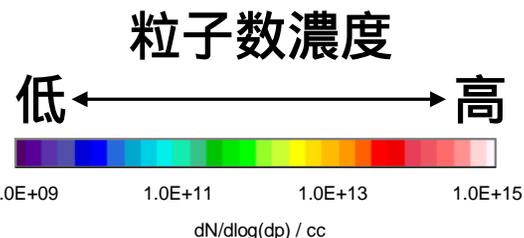


排気管後方約2m(DR18)以降の希釈では粒径分布はほぼ一定

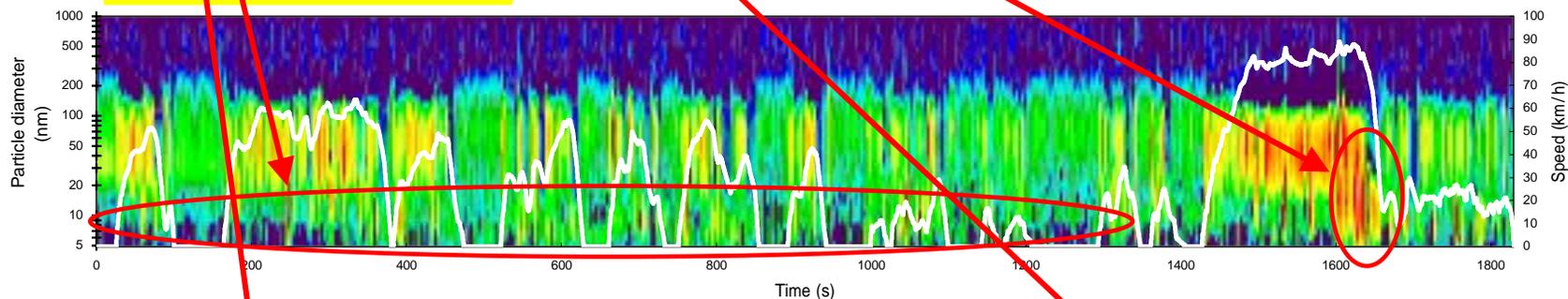
3.7 風洞試験結果 - 過渡 JE05 mode

減速時・高速時を主体にナノ粒子が生成

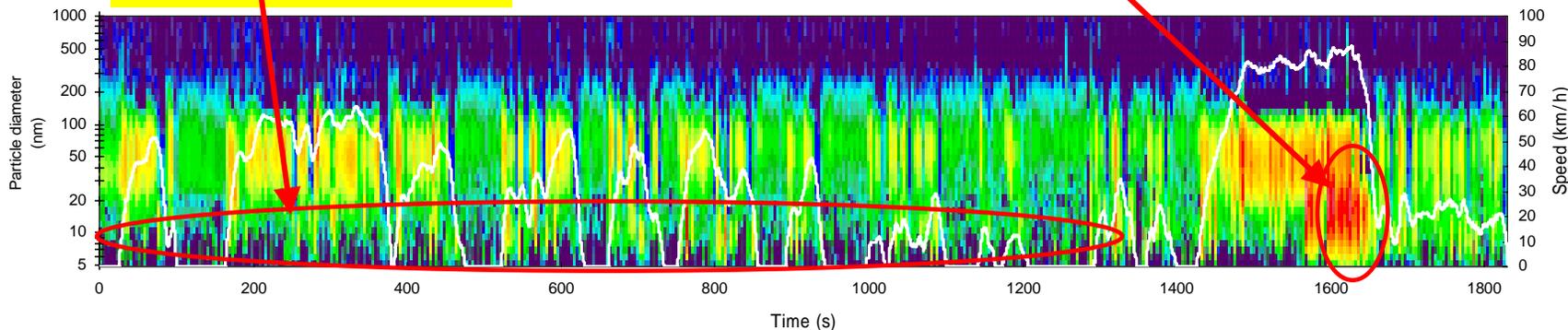
車両: D車 (DI、後処理無)
 燃料: 硫黄分50ppm軽油
 条件: JE05モード



排気管後方 2 m



排気管後方 5 m



3.8 風洞試験結果まとめ

- 定常走行時

- 粒径分布の準安定領域の確認

- 排気管後方数 m 以降において
粒径分布はほぼ安定することを確認することができた。

- 準安定時の希釈状態

- nucleiモード粒子の生成・成長は希釈比20程度までにほぼ完了し、それ以上の希釈では粒径分布に大きな変化は無かった
大気放出再現のための**基準データとする**

- 過渡走行時

- 過渡試験における粒子生成状況を把握

- 減速時を主体に微小粒子の生成が確認された
- 微小粒子生成の定性的状況を把握できた

1. 未規制物質WGの研究概要
2. 微小粒子研究の背景、目標
3. 大気放出微小粒子の粒径分布の測定結果
4. 大気放出を再現する微小粒子測定法の検討結果
5. 微小粒子測定法の検討結果まとめ
6. 未規制物質WGの今後の計画

3.1 微小粒子研究(ステップ1)の概要

追従走行試験



風洞試験



大気放出時の粒径分布

実験室試験

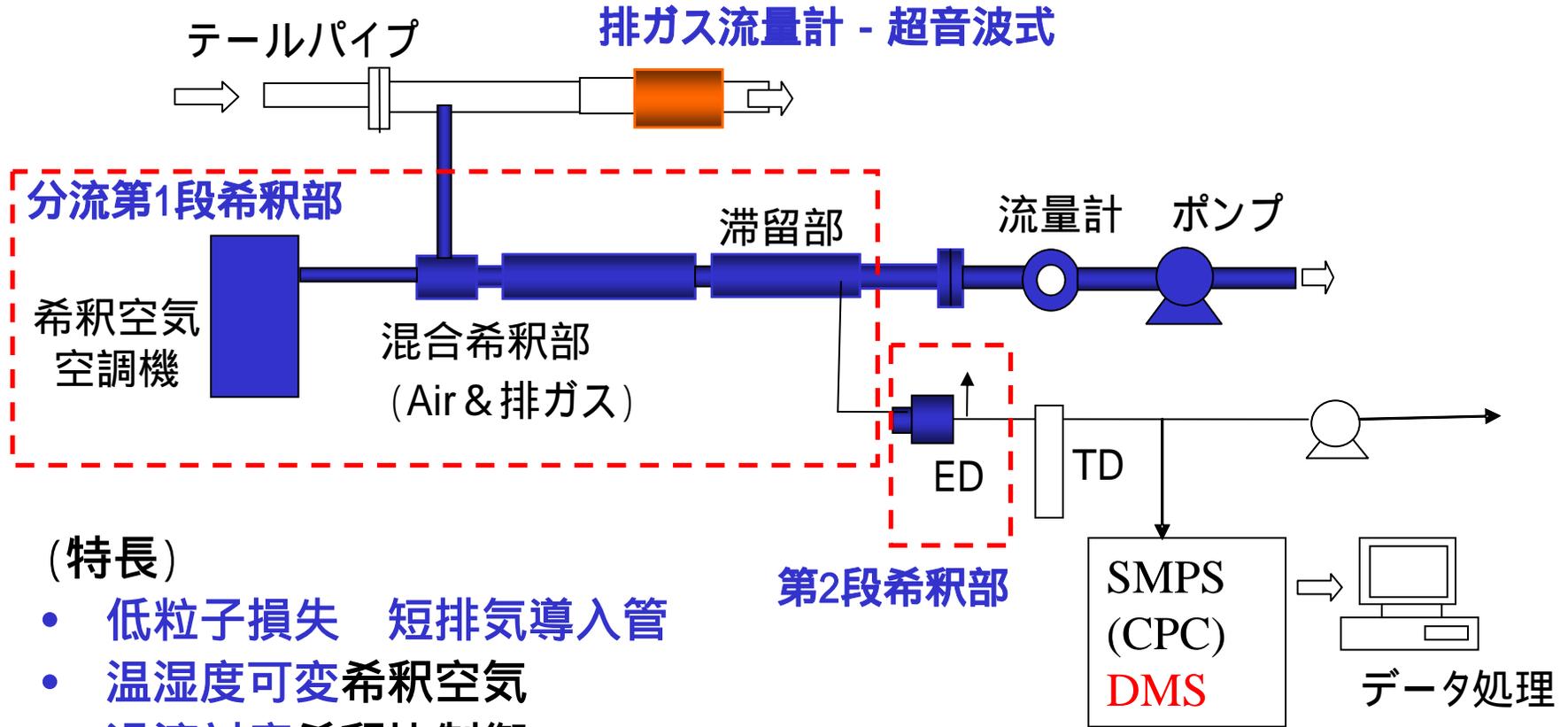


測定条件の設定

大気放出時の粒径分布を再現できる実験室測定法

4.1 大気放出を再現する微小粒子計測システム

・ P P F D を用いた微小粒子計測システム



(特長)

- 低粒子損失 短排気導入管
- 温湿度可変希釈空気
- 過渡対応希釈比制御
 - 希釈比一定 or 分割比一定

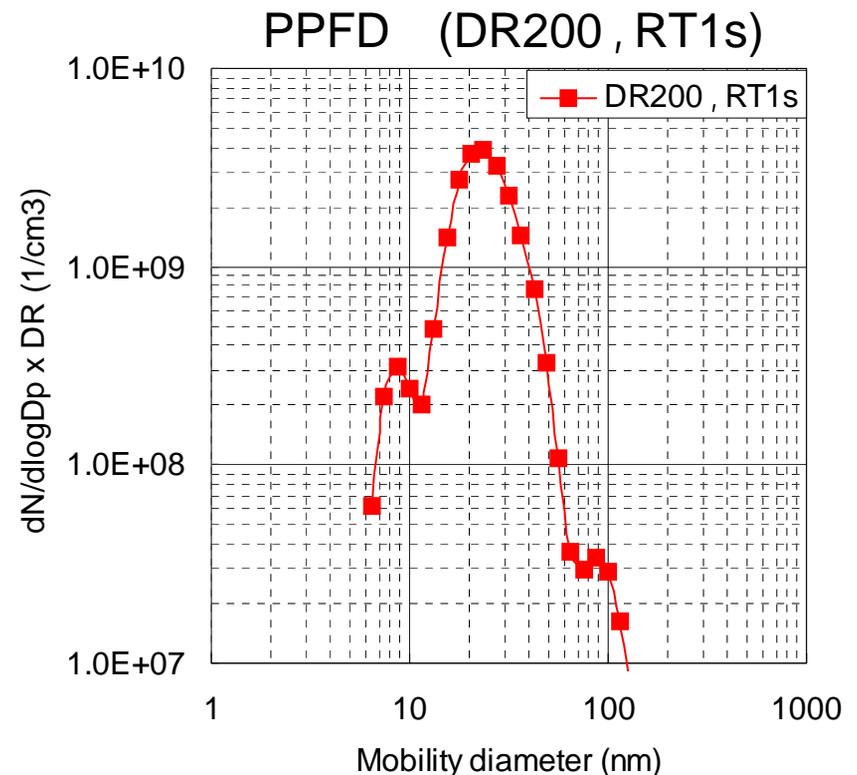
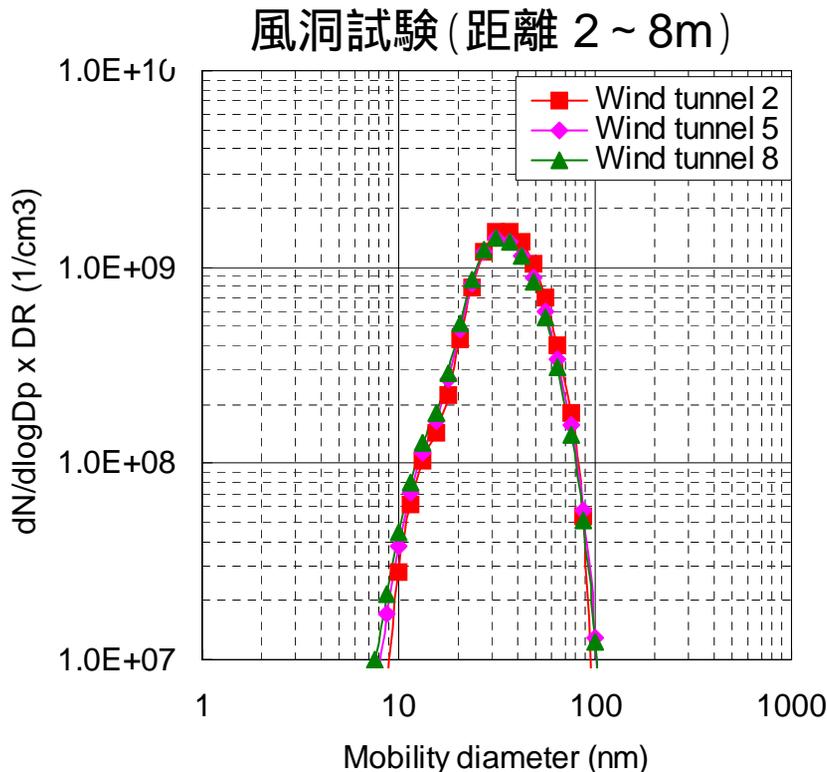
4.2 風洞試験とPPFD 試験結果比較(1)

・定常走行 - nucleiモード粒子の粒径分布比較

Mode径、総粒子数濃度共にほぼ一致

	風洞試験	PPFD
Mode径 (nm)	32	23
総粒子数濃度 (cm ⁻³)	0.8 × 10 ⁹	1.0 × 10 ⁹

車両: D車 (DI、後処理無)
燃料: 硫黄分50ppm軽油
条件: 50km/h(3速)



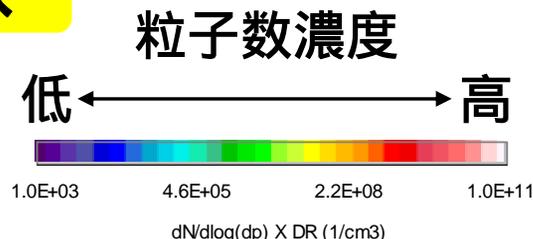
4.3 風洞試験とPPFD 試験結果比較(2)

・JE05モード比較

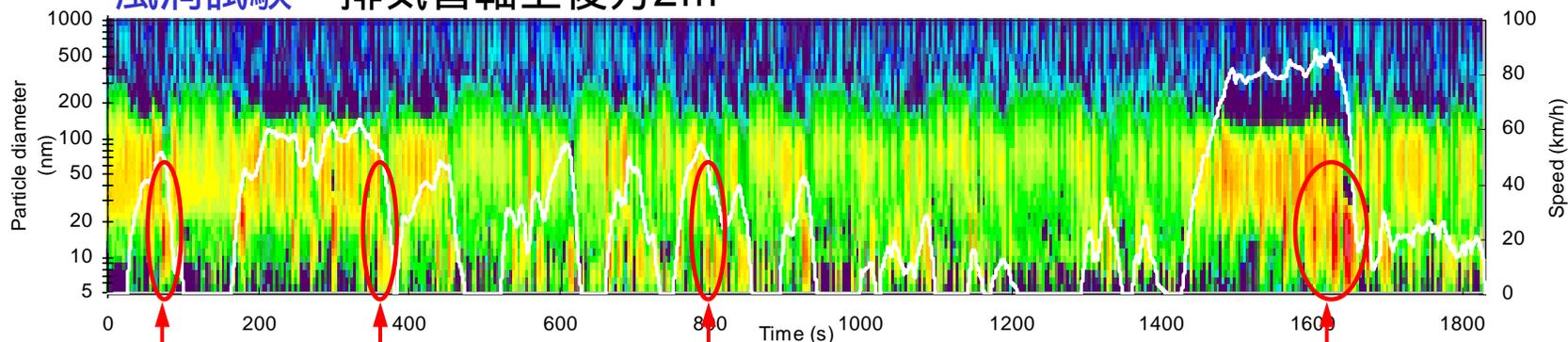
減速時主体のナノ粒子排出傾向が一致

車両: D車 (DI、後処理無)

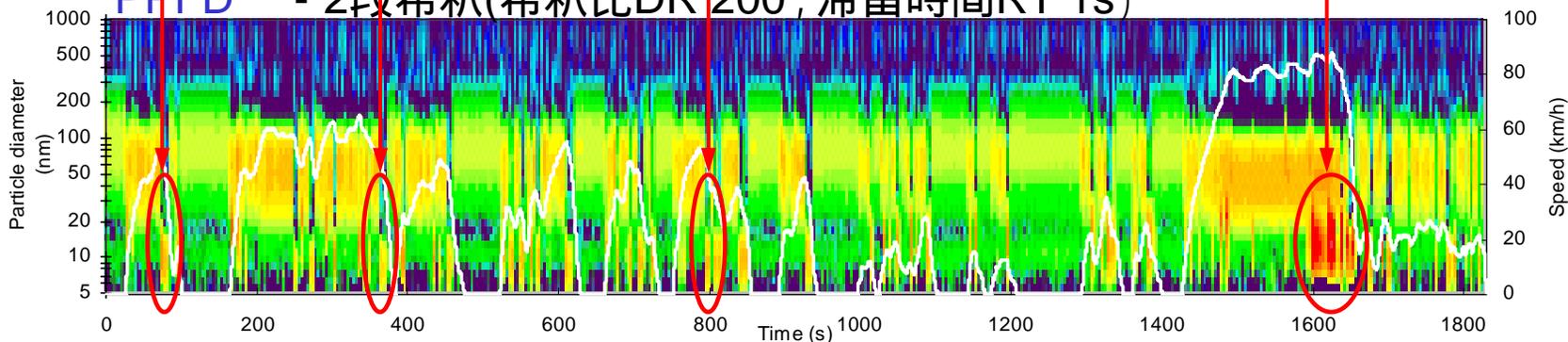
燃料: 硫黄分50ppm軽油



風洞試験 - 排気管軸上後方2m



PPFD - 2段希釈(希釈比DR 200, 滞留時間RT 1s)



4.4 風洞試験とPPFD 試験結果比較(3)

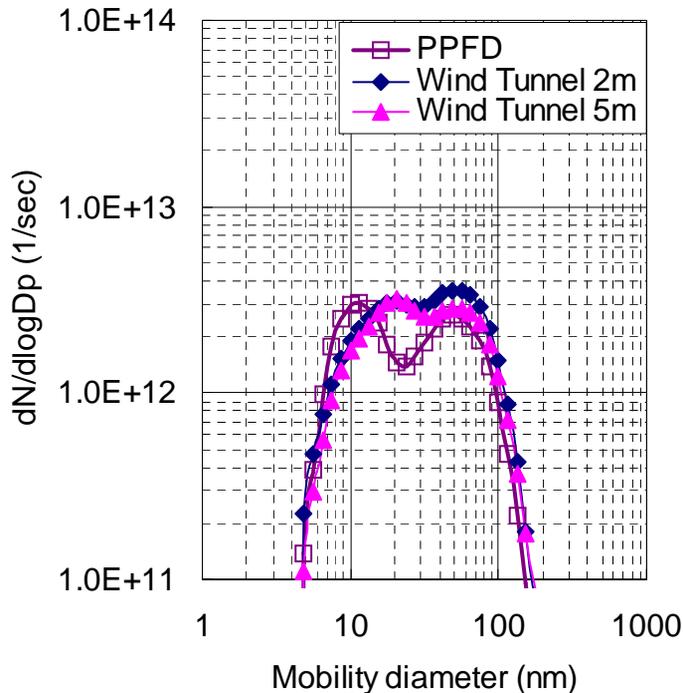
・JE05モード平均の粒径分布比較

モード平均粒径分布の数濃度が概略一致
減速時平均粒径分布でのナノ粒子寄与が大きいことも再現

車両: D車 (DI、後処理無) 燃料: 硫黄分50ppm軽油
 風洞試験 - 排気管軸上後方 2m, 5m
 PPFD - 2段希釈(希釈比DR 200, 滞留時間RT 1s)

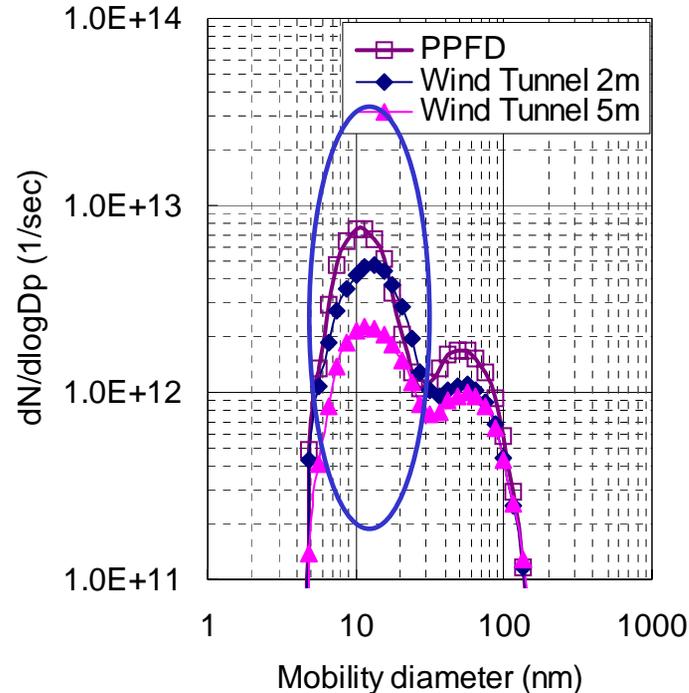
モード平均

JE05 Average



減速時平均

JE05 Deceleration



1. 未規制物質WGの研究概要
2. 微小粒子研究の背景、目標
3. 大気放出微小粒子の粒径分布の測定結果
4. 大気放出を再現する微小粒子測定法の検討結果
5. 微小粒子測定法の検討結果まとめ
6. 未規制物質WGの今後の計画

5 微小粒子測定法の検討結果まとめ

大気放出後、微小粒子が準安定化する希釈領域を把握した

実験室で再現すべき粒子径分布を確認

・微小粒子が準安定化する希釈領域

	希釈比
nucleiモード粒子	20程度以上
accumulationモード粒子	5程度以上

微小粒子の大気放出時の準安定な粒径分布を
ほぼ再現できる実験室測定法を確立した

希釈サンプリング装置(PPFD)での希釈条件を設定

・希釈条件

一段目希釈比	15 ~ 25
滞留時間(秒)	1 ~ 2

1. 未規制物質WGの研究概要
2. 微小粒子研究の背景、目標
3. 大気放出微小粒子の粒径分布の測定結果
4. 大気放出を再現する微小粒子測定法の検討結果
5. 微小粒子測定法の検討結果まとめ
6. 未規制物質WGの今後の計画

・微小粒子に関する研究

微小粒子の排出低減が可能な

自動車及び燃料技術の方向性を明確化する

- 目処付けした測定法の精度を検証
- 微小粒子を低減できる自動車・燃料技術の組み合わせを検討
- 大気モデルに使用する微小粒子排出係数のマップ作りデータの取得

・未規制物質に関する研究

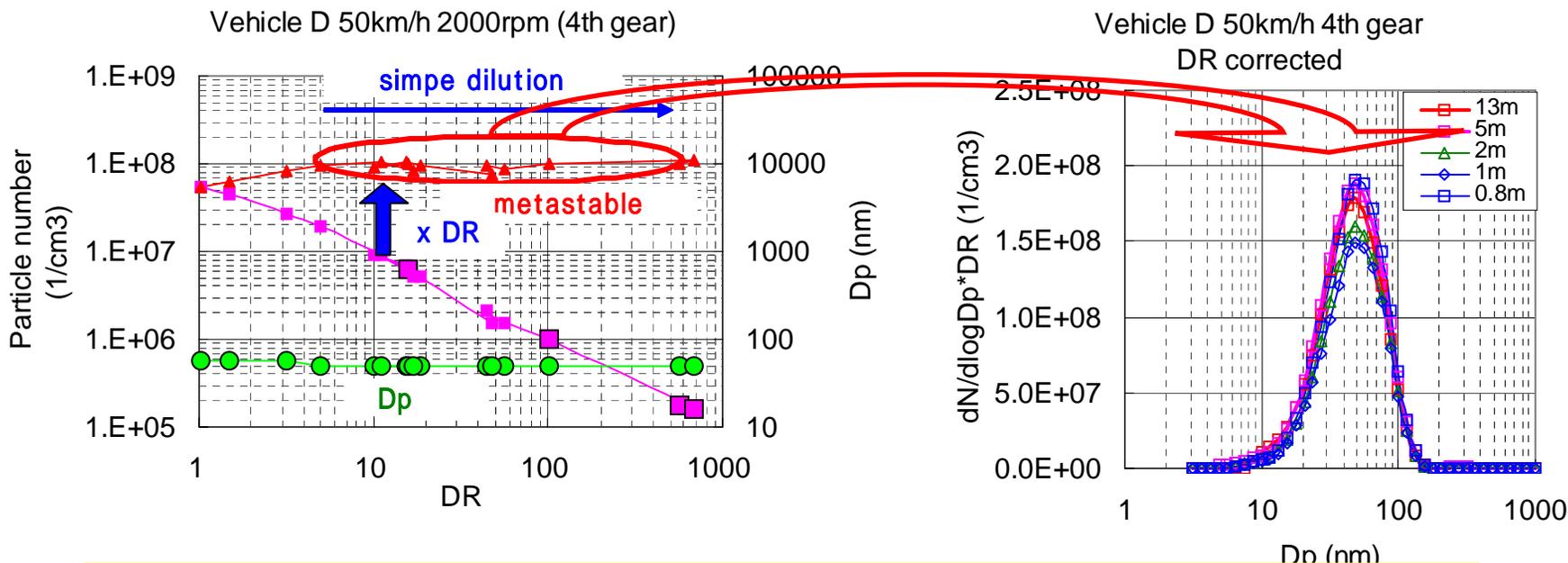
代表車種を用いて未規制物質の排出実態を把握する

- 現規制システム vs 最新対策システムの比較

補足資料

3.5 風洞試験結果 - D車 accumulationモード粒子

- 安定したaccumulationモード粒子の希釈過程を検証した
 - 排気管放出後の粒径分布の形状は一定
かつ総粒子数濃度は距離の増大に伴い単調に減少する
 - 希釈比補正した総粒子数濃度及び粒径分布は初期希釈後は一定
 - D車(DI後処理無) 50km/hr(4速)+硫黄分50ppm軽油



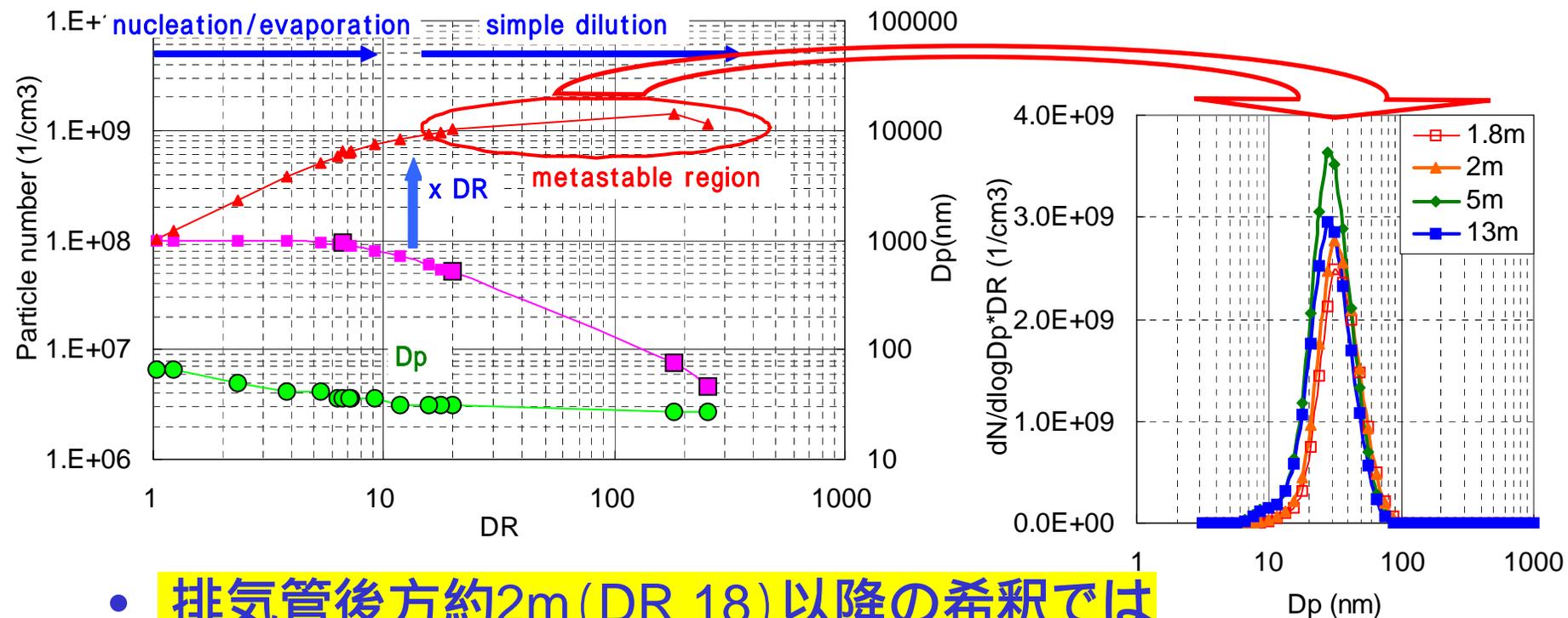
- 希釈比 DR5以上では希釈比補正後の粒径分布は準安定
実験室で再現すべき粒径分布

3.6 風洞試験結果 - D車nucleiモード粒子

- 不安定なnucleiモード粒子の希釈過程を観測
 - 希釈比補正した総粒子数濃度は高希釈比領域では概略一定
 - 上記領域の希釈比補正した粒径分布もほぼ一定
 - D車(DI、後処理無) 50km/h(3速)+硫黄分50ppm軽油



Vehicle D 50km/h 3150rpm (3rd gear)



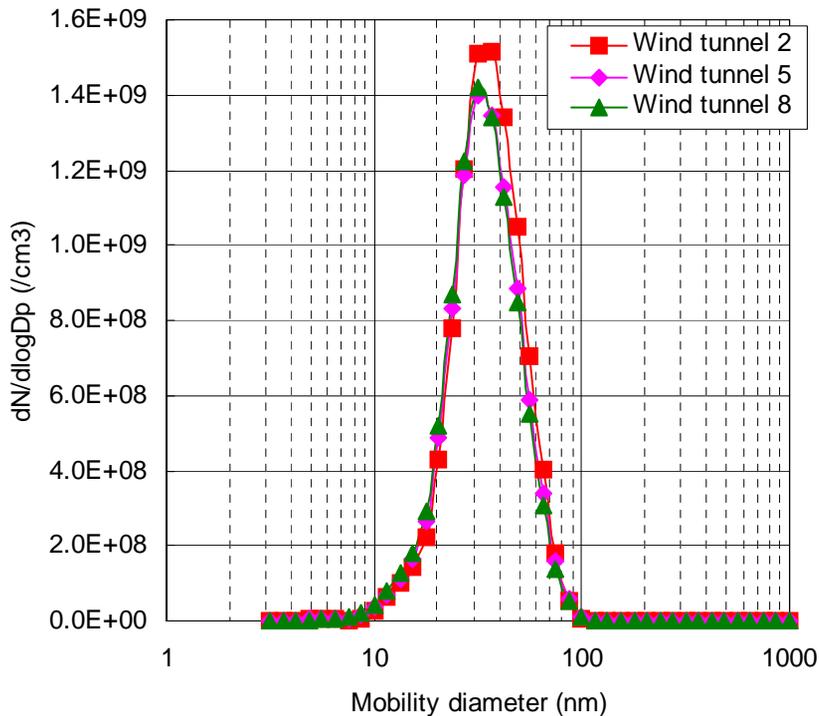
- 排気管後方約2m (DR 18) 以降の希釈では
粒径分布はほぼ一定

4.2 風洞試験とPPFD 試験結果比較(1)

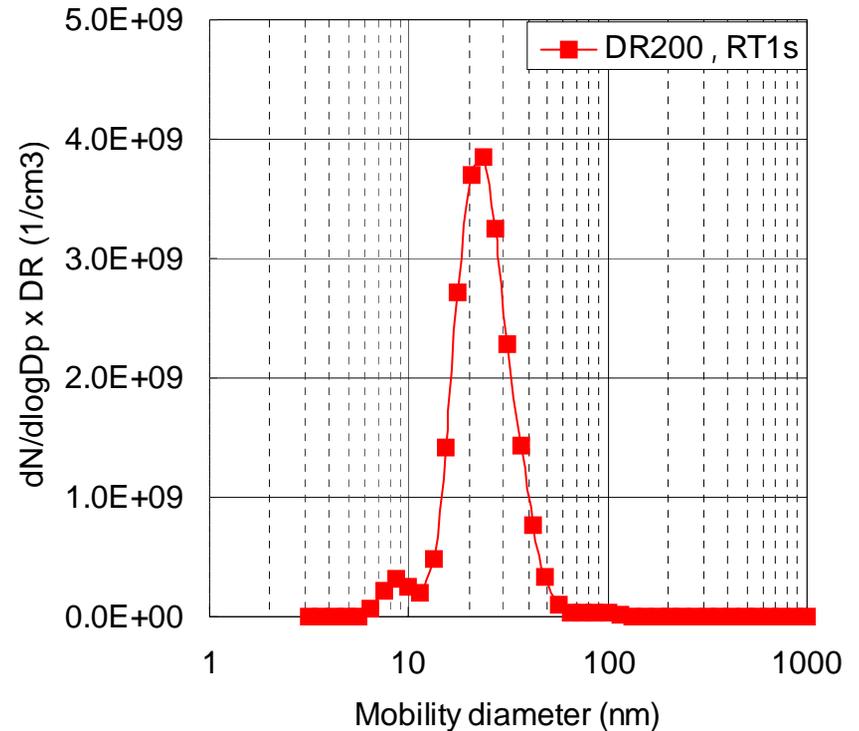
- 定常状態でのNucleiモード粒子の粒径分布比較
 - Mode径, 総粒子数濃度共にほぼ一致
 - Mode径: 32 vs 23 nm
 - 総粒子数濃度: 0.8 vs 1.0 × 10⁹cm⁻³
 - D車 (DI、後処理無) 50km/hr(3速)+硫黄分50ppm軽油



風洞試験 (距離 2 ~ 8m)
Wind Tunnel Vehicle D 50km/h 3rd



PPFD (DR200, RT1s)
PPFD Vehicle D 50km/h 3rd



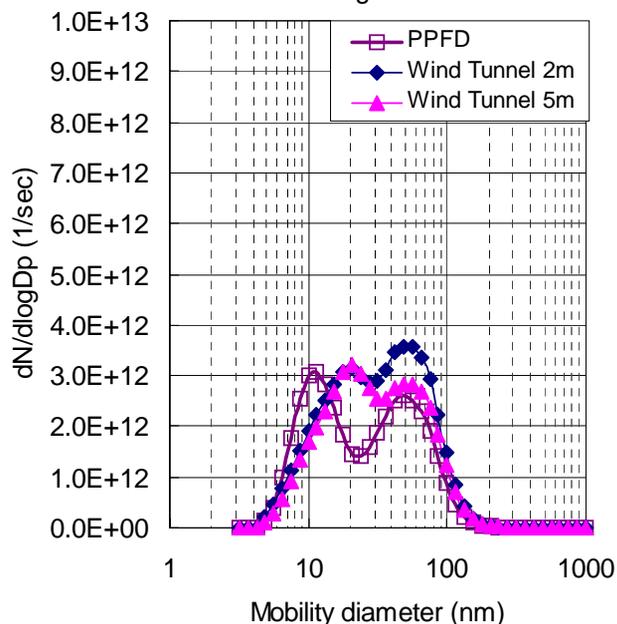
4.4 風洞試験とPPFD 試験結果比較(3)

- JE05モード平均の粒径分布比較
 - モード平均粒径分布の数濃度が概略一致した
 - 減速時平均粒径分布でのナノ粒子寄与が大きいことも再現した
 - D車(DI、後処理無)+硫黄分50ppm軽油
 - 風洞試験 - 排気管軸上後方 2m, 5m
 - PPFD - 2段希釈(希釈比DR 200, 滞留時間RT 1s)



モード平均

JE05 Average



減速時平均

JE05 Deceleration

