

[報告]

ポスト新長期規制適合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 眞司 山崎 実 宮沢 佳隆 藤田 進

1 はじめに

加減速の頻度が多く、主に都市内走行を行う配送車等の低燃費化や低公害性の向上を図るため、トラックメーカー各社では、2t 積載級のトラック等にハイブリッドシステムを搭載した貨物車を開発している。しかし、新長期排出ガス規制適合のハイブリッド貨物車は、大量普及しているハイブリッド乗用車とは異なり、非ハイブリッド車両と比較した NOx や CO₂ の削減効果が必ずしも得られていないことを既報¹⁾で報告している。

今般、ポスト新長期排出ガス規制に適合したハイブリッド貨物車 1 台の調査を行い、この調査結果を、同型式原動機を搭載した①ポスト新長期規制適合の非ハイブリッド貨物車、②新長期規制適合のハイブリッド貨物車の排出ガス測定結果¹⁾と比較を行った。ハイブリッド技術や排出ガス低減技術の向上に伴う効果について確認した結果を報告する。

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、シャシダイナモメータ上でJE05（法定）モードと東京都実走行パターンによる排出ガス測定を行い、NOxおよびCO₂の測定結果等について比較し、考察を行った。また、ハイブリッド車については、蓄電池とインバータ間の電流、電圧の測定を行い、エネルギー回生状況等の確認を行った。

(2) 調査車両

調査車両の車両諸元を表1に示す。また、ポスト新長期規制適合ハイブリッドトラックであるA車の旧規制ハイブリッドトラックのC車からの主な改善対策を次に記す。

① モーターレイアウトの変更

C車は、モータをエンジンとクラッチの間に配置していたが、A車はクラッチと変速機の上に配置した。これにより、A車は、モータのみでの発進が可能となった。

② 変速機のAMT（機械式自動変速機）化

手動変速機から自動変速機化することで、運転技術によらずに、適切なエンジン回転数による運転とアシストや回生の制御が実施できるようになった。なお、変速パターンは、「エコ」、「ノーマル」、「パワー」の3モードから状況に応じた選択が可能となっている。

③ NOx還元触媒の装着

還元剤に軽油を用いる選択還元式のNOx触媒(ここでは、「HC-SCR」という。)を装着した。

④ アイドリングストップ装置の作動の恒常化

C車では、アイドリングストップ装置を作動させる場合、ボタン操作を必要とする(この場合、認証試験はアイドリングストップ装置を機能させない状態で行う。)が、A車は、エンジンキーON時に必ずアイドリングストップ装置が機能する(この場合、認証試験はアイドリングストップ装置が作動する状態で行う。)構造となった。ただし、A車もボタン操作により、アイドリングストップ装置の機能は解除できる。

なお、ポスト新長期規制適合車のB車も、A車同様にHC-SCRを使用している。A車とB車の車両重量を比較すると、A車は240kg重い。また、A車とC車の重量差170kgは、車台と架装によるもので、ハイブリッド構造に起因した影響は小さい。また、原動機の最大出力はA車がB車とC車に比べ10kW大きい。

表1 調査車両の諸元等

	A車	B車	C車
型 式	SJG-XKC605M (ハイブリッド)	SKG-XZC605M (ディーゼル)	BJG-XKU308M (ハイブリッド)
排出ガス規制区分	ポスト新長期	ポスト新長期	新長期
車両重量	3,010kg	2,770kg	2,840kg
積載量	1,800kg	1,750kg	2,000kg
等価慣性重量(1/2積載時)※	3,755kg	3,755kg	3,950kg
原動機型式	NO4C-H1	NO4C	NO4C-H1
排気量	4.009L	4.009L	4.009L
最高出力 (kW/min-1)	110/2,500	100/2,500	100/3,000
最大トルク (Nm/min-1)	420/1,400	392/1,600	353/1,600
変速機	5 AMT	5 MT	5 MT
主なNOx低減対策	HC-SCR、EGR	HC-SCR、EGR	EGR

※ JE05（法定）モードを除き、A車とB車の等価慣性重量を同一とした。
HC-SCRは、軽油を還元剤に用いた選択還元方式のNOx触媒

(3) 測定モードと試験条件

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、No.12)とした。ここで、試験条件は、半積載とし、A車については、アイドリングストップ装置を機能させ、変速モードは「ノーマル」とした。なお、JE05モードについては、車両冷間時からの測定(cold JE05モード)、東京都実走行パターンNo.5については、積載なしと定積載の2条件での測定も加えて実施した。

(4) 測定物質等

測定項目は、規制対象物質(CO、NMHC(THCとCH₄の測定値より算出)、NO_x、PM)とCO₂とした。

(5) 排出ガス量の補正等

A車、C車は、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、複数回の測定を行い、電気量収支と排出ガス測定結果の関係性を求め、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見られないため、測定値の平均値を用いた。なお、電気量収支等を求めるため、ハイブリッドシステムの制御用信号からバッテリー・インバータ間の瞬時電流(A)とバッテリー電圧(V)を取り出し記録した。

(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、バッテリー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、バッテリーの蓄電状態の調整は、既報¹⁾と同手法により実施した。cold JE05モードは、車両を実験室内に18時

間程度放置した後に測定を実施した。

3 結果および考察

(1) 法定モード(JE05モード)等

法定モードの結果を表2に示す。本表では、cold JE05モードの結果も併せて記す。

A車のJE05モードのNO_x排出量は、同じポスト新長期規制適合車のB車と比較すると64%であり、新長期規制適合車のハイブリッド貨物車のC車と比較すると25%である。同様にA車のCO₂排出量は、B車比で88%、C車比で84%であった。A車の排出ガス量の低減は、ハイブリッド機構の改善とアイドリングストップの効果によるものである。

次に、cold JE05モードの結果を見ると、NO_x値は、A車、B車ともに、C車のJE05モード値と比較して少ない値であった。また、車両冷間時は、早期暖機のために燃料噴射量を増量させるものの、A車のCO₂排出量は、C車のJE05モード値よりも少ない。

ここで、A車とB車のJE05とcold JE05モードのNO_x排出状況を図1に示す。A車については、電気量収支が最もゼロに近い測定時の結果を示した。A車のcold JE05モードは600秒程度、B車は300秒程度で、JE05モードと同

表2 JE05 および coldJE05 モードの測定結果

単位: g/kWh						
車両	モード	CO	NMHC	NO _x	PM	CO ₂
A車	JE05	0.030	0.022	0.63	0.0003	714.9
	coldJE05	0.031	0.027	1.96	—	763.2
B車	JE05	0.058	0.022	0.99	0.0000	808.1
	coldJE05	0.089	0.038	1.80	0.0000	875.1
C車	JE05	0.096	0.015	2.51	0.0095	856.8

注) PMの測定は、A車、B車とC車ではサンプリング方法が異なる。A車とB車は、フィルタホルダを52℃に加熱し、φ17mm濾紙を用いて採取した。C車は、フィルタホルダは室温状態でφ70mm濾紙により採取している。

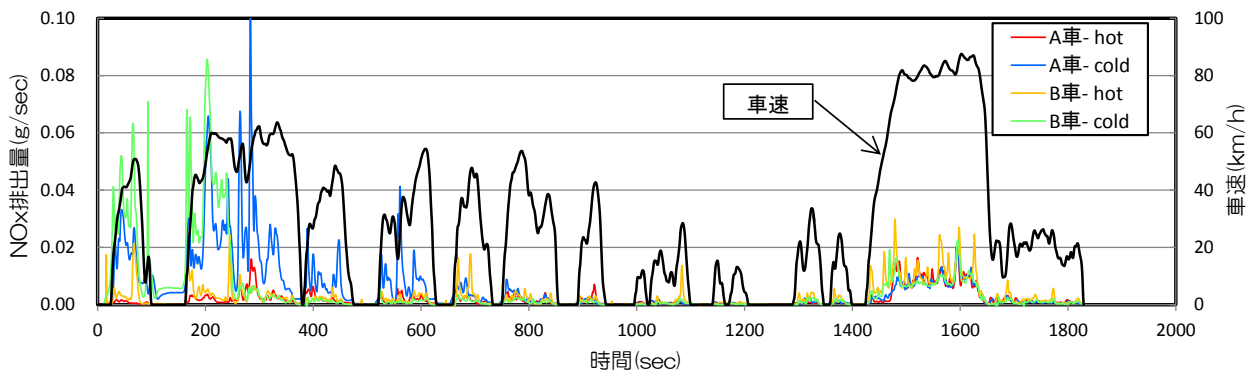


図1 JE05 および coldJE05 モード時のNO_x 排出状況 (A車、B車)

等の排出量になり、ハイブリッド車であるA車のほうがB車よりも高排出状態は長時間であった。

(2) 東京都実走行パターン

東京都実走行パターンにおけるNOxおよびCO₂排出量を図2、図3に示す。C車の等価慣性重量が重いことの影響を抑えるため、各排出量は、距離当たり排出量(g/km)を等価慣性重量で除した排出量(g/t・km)で比較した。

A車は、旅行速度の遅いNo.2(8.4km/h)から速いNo.12(53.4km/h)まで、NOx、CO₂排出量ともに、B車、C車と比べて少ない。NOx排出量は、B車の46~85%、C車の15~52%である。最も排出量の少ないNo.5(18.0km/h)は、ハイブリッド機構とHC-SCRによる効果が得られやすい速度領域と考えられる。CO₂排出量は、B車の74~97%、C車の66~100%であった。No.2においてB車、C車と比較した低減効果が高いが、この理由はアイドリングストップの効果による影響が大きいと考えられる。

ハイブリッド車は、モータによるアシスト量を増大させることによりCO₂削減効果が高められるが、そのためには、減速時に放出するエネルギーをより多く回生させる

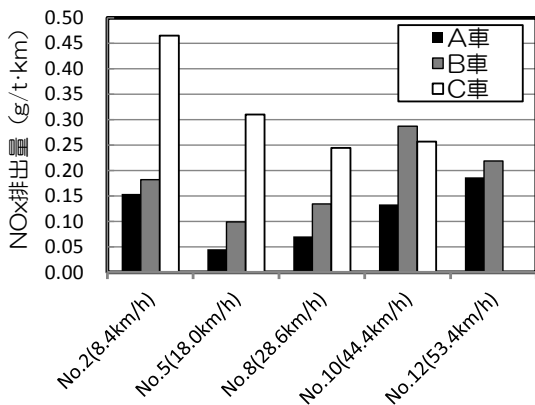


図2 東京都実走行パターンにおけるNOx排出量

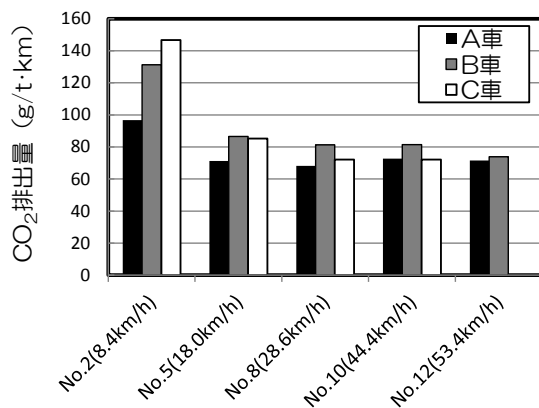


図3 東京都実走行パターンにおけるCO₂排出量

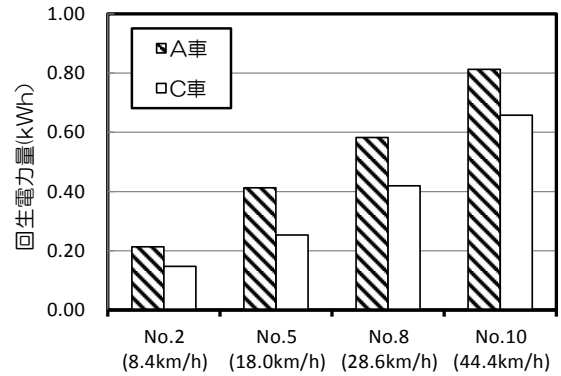


図4 A車とC車の回生電力量の比較

必要がある。A車とC車の回生電力量(kWh)を比較した結果を図4に示す。A車の回生電力量は、C車比で24~63%多く、ハイブリッド機構の技術向上が確認された。

なお、渋滞対策による旅行速度向上は、自動車からのCO₂等の抑制手法の一つとされるが、A車のNOx排出量については、東京都(区部)の混雑時の平均旅行速度(16.8km/h)⁹⁾に近いNo.5(18.0km/h)が最も排出量が少ない結果となった。

次に、東京都実走行パターンNo.5における積載量変更時のNOxおよびCO₂排出量への影響を図5、図6に示

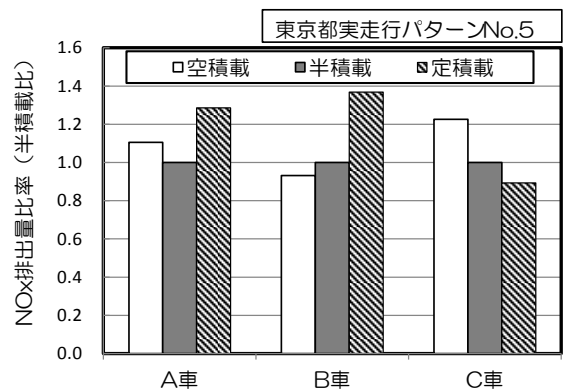


図5 積載量変更によるNOx排出量への影響

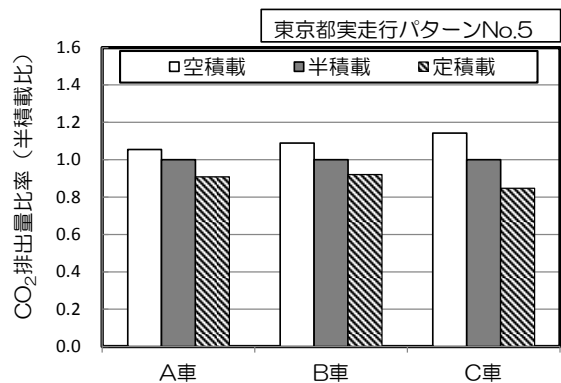


図6 積載量変更によるCO₂排出量への影響

す。本図は、各条件での等価慣性重量当たりの排出量について、半積載時の排出量を基準に示している。なお、空積載時の等価慣性重量は、シャシダイナモメータの設定下限値の都合により全車両3,000kgとしている。

従来、ディーゼル貨物車では、C車と同様に積載量の増大とともに、NO_xおよびCO₂排出量は増加するものの、等価慣性重量当たりの排出量は少なくなる傾向がある。A車およびB車のNO_x排出傾向については、定積載時は半積載時と比べて大幅にNO_x排出量が增大している。この原因は、HC-SCR装着車では、半積載時における排気温度の領域においてNO_x還元触媒の効果が高く、定積載時の排気温度領域ではNO_x低減効果が低くなることが考えられる。

4 まとめ

ポスト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について、同型式原動機を搭載した次の車両との比較結果を記す。

① ポスト新長期規制適合の非ハイブリッド貨物車との比較

NO_x排出量は、法定(JE05)モードで64%、東京都実走行パターンで46~85%であった。東京都実走行パターンNo.5(平均車速18.0km/h)での排出量が最も少ない。また、CO₂排出量は、法定(JE05)モードで88%、東京都実走行パターンで74~97%であった。

車両冷間時からのcold JE05モードでは、測定開始時からのNO_xの高排出状態が非ハイブリッド貨物車よりも長く継続し、排出量がやや増加したものの、CO₂排出量は87%であった。

② 新長期規制適合のハイブリッド貨物車との比較

NO_x排出量は、法定(JE05)モードで25%、東京都実走行パターンで15~52%であり、ハイブリッド機構の技術向上とHC-SCR触媒により大幅な低減が図れている。また、CO₂排出量は、法定(JE05)モードで84%、東京都実走行パターンで66~100%であった。なお、CO₂排出量の低減は、ハイブリッド機構による回生電力量が、新長期規制適合車から24~63%向上したことと、アイドリングストップの効果により得られていると考えられる。

①、②に記すとおり、今般調査を実施したポスト新長期排出ガス規制に適合したハイブリッド貨物車は、ハイ

ブリッド機構の技術向上に加えて、HC-SCR触媒の採用、アイドリングストップ装置の作動により、大幅なNO_xとCO₂低減が確認された。

5 おわりに

今回の調査は、既報と同様にシャシダイナモメータ上で実施し、試験モード走行においては指示車速への追従を優先している。このため、CO₂排出量等へ影響を及ぼす、ハイブリッドの特性を活かしたアクセル操作等は実施していない。既報でも課題としたが、実際の路上走行時の運転の実態を踏まえた調査を行った場合には、ポスト新長期規制適合のハイブリッド車は、本調査結果以上にNO_xやCO₂排出量が少ない可能性もある。

重量貨物車の排出ガス対策と燃費対策は、今後も一層の進展が求められており、更なる技術向上を期待したい。そして、当研究所は、新たに開発された車両については適宜評価を行い、メーカーへのフィードバックとともに都民、事業者等への情報提供を行う必要がある。

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、日野自動車株式会社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) 小谷野眞司ら、ハイブリッド貨物車の排出ガス調査結果について 東京都環境科学研究所年報2011、pp.69-72
- 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) 「シャシダイナモメータによる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、pp.85-86
- 5) 「混雑時の平均旅行速度：他都市との比較」 東京都建設局 事業概要 道路の建設、
URL<http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/douro/gaiyo/01.html>