

② FTD自動車の開発試作

—燃料特性を利用した排出ガス低減方策—

環境研究領域
トヨタ自動車

※石井 素、鈴木 央一、川野 大輔、後藤 雄一
阪田 一郎

1. はじめに

自動車用の燃料については、中長期的な観点から新燃料の開発が行われており、その一つとして、FT (Fischer - Tropsch) 合成技術により合成ガスから液体燃料を生成する GTL (Gas to Liquids) 燃料等が注目を集めている。この燃料の硫黄分を含まない、アロマ分が非常に低い、セタン価が高いという特性を最大限に生かすことのできるエンジンシステムの方向性について技術的検討を重ねるために、平成 17 年度より 3 カ年の計画で、次世代低公害車開発・実用化促進プロジェクトの一環として大型の FTD (Fischer - Tropsch diesel) 自動車の研究開発を進めている。最近、排出ガス規制により非常に厳しい環境性能が求められていることから⁽¹⁾、本研究開発により、将来の新燃料の一つに対して必要とされるエンジンシステムとその要素技術、燃料性状の方向性を示すことができ、波及効果の大きい有用な成果が期待される。

本報においては、FTD 燃料の排出ガス特性を評価

するとともに、これらを利用したエンジンシステムの燃焼制御方向性について検討した結果を報告する。

2. 開発のコンセプト

開発車両の排出ガス等の目標について表 1 に、エンジンシステムの概要を図 1 に示す。ベースとなるエンジンシステムの排出ガスレベルは、新長期規制に対応したものである。本開発試作の概要は以下の通りである。

- ・ FTD 燃料の特徴を最大限に活用するために、ニートの FTD 燃料 (FTD 燃料 100%) を前提としたエンジン燃焼系の最適化を行う。
- ・ 後処理装置としては NOx 吸蔵及び DPF を採用し、する。FTD 燃料を前提とした NOx 還元時の燃料添加量及び時期等の最適化を行う。
- ・ 開発対象とするエンジンは、排気量 7.7L および 4L、2L のエンジンをベースとし、サイズの異なるエンジンの排出ガス試験結果等を対比して、開発技術の汎用性を確保する。最終成果は、排気量 7.7L のエンジンの開発試作に集約させる。

3. 実験結果および考察

3. 1. 燃料の選定

表 2 に供試燃料性状の比較を示す。3 種類の FTD 燃料はともにセタン価 70 以上であり、前述の FTD 燃料の特徴を有している。蒸留特性については、FTD1

Table 1 開発目標

項目	目標
NOx	2009 年規制値 (0.7g/kWh) 以下。さらに挑戦目標値を目指す。
PM	2009 年規制値 (0.01g/kWh) 以下。
燃費	現行のディーゼル車以上。

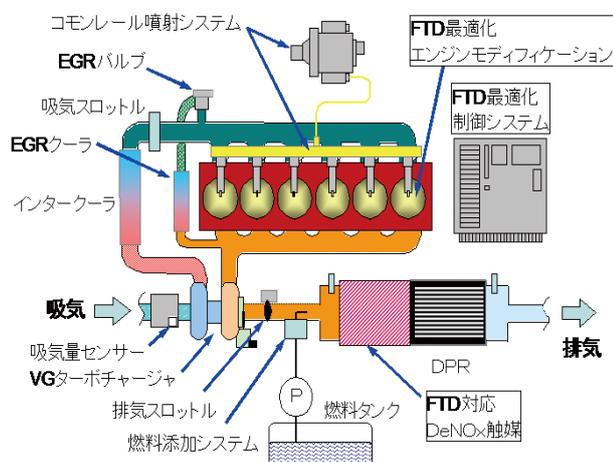


Fig.1 エンジンシステム概要

Table 2 供試燃料性状の比較

	JIS 2号軽油 S<10ppm	FTD燃料1	FTD燃料2	FTD燃料3
密度 @15°C g/cm ³	0.82	0.777	0.7724	0.7613
動粘度 @30°C mm ² /s	3.355	3.126	2.701	1.871
引火点 °C	64	86.5	64.5	63.5
蒸留点				
初留点 °C	165.5	200	164	162
10%留出温度 °C	204.5	226.5	190	189.5
50%留出温度 °C	282.5	264.5	264.5	227.5
90%留出温度 °C	332.5	307	310.5	259.5
終点 °C	353	315.5	323.5	273.5
硫黄分 ppm	3	<1	<1	<1
セタン価	—	77.8	74.7	75
セタン指数	61.1	84.3	84.4	78.8
総発熱量 MJ/kg	45.98	46.60 (+1.3%)	46.67 (+1.5%)	46.82 (+1.8%)
総アロマ				
単環 Vol.%	19.7	<0.05	<0.05	<0.05
二環 Vol.%	17.5	<0.05	<0.05	<0.05
三環+ Vol.%	1.9	<0.05	<0.05	<0.05
三環+ Vol.%	0.3	<0.05	<0.05	<0.05

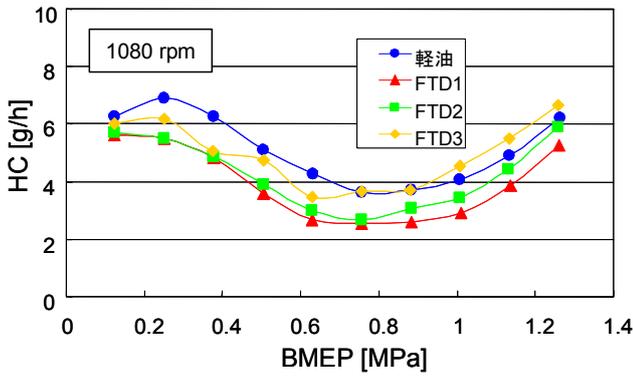


Fig.2 HC 排出の比較

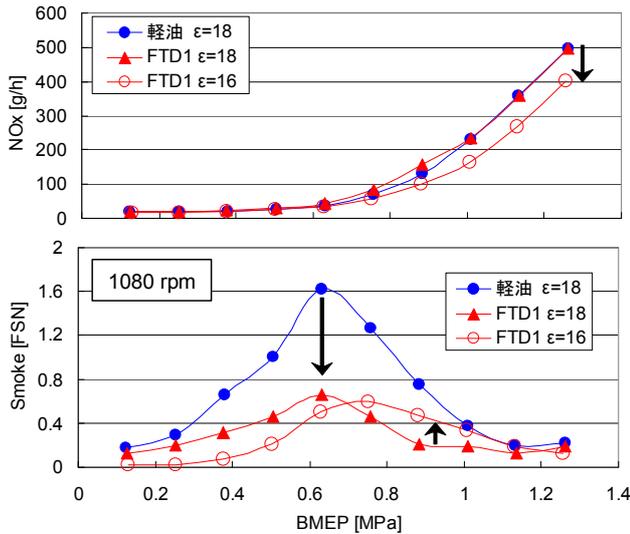


Fig.3 NOx 及びスモーク排出の比較

FSN (Filter Smoke Number): ISO で定められた 0~10 の相対値でスモークレベルを示す指標)

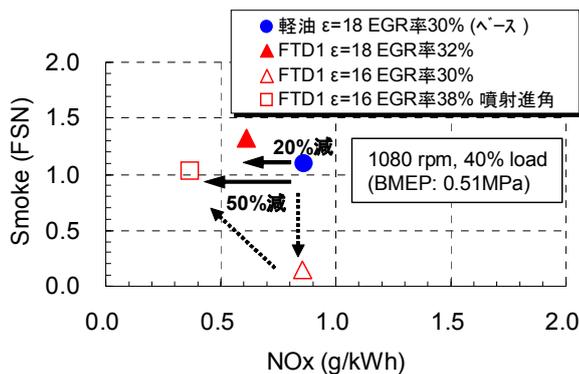


Fig.4 NOx 及びスモーク排出率の比較

及び FTD2 の T90(90%留出温度)、FTD2 及び FTD3 の T10 をそれぞれ一致するように設定した。

排気量 7.7L の新長期規制対応エンジンにおいて、後処理装置を装着しない場合に、軽油及び 3 種類の FTD 燃料を用いた排出ガス等の結果について以下に示す。図 2 はエンジン回転数 1080rpm における負荷に対する HC 排出の比較である。軽質な FTD3 が一

番高く、FTD1 が最も低い良好な結果を示した。FTD3 の悪化の原因は、性状の軽質化に伴い自着火性の低い領域が存在したことなどによると推測される。図には示していないが、NOx について軽油と比較すると、3 種類の FTD 燃料ともに大きな違いはなかったが、スモークについて約 5 割の低減効果を示した。これらの結果から FTD1 を供試燃料として選択した。

3. 2. エンジンの最適化

FTD 燃料の排出ガス試験から、HC 及びスモークの低減、筒内圧力解析から着火遅れ短縮が明らかとなった。これらの特長を利用したエンジン最適化の方向として、燃料の良好な着火性を生かした低圧縮比化及びスモークが低いことを生かし NOx を改善できる高 EGR 化が考えられる。図 3 に、燃料及び圧縮比の違いによる NOx とスモークの排出の比較を示す。燃料噴射時期はそれぞれの負荷で同一である。FTD 燃料使用により軽油に比べてスモークの低減効果大きいことは前述の通りである。FTD 燃料使用のもとで、さらに圧縮比 18 から 16 に下げることで高負荷領域で NOx が低減する。しかしながら、スモークについては低圧縮比化により中高負荷においては悪化する結果となった。この対策には燃料噴射時期の最適化が必要と考える。

図 4 には、圧縮比及び EGR 率を変化させた場合の NOx とスモークの関係を示す。圧縮比 18 では FTD 燃料使用と EGR の増加による NOx の低減効果は約 2 割程度である。一方、圧縮比を 16 に下げることでスモークが大幅に低減され、この条件から EGR の増量と燃料噴射時期の調整により、ベース条件に比べてスモークレベルを同等としつつ NOx を約半減することができた。このように FTD 燃料の長所を利用することにより、排出ガスを大幅に改善することができ、後処理装置の負担の軽減、NOx 吸蔵触媒への燃料添加量を減らすことができるため、エンジンシステムとしての経済性、環境性能の改善が可能である。

4. まとめ

新長期規制対応の FTD 自動車用のベースエンジンに 3 種類の FTD 燃料を使用し、供試燃料を選択後、FTD 燃料の特長を生かして低圧縮比化、高 EGR による排気改善のエンジン制御の方向性を示した。

参考文献

(1) 環境省中環審、「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について (第八次答申)」, 2005 年 4 月.