

[報告]

ハイブリッド貨物車の排出ガス調査結果について

小谷野 真司 山崎 実 宮沢 佳隆 藤田 進 岡村 整*

(*東京都水道局)

1 はじめに

自動車からの CO₂ 削減対策の一つとして、内燃機関と電気モータを組み合わせた電気式ハイブリッド技術の採用がある。今日、この技術を採用したハイブリッド乗用車の型式数は増え、国内保有台数は 2009 年 3 月末から 1 年間で 84.8% 増加し、2010 年 3 月末では 971,090 台（乗用車全体の 1.68%）と急激な増加が見られる。

一方、貨物車については、国内メーカ 3 社が積載量 2t クラスの車両での製造を行っているものの、2010 年 3 月末で 8,857 台（1 年間の増加率は 10.0% で、貨物車全体の 0.06%）であり¹⁾、乗用車に比較して普及は進んでいない。

ここでは、ハイブリッド貨物車の普及による CO₂ や NO_x 削減効果等の資料を得るために排出ガス調査を実施したので、その結果について報告する。

2 調査方法等

(1) 概要

調査は、当研究所の大型自動車排出ガス計測システムを用い平成20～22年度に実施した。また、調査結果は、平成19～22年度に調査を実施した同等の積載量の一般ディーゼル貨物車（5台）と比較した。

(2) 調査車両

調査車両は、国内メーカ3社が製造した3台であり、いずれも新長期（平成17年）排出ガス規制に適合した車両である。車両諸元を表1に示す。表1では、比較対象の一般ディーゼル車5台の範囲についても記載した。ここで、調査車両の積載量は全て2tであるが、全長や全幅等の車

表 1 調査車両の諸元

車両	A車	B車	C車	比較車両(5台)	
試験自動車重量(kg)	3,950	3,750	4,955	4,050～4,800	
積載量(kg)	2,000	2,000	2,000	2,000	
変速機	MT	機械式AT	機械式AT	5または6MT	
エンジン	排気量(L) 出力(kW) トルク(Nm)	4.01 100 392	3.00 110 375	2.98 96 294	2.98～4.90 96～110 294～441
モータ	出力(kW)	36	25.5	35	
電池	種類 電圧(V)	ニッケル水素 288	リチウムイオン 346	リチウムイオン 346	
調査年度	20年度	21年度	22年度	19～22年度	

両の大きさは異なり、A車とC車の試験自動車重量の差は約1tである。また、変速機はA車および比較車両はマニュアル式（MT）であるが、B車およびC車は自動変速機能を備えた機械式の変速機（機械式AT）を用いている。なお、モータ・ジェネレータのレイアウトは図1に示すとおりメーカー毎に違いがあり、C車については、その構造上、電気モータのみによる発進加速が行われる。

調査車両および比較対象車両の排出ガス対策は、全車両が連続再生式DPF（Diesel Particulate Filter）とクールドEGR（Exhaust Gas Recirculation）を用いている。

(3) 測定モード等

排出ガスの測定モード等は、法定モード（JE05モード）と東京都実走行パターン（No.2、No.5、No.8、No.10）とした。また、A車およびB車では、東京都実走行パターンNo.5で、次によるCO₂の排出削減を試みた運転（以下「CO₂削減運転」という。）を実施した。

① A車

減速時のエネルギー回生量（走行時の運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、蓄電池へ回収する量）を増やすために、ブレーキペダル操作による減速を極力減らす（アクセルオフでの減速）とともに、加速時のモータアシスト量を増やすために変速シフト操作を早めて、モータア

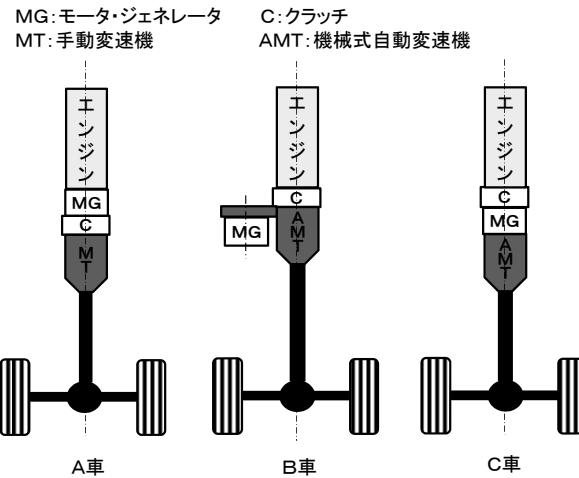


図 1 調査車両のモータ等のレイアウト

シストが行われないエンジンの高回転領域を避ける運転を行った。

② B車

車両に装備された省燃費自動変速モード機能を使用した運転を行った。取扱説明書では、本モード使用時は、省燃費に必要な変速がコンピュータ自動制御により行なわれるとされている。

(4) 測定物質等

排出ガス規制対象物質 (NMHC、NOx等) とCO₂の測定を行った。

(5) 排出ガス量の補正等

ハイブリッド貨物車のNOxおよびCO₂排出ガス量は、測定モード等の運転開始から終了までの間のバッテリの蓄電状態によって異なる。このため、本調査では、バッテリの蓄電状態を次のいずれかにより把握した。

① バッテリ・インバータ間の瞬時電流を計測し、バッテリへ出入りする電気量 (Ah) を積算する。

② 車両整備用の機器等を用いてバッテリの蓄電状態 (SOC : state of charge)を記録する。

そして、排出ガス量は、各測定モード等での計測を複数回実施し、電気式ハイブリッド自動車の排出ガスの測定方法²⁾に準じて、電気量収支と排出ガス測定結果の関係を求め、電気量収支ゼロの状態の排出ガス量への補正を行った。CO、NMHC、PM排出量については、連続再生式DPFにより排出量が低く抑えられ、蓄電池状態の違いによる影響が小さいため、測定値の平均値を用いた。なお、A車については、試験運転中のバッテリの端子電圧も記録し、エネルギー回生量 (kWh) 等を算出した。

(6) 測定手順等

各走行モード等の走行前には、調整・暖機運転 (JE05モードは定常80km/hで20分間、その他は定常60km/hで10分間を基本に実施) を行った後、バッテリの蓄電状態を必要に応じて調整し、その後速やかに測定運転を行った。なお、バッテリの蓄電状態の調整は、充電する場合は車両が坂道を下り続ける状態、放電させる場合は坂道を上り続ける状態をシャシダイナモーメータで設定し、バッテリの蓄電状態を監視しながら車両を運転させた。

3 結果および考察

(1) 法定モード (JE05モード)

法定モードの結果 (補正值) を表2に示す。COおよび

表2 法定モードの測定結果 (補正後)

	単位:g/kWh				
	CO	NMHC	NOx	PM	CO ₂
A車	0.096	0.015	2.31	0.0095	856.8
B車	0.058	0.015	3.31	0.0042	797.0
C車	0.077	0.003	4.41	0.0053	753.4
比較車両(5台)	0.025～ 0.064	0.000	1.69～ 3.17	0.0016～ 0.0110	789.7～ 892.9
規制値 (平均値)	2.95 (2.22)	0.23 (0.17)	2.7 (2.0)	0.036 (0.027)	—

NMHC排出量は、規制値に対して大幅に低い。ここで、A～C車が比較車両と比べて多くなった理由は、バッテリ蓄電状態の調整の際にDPF内の触媒温度が低下したためであり、本調査の測定手順の影響を受けたものである。

NOx排出量を見ると、A車およびB車は、概ね比較車両の測定結果の範囲にあるが、C車については、新長期規制適合車としては多い値である。このC車のNOx値が高い原因については、認証に用いる車両 (最も代表的な型式の車両) と車両諸元が異なることの影響を受けたことが考えられる。CO₂排出量は、A車、B車については比較車両の測定結果の範囲にあり、C車については比較車両の最も排出量の少ない車両と比較して5%少ない。

(2) 東京都実走行パターン等

東京都実走行パターンにおけるNOxおよびCO₂排出量 (補正值) を図2、図3に示す。なお、各車両の試験自動車重量に差があるため、距離当たり排出量 (g/km) を試験自動車重量で除した排出量(g/t·km)で比較した。また、比較車両については、平均値と範囲を示した。

NOx排出量を見ると、A車については、旅行速度の遅い走行パターンであるNo.2 (8.4km/h) から速いパターンのNo.10 (44.4km/h) まで、比較車両の平均値より少ない。B車及びC車は、いずれのパターンも比較車両より多く排出された。B車は、アイドリング中に発電を行いバッテリへの充電を行うことがある。B車のNo.2におけるNOx排出量が特に多くなった原因是、図4に示すとおり、このアイドリング時の発電によるNOx排出量が多いことの影響である。

CO₂排出量を見ると、C車のみが比較車両に比べて少なく、その量は、比較車両の平均値に対して78%～87%である。B車のNo.2は、比較車両の平均値に比較して20%程度多いが、A車とB車のその他の走行パターンでは、比較車両の平均値と同程度の排出量であった。

(3) CO₂削減運転

A車、B車のそれぞれの通常時の排出量に対するCO₂削減運転時の排出比率を図5に示す。また、A車の通常運転時とCO₂削減運転時のアクセル開度とエネルギー回生量の状況を図6に例示する。

A車では、CO₂削減運転により、CO₂排出量が11%削減できたが、NOxについては20%の増加となった。B車は、

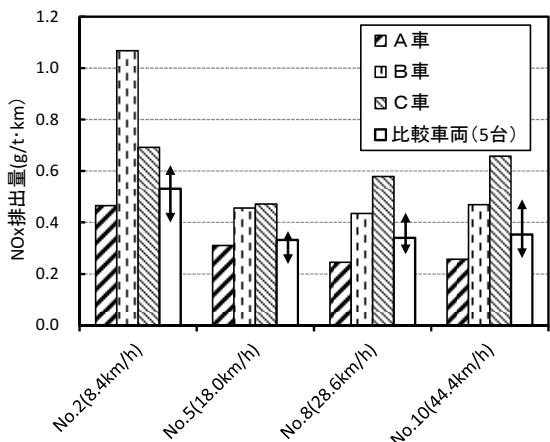


図2 東京都実走行パターンにおけるNOx排出量

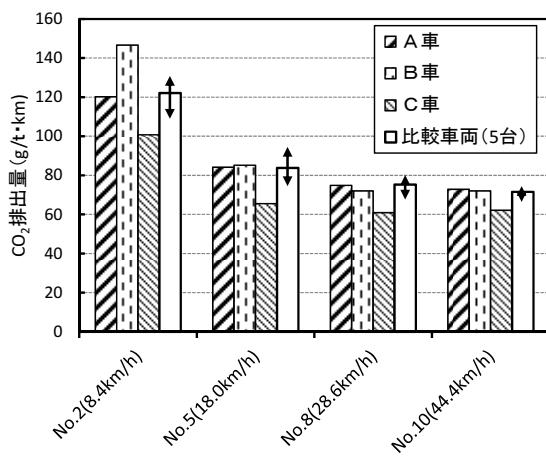
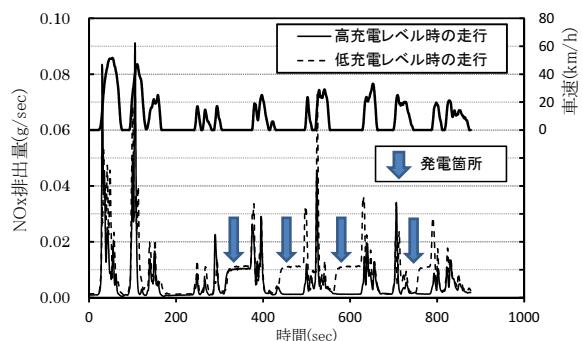
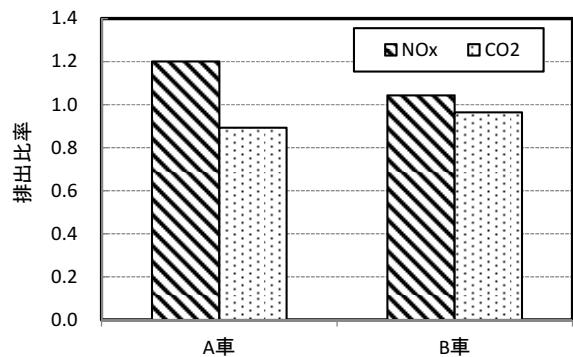
図3 東京都実走行パターンにおけるCO₂排出量

図4 No.2走行時のNOx排出状況（B車）

CO₂が4%削減、NOxが4%増加であり、A車の運転方法の違いに比較すると排出量に大きな変化は見られなかった。

ここで、A車のエネルギー回生量の積算値は、燃費向上運転時は0.31kWhで通常運転時0.25kWhに対して24%増加した。また、このエネルギー回生量は、東京都実走行パターンNo.5運転時のエンジンとモータを合わせた総仕事量1.97kWh(JE05試験法³⁾に従い計算により求めた値)の16%を占めた。

CO₂削減運転によりNOx排出量が増加した原因については、一般ディーゼル車のエンジン使用領域(回転数、負荷の現れる範囲)との差が大きくなり、排出ガス対策に係る制御が不十分となった可能性が考えられる。

図5 CO₂削減運転時の排出ガス量（都 No.5）

※通常運転時に対する排出比率

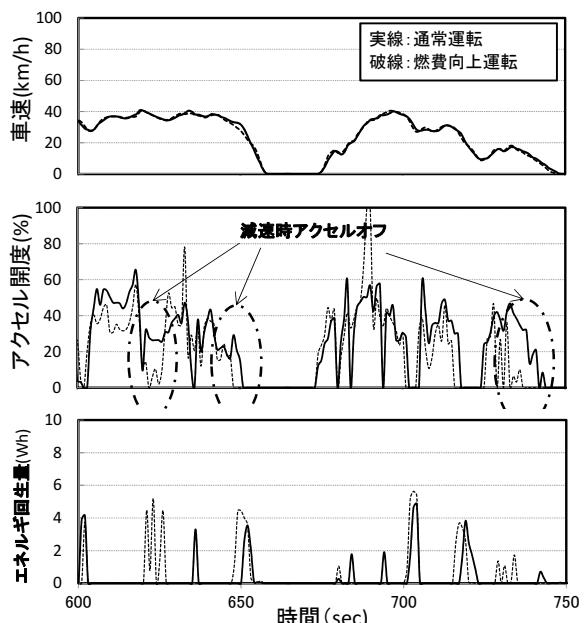


図6 アクセル開度とエネルギー回生量の状況

(都 No.5)

アクセル操作や変速操作を変える運転の仕方の変更は、ハイブリッド貨物車のCO₂およびNOx排出量に影響を与えることが確認された。このことから、試験モード走行における指示車速や変速操作に忠実に従った走行は、ハイブリッド貨物車の特性を活かした走行にならない場合があると考えられる。

4 まとめ

新長期排出ガス規制に適合したハイブリッド貨物車の排出ガス調査結果を整理すると、次のとおりである。

- ① NOx排出量は、一般ディーゼル貨物車と比較し、ハイブリッド技術の採用による排出低減効果は見られない。
- ② CO₂排出量は、A車およびB車については、運転の仕方によっては低減を図れることが確認された。C車は、一般ディーゼル車に比較して少なく、東京都実走行パターン（No.2、No.5、No.8、No.10）では、比較車両の平均値に対して78%～87%の排出量であった。
- ③ アクセル操作や変速操作を変える運転の仕方の変更は、ハイブリッド貨物車のNOxおよびCO₂排出量に影響を与えることが確認された。

5 おわりに

今回実施した排出ガス調査結果からは、新長期排出ガス規制適合のハイブリッド貨物車は、先に実施したハイブリッド乗用車の調査結果⁴⁾と異なり、必ずしもCO₂排出が少なく（低燃費）、排出ガス性能の優れた車両（低公害）とは言い難い。

平成23年10月以降、ディーゼル貨物車は、ポスト新長期排出ガス規制に全面的に移行し、この排出ガス規制に適合した車両の販売が始まる。新型のハイブリッド貨物車においては、一層の技術改善により、NOxとCO₂排出量が大幅に低減されることを期待したい。また、新型のハイブリッド貨物車の調査に際しては、実際の路上走行における使われ方（加減速の程度や変速操作の仕方等）の実態を十分に踏まえて調査に臨みたい。

本調査に当たり、排出ガス測定時の蓄電状況の把握などに際して、各調査車両のメーカーから協力をいただきましたことをお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 株式会社自動車情報センター、ハイブリッド車の保有台数推移
www.autoinfo.com/hoyu/kokunaihoyu/hy-kokunaihoyu-15
- 2) 道路運送車両法の保安基準の細目を定める告示 別添42 軽・中量車排出ガスの測定方法 別紙10 電気式ハイブリッド自動車の排出ガス測定方法 最終改正=平成21年10月23日国土交通省告示第1112号(2009)
- 3) 「シャシダイナモーティによるJE05モード排出ガス測定方法」について 国土交通省自動車交通局、国自環第280号：平成19年3月16日(2007)
- 4) 小谷野眞司ら、ハイブリッド乗用車のCO₂排出量等について 東京都環境科学研究所年報2010、pp85-86