

合成軽油（GTL）の排出ガス性状への影響調査（その2）

横田久司 田原茂樹 佐野藤治

要 旨

新たな燃料基材として注目されている合成軽油（GTL：Gas To Liquid）を使用し、ディーゼル車の排出ガスに及ぼす影響を検討した。燃料は、GTLを軽油に混和（GTL30%、低硫黄軽油70%の割合）したもの及び比較対照として低硫黄軽油を使用した。試験車には、最新規制（平成10年）適合車を使用し、エンジン条件を変更せずに実験を行った。

GTLを使用した場合の排出ガス性状及び酸化触媒による低減効果への影響について、次の結果が得られた。

- ① 低硫黄軽油にくらべ、GTL混和軽油を使用した場合には、排出ガスのうち、CO、THCは20%弱、NO_x、PMは若干低減している傾向にある。
- ② 規制項目やベンゼン等の有害大気汚染物質については、酸化触媒による低減効果に大きな差が見られなかった。

キーワード：合成軽油、ディーゼル排出ガス、酸化触媒、低硫黄軽油、実走行パターン

1 はじめに

新たな燃料基材として合成燃料（GTL：Gas To Liquid）が注目されている。GTLの将来の燃料基材としての可能性を検討するためには、燃料性状、コスト、供給能力、安全性、製造技術、エンジン性能への影響等の種々の要素について検討することが必要である。本報では、前報¹⁾に引き続き、検討要素の一つである排出ガスに及ぼす影響についての評価を目的に調査を行った。

ここでは、GTLの燃料基材としての可能性を検討するため、GTLを低硫黄軽油に混和（GTL30%、低硫黄軽油70%の割合で混和）したものを使用することとし、比較対照として低硫黄軽油を使用した。試験車には、最新規制（平成10年）適合車を使用し、エンジン条件を変更せずに実験を行った。

2 実験

(1) 実験計画

実験デザインを表1に示す。燃料は、GTL混和軽油（GTLは30%の割合で低硫黄軽油に混和）と、比較対照として低硫黄軽油とを用いた。

燃料性状の違いが排出ガスに及ぼす影響と酸化触媒による低減効果への影響をみるため、酸化触媒の装着有無で4通りの実験を行った。

なお、ここで使用した酸化触媒は、東京都の粒子状物質減少装置指定制度²⁾で、カテゴリ-5（粒子状物質減少率30%以上）に指定されている製品である。

表1 合成軽油の実験デザイン

燃料種別	酸化触媒の有無
低硫黄軽油（B社製、硫黄分 32 ppm）	無し 有り
GTL混和軽油（B社製、GTL 30%混和）	無し 有り

(2) 燃料性状

実験に使用したGTL混和軽油の燃料性状を表2に示した。GTLについては、硫黄分及び多環芳香族炭化水素分を含まない、セタン価が高いといった特徴がある。表2の組成比からも、混和したGTLのこれらの特徴が推定される。

表2 燃料性状

燃料種別		低硫黄軽油	GTL混和軽油
セタン指数		55.5	65.1
密度	(g/cm ³)	0.832	0.816
動粘度 30°C	(mm ² /s)	3.668	3.816
硫黄分	(mass ppm)	32	22
炭素分	(mass %)	86.3	85.8
水素分	(mass %)	13.7	14.2
真発熱量	(MJ/kg)	42.97	43.16
全芳香族炭化水素合計 (vol %)		19.9	13.9
1環芳香族 (vol %)		17.4	12.2
2環芳香族 (vol %)		2.5	1.8
3環芳香族 (vol %)		0.0	0.0
IBP (°C)		166.5	172.0
10容量% (°C)		196.5	207.0
蒸留性状	50容量% (°C)	282.5	286.5
	90容量% (°C)	342.5	337.0
	終点 (°C)	369.0	361.0

注)1. *は総発熱量(実測値)

(3) 試験車の諸元

実験に使用した車両諸元を表3に示す。今回の実験に当たり、燃料噴射時期等の変更は行っていない。

表3 車両諸元

車名	日野
型式	KK-FC3JDDA-BLL
規制年次	平成10年規制
車両重量	2,808 kg
等価慣性重量	6,025 kg
使用燃料	軽油
ミッション	5M/T
エンジン型式	J07C
燃焼室形状	直接噴射式
排気量	6,634 cc
最高出力	170 Ps / 2,900 rpm
最大トルク	46 kgm / 1,600 rpm
過給装置等	EGR

(4) 排出ガス等の測定

詳細は、前報を参照されたい。

ア 装置

排出ガスの測定は、東京都環境科学研究所の大型自動車排出ガス実験システム（以下、「大型C/D」と

いう。）³⁾を用いた。

イ 炭化水素類の測定

有害大気汚染物質（Hazardous Air Pollutants：HAPS）のうち、ベンゼン、1,3ブタジエン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの4物質について測定した。

① ベンゼン、1,3ブタジエンの分析

一般環境大気の測定に用いられている固体吸着-加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析法を適用した。

② アルデヒド類の分析

希釈排出ガスを1L/minで2,4-ジニトロフェニルヒドラジン（DNPH）含浸カートリッジに通気して捕集した。分析には高速液体クロマトグラム（島津製作所製LC-9Aシステム）を使用した。

(5) 測定条件

以下の試験走行パターン等により試験車両を運転し、排出ガス測定を実施した。東京都実走行パターンでは、等価慣性質量を1/2積載条件とした。

① 法定モード：ディーゼル13モード

② 東京都実走行パターン

No.2（平均車速8.4km/h、試験時間878s）

No.5（平均車速18.0km/h、試験時間1,178s）

No.8（平均車速28.5km/h、試験時間1,178s）

なお、東京都実走行パターンは、都内幹線道路の走行調査結果から、平均車速の区分毎にアイドリング時間比率等の走行条件で代表的な車速の変化パターンを抽出したものである。

上述した4通りの実験条件について、各1回ずつ、法定モード及び東京都実走行パターンによる測定を行った。

3 結果及び考察

(1) 規制項目等への燃料性状の影響

低硫黄軽油をベースデータとして検討を行った。まず、燃料性状単独の影響については、触媒の無い場合の排出量、低減率を対象に、燃料性状の排出ガスへの影響については、酸化触媒による低減率の比較を対象に評価した。

ここでは、各測定項目について、排出量ベースでの測定誤差は概ね5~10%の範囲にあることを前提に評価を行っている。

[法定モード]

ディーゼル13モードによる排出ガス測定結果を表4、図1に示した。

① 触媒無しの場合

低硫黄軽油に比較して、GTL混和軽油では、PMを除き、NO_xが12%、COが20%、THCが15%低減した。PMは測定誤差の範囲である。

各項目について低減率に差異があるが、低硫黄軽油にくらべ、GTLを使用した場合には、排出ガスは若干低減している傾向にある。

② 触媒有りの場合

ディーゼル13モードの結果では、PM低減率については、11~20%の範囲にあり、若干GTLの方が低減

表4 ディーゼル13モードによる排出ガス特性

測定項目	燃料種別	低硫黄軽油	GTL混和軽油	低減率
PM	触媒無	0.19	0.20	-5%
	触媒有	0.17	0.16	6%
	低減率	11%	20%	—
NO _x	触媒無	5.23	4.58	12%
	触媒有	4.58	4.42	3%
	低減率	12%	3%	—
CO	触媒無	2.59	2.08	20%
	触媒有	0.58	0.42	28%
	低減率	78%	80%	—
THC	触媒無	1.01	0.86	15%
	触媒有	0.27	0.25	7%
	低減率	73%	71%	—

注1) 単位は、g/kwh

注2) 低減率の「—」数値は増加を表す。

率が高くなっている。また、CO,THCについては低減率の違いは見られていない。NO_xについては、測定誤差の範囲内である。

全体として、低硫黄軽油と合成軽油間で各項目の酸化触媒による低減効果に大きな差があるとは言えない。

[実走行パターン]

東京都実走行パターンによる測定は、No.2、No.5、No.8について各1回の測定を行い、その平均値を表5、図2に示した。ここでは、各パターンでその傾向に大

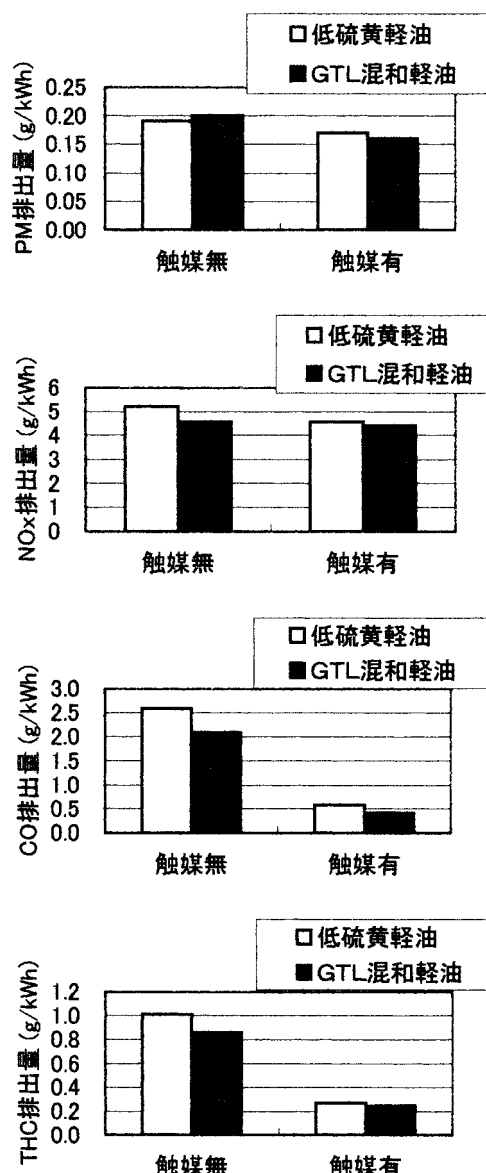


図1 ディーゼル13モードによる排出ガス特性

きな差異がなかったため、平均値で評価した。

① 触媒無しの場合

低硫黄軽油に比較して、GTL混和軽油では、PMが8%、COが19%、THCが18%低減した。NO_xは測定誤差の範囲であった。全項目についてみると、ディーゼル13モードと同様な傾向にある。

② 触媒有りの場合

触媒による低減率を比較した結果では、低硫黄軽油と合成軽油間で各項目の酸化触媒による低減効果に差が見られなかった。

(2) 有害大気汚染物質への燃料性状の影響

東京都実走行パターンによる測定結果を図3に示し

表5 東京都実走行パターンによる排出ガス特性

測定項目	燃料種別	低硫黄軽油	GTL混和軽油	低減率
PM	触媒無	0.12	0.11	8%
	触媒有	0.08	0.07	13%
	低減率	36%	39%	—
NOx	触媒無	3.77	3.56	5%
	触媒有	3.47	3.26	6%
	低減率	8%	8%	—
CO	触媒無	1.70	1.38	19%
	触媒有	1.28	1.01	21%
	低減率	25%	27%	—
THC	触媒無	0.66	0.54	18%
	触媒有	0.24	0.19	18%
	低減率	64%	64%	—
燃費	触媒無	5.41	5.46	1%
	触媒有	5.52	5.54	0%
	低減率	-2%	-1%	—

注1) 排出量の単位: g/km、燃費の単位: km/L
 注2) 低減率の「-」数値は増加を表す。

た。規制項目に比較して、HAPS類の分析精度は精度が低いため、定量的な比較は控え、傾向をみるにとどめた。

① 触媒無しの場合

GTL混和軽油では、1,3-ブタジエン、ベンゼンは若干増加し、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは若干低減した。

物質により違いはあるが、低硫黄軽油とGTL混和軽油では排出量の差は大きくないと言える。

② 触媒有りの場合

1,3-ブタジエンについては、触媒による低減効果が最も大きく、燃料性状にかかわらず95%以上の低減効果がある。他の3物質については、酸化触媒により若干増加するものもあった。

(3) まとめ

ディーゼル燃料としてGTL混和軽油を使用した場合の排出ガスへの影響を調査した。調査は、長期規制適合のディーゼル貨物車を使用し、低硫黄軽油との排出ガス性状比較、酸化触媒による低減効果への影響を検討した。試験車の現行のエンジン条件を変更せずにGTLを使用することにより、次のような結果が得られた。

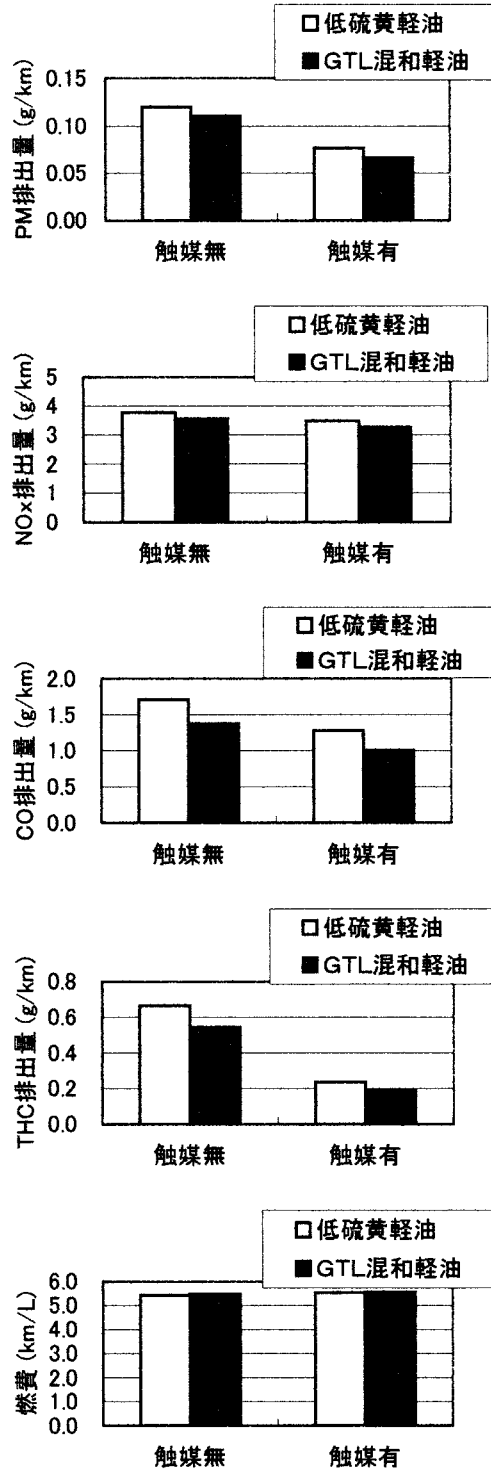


図2 東京都実走行パターンによる排出ガス特性

注) 東京都実走行パターンNo.2、No.5、No.8の各1回測定値の平均を示した。

- ① 低硫黄軽油にくらべ、GTL混和軽油を使用した場合には、排出ガスのうち、CO、THCは20%弱、NOx、PMは若干低減している傾向にある。
- ② 規制項目やベンゼン等のHAPS類については、酸

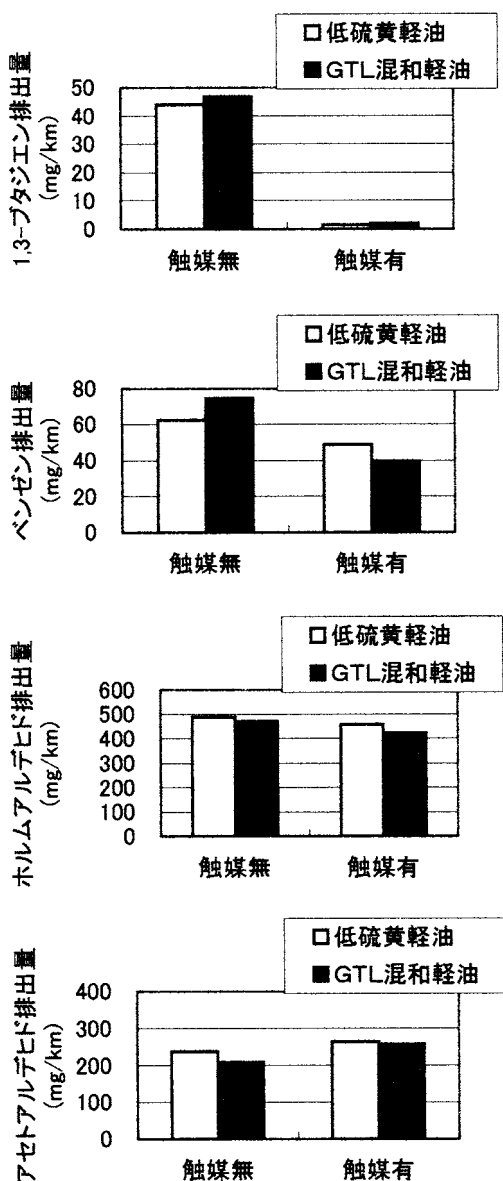


図3 東京都実走行パターンによる有害大気汚染物質の排出ガス特性

注) 東京都実走行パターンNo.2、No.5、No.8の各1回測定値の平均を示した。

化触媒による低減効果に大きな差が見られなかった。

4 今後の課題

GTLについては、硫黄分、芳香族炭化水素分をほとんど含まないことから、将来の燃料基材としての可能性が検討されている^{4,5)}。特にディーゼルの後処理技術を機能させるために有効な燃料であるかという観点で評価することが重要である。このためには、下記

のような検討が更に必要であろう。

(1) GTLの特徴を生かしたエンジン設計による自動車性能の向上

セタン価が非常に高いため着火性がよく、燃料の特質を生かすためには噴射時期や噴射圧力等の適正化が必要と考えられる。この際、GTLの特徴を生かすとともに、排出ガスの改善が伴うエンジン制御が必要である。

(2) 潤滑性及びゴム材への影響

硫黄分、芳香族炭化水素分をほとんど含まないため、燃料の潤滑性が低下すること、燃料配管系に使用されているゴム材料の膨潤性などが報告⁶⁾されている。

(3) 燃料としての供給可能性

コスト、エネルギー効率、供給能力、安全性及び合成/製造技術等の検討が必要である。

引用文献等

- 1) 横田久司、田原茂樹、佐野藤治:合成軽油 (GTL) の排出ガス性状への影響調査 (その1)、東京都環境科学研究所年報2002,pp. 148-154 (2002)
- 2) 東京都環境局ホームページ：
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/jidousya/dpf_sitei/ichiran/pm_reduce.ichiran.htm
- 3) 横田久司、福岡三郎、飯田靖雄、舟島正直、竹永裕二、梅原秀夫、吉村睦男:大型自動車排出ガス実験システムについて. 東京都環境科学研究所年報1991-2、pp. 39-45 (1991)
- 4) NEDO:高効率クリーンエネルギー自動車の研究開発 (ACE Project) 中間評価報告書、平成12年1月 (2000)
- 5) 後藤新一、小熊光晴、大山和也、杉山宏石、森牧彦:GTL (Gas To Liquid) のディーゼル燃料としての可能性、(社)自動車技術会、2002年春季大会学術講演会前刷集、No.47-02
- 6) 塚崎之弘:GTL燃料利用技術の研究開発動向、自動車技術、Vol. 55, No.5 (2001)

Influence of GTL (Gas To Liquid) on exhaust gas properties (Part 2)

Hisashi Yokota, Shigeki Tahara, Fujiharu Sano

Summary

The influence on the exhaust gas of the diesel vehicle was discussed by using GTL (Gas To Liquid) which are paid attention as a new fuel. GTL mixture (GTL 30 % and low sulfur light oil 70 %) were used for the testing fuel. The low sulfur light oil was used for the comparison contrast. Latest regulation (1998) agreement vehicle was used for this test without changing the engine conditions.

The influence on the exhaust gas properties and reduction efficiency of exhaust gases by the oxidation catalyst when GTL was used were as follows.

- ① CO and THC decrease by 20 % or less, and NO_x and PM have decreased slightly for the GTL mixture light oil compared with the low sulfur light oil.
- ② The difference of reduction efficiencies of NO_x, PM, and hazardous air pollutants such as benzene by the oxidation catalyst was not observed.

Key Words : diesel exhaust gas, oxidation catalyst, low sulfur light fuel, transient pattern