

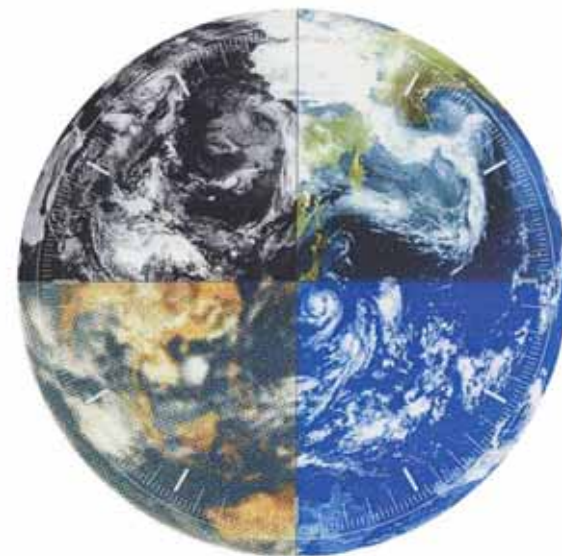


よりよい大気をめざして
自動車と燃料のさらなる挑戦

JCAP第5回成果発表会

未規制物質WG報告

2007年2月22日



1. WGの役割と目標

2. 微小粒子研究

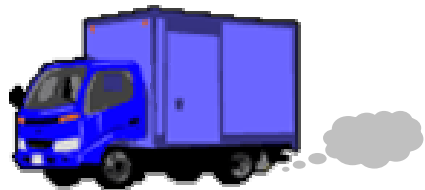
- 微小粒子測定法の研究
- 微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響

3. 未規制物質研究

- 未規制物質測定法の研究
- 未規制物質排出への自動車・燃料技術の影響

4. 研究結果まとめ

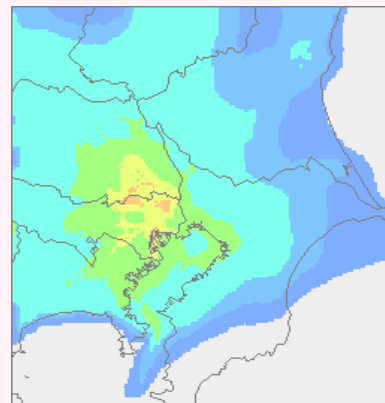
未規制物質WGの役割



エンジン排気



沿道



広域

PM(微小粒子含む)
未規制物質

SPM (微小粒子含む)
NOx

SPM
NOx・VOC・CO etc
(光化学反応等含む)

微小粒子の
ヒトへの
健康影響

未規制物質WG

大気企画WG
(大気モデル研究Gr)

生体影響調査WG

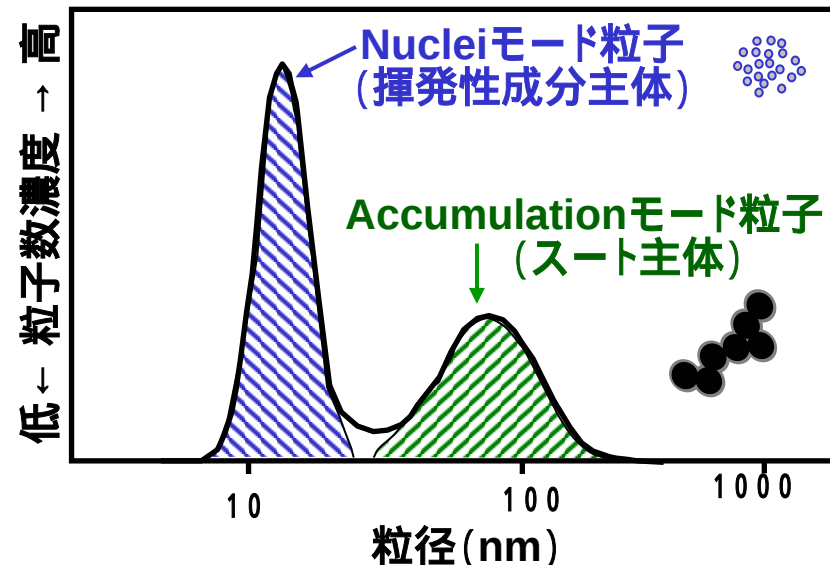
微小粒子・未規制物質の研究背景

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

1. 妥当性のある測定法がない

<例:微小粒子>

- **Nucleiモード粒子**
Accumulationモード粒子
の2種類の粒子生成 (右図)
- 微小粒子の粒径分布は
サンプリング条件により大きく変化



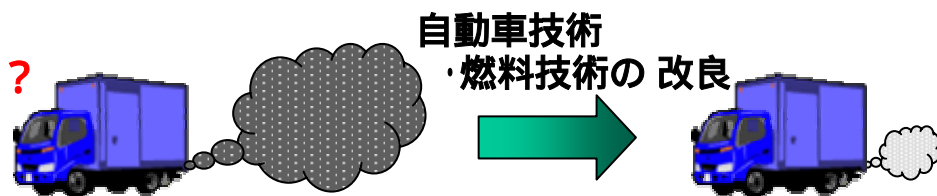
2. 排出実態が不明

<例:微小粒子>

- 粒子状物質(PM)排出重量は低減しているが、**粒子数も低減しているか?**

3. 微小粒子及び未規制物質を低減するための技術的知見が不足

- **排出ガス後処理装置**の有効性は?
- **燃料性状**の排出量への影響は?



等

未規制物質WGの目標及び計画

< 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

1. 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。
2. 排出ガス低減を目指した**自動車・燃料技術の影響**を明らかにする。

< 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				
		大気放出を再現する 実験室測定法検討		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	
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 の評価

1. WGの役割と目標

2. 微小粒子研究

- 微小粒子測定法の研究
- 微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響

3. 未規制物質研究

- 未規制物質測定法の研究
- 未規制物質排出への自動車・燃料技術の影響

4. 研究結果まとめ

微小粒子測定法の研究

大気放出時の粒径分布観測

追従走行試験



風洞試験

実験室における測定システム検討

実験室試験

微小粒子の希釈サンプ
リングシステムの導入と
その測定条件の設定



大気放出時の粒径分布を再現できる実験室測定法

微小粒子測定法の研究結果

大気放出後の微小粒子の粒径分布が
準安定な希釈領域を把握した

・微小粒子が準安定化する希釈領域

	希釈比
Nucleiモード粒子	約20以上
Accumulationモード粒子	約5以上

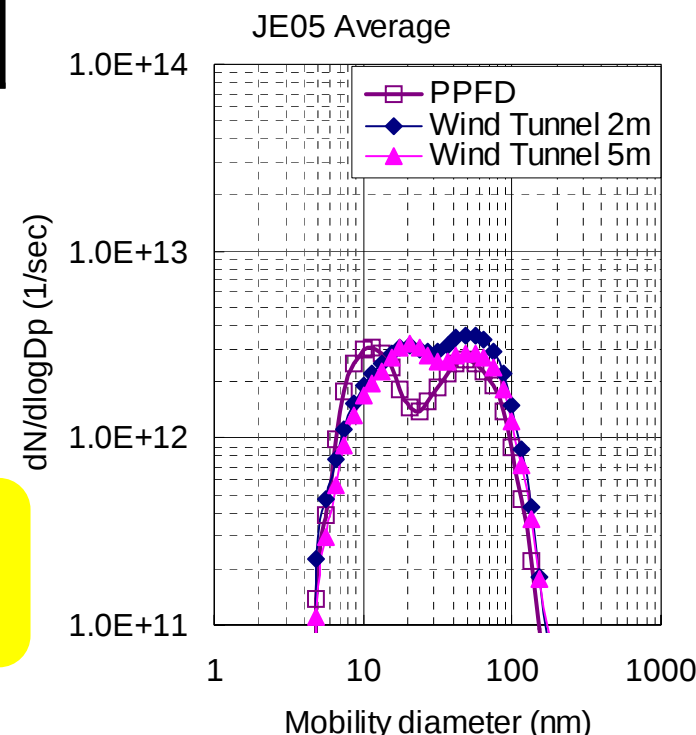
希釈サンプリング装置 (PPFD) の
希釈条件を設定

1段目希釈比	15 ~ 25
滞留時間 (秒)	1 ~ 2

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た (右図)

実験室で再現すべき
粒径分布

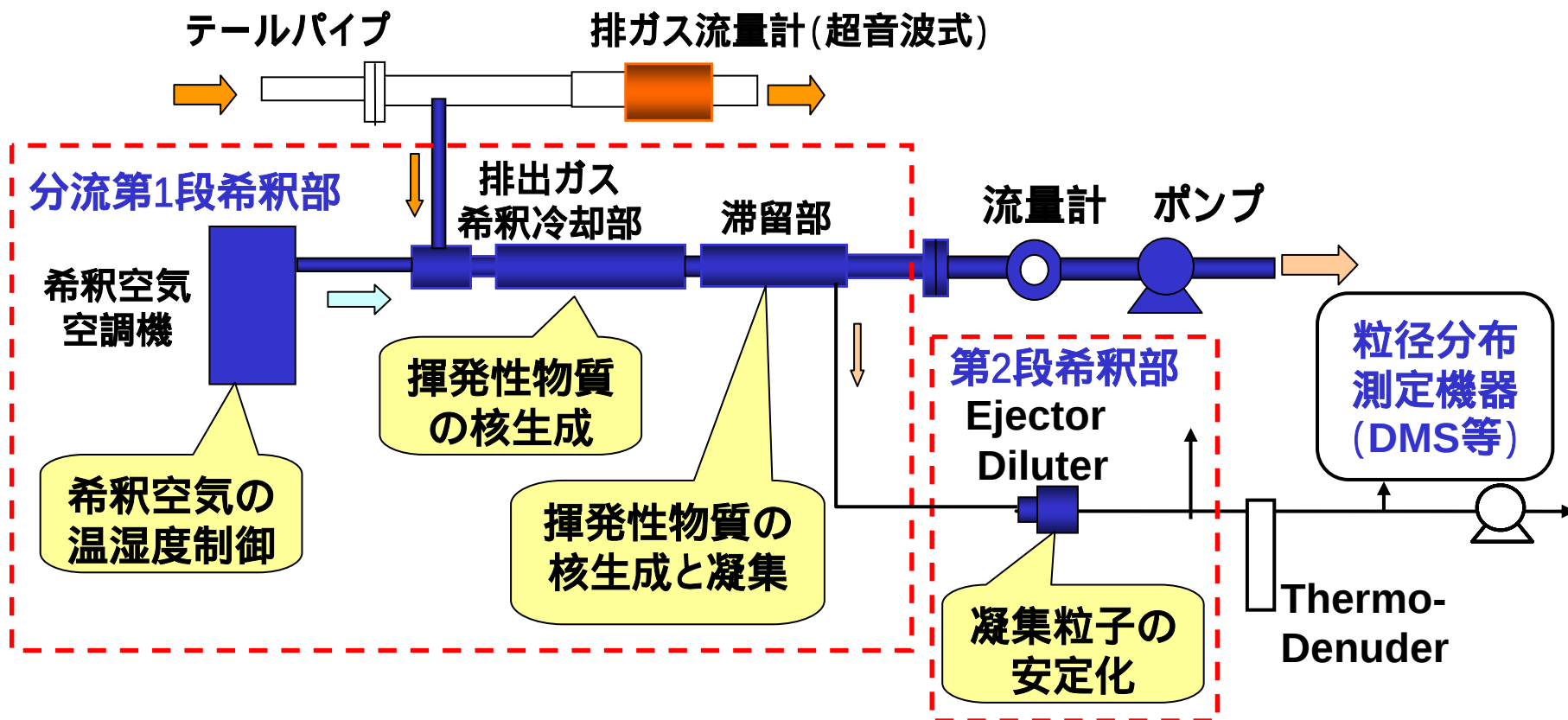
実験室測定結果と
風洞試験結果の比較



微小粒子測定システム

PPFD (Prototype Partial Flow Diluter)を用いた微小粒子測定システム

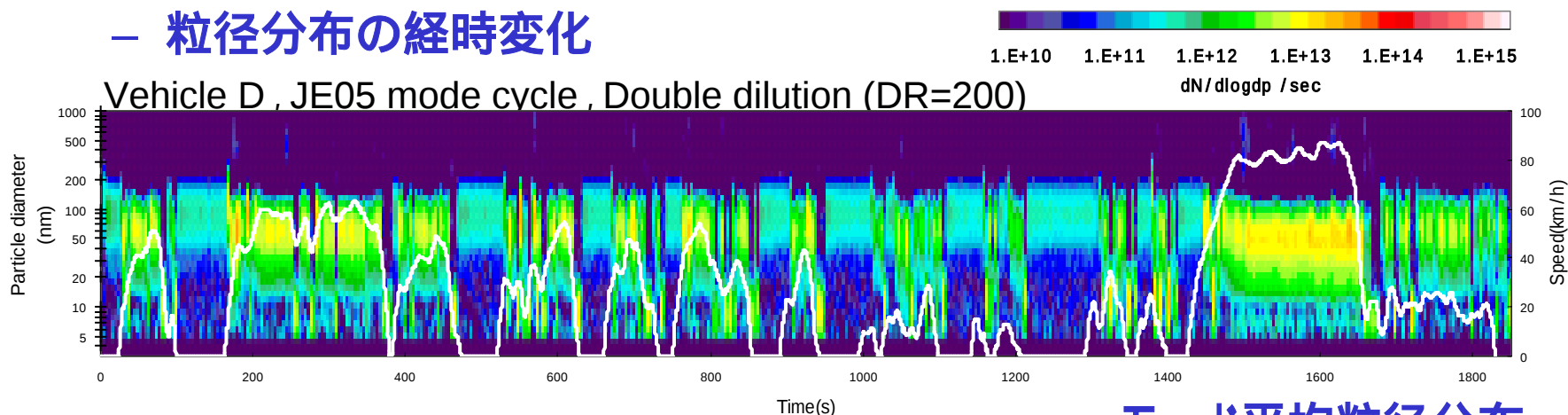
- 全粒子 (揮発性・不揮発性粒子共に含む) を測定可能
- 定常走行に限らず過渡走行時の瞬時の粒径分布も測定可能
 - PPFD 希釈条件 -
 - 希釈比 ~ 200 (1段目 ~ 20, 2段目 ~ 10), 滞留時間: 1 ~ 2sec



微小粒子の粒径分布測定結果例

ディーゼル車の過渡試験結果

粒径分布の経時変化



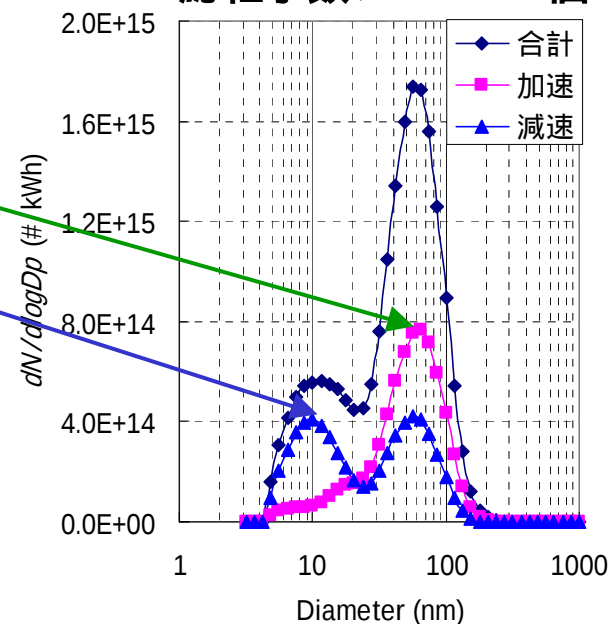
- 加速時にAccumulationモード粒子,
減速時にNucleiモード粒子が生成した。

測定条件

- 車両: 後処理無しディーゼル車(D車)
- 燃料: 標準軽油
- 試験モード: JE05モード (C/D)
- 希釈比 DR 200 (2段希釈)

モード平均粒径分布

総粒子数: 1.2×10^{15} 個/kWh



微小粒子測定システムの精度検証

PPFD 測定システムを用いたディーゼル車・ガソリン車のデータにより**測定精度**を検証した。

1×10^{13} 個/km程度以上なら高精度に**粒径分布**を測定可能

•**2段希釈**(DR 約200)で高精度測定可能

- ディーゼル: **後処理無し, DOC**
- ガソリン : **リーンバーンSIDI(L-SIDI)**

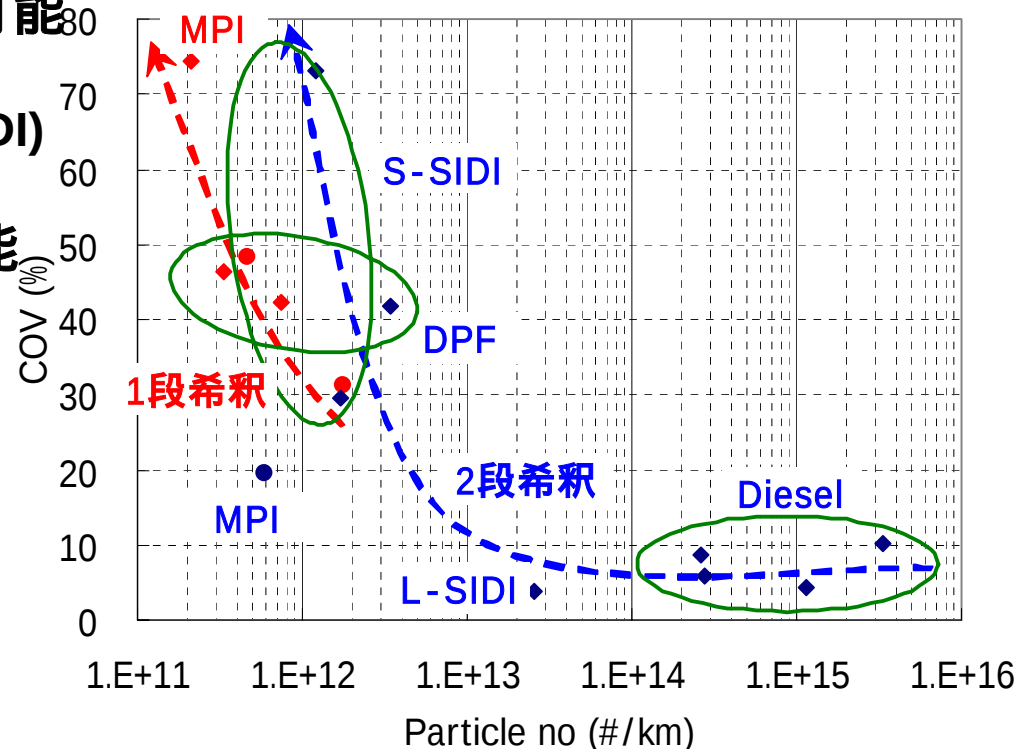
•**1段希釈**(DR 約20)でレベル把握可能

- ガソリン : **ストイキSIDI (S-SIDI)**

•**1段希釈**で測定限界付近

(測定装置 DMSのS/N限界)

- ディーゼル: **触媒DPF**
- ガソリン : **MPI**



1. WGの役割と目標

2. 微小粒子研究

- 微小粒子測定法の研究
- 微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響

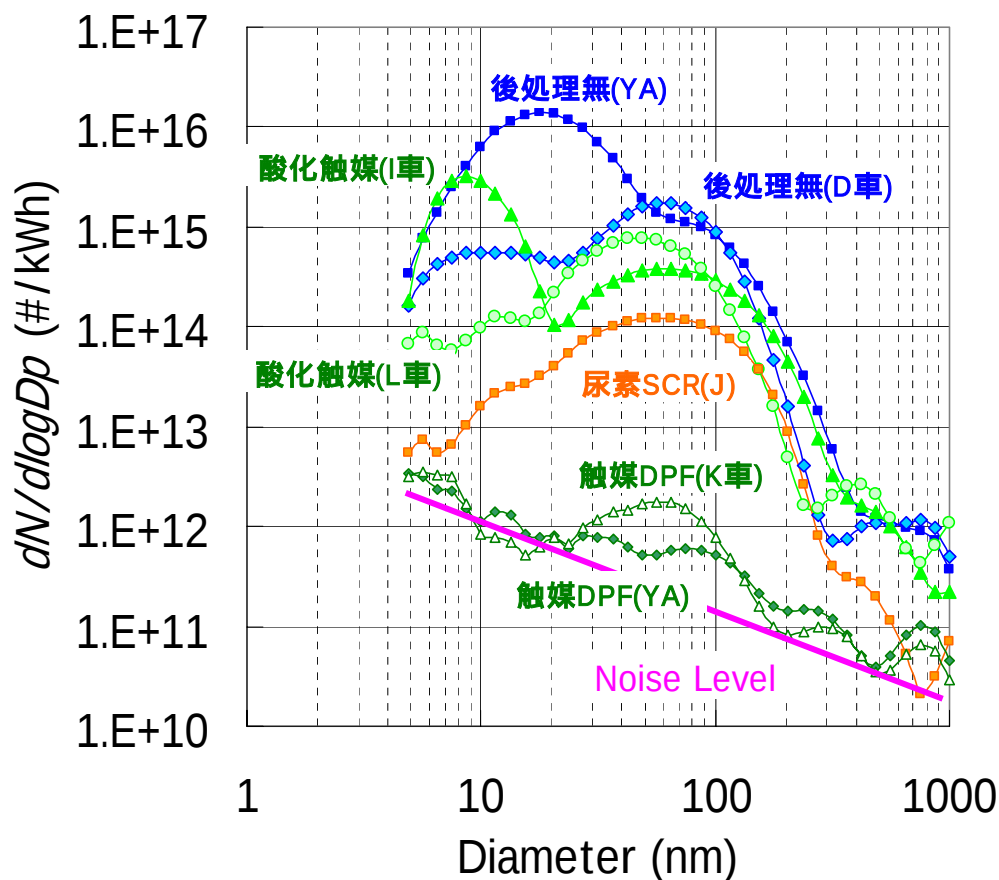
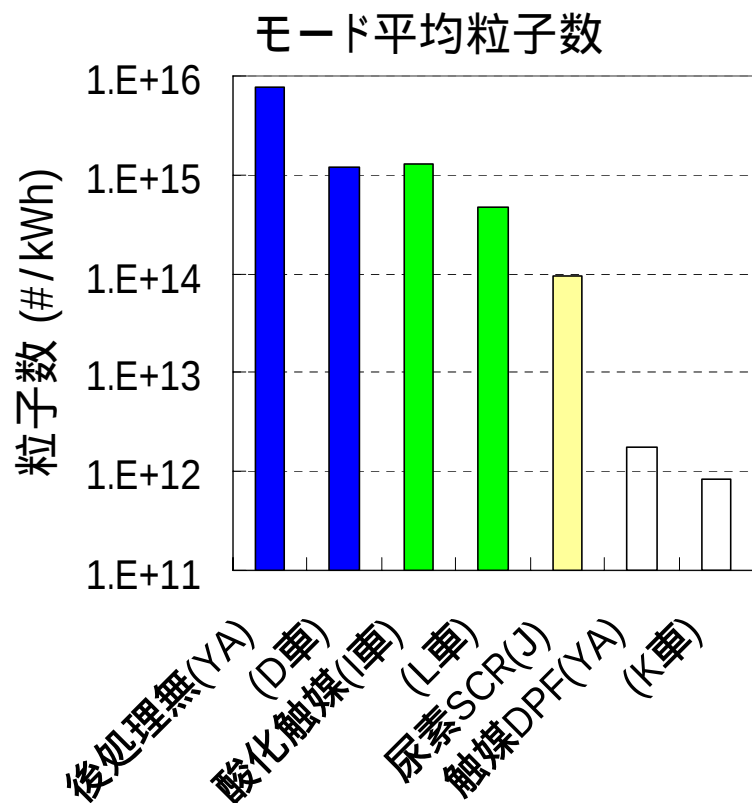
3. 未規制物質研究

- 未規制物質測定法の研究
- 未規制物質排出への自動車・燃料技術の影響

4. 研究結果まとめ

微小粒子排出への自動車技術の影響 - ディーゼル車

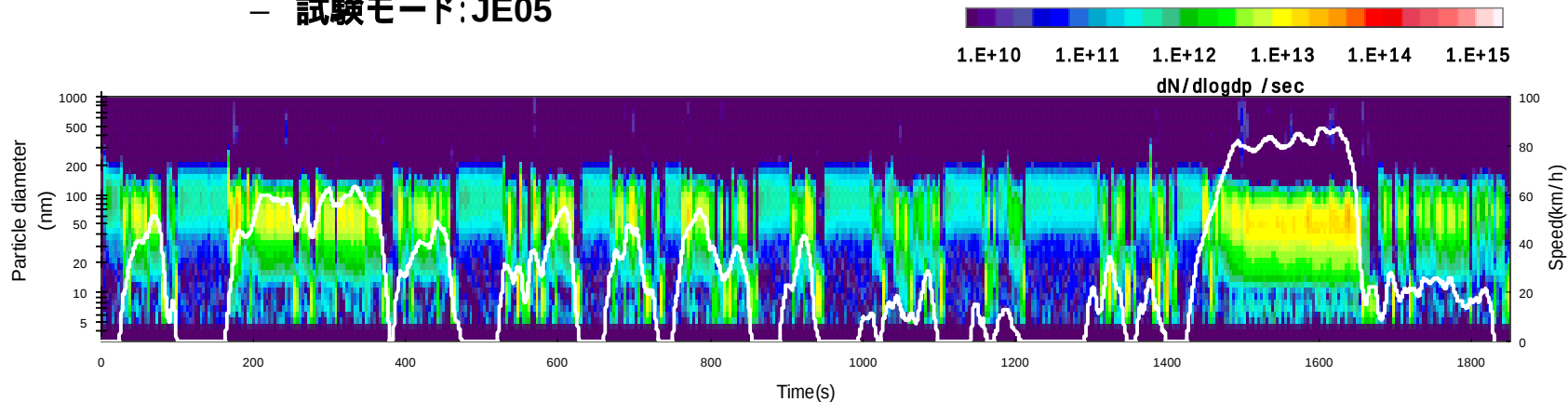
- ディーゼル車の粒子数及びその粒径分布
 - 後処理技術(酸化触媒, 尿素SCR, 触媒DPF)の比較
 - 試験モード: JE05



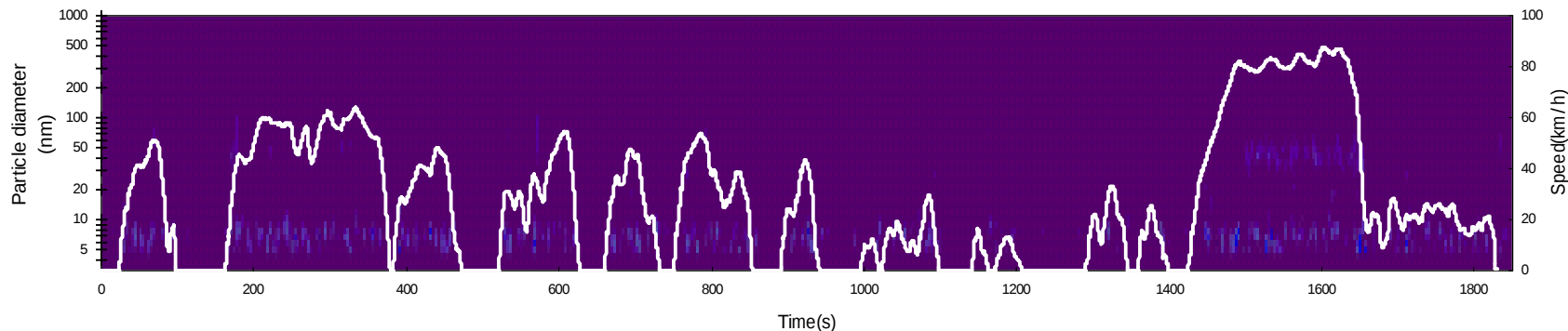
触媒DPFのディーゼル車微小粒子の排出低減効果

- 触媒DPFの効果の後処理無の場合と粒径分布の経時変化により比較
 - 後処理無の場合に観測された加速時のAccumulationモード粒子, 減速時のNucleiモード粒子が共に大きく低減された.
 - 測定条件
 - 後処理無(D車): 希釈比 200 (2段希釈)
 - 触媒DPF(K車): 希釈比 25 (1段希釈)
 - 試験モード: JE05

後処理無(D車)



触媒DPF(K車)



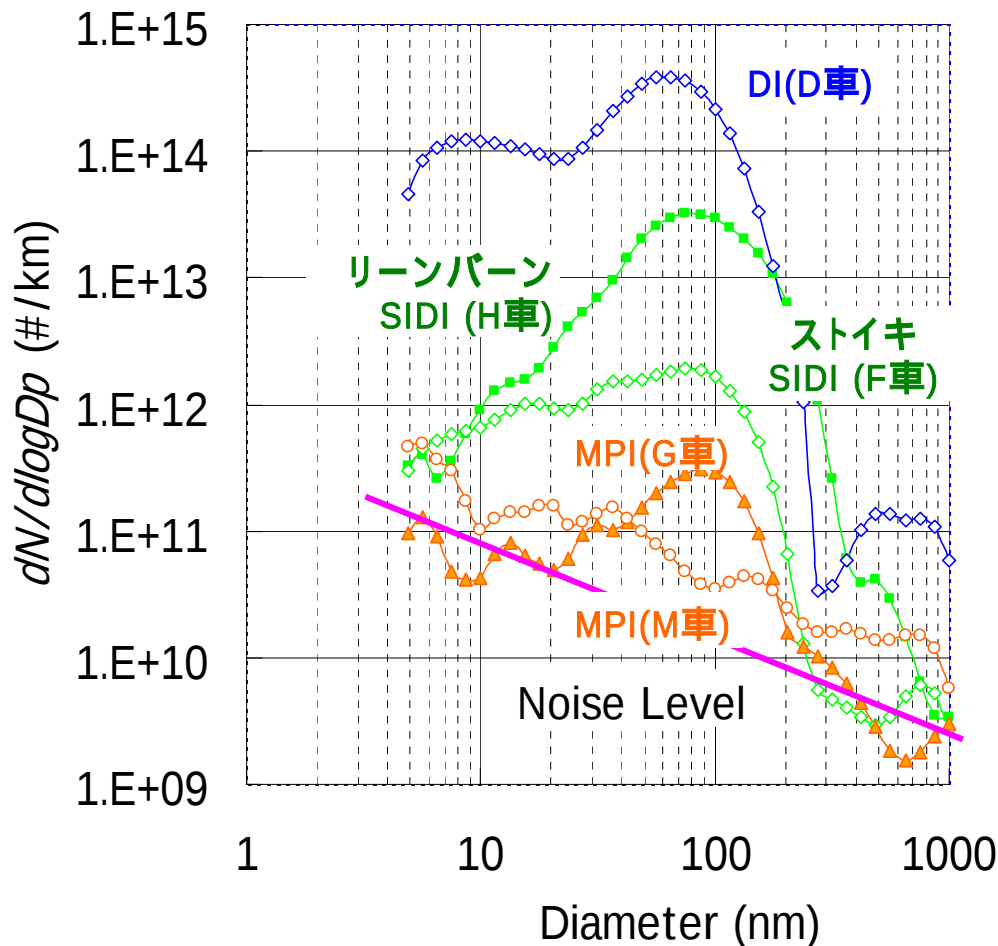
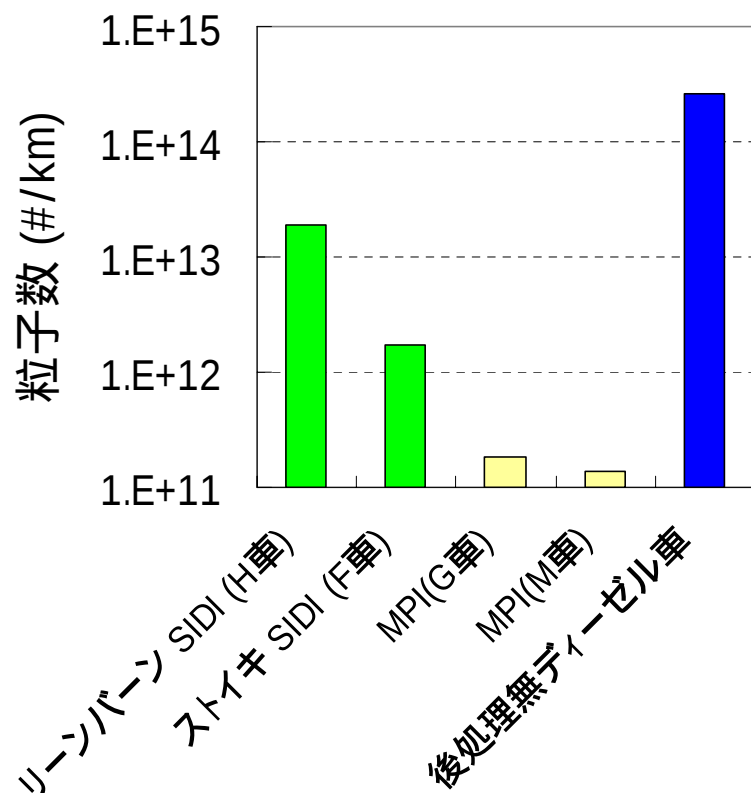
微小粒子排出への自動車技術の影響 - ガソリン車

ガソリン車の粒子数及びその粒径分布

- 燃焼方式(リーンバーン直噴, ストイキ直噴, MPI)の比較
(参考に 後処理無しディーゼル車(D車)を記載)

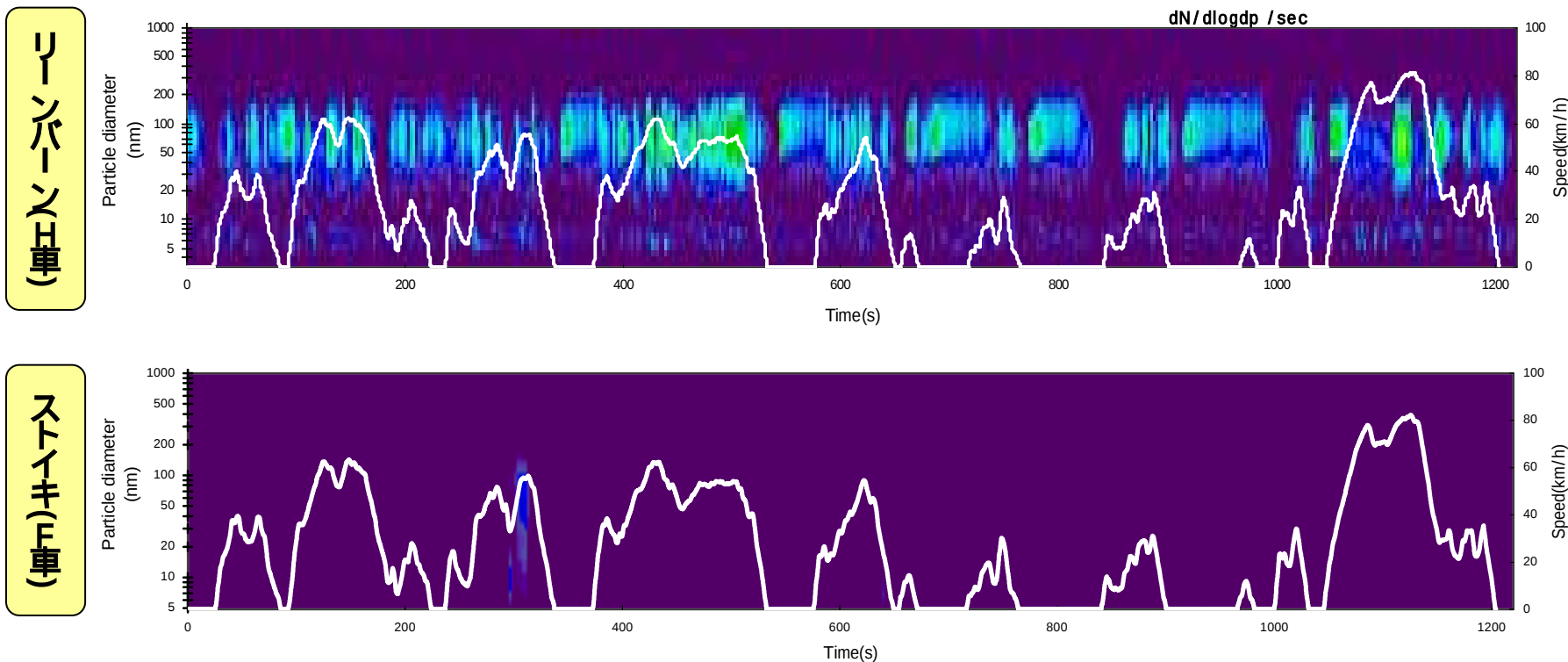
試験モード: JC08

モード平均粒子数



直噴ガソリン車の微小粒子排出比較

- 直噴ガソリン車の燃焼方式(ストイキ/リーンバーン)を粒径分布の経時変化により比較
 - どちらもNucleiモード粒子は観測されず, リーンバーンで観測された加速時のAccumulationモード粒子がストイキでは大きく低減されている.
 - 測定条件
 - リーンバーン(H車): 希釈比 200 (2段希釈)
 - ストイキ(F車): 希釈比 25 (1段希釈)
 - 試験モード: JC08



燃料影響の評価試験に用いた燃料

•軽油

< バイオ燃料混合の影響 >

FAME5%混合 (J2D47B)	
T90:	336.0
芳香族分:	16.6vol%

標準 (J2D46)	
T90:	332.8
芳香族分:	17.5vol%

T90軽質 (J2D41)	
T90:	298.0
芳香族分:	17.4vol%

< T90の影響 >

< 芳香族分の影響 >

低芳香族 (J2D43)	
T90:	336.0
芳香族分:	9.9vol%

•ガソリン

< バイオ燃料混合の影響 >

ETBE8%混合 (J2G58)	
T90:	148.5
芳香族分:	38.4vol%

標準 (J2G57)	
T90:	144.0
芳香族分:	40.2vol%

エタノール3%混合 (J2G66)	
T90:	148.5
芳香族分:	40.9vol%

< 芳香族分の影響 >

高芳香族 (J2G63)	
T90:	146.5
芳香族分:	46.2vol%

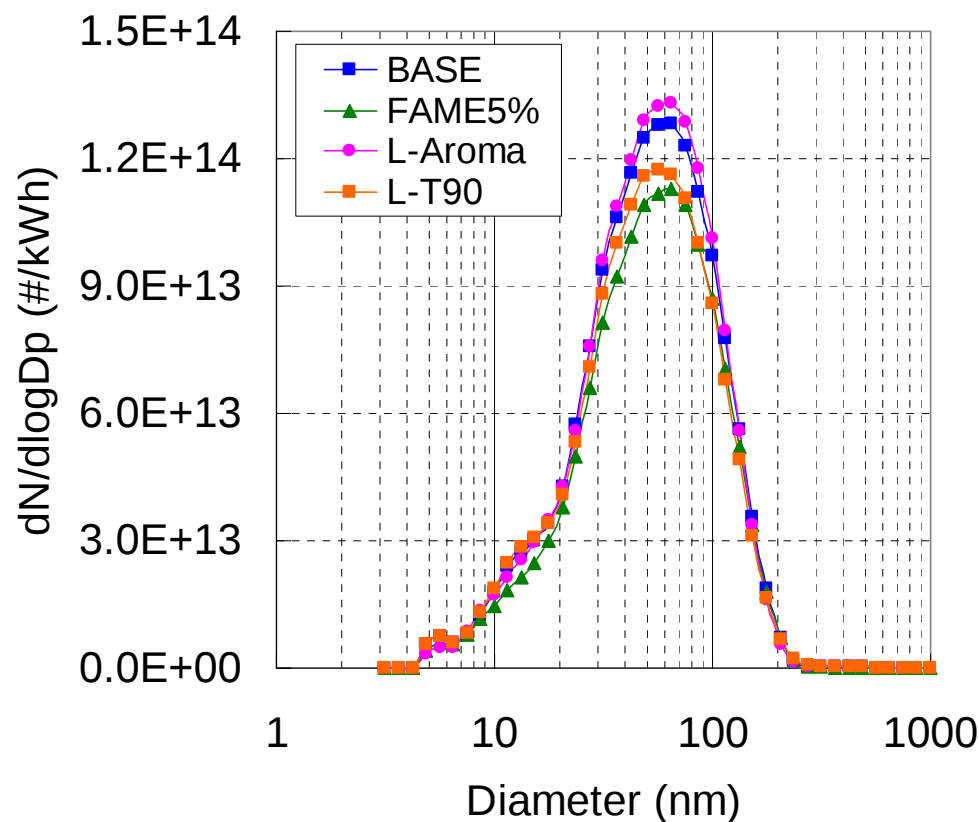
微小粒子排出への軽油の影響 - 尿素SCRエンジン

• 尿素SCR (J エンジン) への燃料影響評価試験結果

- 微小粒子の粒子数及びその粒径分布は
燃料の違いの大きな影響は認められなかった。

– 試験条件

- 試験エンジン:
尿素SCR(Jエンジン)
- 試験モード: JE05
- 試験燃料
 - Base: 標準軽油
 - FAME5%混合軽油
 - L-Aroma: 低芳香族軽油
 - L-T90: 低T90軽油



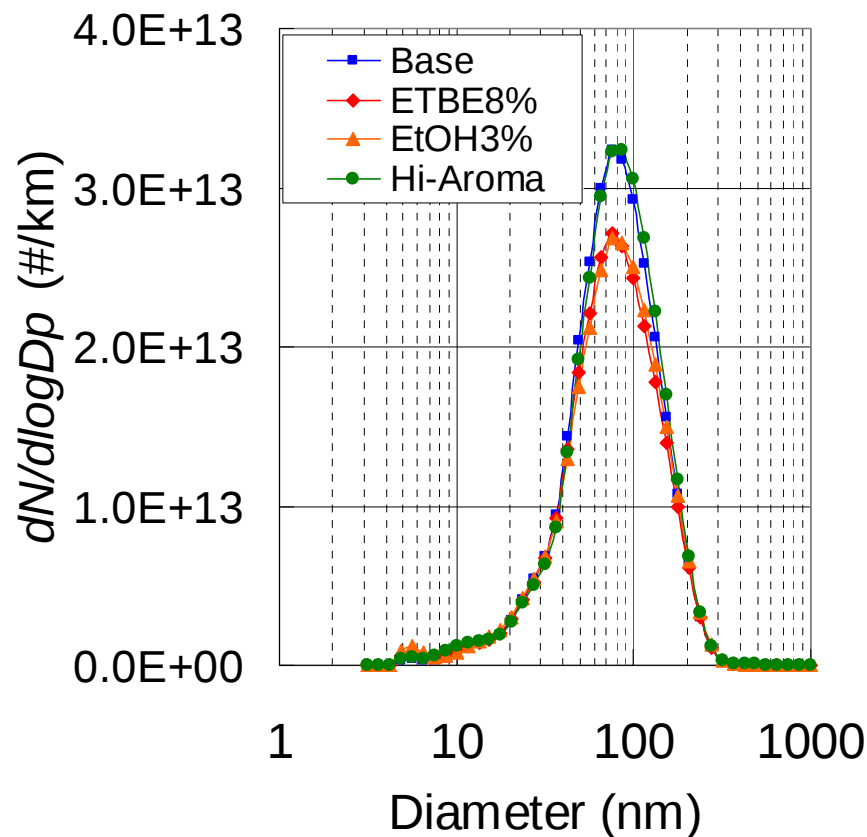
微小粒子排出へのガソリンの影響 - リーンバーンSIDI車

• リーンバーンSIDI車 (H車) への燃料影響評価試験結果

- 微小粒子の粒子数及びその粒径分布は燃料の違いの大きな影響は認められなかった。

– 試験条件

- 試験車両:
リーンバーンSIDI(H車)
- 試験モード: JC08
- 試験燃料
 - Base: 標準ガソリン (プレミアム)
 - ETBE8%混合
 - EtOH3%混合
 - Hi-Aroma: 高芳香族



微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響評価

• 自動車技術評価

- **ディーゼル車**から排出される微小粒子については、最新の排ガス後処理システム(尿素SCR, 触媒DPF)により、nuclei/accumulationモードともに粒子数は大きく低減された。
- **ガソリン車**から排出される微小粒子について、nucleiモード粒子は観測されなかった。ストイキ直噴車、MPI車に比べリーンバーン直噴車から排出されるaccumulationモードの粒子数は比較的高かった。今後生成メカニズムの解明などが必要と思われる。

• 燃料技術評価

- **バイオ燃料混合、燃料性状の変化**については、ディーゼル車、ガソリン車共に、今回の試験範囲では微小粒子排出への影響を殆ど及ぼさなかった。

1. WGの役割と目標

2. 微小粒子研究

- 微小粒子測定法の研究
- 微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響

3. 未規制物質研究

- 未規制物質測定法の研究
- 未規制物質排出への自動車・燃料技術の影響

4. 研究結果まとめ

未規制物質測定法の検討

- JCAP で確立した分析手法を拡張し測定対象を拡大した

	未規制物質測定対象	測定方法	測定対象数	
			JCAP 5物質	JCAP 15物質
炭化水素類 (HCs)	1,3-Butadiene Benzene Toluene Xylene Ethylbenzene 1,3,5-Trimethyl-benzene n-Hexane Styrene	バッグ捕集 - GC/FID法	2	8
アルデヒド類	Formaldehyde Acetaldehyde Acrolein Benzaldehyde	DNPHカートリッジ捕集 - HPLC/UVD法	2	4
多環芳香族 炭化水素類 (PAHs)	Benzo(a)pyrene Benzo(b)fluoranthene Benzo(k)fluoranthene	フィルター捕集 - 溶媒抽出 - HPLC/FLD法 (ディーゼルのみ)	1	3

- － 上記分析方法の精度は国内外を調査しトップレベルにあることを確認した。

1. WGの役割と目標

2. 微小粒子研究

- 微小粒子測定法の研究
- 微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響

3. 未規制物質研究

- 未規制物質測定法の研究
- 未規制物質排出への自動車・燃料技術の影響

4. 研究結果まとめ

ガソリン車の未規制物質排出測定結果 (1)

排出ガス規制対応技術の効果

- 排出ガス規制に対応した自動車・燃料技術対策の進展により未規制物質の排出量は低減している

試験結果の一例

試験車両:

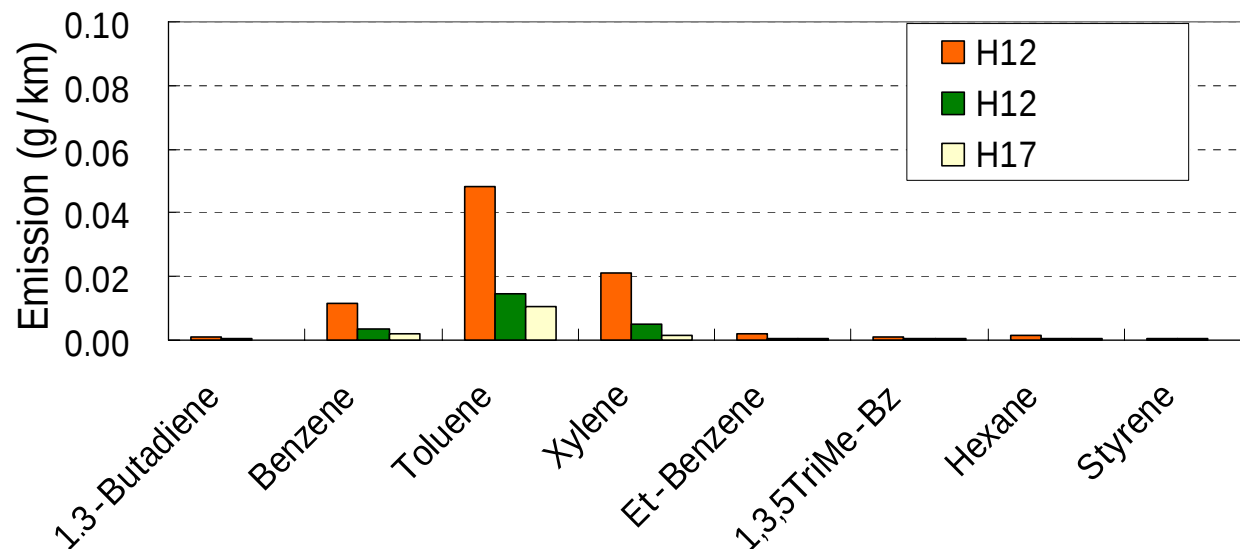
H12: H12規制(MPI M車)

H12 : H12規制75%低減(リーンバーンSIDI H車)

H17 : H17規制50%低減(ストイキSIDI F車)

試験モード: JC08 Cold

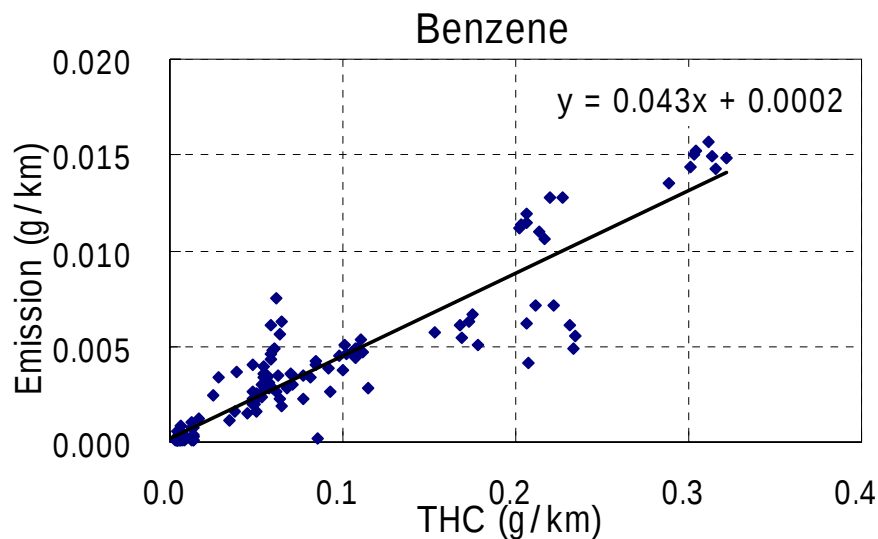
炭化水素類



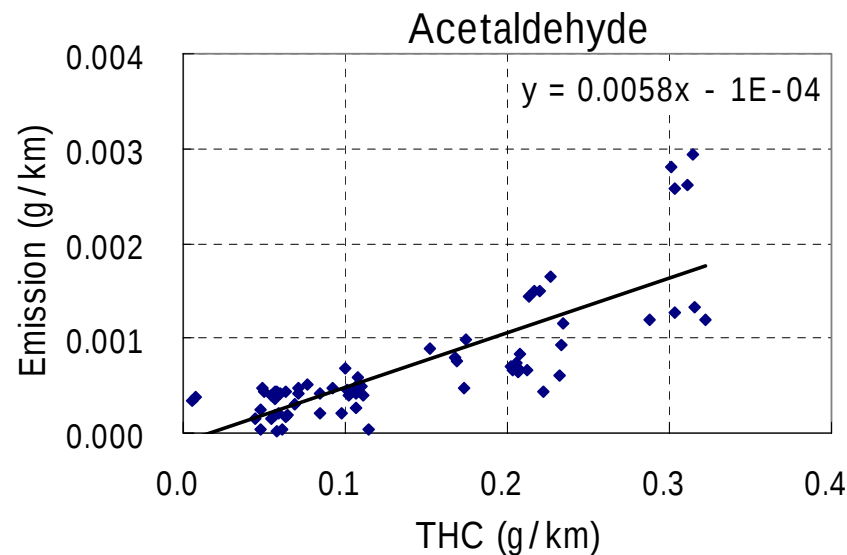
ガソリン車の未規制物質排出測定結果 (2)

- 未規制物質と規制排出物質(THC)の排出量の相関
 - ベンゼン等の炭化水素類, ホルムアルデヒド等のアルデヒド類はTHCの排出量削減に伴い排出量は減少した.

炭化水素類の例



アルデヒド類の例



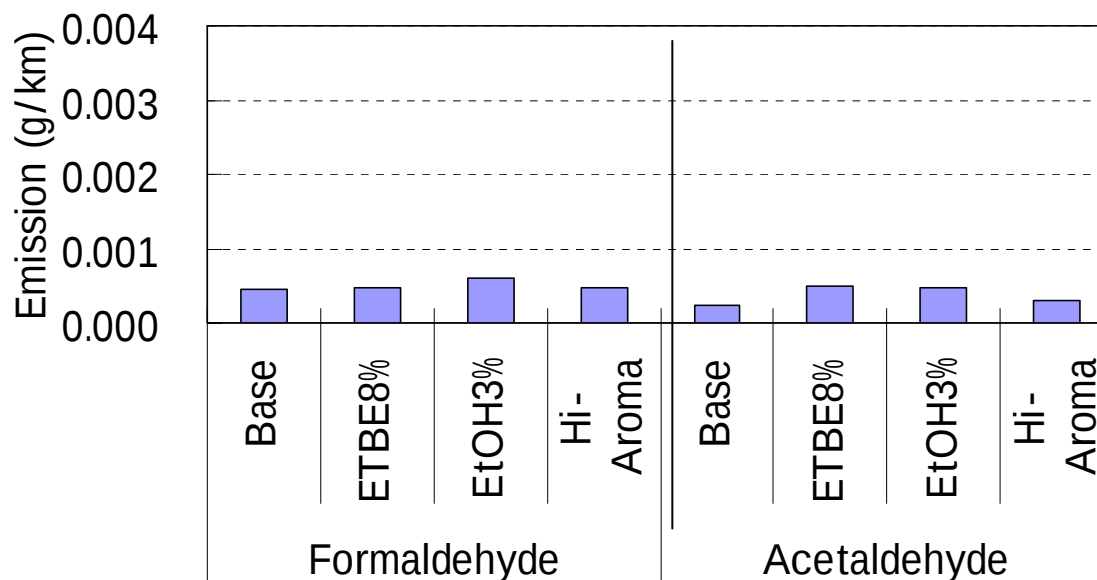
未規制物質排出へのガソリン性状の影響

• アルデヒド類排出への燃料の影響

- 最新リーンバーンSIDIガソリン車において、ETBEやEtOHの混合によりアセトアルデヒドの増加傾向が見られた

• 試験条件

- 試験車両：リーンバーンSIDI車(H車) H12年規制
- 試験モード：JC08 Cold



ディーゼル車からの未規制物質排出測定結果(1)

排出ガス規制対応技術の効果比較

- 新短期規制以降の後処理システム(**酸化触媒**, **触媒DPF**, **尿素SCR**)で未規制物質の排出量は大きく低減している

- システムを共通に構成する**酸化触媒の効果**と考えられる

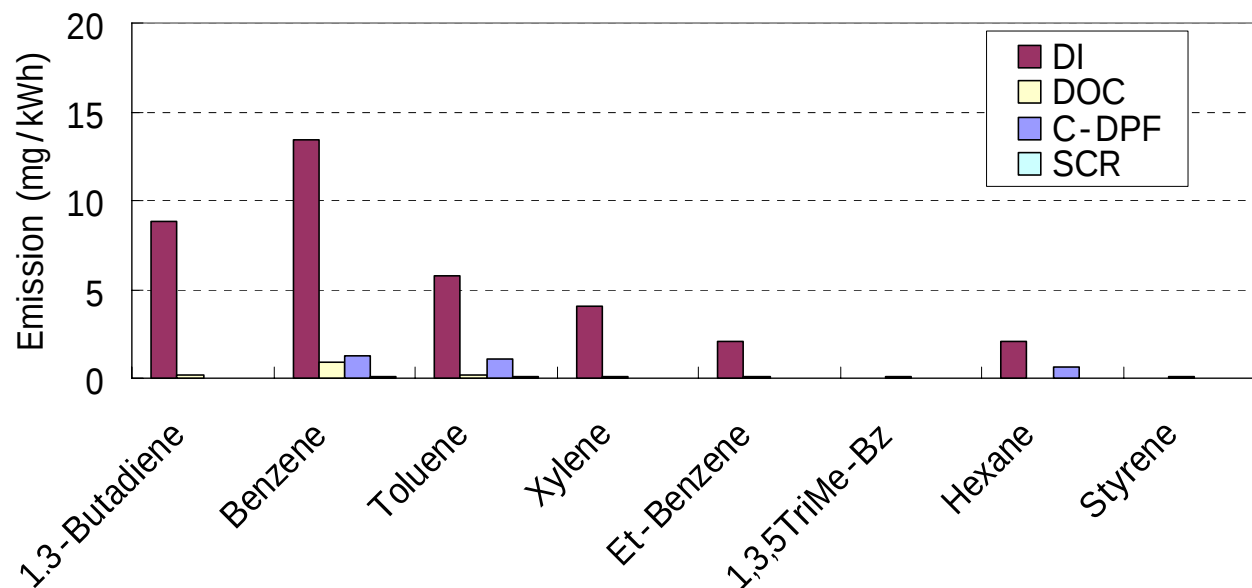
試験車両・エンジン:

DI: 後処理無(H10規制 D車), DOC: 酸化触媒 (H15規制75%低減 L車),

C-DPF: 触媒DPF (H15規制85%低減 K車), SCR: 尿素SCR (H17規制 Jエンジン)

試験モード: JE05モード

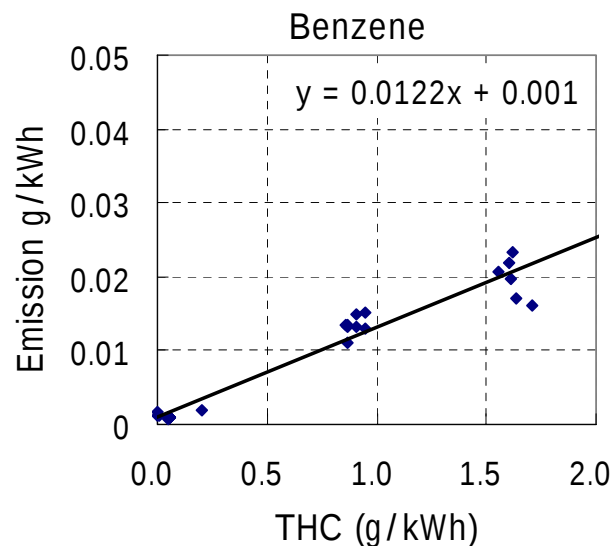
炭化水素類



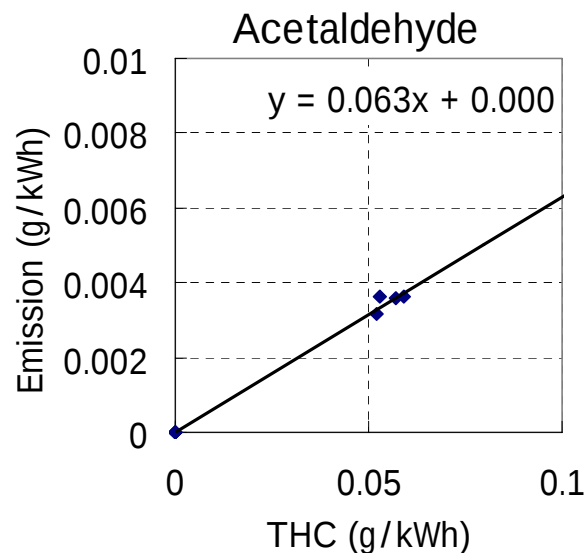
ディーゼル車からの未規制物質排出測定結果(2)

- 未規制物質と規制物質(THC, PM)の排出量相関
 - ベンゼン等の炭化水素類, ホルムアルデヒド等のアルデヒド類はTHCの, ベンゾ(a)ピレン等多環芳香族炭化水素類はPMの排出量削減に伴い排出量は減少した.

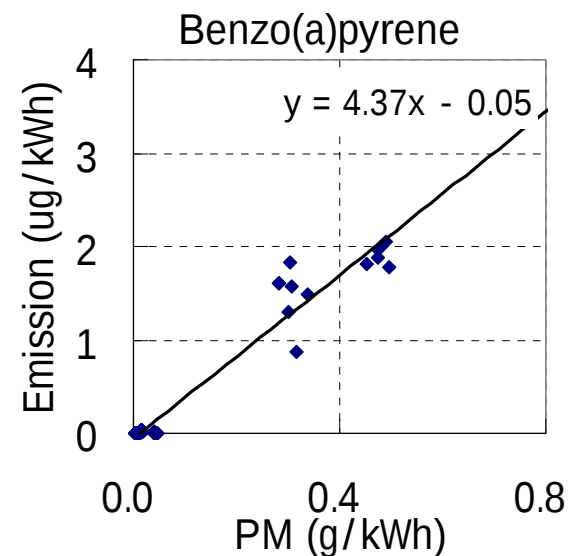
炭化水素類の例



アルデヒド類の例



多環芳香族炭化水素類の例



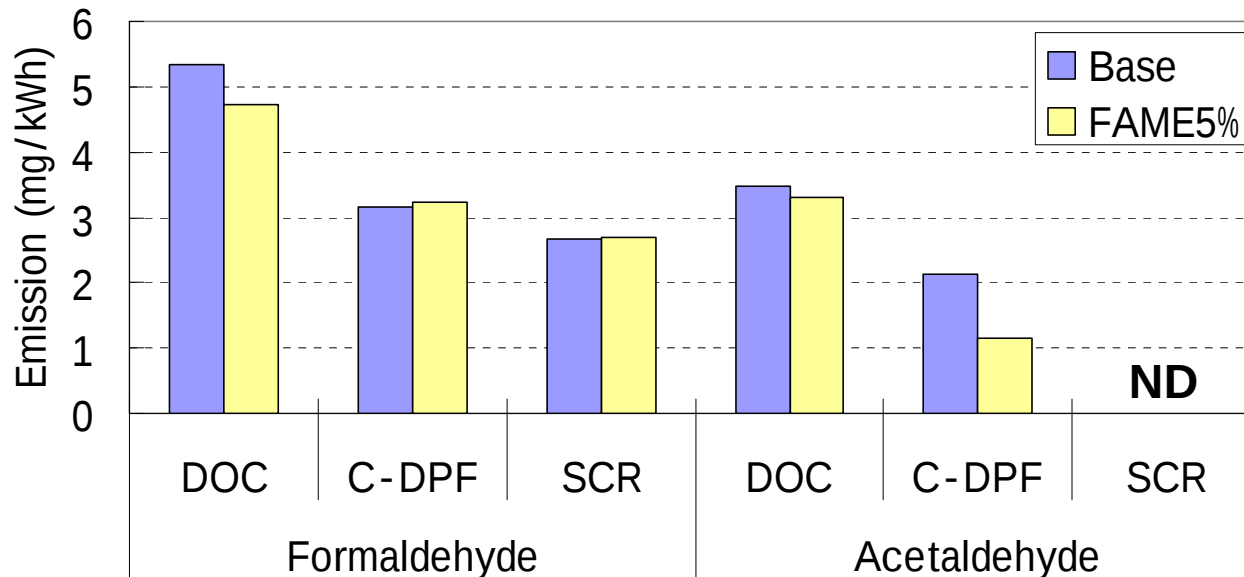
未規制物質排出への軽油性状の影響

アルデヒド類排出へのバイオ燃料混合の影響

- 後処理を装着した車両やエンジンにおいてFAME5%混合軽油によるアルデヒド類の有意な増加は見られなかった

測定条件

- 試験エンジン・車両:
DOC: 酸化触媒 (H15規制75%低減 L車),
C-DPF: 触媒DPF (H15規制85%低減 K車),
SCR: 尿素SCR (H17規制 Jエンジン)
- 試験モード: JE05



- 自動車技術評価

- 未規制物質は、規制排出物(THCあるいはPM) の排出量との相関が高かった。
- 最新の排ガス規制に対応した排出ガス低減技術により未規制物質の排出量は低減された。

- 燃料技術評価

- バイオ燃料混合を含む組成の異なる燃料を評価し、本研究の範囲では未規制物質排出量に大きな影響は認められなかった。

1. WGの役割と目標

2. 微小粒子研究

- 微小粒子測定法の研究
- 微小粒子排出への自動車・燃料技術の影響

3. 未規制物質研究

- 未規制物質測定法の研究
- 未規制物質排出への自動車・燃料技術の影響

4. 研究結果まとめ

未規制物質WG 研究結果まとめ

- 微小粒子の粒径分布の測定法，未規制物質の対象を拡大した測定法を検討し，最新の低排出ガス車両に対して十分評価可能な測定法を確立した．
- 排出ガス規制に対応した自動車・燃料技術の進展により，微小粒子・未規制物質の排出は大きく低減されていることが明らかになった．
- バイオ燃料混合を含む組成の異なる燃料を評価し，微小粒子・未規制物質の排出量に大きな影響は認められなかった．