

3. 調査結果

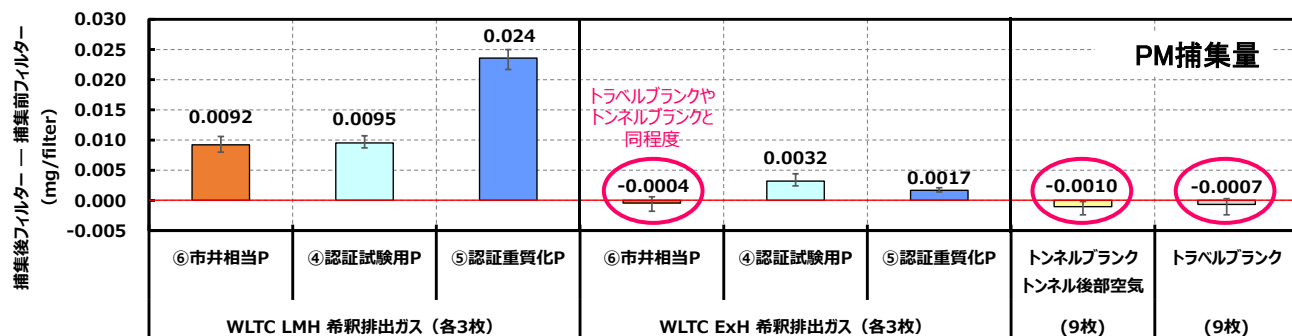
3.1 PM 及び PN

(1) PM の排出量

PM 捕集量は、希釈空気あるいは希釈排出ガスを PTFE フィルターに通気し、試験前後の PTFE フィルターを捕集前・後に秤量した値の差から算出している。厳しい排出ガス規制に適合した車両の PM 排出量は低いため、近年は捕集量も低くなっている。そこで、希釈トンネル内に残留する PM の影響や、PTFE フィルターを持って天秤室と C/D の間を移動する際に変化が起きていないかを確認する目的でトンネルブランクやトラベルブランクの値も採取している。図 3.1 に WLTP LMH と WLTP ExH の PM 捕集量と試験前にトンネル後部の空気を捕集したトンネルブランクおよび試験日に持ち運んだトラベルブランクの値を比較して示す。WLTC ExH において、最も軽質な燃料である⑥ 市井相当 P の捕集量は C 車と D 車のどちらにおいても極微量かマイナス値となり、トンネルブランクやトラベルブランクの値と同程度のため、明らかな PM 排出が確認できなかった。また、他の燃料においても PM 捕集量が低いため、WLTC ExH はブランクや秤量による誤差の影響が大きいと推測された。

図 3.2 に 3 種の供試燃料を用いて測定した PM 排出量の結果を比較して示す。**得られた排出量は、概ね燃料の重質さの順に高かった。**C 車において、WLTC LMH の排出量は⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P ≒ ⑥ 市井相当 P となり、最も重質な燃料である⑤ 認証重質化 P の排出量の平均値は最も軽質な燃料である⑥ 市井相当 P の平均値の 2.6 倍であった。また、WLTC LMH+ExH の排出量は燃料の重質さと同じ順に⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P > ⑥ 市井相当 P となり、⑤ 認証重質化 P の排出量の平均値は⑥ 市井相当 P の平均値の 2.7 倍であった。D 車においては WLTC LMH と WLTC LMH+ExH のどちらも排出量は⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P > ⑥ 市井相当 P となり、⑤ 認証重質化 P の排出量の平均値は⑥ 市井相当 P の平均値の 1.8 倍と 2.0 倍になった。

【 C 車 】



【 D 車 】

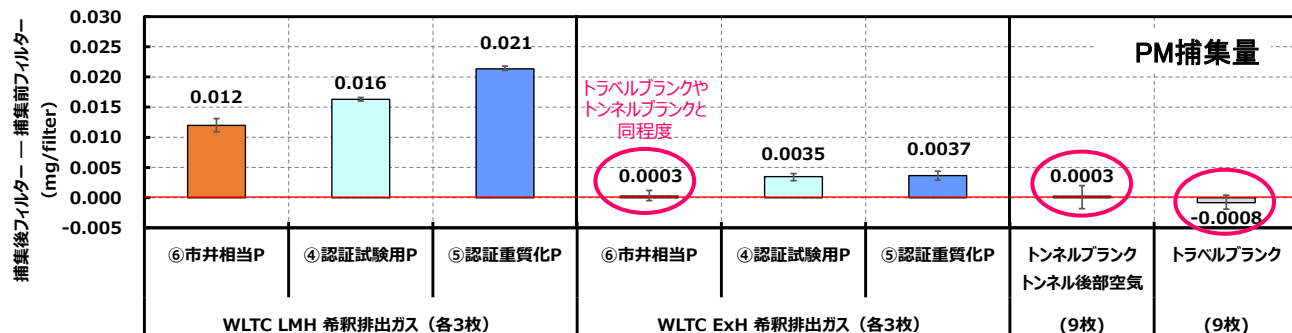
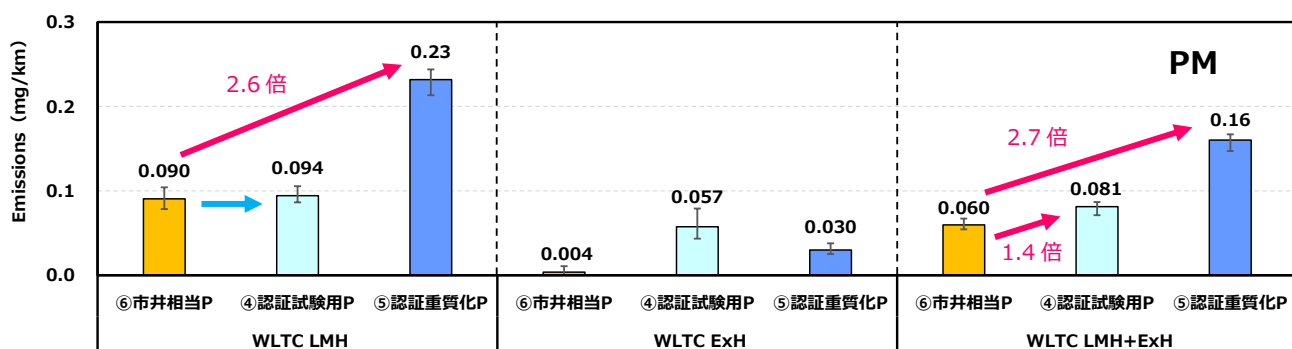


図 3.1 試験前後の秤量差から算出した PM 捕集量とトンネルブランクおよびトラベルブランクの比較

【 C 車 】



【 D 車 】

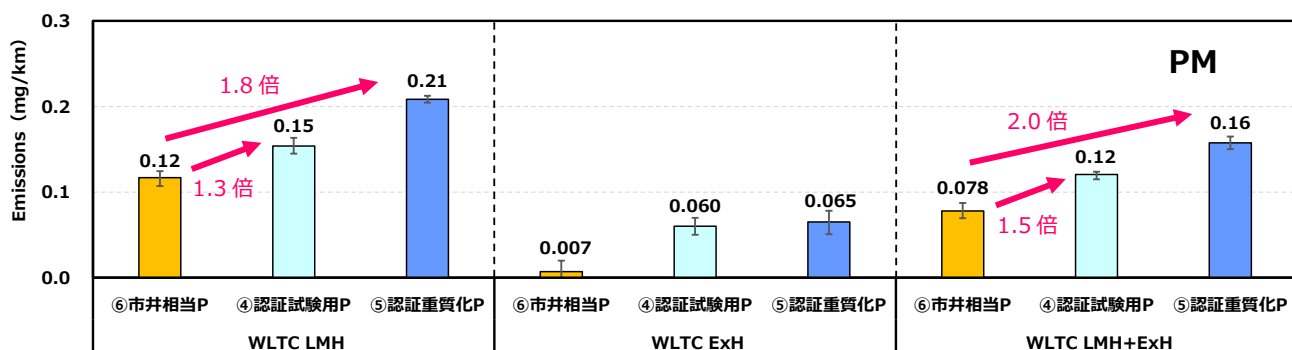


図 3.2 性状が異なる燃料による PM 排出量の比較 (エラーバーは最大・最小を表す)

(2) PN の排出量と排出挙動

性状が異なる供試燃料 3 種を用いて得られた PN 排出量を図 3.3 に比較して示す。PM 排出量と同様に、PN 排出量は重質な燃料の方が排出量が多くなる傾向であった。

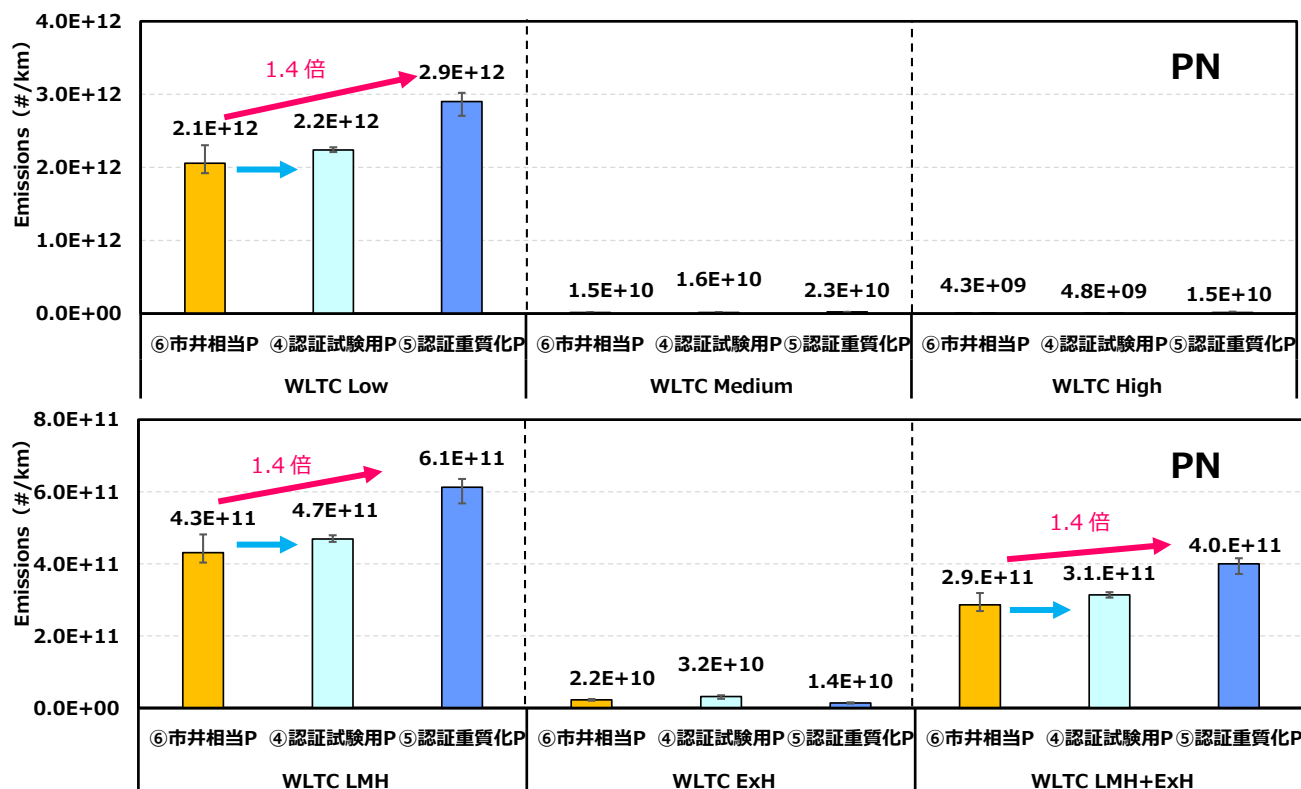
C 車の場合、PN は主に WLTC Low で排出されており、他の 3 フェーズ (Medium、High、ExH) の排出量は WLTC Low の排出量よりも 2 桁低い値であった。WLTC Low の排出量は⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P ≒ ⑥ 市井相当 P の順になった。WLTC Low の排出量が高くて支配的になるため、WLTC LMH と WLTC LMH+ExH の排出量も⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P ≒ ⑥ 市井相当 P の順になり、これは PM 排出量と同じ順であった。ただし、⑤ 認証重質化 P の排出量の平均値と④ 認証試験用 P の平均値を比較すると、PN 排出量は WLTC LMH と WLTC LMH+ExH のどちらでも 1.4 倍であるが、PM 排出量では 2.6 倍と 2.7 倍であるため、燃料の重質さが排出量に及ぼす影響は PM 排出量の方が大きく受けていた。

D 車の場合、C 車と同様に PN は主に WLTC Low で排出されていた。ただし、他のフェーズの排出量との差は C 車ほど大きくはなく、WLTC Medium と WLTC High では 1 桁、WLTC ExH では 2 桁低い値であった。WLTC Low の排出量は⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P > ⑥ 市井相当 P の順になった。WLTC LMH と WLTC LMH+ExH の排出量も⑤ 認証重質化 P > ④ 認証試験用 P > ⑥ 市井相当 P の順になり、これは PM 排出量と同じ順であった。⑤ 認証重質化 P の排出量の平均値と④ 認証試験用 P の平均値を比較すると、PN 排出量は WLTC LMH と WLTC LMH+ExH のどちらでも 1.5 倍であるが、PM 排出量では 1.8 倍と 2.0 倍であるため、燃料の重質さが排出量に及ぼす影響は D 車においても PM 排出量の方が大きく受けていた。

C 車と D 車のどちらでも、冷機始動時の WLTC Low の排出量は他のフェーズより高く、また、重質な燃料では排出量が増加した。暖機された状態の他のフェーズになると燃料の重質さによる影響が冷機始動時ほど明確ではなくなった。そこで、PN 排出挙動の詳細を確認するため、時系列的に採取した PN 排出の変化を C 車は図 3.4 に、D 車は図 3.5 に示す。どちらの供試車両においても PN が最も多く排出されるのは冷機始動後の加速時で、燃料による PN 排出への影響も明らかに確認された。暖機後の PN 排出も加速時に見られたが、排出量は冷機始動後よりも減少し、燃料による明らかな違いは見られなくなった。冷機時と暖機時の PN 排出の違いは、DI 車はエンジンのシリンダー内に燃料を直接噴霧するため、冷機始動時は液体のままの燃料が不完全燃焼して PM が生成されやすいが、暖まったシリンダー内では気化し易くなり、完全燃焼し易くなったことが原因であると推測される。

C 車の排出量は D 車より低い、冷機始動時は D 車よりも多く排出されていた。そこで、試験サイクル全体の排出量に対する試験時間ごとの積算排出率を時系列的に確認するため、④ 認証試験用 P の排出挙動を例として図 3.6 に示す。C 車は WLTC Low で試験サイクル全体の 94% が排出されていたが D 車は 56% であった。D 車の積算排出率が 90% を超えるのは WLTC High の終盤である 1400 秒以降であった。積算排出率により、PN 排出量に対する各試験フェーズの寄与率は本試験の供試車両 2 種で大きく異なることが分かった。従って、一般の環境を走行している他の車種においても様々な排出パターンがあることが予想された。

【 C 車 】



【 D 車 】

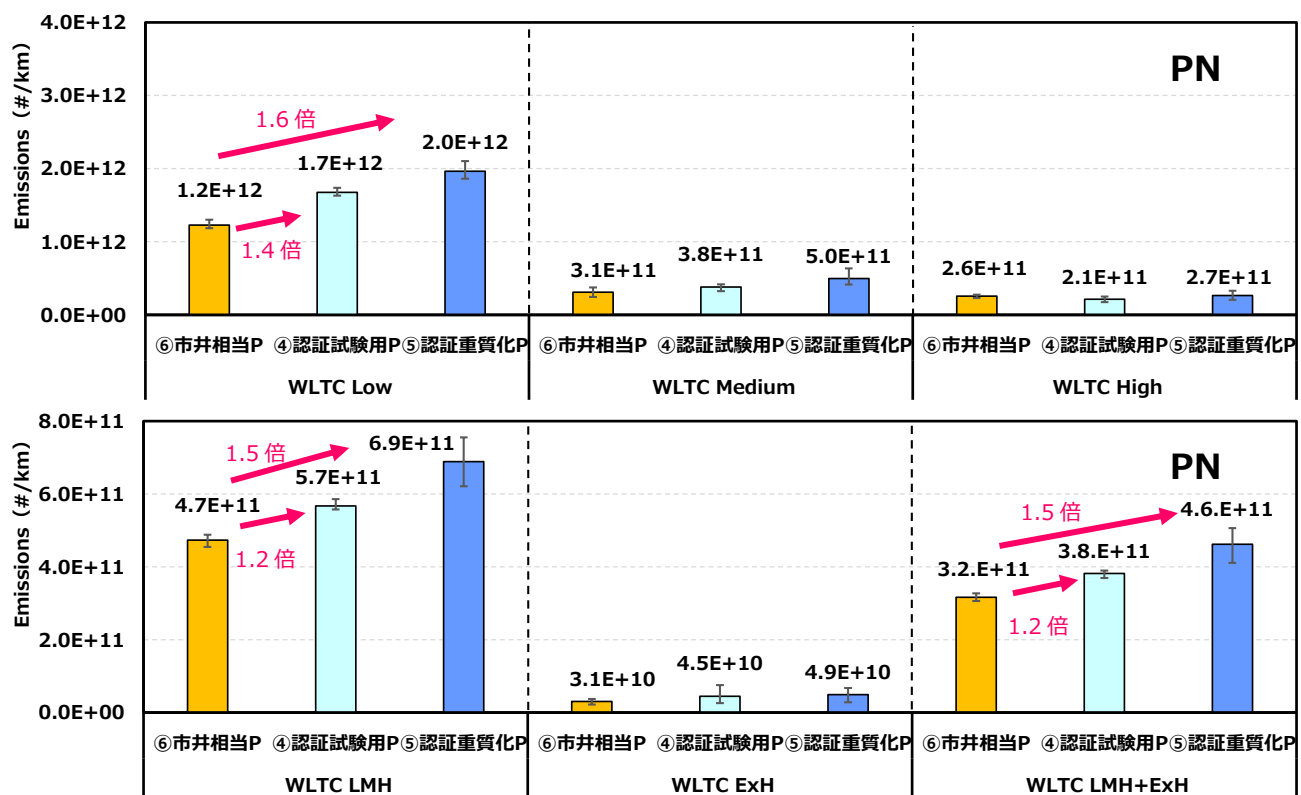


図 3.3 性状が異なる燃料による PN 排出量の比較（エラーバーは最大・最小を表す）