

路上走行試験による使用過程大型車からの排出ガスの排出特性（その3）

（台上試験データを用いた路上走行時 NOx 排出量の評価手法）

○佐藤友規¹⁾、山崎 実¹⁾、濱 良仁¹⁾、國領和夫²⁾、尾形竹彦²⁾、豊田 栄³⁾、星 純也¹⁾¹⁾ 東京都環境科学研究所, ²⁾ (株)現代企画社, ³⁾ 東京科学大・物質理工学院

【要約】3台の使用過程にあるディーゼル貨物車の台上試験及び路上走行試験を実施し、路上走行時の NOx 排出量を台上試験の排出量を基準に評価することを試みた。各車両の CO₂ 排出重量を参照し、CO₂ 排出重量が同じになるように走行区間を区切り、走行区間ごとに NOx 排出量を算出した。路上走行時の NOx 排出量は、概ね台上試験で把握された NOx 排出量と同程度であった。しかし、台上試験と大きく乖離する区間も確認され、台上試験では把握できていない環境条件（駆動力、触媒温度等）の影響が推察された。

【キーワード】NOx、台上試験、路上走行試験、PEMS、MAW 法

【はじめに】東京都は自動車由来の大気汚染物質の排出量算定に、シャシダイナモメータによる排出ガス試験（台上試験）データを活用している。しかし、欧州を中心に、台上試験と路上走行時の排出ガス性状の乖離が指摘されている。筆者らは複数の走行ルートでの路上試験結果から、路上走行時 NOx の高排出条件の抽出や道路種別による排出量の違いを報告してきた。本研究は路上走行時の NOx 排出量の定量的な評価を行うことを目的とし、台上試験の排出量を基準として MAW 法（Moving Averaging Window）を応用する解析を行った。

【方法】2021～2023 年度に国産のディーゼル貨物車 A～C の 3 台の台上及び路上走行試験を実施した。調査車両は NOx 低減装置が異なる小型・中型貨物車 3 台で、車両諸元を表 1 に示した。台上試験では 5 つの東京都実走行パターン（平均車速 8.4、18.0、28.6、44.0、53.5km/h、以下、都モードと記載）を実施した。路上走行試験は、当研究所（東京都江東区新砂）を起点に都内一般道路を 1～2 時間程度走行するルートにて、秋季（10～11 月）及び冬季（12～1 月）に実施した（車両 A、B は佐藤他^{a)}、車両 C は佐藤他^{b)}の走行ルートである）。

排出ガス計測には車載型自動車排出ガス計測システム（PEMS、堀場製作所 OBS-ONE）を使用し、CO₂、NOx（NO、NO₂）など 5 項目の排出ガス濃度、排ガス流量等を計測した。車速は OBD（On-board diagnostics）信号もしくは光学式の車速計から取得し、その他エンジン回転、排気再循環（EGR）率、尿素噴射量等の情報を OBD 信号から取得した。Hata *et al.*^{c)} 方法に基づき、車速の平滑化、濃度遅れの補正、排出重量の計算等のデータ処理を実施した。

路上走行時の NOx 排出量は、山本他^{d)}の手法を参考に MAW 法を応用して得られたウィンドウごとに求めた。1 つのウィンドウの大きさ（走行時間、距離）は都内の平均車速を考慮して、都モード No.5（平均車速約 18.0km/h）の CO₂ 排出重量[g]を基準とした。基準の CO₂ 排出重量[g]となったところで、1 つ目のウィンドウが生成され、始点を 10 秒ずらしながら多数のウィンドウを作成した。図 1 では作成した CO₂ 排出重量 2000g 毎のウィンドウのうち 2 枠（0～2000g、2000～4000g）の例を示した。路上走行時の NOx 排出量は(1)式に示すように、ウィンドウごとの NOx 排出重量を走行距離で除することで算出した。

$$\text{路上走行時 NOx 排出量[g/km]} = (\text{ウィンドウ内 NOx 排出重量}) / (\text{ウィンドウ内走行距離}) \cdots (1)$$

都モードの台上試験は暖機状態での試験が基本のため、路上走行試験においては、NOx 低減装置である EGR の作動（車両 A）及び選択的触媒還元（SCR）システムの作動（車両 B,C）以降を評価対象とした。また、台上試験値との比較は、台上試験での室内温度に近い秋季のデータ（18℃～26℃）を対象とした。

【結果の概要】

MAW 法により得た路上走行時の NOx 排出量の一例を図 2～図 4 に示した。図中の赤点が台上試験都モード 5 点の測定結果である。得られたウィンドウ数は車両 A で約 800、車両 B で約 900、車両 C で約 1500 であった。

車両 A（図 2）は平均車速 20～25km/h 付近で台上試験値より排出量が多いウィンドウが一部存在するが、それを除けば台上試験と同様に平均車速の上昇とともに NOx 排出量が減少している。台上試験値より排出量が 2 倍以上多いウィンドウが存在した要因は、上り勾配による駆動力の増加が排出量に影響したものと推察される。

車両 B（図 3）は台上試験では平均車速と NOx 排出量の関係は不明瞭である。しかし、路上走行時は平均車速の上昇に伴い少なくなる傾向が見られる。平均的には台上試験と同程度の NOx 排出量であると考えられる。

車両C (図4) は台上試験での排出量がどの車速域でも非常に低い。一方で、路上走行時の20km/h以下の車速域と、20km/h以上のうち黒点線枠内で示した領域では台上試験値よりNO_x排出量が多い。尿素SCR触媒のNO_x浄化性能は、触媒温度の影響を受けることが報告⁹⁾されている。台上試験よりNO_x排出量が多いウィンドウを含む走行区間では、触媒温度が台上試験よりも低い状態であった。台上試験では一定速度(都モードでは60km/h、10分)の暖機走行により素早く触媒温度が上昇するが、路上走行では発進・停止を含む走行の中で徐々に触媒温度が上がっていくため、SCR始動時の温度が低い傾向にある。よって最新規制で普及の進む尿素SCR触媒搭載車のNO_x排出量は、路上走行時の触媒温度を考慮しない場合には過少評価となる可能性がある。

本手法により台上試験と路上走行時のNO_x排出量を比較すると、路上走行時の排出量が多い走行区間があることが確認された。こうした知見は自動車由来NO_x排出量をより正確に算定するために重要な情報であり、今後も詳細な解析を進めていく予定である。

【文献】 a) 佐藤他, 東京都環境科学研究所年報 2024. b) 佐藤他, 東京都環境科学研究所年報 2022. c) Hata *et al.*, Atmos. Meas. Tech., 14, 2021. d) 山本他, 自動車技術会論文集, 50, No. 4. e) Roppertz *et al.*, Top Catal, 60, 2017.

表1 車両諸元

| | 排出ガス規制年度 | 車両総重量[kg] | 排気量[L] | 後処理装置 | 基準CO ₂ 排出重量[g] |
|-----|-------------|-----------|--------|------------|---------------------------|
| 車両A | 平成22年 (H22) | 5525 | 2.999 | EGRのみ | 2062 |
| 車両B | 平成28年 (H28) | 5605 | 4.009 | EGR+HC-SCR | 1959 |
| 車両C | | 7975 | 5.193 | EGR+尿素SCR | 2914 |

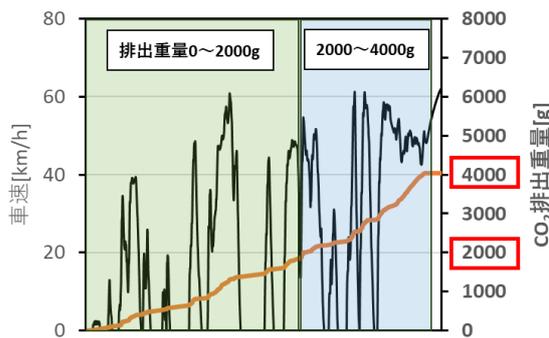


図1 MAW法によるウィンドウ作成の例

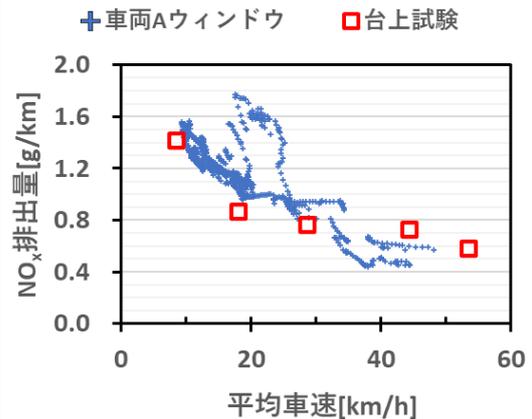


図2 車両Aの台上及び路上試験NO_x排出量

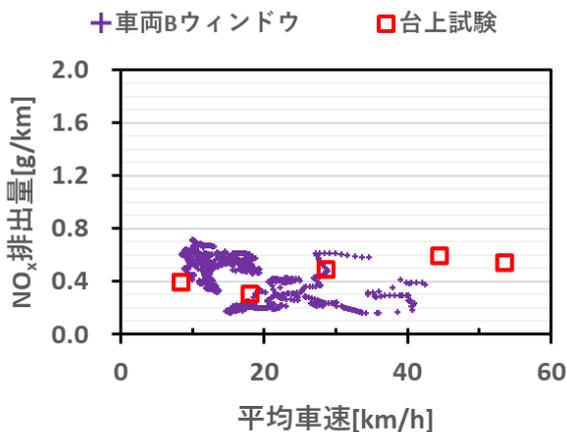


図3 車両Bの台上及び路上試験NO_x排出量

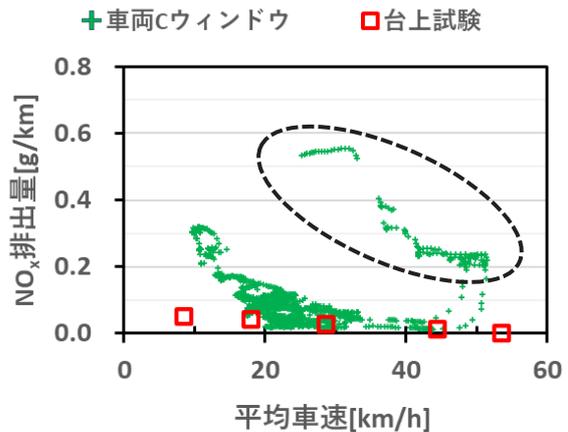


図4 車両Cの台上及び路上試験NO_x排出量