

10

ガソリン直噴車における個体粒子の粒径分布評価



環境研究部

※志村 渉

奥井 伸宜

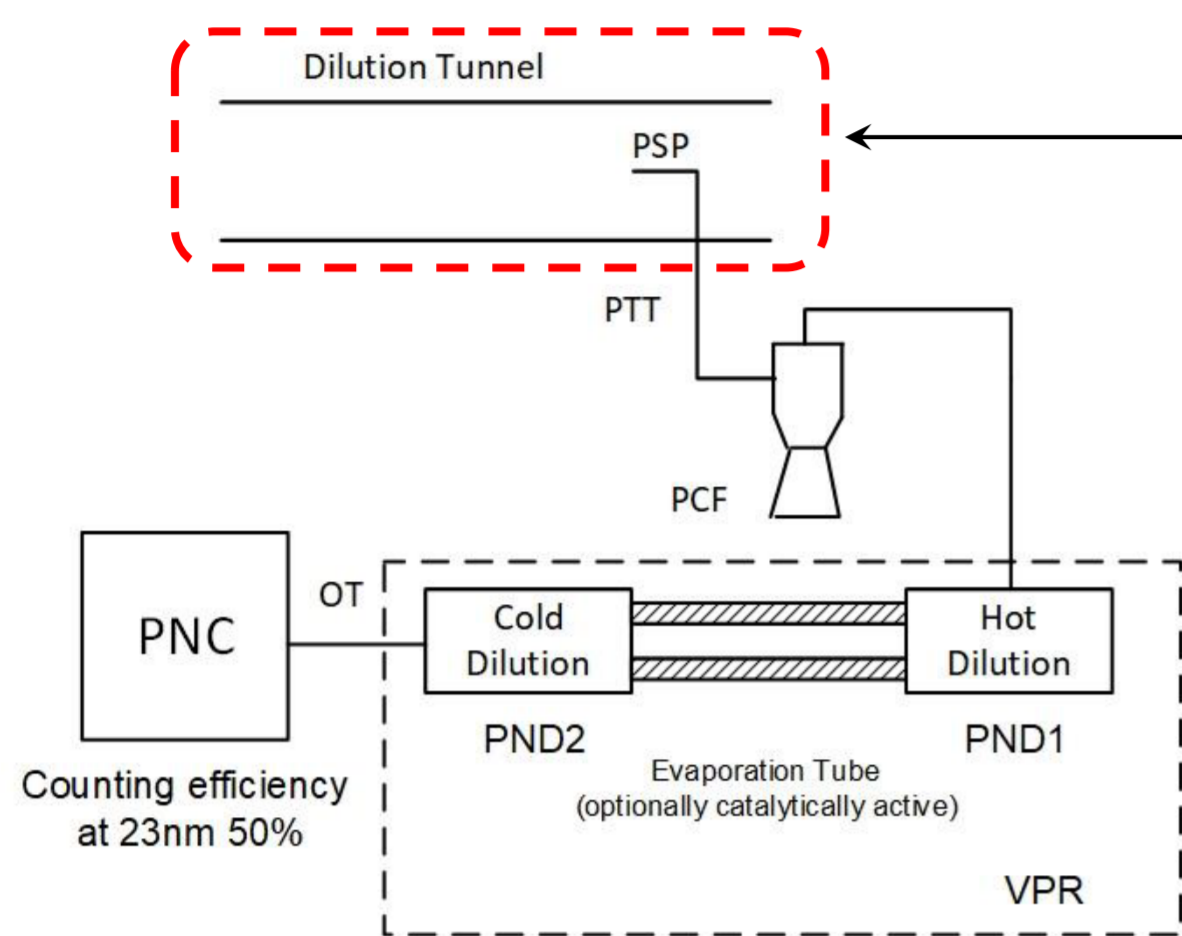
背景

国連の自動車基準調和世界フォーラム(WP29)では、軽・中量車の路上走行試験(RDE試験)におけるPN評価法や重量車のテールパイプ直下におけるPN計測法に関する国際基準調和活動が行われており、**ダイレクトサンプリングによるPN計測法の重要性が高まっている**。

RDE: Real Driving, PN: Particle Number

シャシダイ試験とRDE試験におけるPN評価法の違い

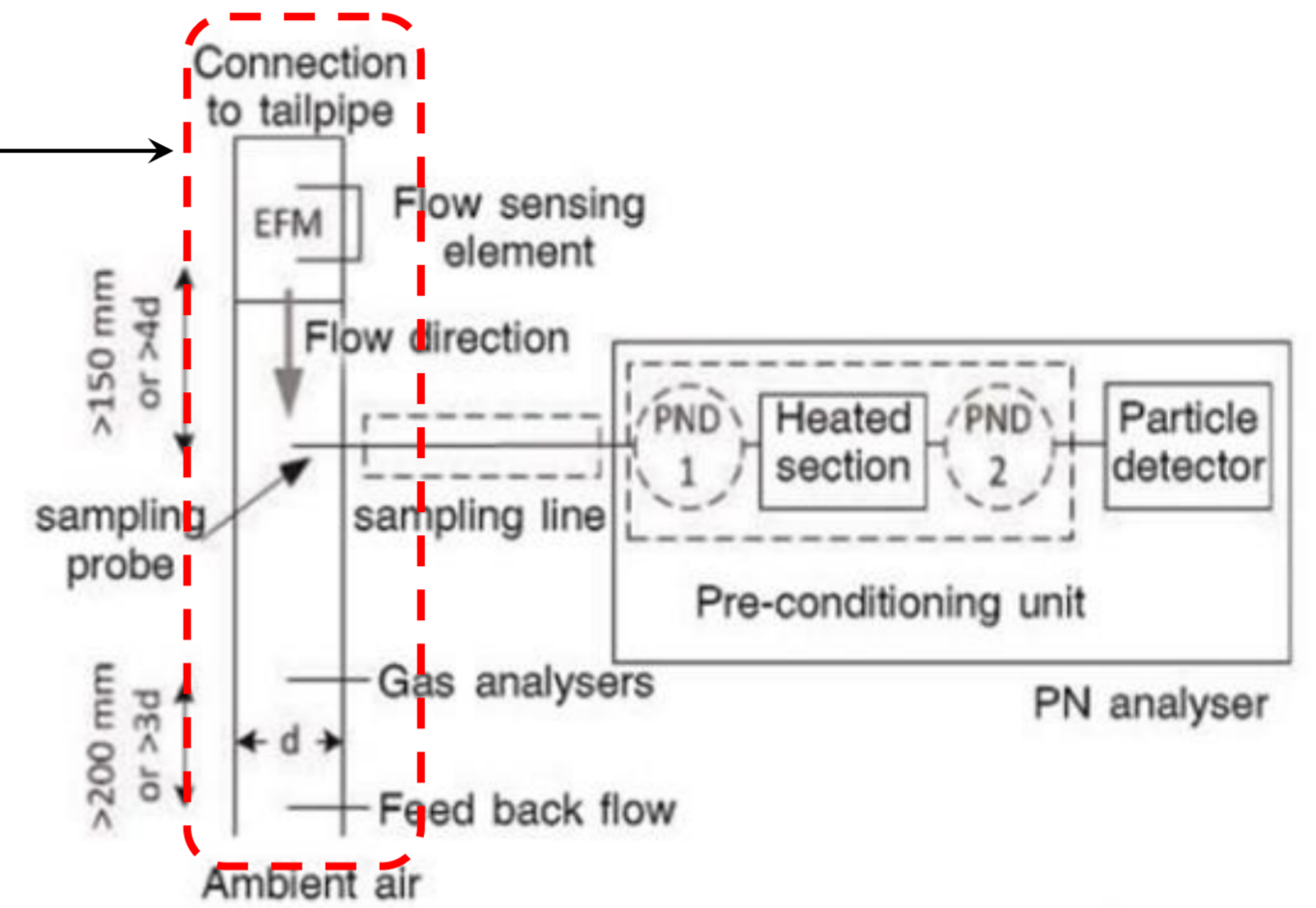
排ガスサンプリング位置



シャシダイ試験におけるPN評価システム⁽¹⁾
(1)GTR 15 Amendment 6

シャシダイ試験: 希釈トンネル(ダイリュートサンプリング)
RDE試験: テールパイプ直下(ダイレクトサンプリング)

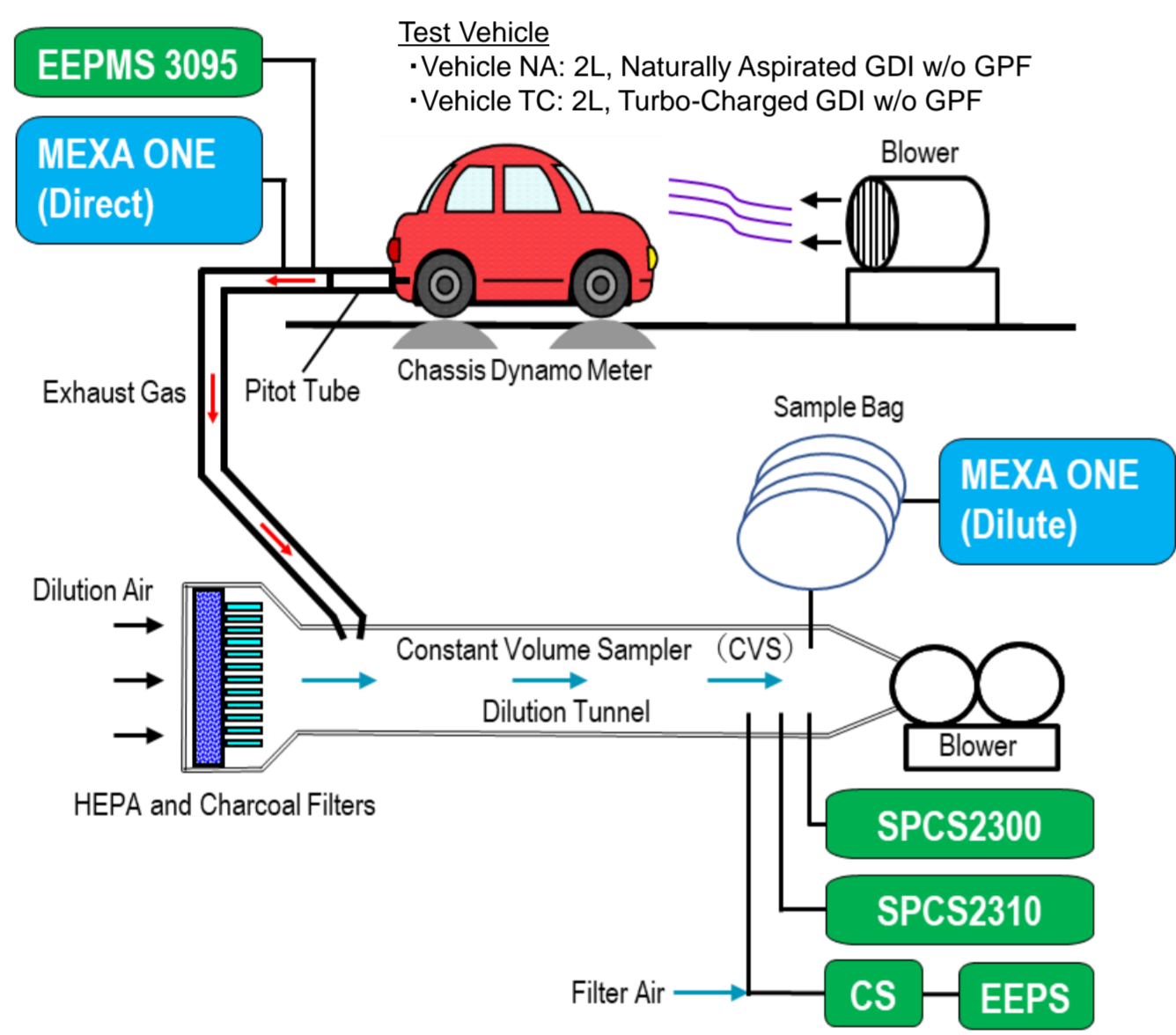
テールパイプと希釈トンネルの間において、
・熱泳動、拡散、衝突による粒子損失
・粒子の凝集
・水蒸気等の凝縮
・二次粒子の発生
等により、排ガス中の粒子の状態が変化
⇒ **サンプリング位置によりPNは異なる**



RDE試験におけるPN評価システム(PN-PEMS)⁽²⁾
(2)RDE-UNR Draft

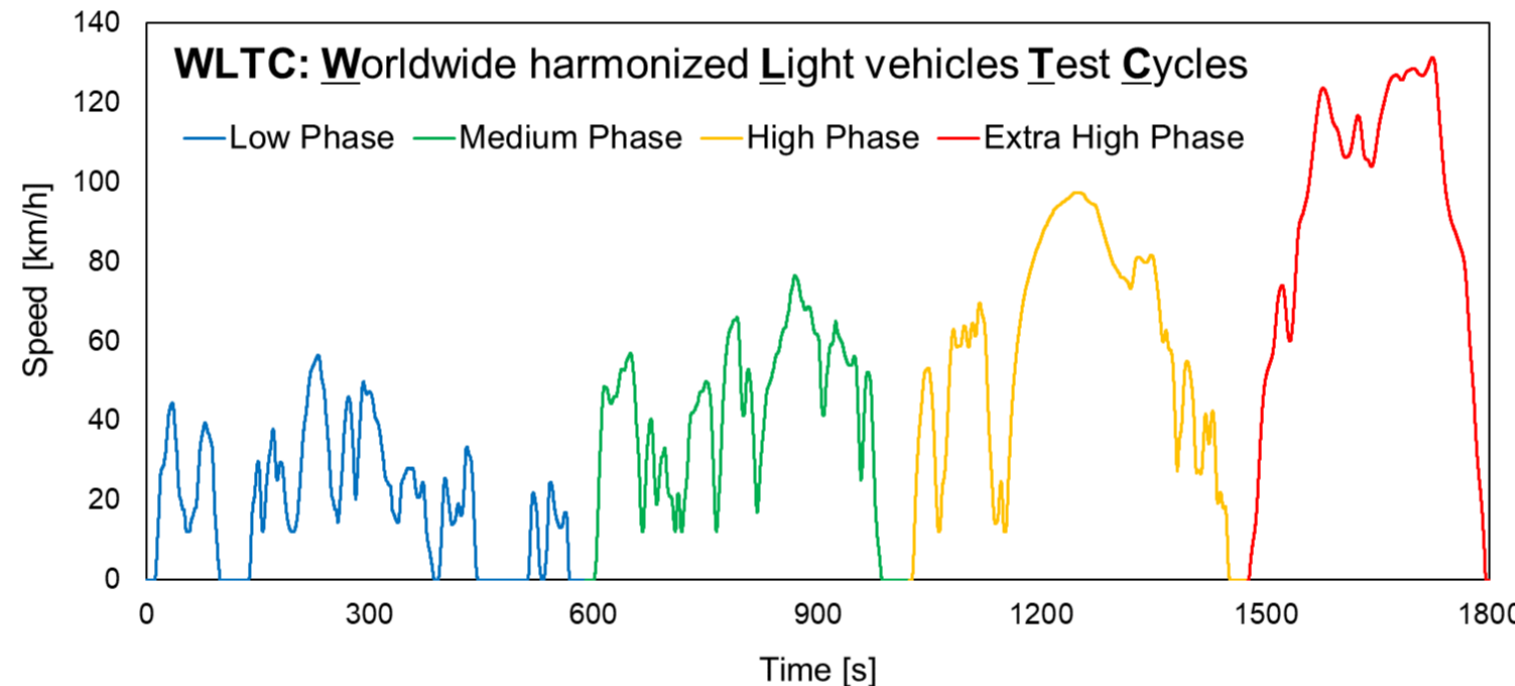
希釈トンネルとテールパイプ直下におけるPN排出量および粒径分布を同時計測し、サンプリング位置の違いがPN排出量の評価結果に与える影響について検討した。

実験装置・実験条件

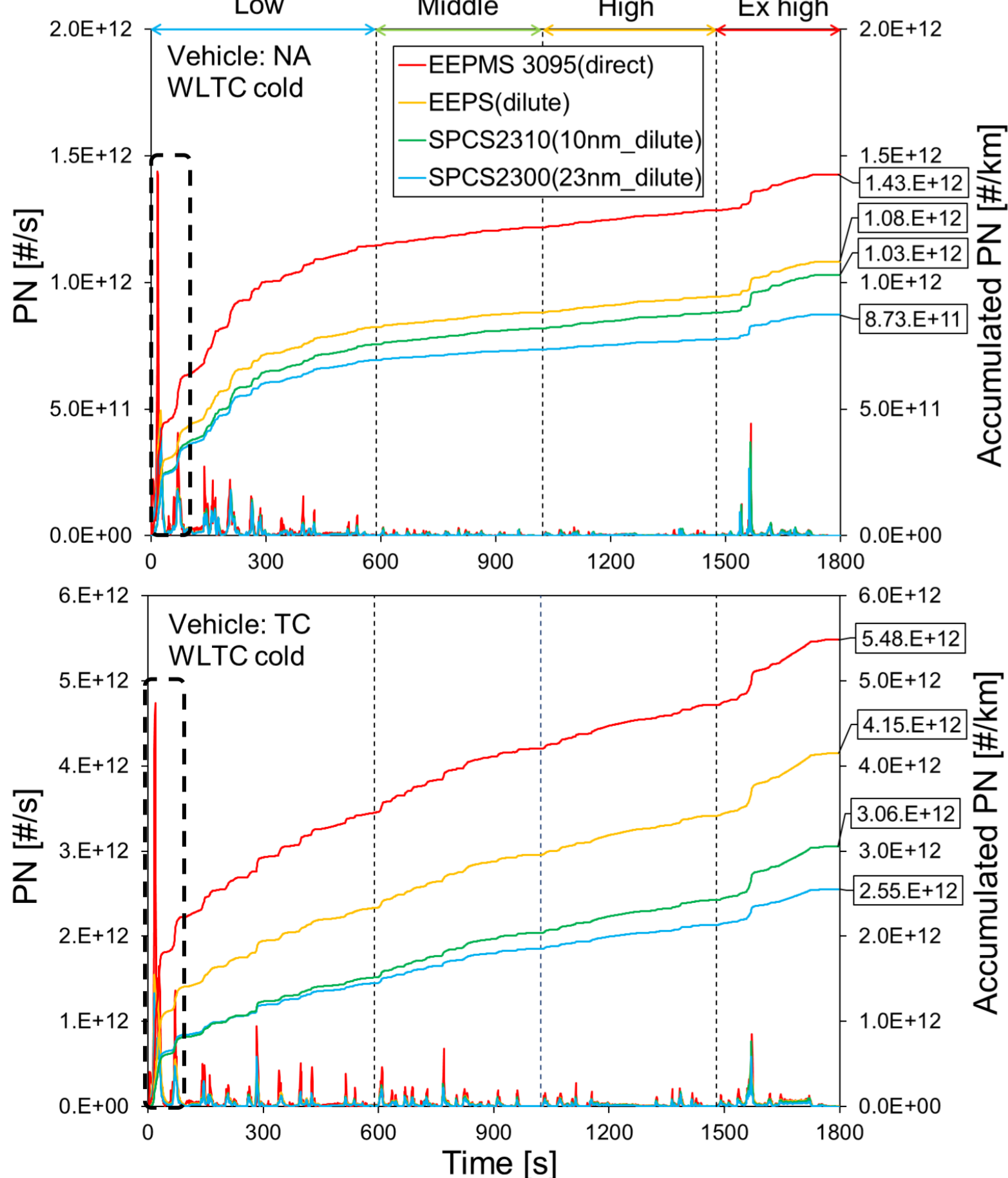


PN analyzer	EEPMs 3095 (Particle Sizer)	EEPS (Particle Sizer)	SPCS2300 (Particle Counter)	SPCS2310 (Particle Counter)
Manufacturer	TSI	TSI	HORIBA	HORIBA
Particle size range	5.6 - 560 nm	5.6 - 560 nm	23 nm - 2.5 μm	10 nm - 2.5 μm
PN Detector	Diffusion Charger	Diffusion Charger	Condensation Particle Counter	Condensation Particle Counter
VPR (Temperature)	Catalytic Stripper (350°C)	external Catalytic Stripper (350°C)	Evaporation Tube (350°C)	Catalytic Stripper (350°C)
Sample Flow	0.25 - 5 L/min (Depend on Dilution Factor)	10 L/min	10 L/min	10 L/min

Test cycle: WHTC(4-Phases) Cold start

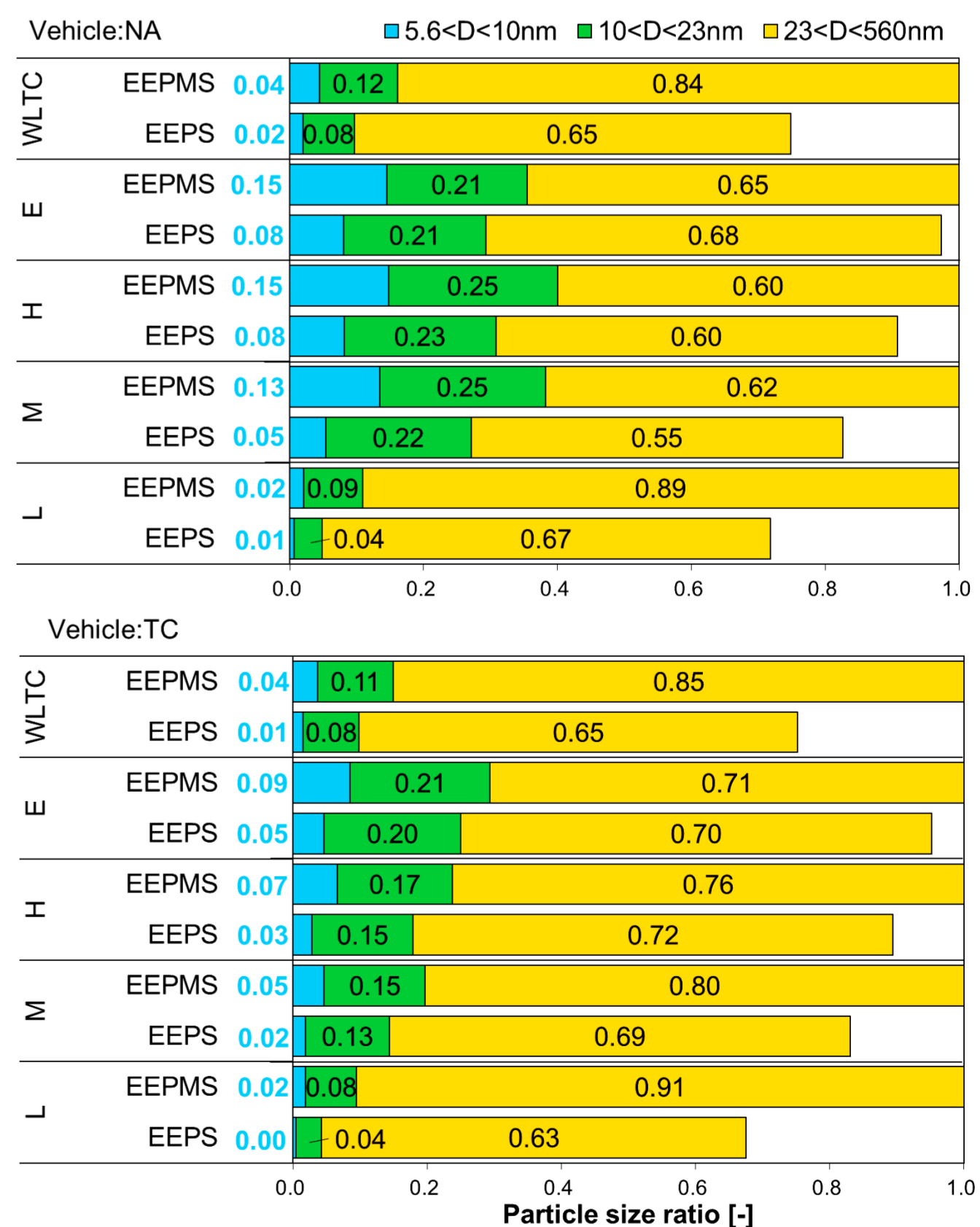


結果・考察



- ・NA車・TC車ともに、テールパイプ直下と希釈トンネルのモード全体におけるPN排出量には約25%の差異
⇒ テールパイプから希釈トンネルの間で粒子損失や粒子の凝集により、ダイリュートPNが減少
- ・始動直後におけるPN排出量の差が顕著 ()の部分
⇒ 始動直後はPN濃度が高い一方、排ガス流量が小さく、排気導入管が冷えているため、粒子損失や凝集が顕著
- ・より高速の走行フェーズにおいてSPCS2310とSPCS2300の差が拡大
⇒ エンジンの暖機に伴い、23nm以下のPN排出割合が増加

- ・小さな粒子ほどダイリュートにおける減少割合が大きい
⇒ 小さな粒子の方が粒子損失や凝集の影響を受ける
検出下限粒径を引下げた場合、ダイレクトとダイリュートの差が拡大する可能性
RDE試験法におけるPN-PEMSのバリデーション試験※において、許容値に対するマージンが縮小する恐れ。
※PN-PEMSのバリデーション試験: PN-PEMSの性能確認のため、シャシダイ試験において、PN-PEMS(ダイレクトサンプリング)と据置型PN計測装置(ダイリュートサンプリング)の評価結果を比較
- ・高速域ほどダイレクトとダイリュートの差が縮小
⇒ 高速域ほど排ガス流量が大きいため、排気導入管内の滞留時間が短いことに加え、排気導入管が温まり、熱泳動等による**粒子損失が減少**。
排気導入管の長さや径の最適化および断熱や加熱により、粒子損失を低減できる可能性。



ダイレクトとダイリュートにおける各粒径範囲のPN排出割合
ダイリュートの値はダイレクトの値を基準に算出

まとめ

- ガソリン直噴車のテールパイプ直下と希釈トンネルのPN排出量および粒径分布を同時計測し、サンプリング位置の違いがPN排出量の評価結果に与える影響について検討した。
- ・テールパイプ直下と希釈トンネルのPN排出量は、**始動直後において差が顕著**。⇒ 排ガス流量が小さく、排気導入管が冷えているため、熱泳動等による**粒子損失や粒子の凝集による影響が大きい**。
 - ・粒径分布の比較から、**小さい粒子の方が希釈トンネルにおける減少割合が大きい**。⇒ 小さい粒子の方が**粒子損失や凝集による影響を受けやすい**。
 - ⇒ PNの検出下限粒径を引下げると、**粒子損失の低減**がより重要となる。粒子損失の低減には、**排気導入管の長さや径の最適化**に加え、**断熱や加熱**が有効と考えられる。

謝辞 本研究に用いたEEPMs 3095は東京ダイレックより、SPCS2300およびSPCS2310は堀場製作所より貸与して頂いたものである。ここに記し、謝意を示す。