

JATOP II 成果発表会

# 性能・排ガス評価チーム報告

2015年3月9日

ディーゼル車将来燃料WG  
野村 守

**JATOP**

JAPAN AUTO-OIL PROGRAM

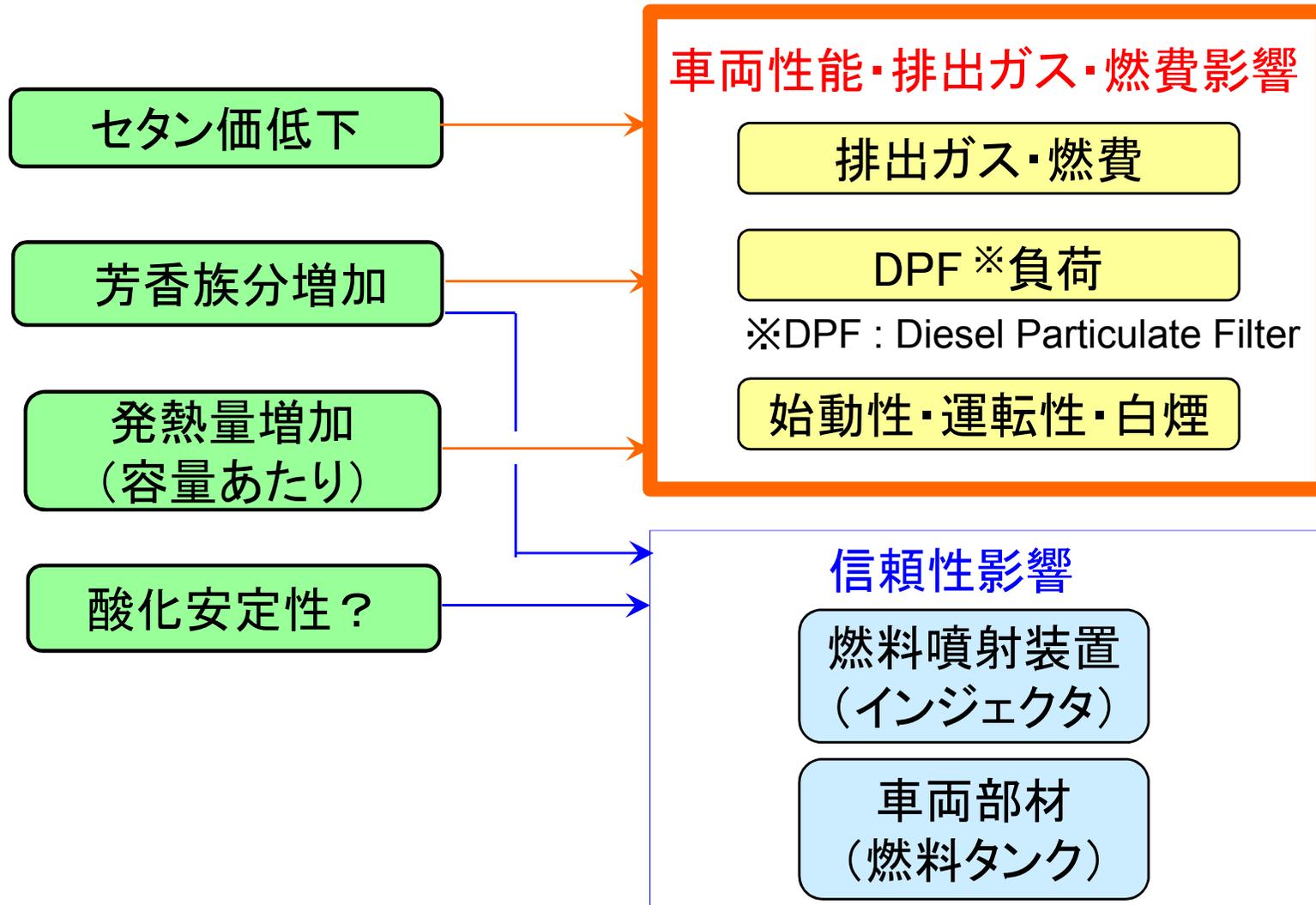


# LCOが車両に及ぼす影響評価

LCO混合による燃料性状の変化が、車両・エンジン性能に及ぼす影響を明らかにする

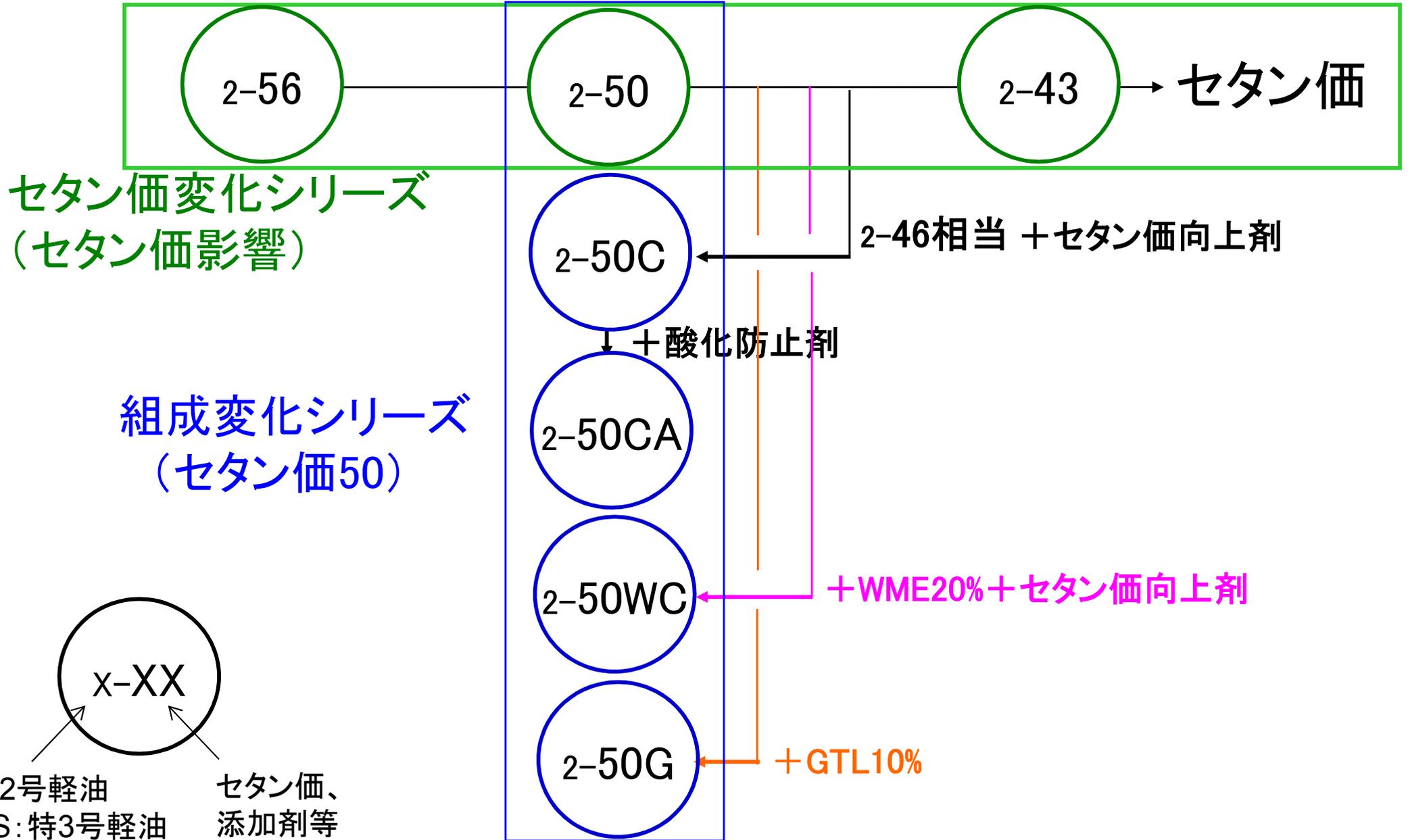
燃料性状  
(変化する項目)

車両・エンジン性能  
(懸念される項目)



# 試験燃料の設計(2号軽油)

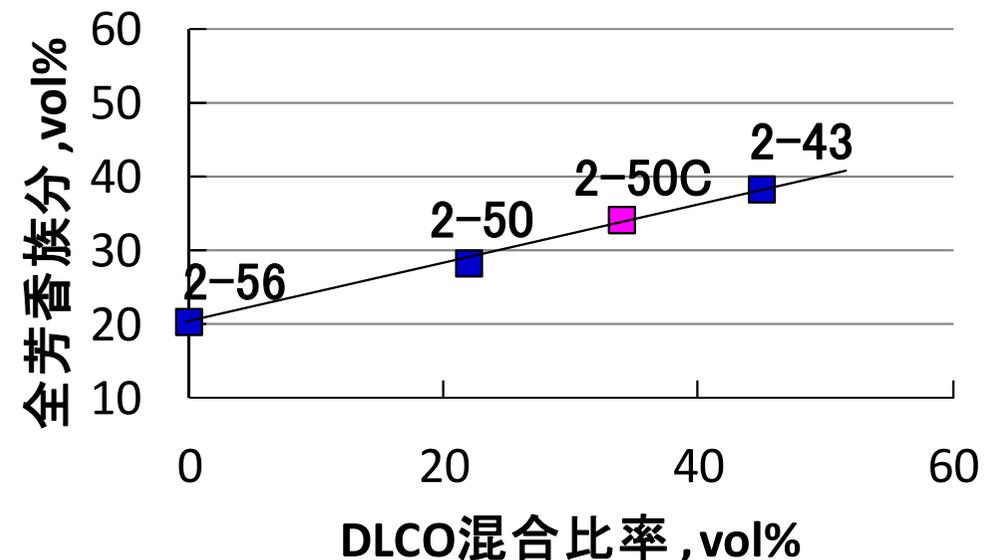
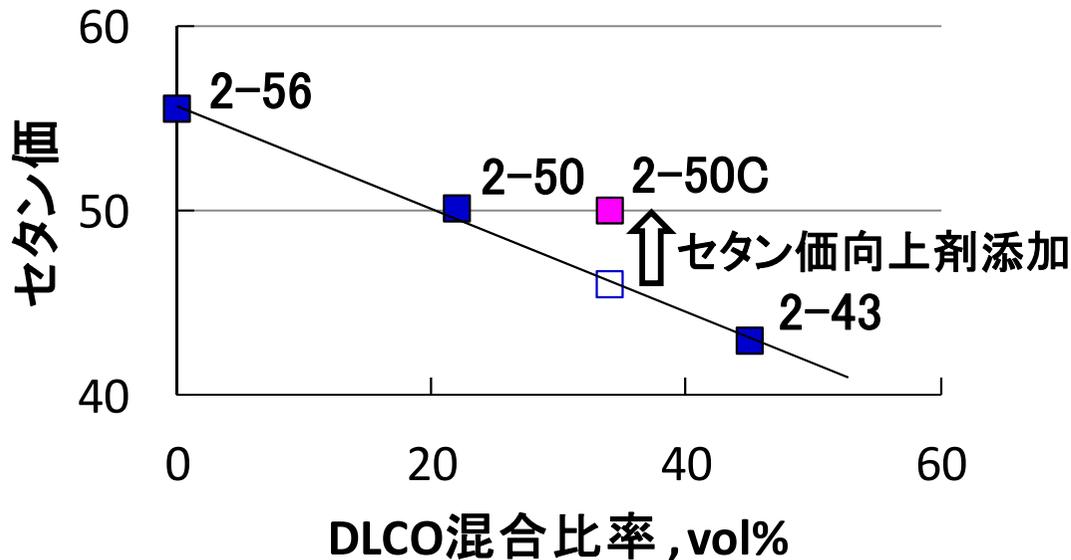
2号軽油の市場平均から軽油JIS規格下限(45)を超えたレベルまでセタン価を変化



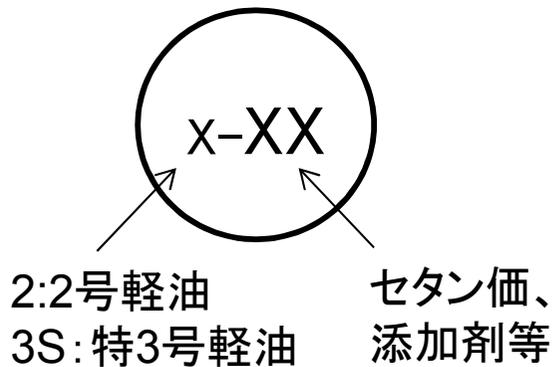
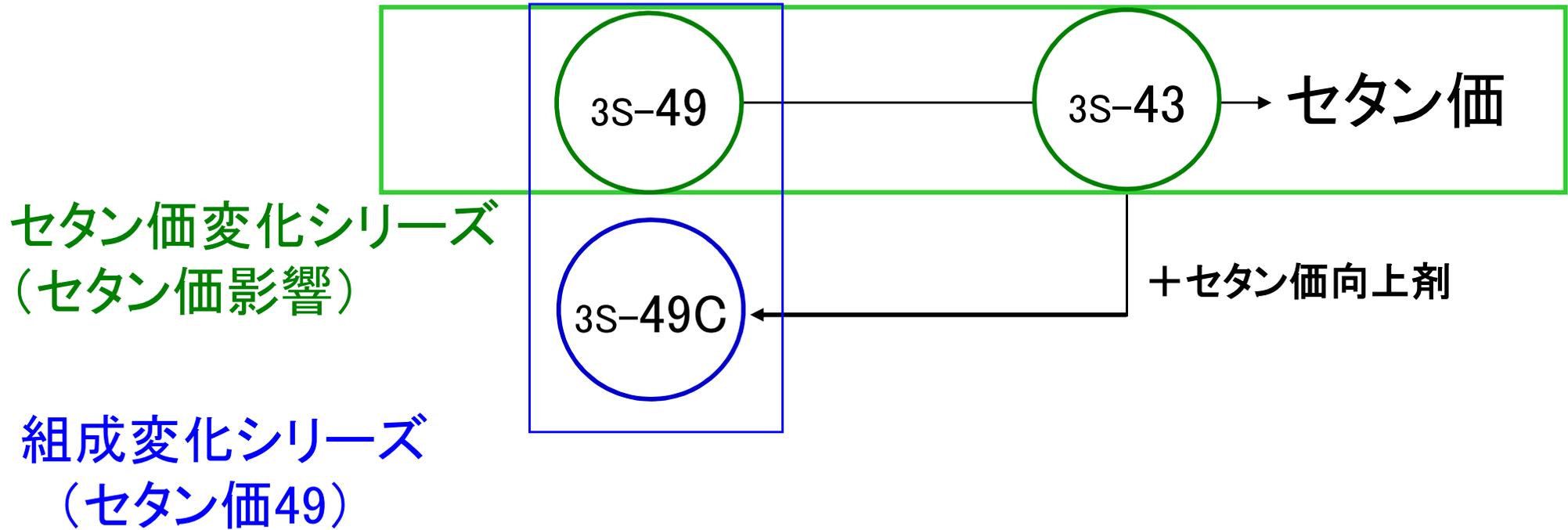
# DLCO混合による燃料性状への影響

数値は燃料シリーズの平均値、( )内は最小値と最大値

	2-56	2-50	2-43	2-50C	2-50WC	2-50G
<b>DLCO混合比</b> /vol%	<b>0</b>	<b>22</b> (17~24)	<b>45</b> (43~50)	<b>34</b> (32~38)	<b>32</b> (29~36)	<b>25</b> (21~30)
<b>セタン価</b>	<b>55.5</b> (54.4~56.5)	<b>50.1</b> (49.3~50.5)	<b>42.9</b> (42.2~43.4)	<b>50.0</b> (49.0~50.7)	<b>50.0</b> (49.4~50.2)	<b>50.0</b> (49.6~50.5)
<b>全芳香族分</b> /vol%	<b>20.3</b> (19.1~21.1)	<b>28.3</b> (27.0~30.1)	<b>38.3</b> (37.2~39.9)	<b>34.2</b> (32.8~35.4)	<b>29.2</b> (27.6~30.5)	<b>28.6</b> (26.5~30.3)



# 試験燃料の設計(特3号軽油)



# 試験エンジン諸元と評価項目

市場に導入されている様々な車両技術をカバーするよう、車両・エンジンを選定した。

エンジンコード	J2DE01	J2DE02	J2DE03	J2DE04	J2DE05	J2DE06	J2DE07	J2DE08
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期	新長期	新短期	新長期
排気量(L)	7.5	4.0	8.9	3.0	7.8	7.5	4.9	3.0
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
吸入空気方式	TC	TC	TC	TC	TC	TC	NA	TC
出力(kW/rpm)	199/2500	132/2800	257/1800	106/3400	221/2400	199/2700	99/3000	110/2800
トルク (Nm / rpm)	785 / 1100-2400	480 / 1400	1569 / 1100	300 / 1200-3200	981 / 1450	785 / 1400	343 / 1600	375 / 1600
圧縮比	16.0	17.0	17.0	15.0	17.5	17.5	19.2	17.5
気筒数	6	4	6	4	6	6	4	4
後処理装置	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF	DOC→DPF	DOC→DPF

エンジンコード	J2DE01	J2DE02	J2DE03	J2DE04	J2DE05	J2DE06	J2DE07	J2DE08
排出ガス試験	○	○	○	○	○	○	○	
DPF負荷試験				○				○

NA: 自然吸気

TC: ターボ過給

CRS: コモンレールシステム

DI: ダイレクト噴射

DOC: 酸化触媒

DPF: ディーゼルパーティキュレートフィルター

SCR: 尿素選択還元型NOx触媒

HC-SCR: 燃料など炭化水素を用いた選択還元型NOx触媒

# 試験車両諸元と評価項目

車両コード	J2DV01	J2DV02	J2DV03	J2DV04	J2DV05
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期
排気量(L)	3.0	3.0	4.0	3.2	2.0
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	5AMT	5MT	5MT	5AT	6AT
吸入空気方式	TC	TC	TC	TC	TC
出力(kW/rpm)	110/2800	106/3400	100/2500	140/3500	127/3750
トルク $\left( \begin{array}{c} \text{Nm} / \\ \text{rpm} \end{array} \right)$	375 / 1400-2800	300 / 1200-3200	390 / 1400	441 / 2000	360 / 2000
圧縮比	17.5	15.0	18.0	16.0	15.6
気筒数	4	4	4	4	4
後処理装置	DOC→DPF	DOC→DPF	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→LNT →DPF→DOC	DOC→LNT →DPF

車両コード	J2DV01	J2DV02	J2DV03	J2DV04	J2DV05
排出ガス試験	○	○		○	○
DPF負荷試験	○		○	○	○
始動性・運転性・白煙		○	○	○	

NA: 自然吸気  
 TC: ターボ過給  
 CRS: コモンレールシステム  
 DI: ダイレクト噴射  
 DOC: 酸化触媒  
 DPF: ディーゼルパーティキュレートフィルター  
 LNT: リーンNO<sub>x</sub>トラップ触媒  
 SCR: 尿素選択還元型NO<sub>x</sub>触媒  
 HC-SCR: 燃料など炭化水素を用いた選択還元型NO<sub>x</sub>触媒

## 【性能・排出ガス評価】

### (1)排出ガス影響

- ・エンジン試験

- ・車両試験

### (2)DPF負荷影響

### (3)始動性・運転性・白煙影響

### (4)まとめ

# エンジン排出ガス試験 試験項目

目的：分解軽油による燃料性状の変化が排出ガスに及ぼす影響を明らかにする

## ア.過渡排出ガス試験

①試験パターン： JE05モード \*1

(\*1 J2DE04はJE05に代えてJC08モード)

②測定項目： HC、CO、PM、NO<sub>x</sub>(@エンジン出口、後処理装置出口)  
アルデヒド(@後処理装置出口)  
モード燃費、排気温度(後処理装置前後)

JATOP I ディーゼル車将来燃料WGの試験に準拠

# 試験エンジン

エンジンコード	J2DE01	J2DE02	J2DE03	J2DE04	J2DE05	J2DE06	J2DE07
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期	新長期	新短期
排気量(L)	7.5	4.0	8.9	3.0	7.8	7.5	4.9
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
吸入空気方式	TC	TC	TC	TC	TC	TC	NA
出力(kW/rpm)	199/2500	132/2800	257/1800	106/3400	221/2400	199/2700	99/3000
トルク $\left( \frac{\text{Nm}}{\text{rpm}} \right)$	785 / 1100-2400	480 / 1400	1569 / 1100	300 / 1200-3200	981 / 1450	785 / 1400	343 / 1600
圧縮比	16.0	17.0	17.0	15.0	17.5	17.5	19.2
気筒数	6	4	6	4	6	6	4
後処理装置	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF →DOC	DOC→DPF

NA: 自然吸気

TC: ターボ過給

CRS: コモンレールシステム

DI: ダイレクト噴射

DOC: 酸化触媒

DPF: ディーゼルパーティキュレートフィルター

SCR: 尿素選択還元型NO<sub>x</sub>触媒

HC-SCR: 燃料など炭化水素を用いた選択還元型NO<sub>x</sub>触媒

# 燃料マトリクス

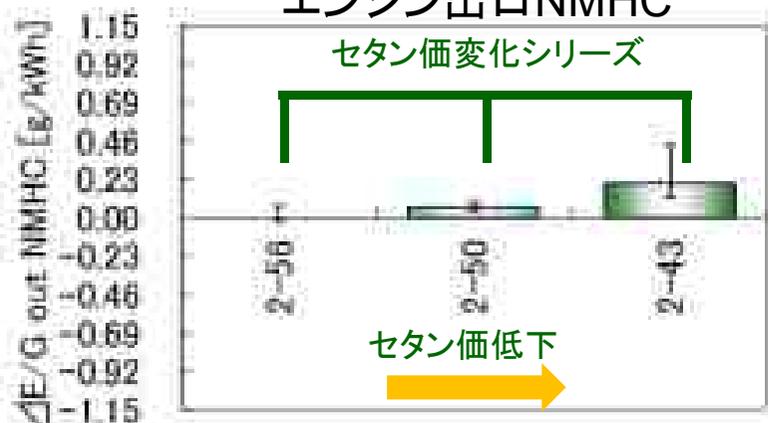
試験	車両 コード	試験燃料									
		2号						特3号			
		2-56	2-50	2-43	2-50C	2-50CA	2-50WC	2-50G	3S-49	3S-43	3S-49C
排出 ガス	J2DE01	●	●	●	●		●	●			
	J2DE02	●	●	●	●		●	●			
	J2DE03	●	●	●	●		●	●			
	J2DE04	●	●	●	●		●	●			
	J2DE05	●	●	●	●		●	●			
	J2DE06	●	●	●	●		●	●			
	J2DE07	●	●	●	●		●	●			

<p>エンジン出口(相対値)</p>	<p style="text-align: center;">J2DE01</p> <p style="text-align: center;">セタン価の影響について、定常運転にて燃焼解析を実施</p>
<p>後処理装置出口(相対値)</p>	<p style="text-align: center;">PNLT規制値上限値=0.23g/kWh</p>

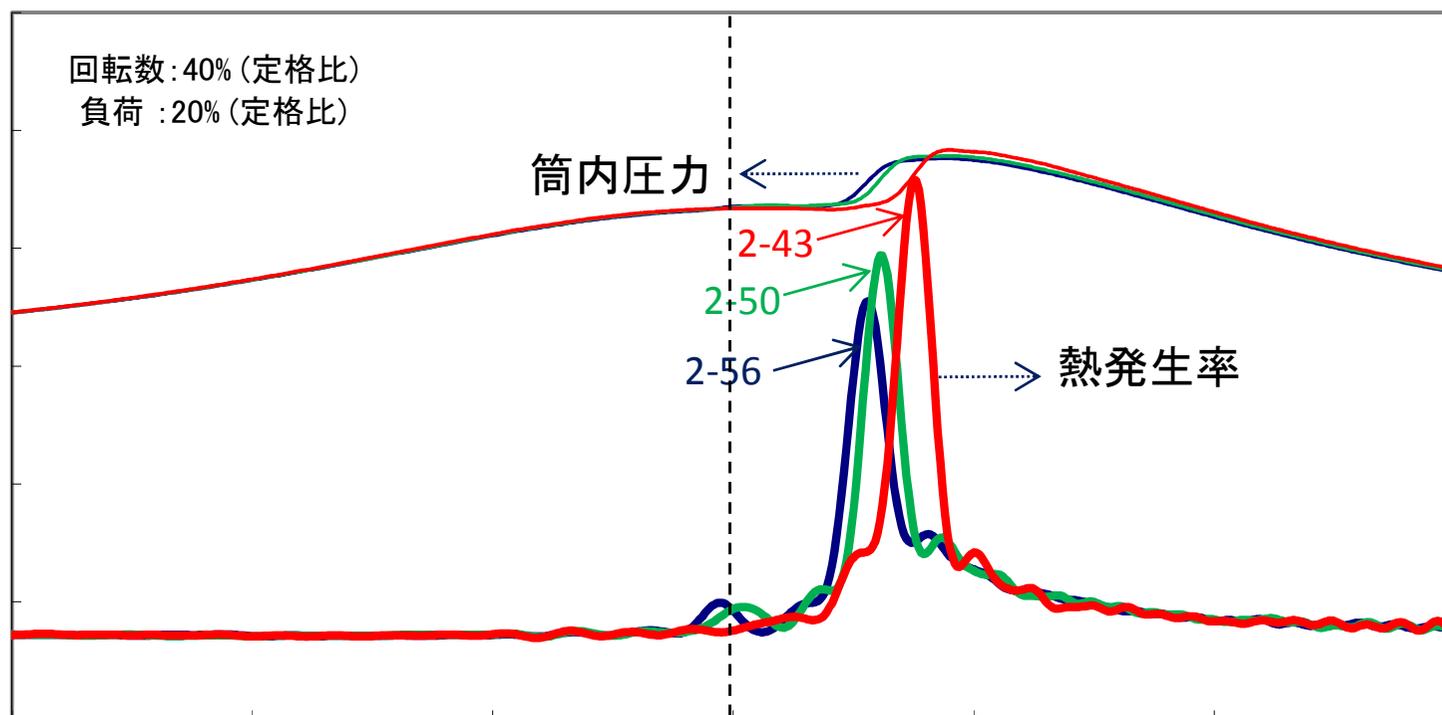
# 定常運転状態での筒内圧計測からの燃焼解析 (J2DE01) JATOP VG-13

エンジン出口NMHC

セタン価変化シリーズ



セタン価低下に伴い、燃焼開始が遅れるため未燃の燃料によるNMHCが増加したと考察。



TDC  
クランク角度

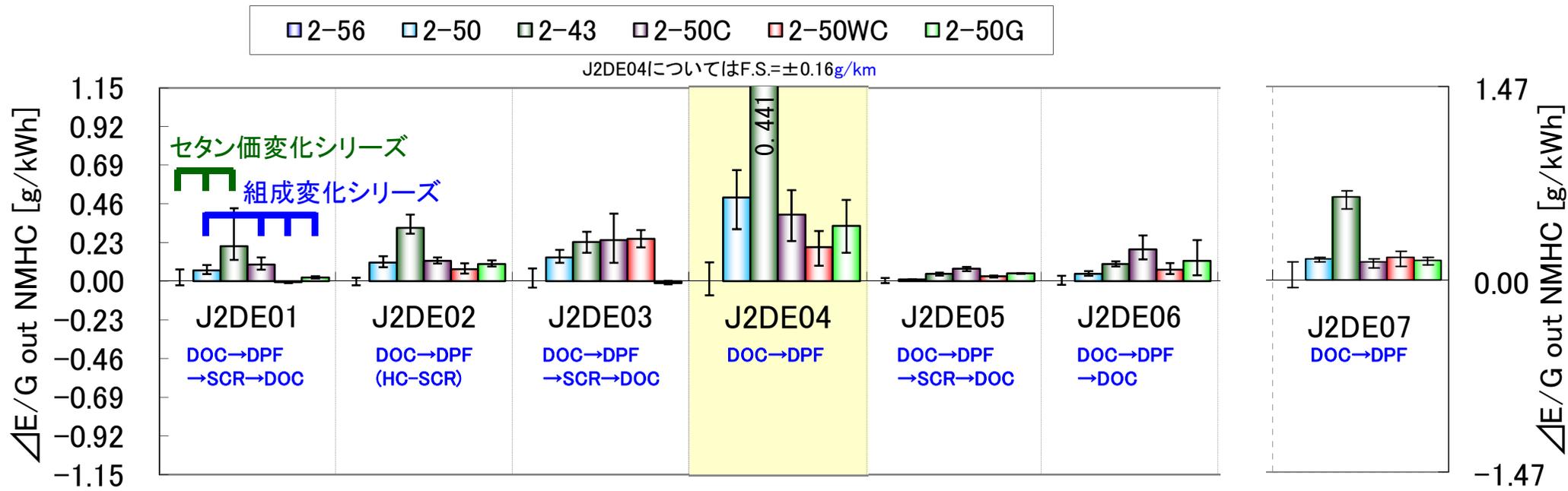
TDC: 上死点

# NMHC排出 [g/kWh]

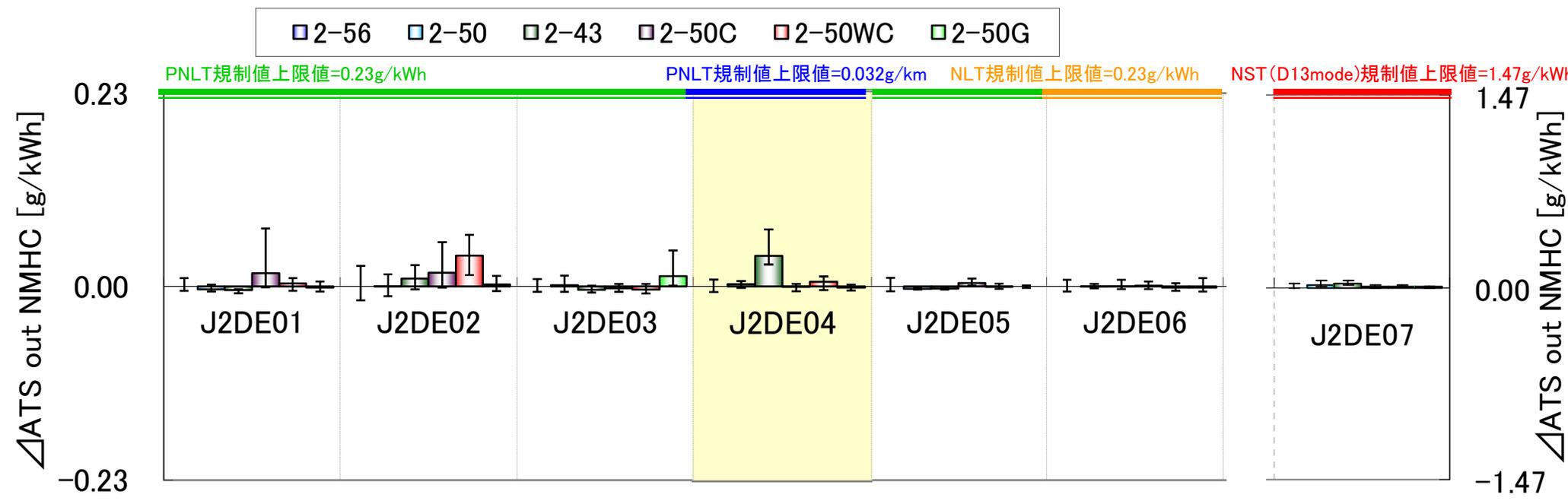
J2DE04のみ [g/km]

ベース燃料(2-56)に対する相対値

エンジン出口(相対値)



後処理装置出口(相対値)

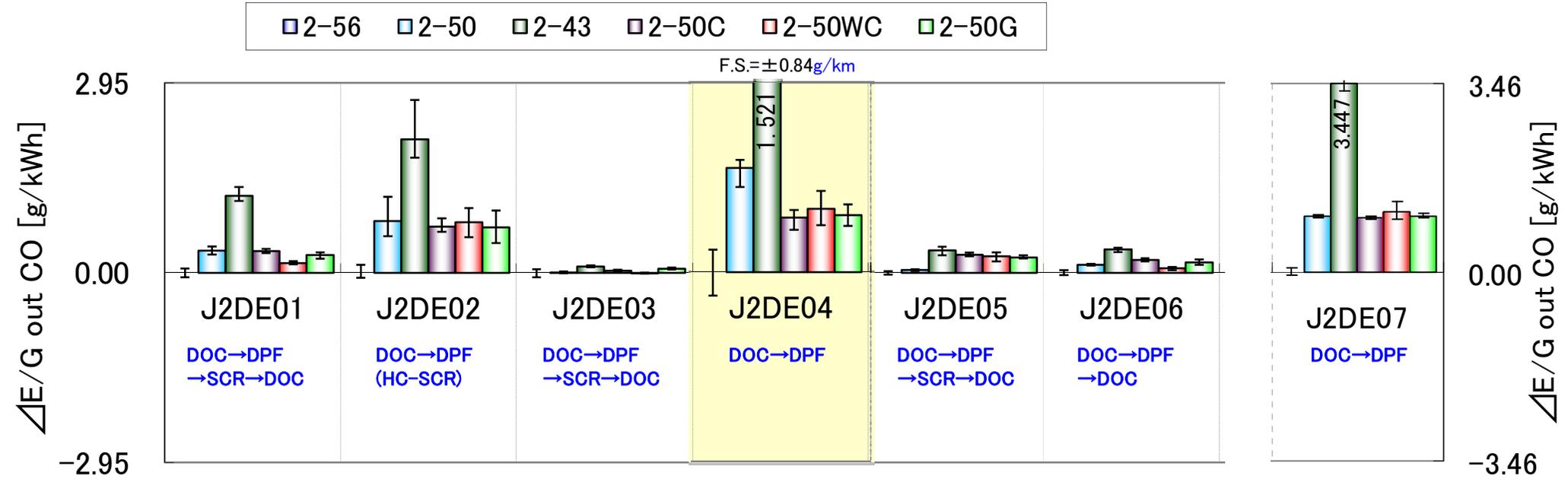


# CO排出 [g/kWh]

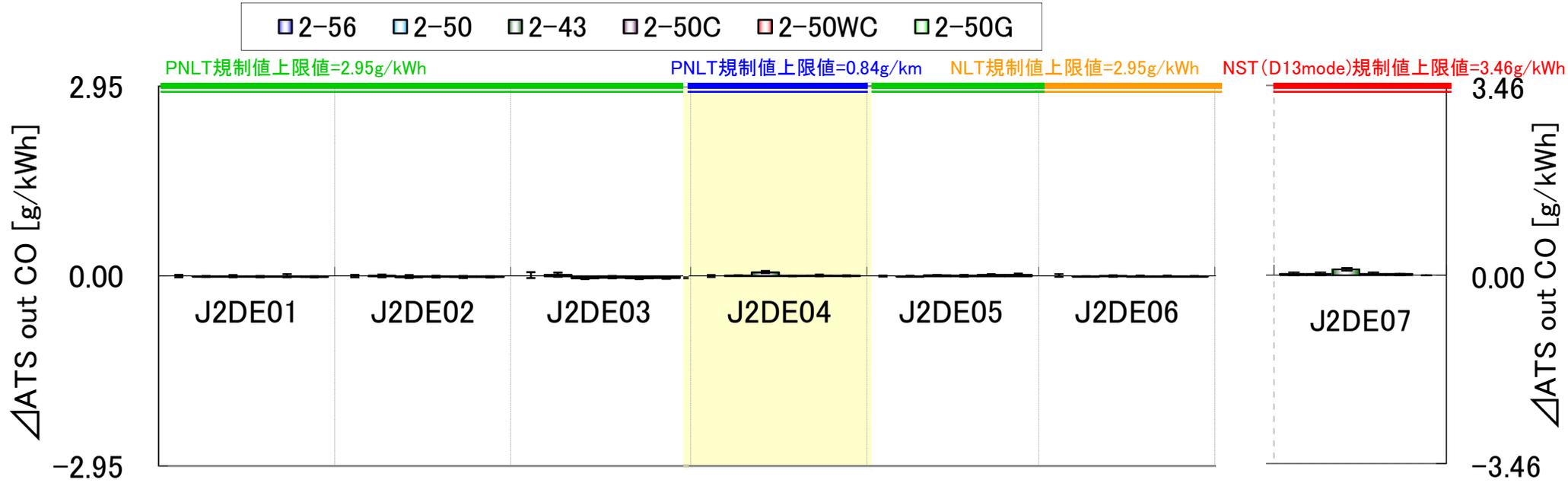
J2DE04のみ [g/km]

ベース燃料(2-56)に対する相対値

エンジン出口(相対値)



後処理装置出口(相対値)

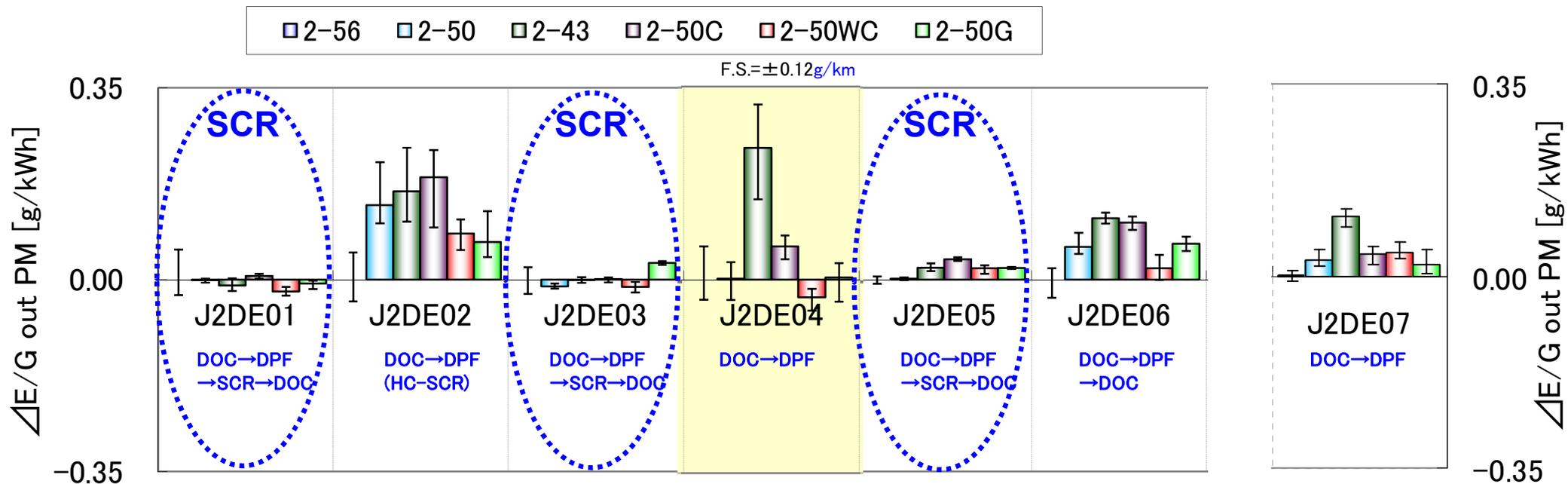


# PM排出 [g/kWh]

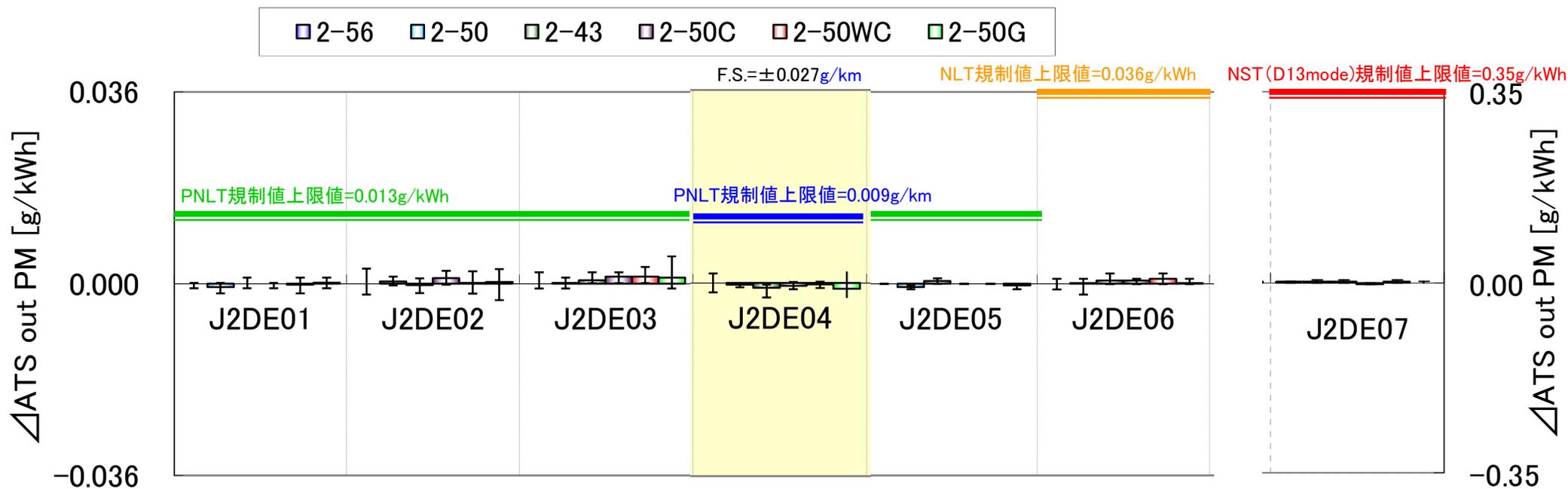
J2DE04のみ [g/km]

ベース燃料(2-56)に対する相対値

エンジン出口(相対値)



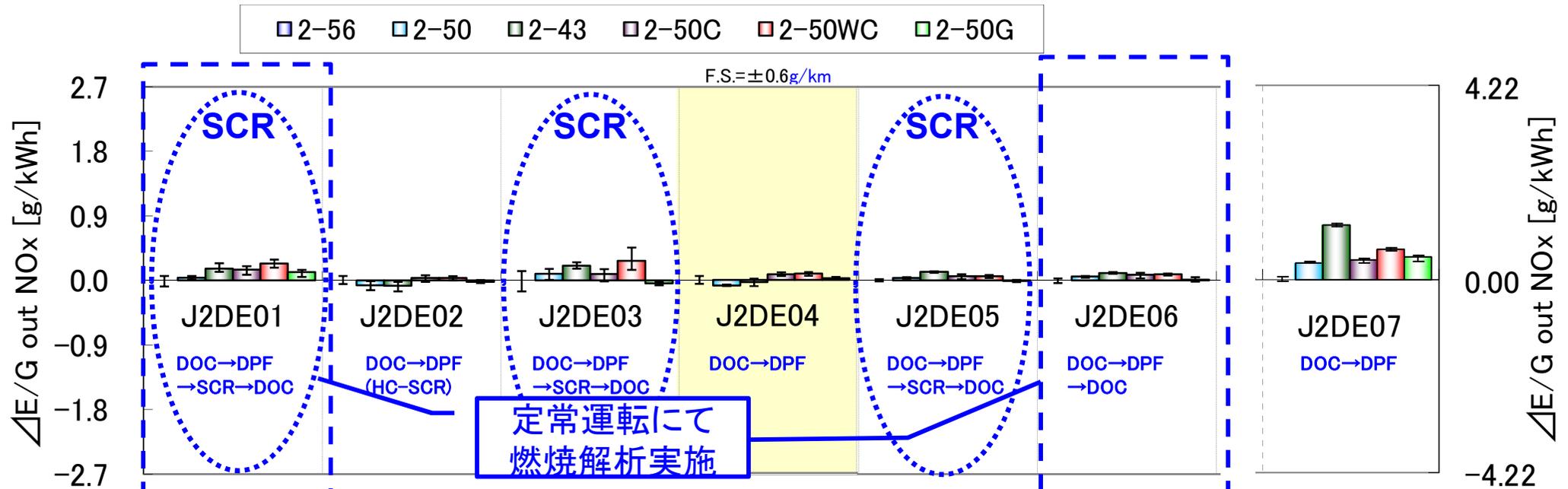
後処理装置出口(相対値)



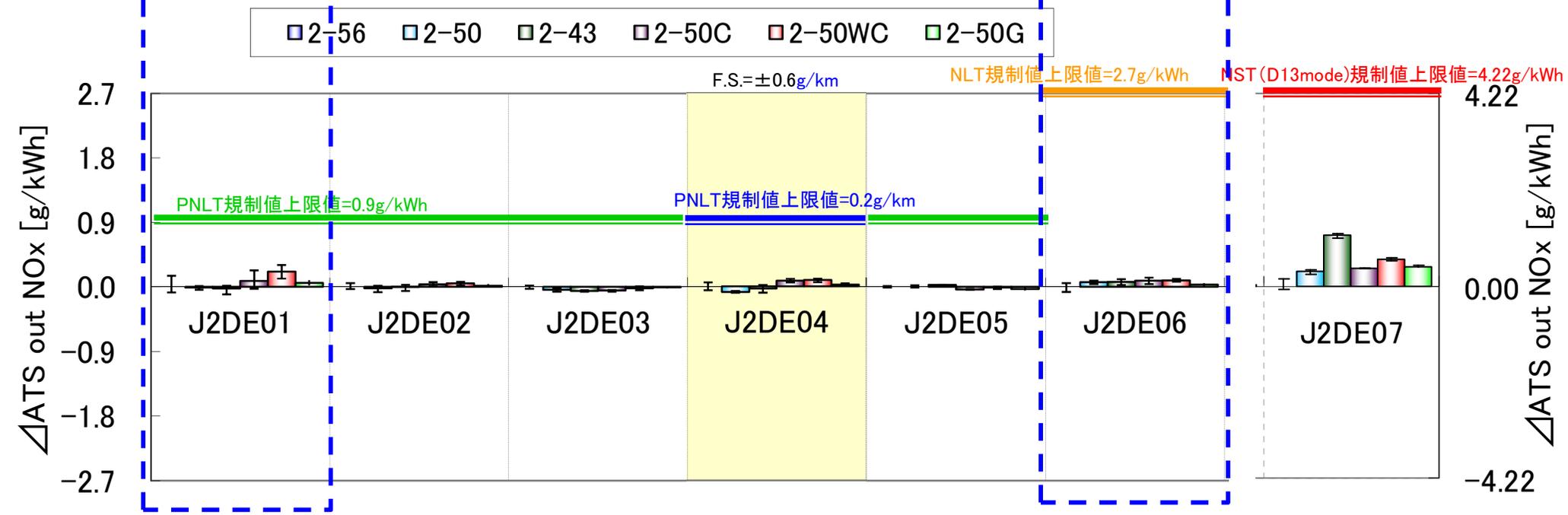
# NOx排出 [g/kWh] ベース燃料(2-56)に対する相対値

J2DE04のみ [g/km]

エンジン出口(相対値)



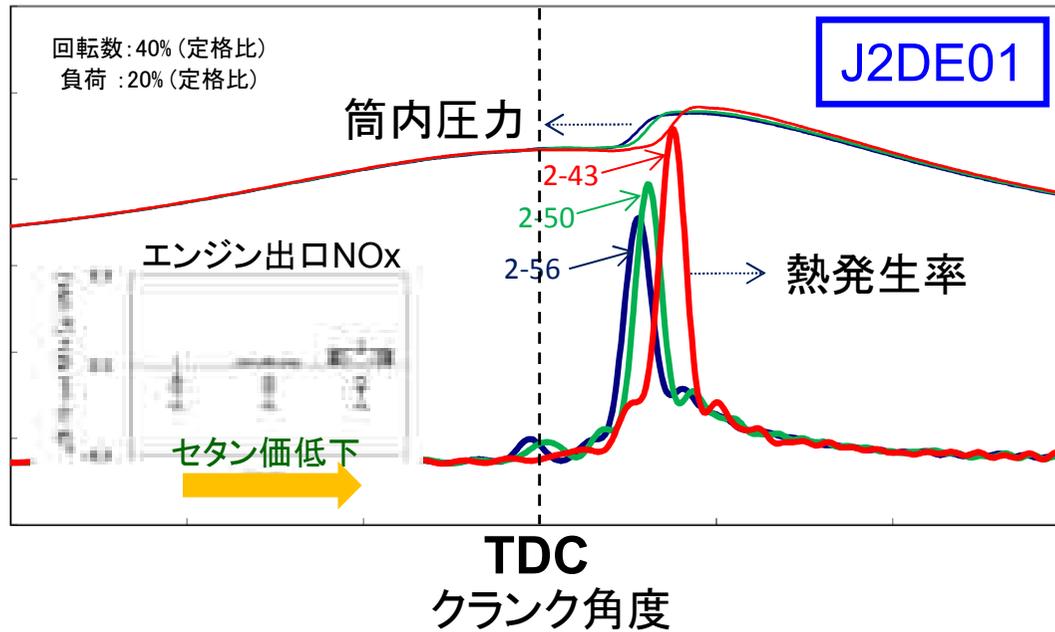
後処理装置出口(相対値)



# 定常運転状態での筒内圧計測からの燃焼解析

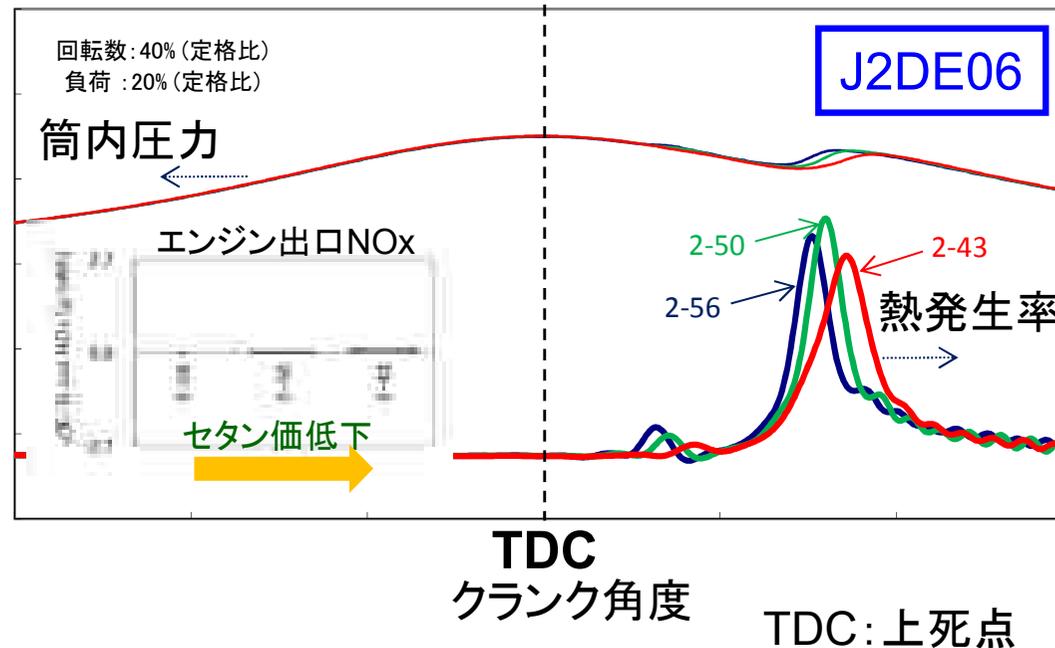
## —SCRと非SCRの比較—

### SCR



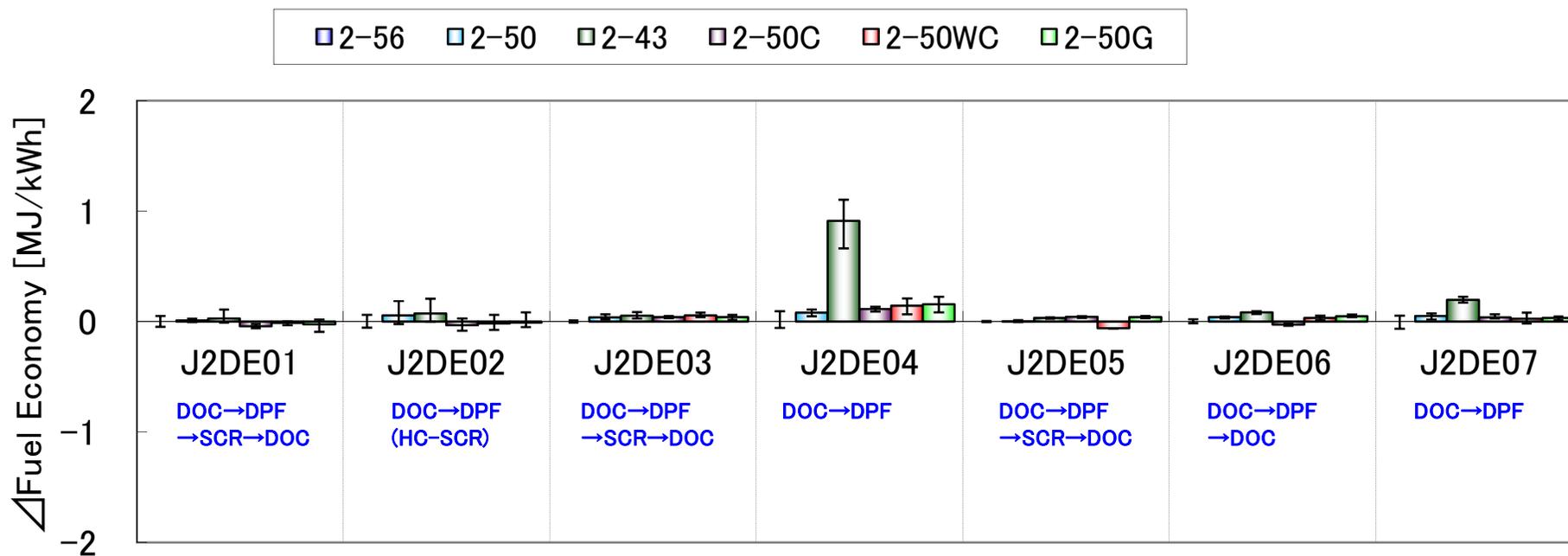
セタン価低下に伴い、熱発生率は初期が抑制され、ピークの高い形状となる。  
これに伴い最高燃焼圧力も高まった結果、NOxが増加したと考察。

### 非SCR



セタン価低下に伴い、熱発生率は初期が抑制されるものの、燃焼開始時期が遅いためピークは高まらない。  
最高燃焼圧力も上昇しない結果、NOxへの影響小と考察。

対2-56相対値



# エンジン試験 排出ガス・燃費評価結果の一例

J2DE02

(PNLT)

DOC→DPF

(HC-SCR)

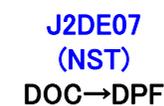
セタン価影響

2-56比で



		J2DE02		
		2-56	2-50	2-43
エンジン 出口	NMHC[g/kWh]	基準	悪化	悪化
	CO[g/kWh]		悪化	悪化
	PM[g/kWh]		悪化	悪化
	NOx[g/kWh]		同等	同等
後処理 装置 出口	NMHC[g/kWh]		同等	同等
	CO[g/kWh]		同等	同等
	PM[g/kWh]		同等	同等
	NOx[g/kWh]		同等	同等
燃費[MJ/kWh]		同等	同等	同等

# エンジン試験 排出ガス・燃費評価結果のまとめ



## セタン価影響

2-56比で **悪化** **やや悪化** **同等** **やや改善** **改善**

		J2DE01			J2DE02			J2DE03			J2DE04			J2DE05			J2DE06			J2DE07			
		2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	
エンジン出口	NMHC[g/kWh]																						
	CO[g/kWh]																						
	PM[g/kWh]																						
	NOx[g/kWh]																						
後処理装置出口	NMHC[g/kWh]	基準																					
	CO[g/kWh]																						
	PM[g/kWh]																						
	NOx[g/kWh]																						
燃費[MJ/kWh]																							

## 組成影響

2-50比で **悪化** **やや悪化** **同等** **やや改善** **改善**

		J2DE01				J2DE02				J2DE03				J2DE04				J2DE05				J2DE06				J2DE07			
		2-50	2-50C	2-50WC	2-50G																								
エンジン出口	NMHC[g/kWh]																												
	CO[g/kWh]																												
	PM[g/kWh]																												
	NOx[g/kWh]																												
後処理装置出口	NMHC[g/kWh]	基準																											
	CO[g/kWh]																												
	PM[g/kWh]																												
	NOx[g/kWh]																												
燃費[MJ/kWh]																													

セタン価影響については、エンジン出口のNMHC、CO、PMはDLCO混合量の多い低セタン価燃料で概ね増加する傾向であったが、後処理装置出口では燃料影響は概ね認められなかった。発熱量基準燃費への影響は概ね認められなかった。

尿素SCR仕様エンジンではエンジン出口の排出ガスへの燃料影響度は小さかった。燃焼解析により、これらの排出ガス挙動の相違を理解・考察することができた。

組成影響はエンジンによって影響の方向性が異なったが、影響度は比較的小さかった。

## 【性能・排出ガス評価】

### (1)排出ガス影響

- ・エンジン試験

- ・車両試験

### (2)DPF負荷影響

### (3)始動性・運転性・白煙影響

### (4)まとめ

# 車両排出ガス試験 試験項目

目的: 分解軽油による燃料性状の変化が排出ガスに及ぼす影響を明らかにする

## ア. 過渡排出ガス試験

- |         |   |                                      |
|---------|---|--------------------------------------|
| ①試験パターン | : JE05モード <sup>(1)</sup> 、JC08モード <sup>(2)</sup>                                | (1)J2DV01<br>(2)J2DV02,J2DV04,J2DV05 |
| ②測定項目   | : HC、CO、PM、NO <sub>x</sub><br>モード燃費、排気温度(後処理装置前後)<br>燃焼騒音(乗用車、筒内圧センサー)<br>アルデヒド |                                      |
| ③測定部位   | : 後処理装置出口(HCについてはエンジン出口も測定)   |                                      |

JATOP I ディーゼル車将来燃料WGの試験に準拠

# 車両排出ガス試験 試験車両

車両コード	J2DV01	J2DV02	J2DV04	J2DV05
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期	P新長期	P新長期
排気量(L)	3.0	3.0	3.2	2.0
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	5AMT	5MT	5AT	6AT
吸入空気方式	TC	TC	TC	TC
出力(kW/rpm)	110/2800	106/3400	140/3500	127/3750
トルク $\left( \begin{array}{l} \text{Nm} / \\ \text{rpm} \end{array} \right)$	375 / 1400-2800	300 / 1200-3200	441 / 2000	360 / 2000
圧縮比	17.5	15.0	16.0	15.6
気筒数	4	4	4	4
後処理装置	DOC→DPF	DOC→DPF	DOC→LNT →DPF→DOC	DOC→LNT →DPF

TC:ターボ過給

CRS:コモンレールシステム

DI:ダイレクト噴射

DOC:酸化触媒

DPF:ディーゼルパーティキュレートフィルター

LNT:リークNO<sub>x</sub>トラップ触媒

# 車両排出ガス試験 燃料マトリクス

試験 パターン	車両 コード	試験燃料									
		2号						特3号			
		2-56	2-50	2-43	2-50C	2-50CA	2-50WC	2-50G	3S-49	3S-43	3S-49C
排出ガス	J2DV01	●	●	●		●					
	J2DV02	●	●	●	●	●	●	●			
	J2DV04	●	●	●	●						
	J2DV05	●	●	●	●						

# THC 排出[g/km]

	J2DV01 (PNLT) DOC→DPF	J2DV02 (PNLT) DOC→DPF	J2DV04 (PNLT) DOC→LNT→DPF→DOC	J2DV05 (PNLT) DOC→LNT→DPF
EG出口	<p>JE05 セタン価変化シリーズ</p> <p>E/Gout THC(g/km)</p> <p>組成変化シリーズ</p>	<p>JC08Combined セタン価変化シリーズ</p> <p>E/Gout THC(g/km)</p> <p>組成変化シリーズ</p>	<p>JC08Combined セタン価変化シリーズ</p> <p>E/Gout THC(g/km)</p> <p>組成変化シリーズ</p>	<p>JC08Combined セタン価変化シリーズ</p> <p>E/Gout THC(g/km)</p> <p>組成変化シリーズ</p>
後処理出口	<p>JE05</p> <p>THC(g/km)</p>	<p>JC08Combined</p> <p>THC(g/km)</p>	<p>JC08Combined</p> <p>THC(g/km)</p>	<p>JC08Combined</p> <p>THC(g/km)</p>

EG出口では、セタン価の低下とともにTHCは増加した。  
後処理装置出口では、EG出口に比べてその影響は縮小した。

# 車両排出ガス・燃費評価結果のまとめ

J2DV01 (PNLT)  
DOC+DPF

J2DV02 (PNLT)  
DOC+DPF

J2DV04 (PNLT)  
DOC+LNT+DPF+DOC

J2DV05 (PNLT)  
DOC+LNT+DPF

## セタン価影響

2-56比で ■ 悪化 ■ やや悪化 ■ 同等 ■ やや改善 ■ 改善

		J2DV01(JE05)			J2DV02(JC08Combined)			J2DV04(JC08Combined)			J2DV05(JC08Combined)		
		2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43
エンジン出口	THC[g/km]												
後処理装置 出口	THC [g/km]												
	NMHC [g/km]												
	CO [g/km]												
	PM [g/km]												
	NOx [g/km]												
燃費 [km/MJ]													

## 組成影響

2-50比で ■ 悪化 ■ やや悪化 ■ 同等 ■ やや改善 ■ 改善

		J2DV01(JE05)		J2DV02(JC08Combined)					J2DV04(JC08Combined)		J2DV05(JC08Combined)	
		2-50	2-50CA	2-50	2-50C	2-50CA	2-50WC	2-50G	2-50	2-50C	2-50	2-50C
エンジン出口	THC[g/km]											
後処理装置 出口	THC [g/km]											
	NMHC [g/km]											
	CO [g/km]											
	PM [g/km]											
	NOx [g/km]											
燃費 [km/MJ]												

THC:セタン価の低下に伴いエンジン出口ではTHCの増加が見られたが、後処理出口ではその影響は縮小した。  
 後処理出口NMHC・CO・NOx:セタン価43で増加する車両も見られたが、いずれもほぼ規制値を満足する結果であった。  
 後処理出口PM:セタン価の影響は認められなかった。  
 発熱量基準燃費:セタン価の影響は概ね認められなかったが、一部の車両ではセタン価43でやや悪化した。

## 【性能・排出ガス評価】

### (1)排出ガス影響

- ・エンジン試験
- ・車両試験

### (2)DPF負荷影響

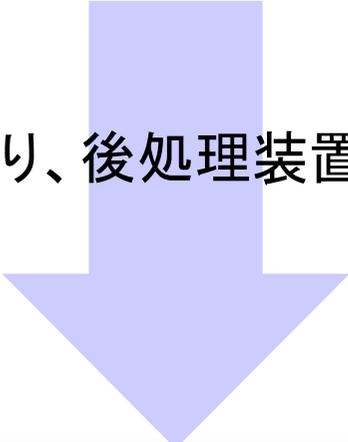
### (3)始動性・運転性・白煙影響

### (4)まとめ

## < 排出ガス試験の結果 >

DLCO混合増により、エンジン出口HC・PM増加。  
後処理出口排出ガスは概ね変化無し。

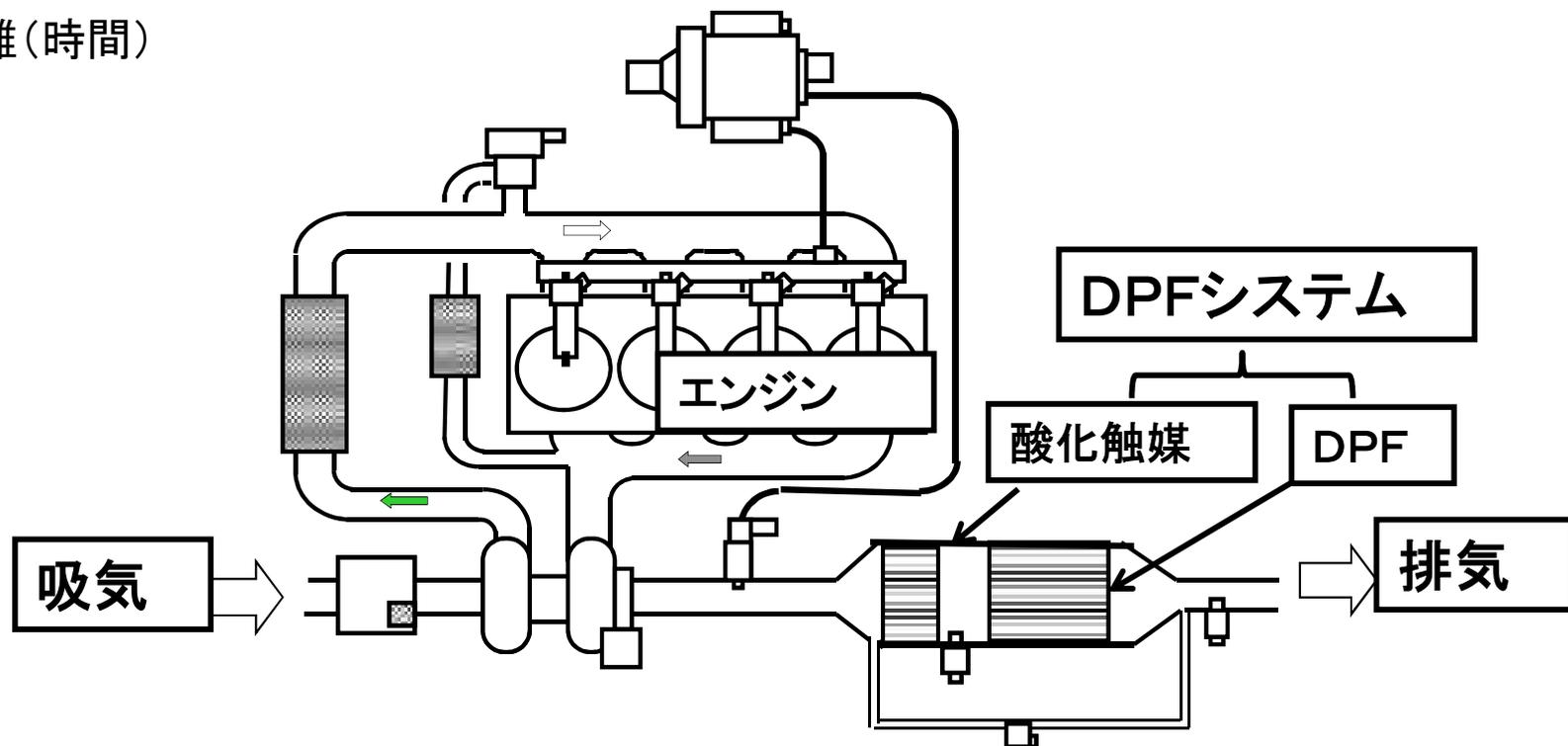
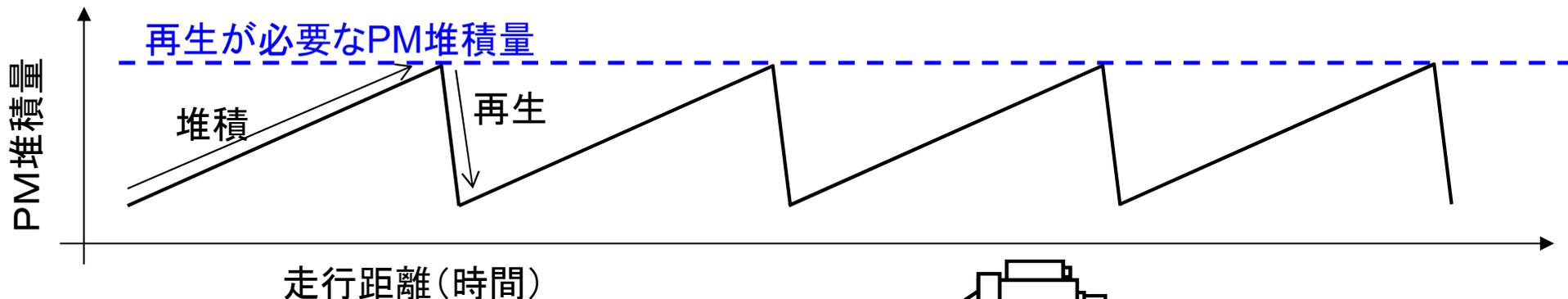
エンジン出口PMの増加により、後処理装置(DPF)への負荷が増大することが懸念される。



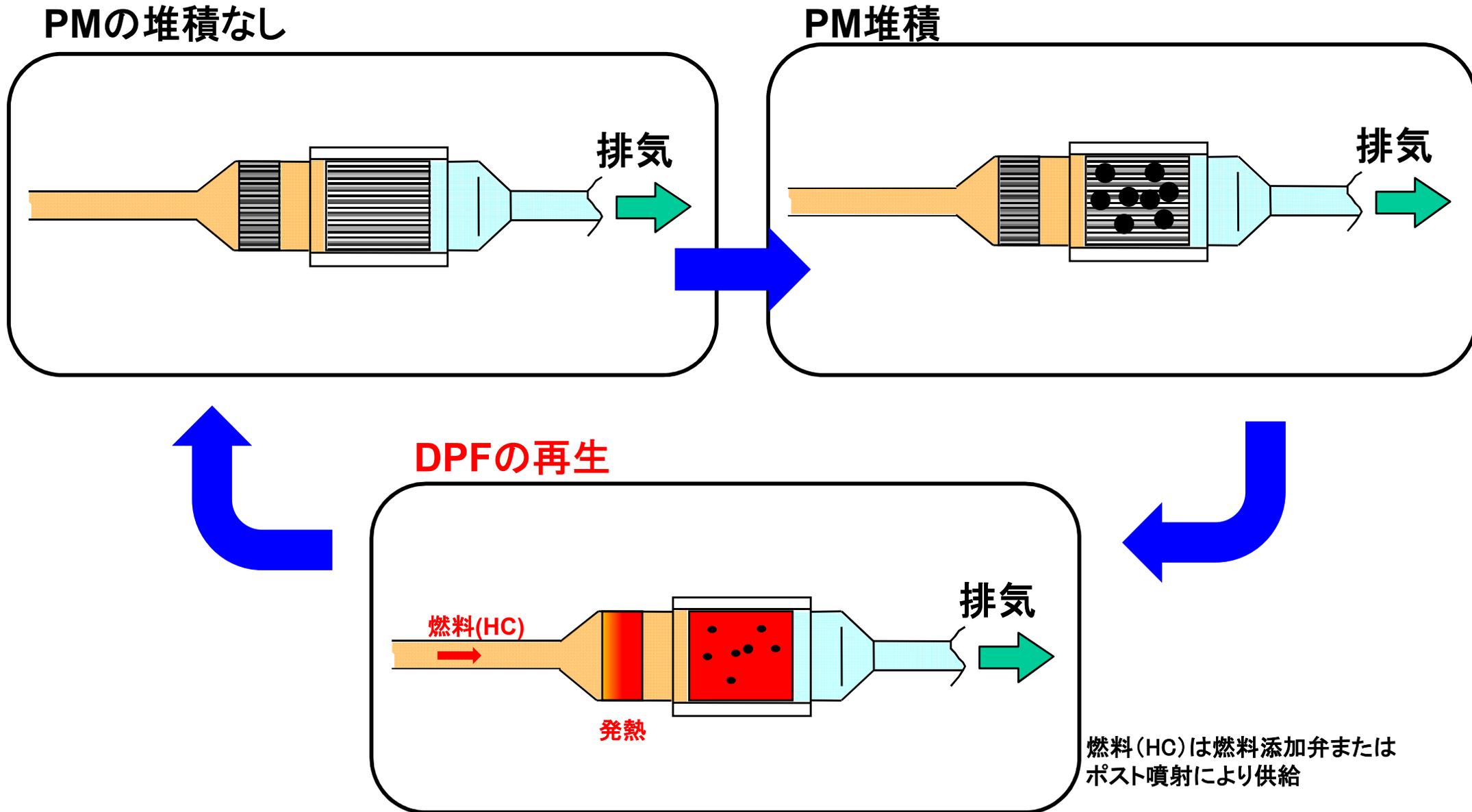
DPF負荷試験を考案し、DLCO混合のDPF負荷への影響を評価

# DPF(Diesel Particulate Filter)システムの構成例

エンジンから排出されたPM(スス)はDPFに捕集され堆積する  
 堆積したPMは周期的に燃焼させ初期状態に戻す(DPFの再生)  
 再生は酸化触媒の発熱によって行う。



# DPFへのPMの堆積と再生

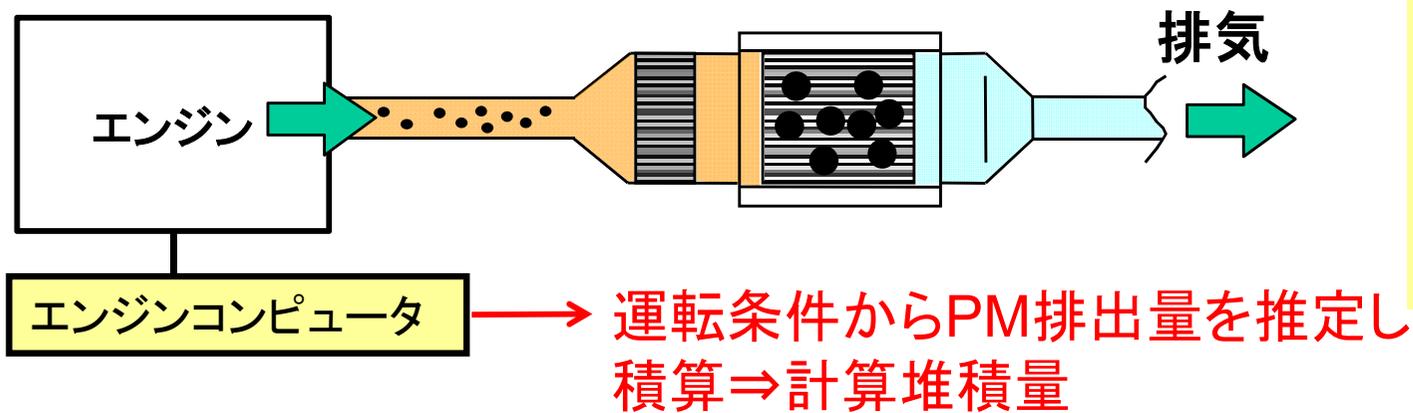


# DPF 再生要否の判定の仕組み(イメージ)

DPF再生要否を判定するPM堆積量の推定方法については2種類あり

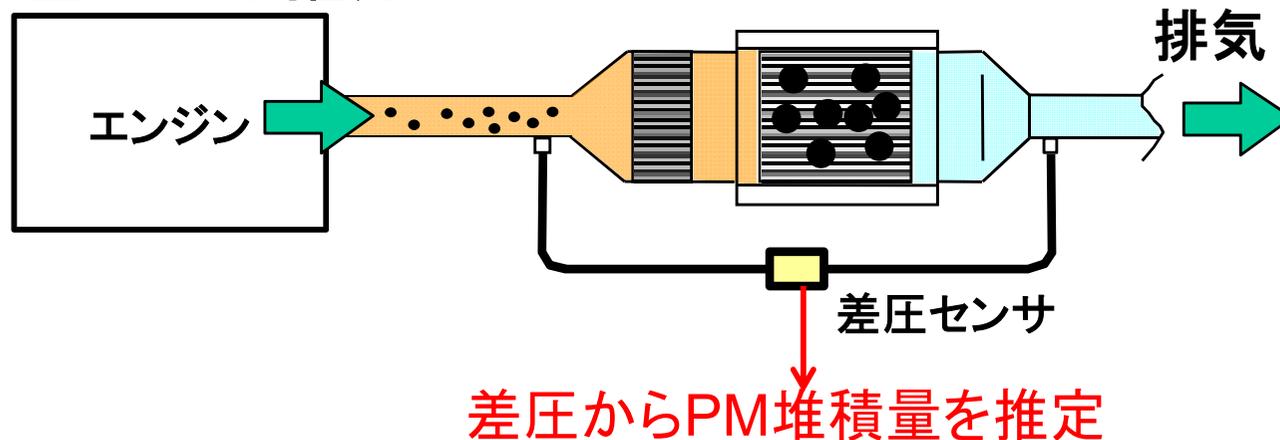
## ・運転条件から推定

【例： $\Sigma$ (時間あたりの推定PM堆積量,g/sec)】



- ・計算堆積量が判定基準に達するとDPFを再生
- ↓
- ・同じ走行を繰り返すと、同じ周期で再生

## ・差圧から推定



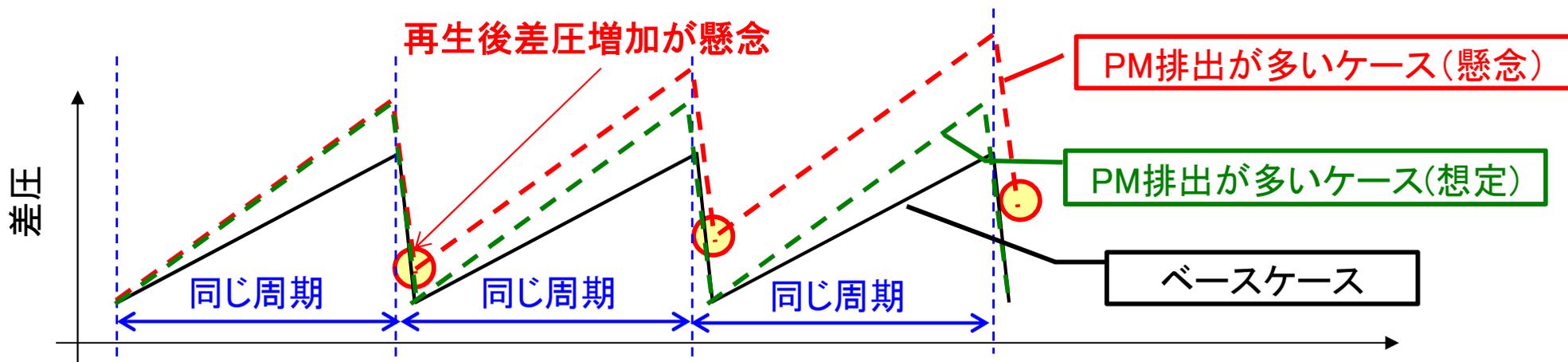
- ・差圧から推定したPM堆積量が判定基準に達するとDPFを再生
- ↓
- ・同じ走行を繰り返すと、PM堆積量に応じた周期で再生

## 狙いと試験条件

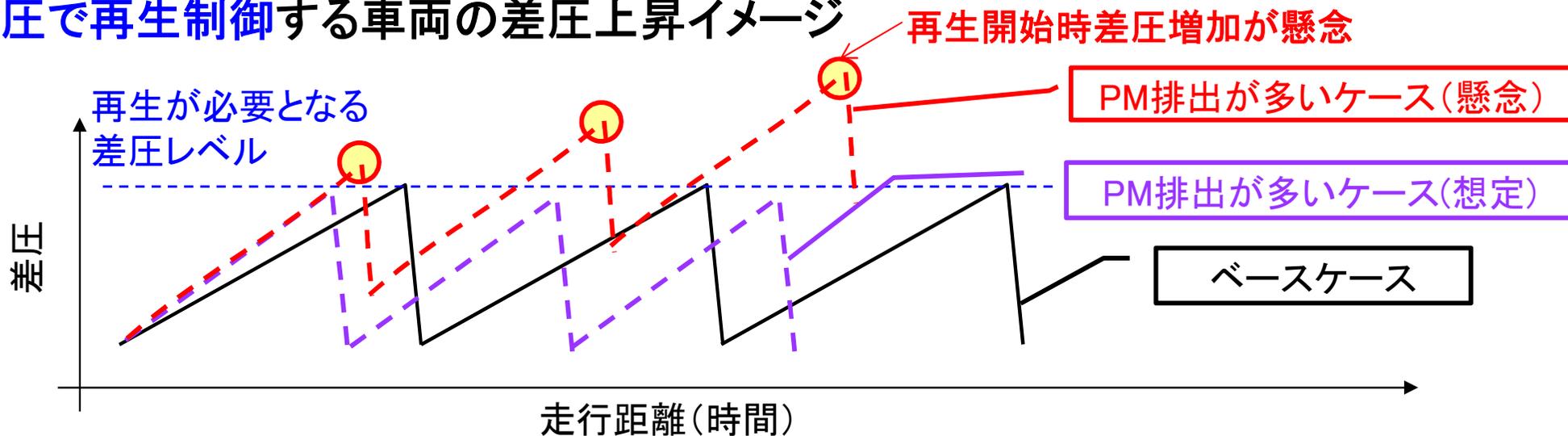
### PM堆積・再生を繰り返した際の差圧推移・再生温度の影響評価

PMが堆積していない状態から走行を開始し、自動再生が作動するまでモード走行を繰り返す。これを所定のセット数繰り返す。

#### ・計算堆積量で再生制御する車両の差圧上昇イメージ

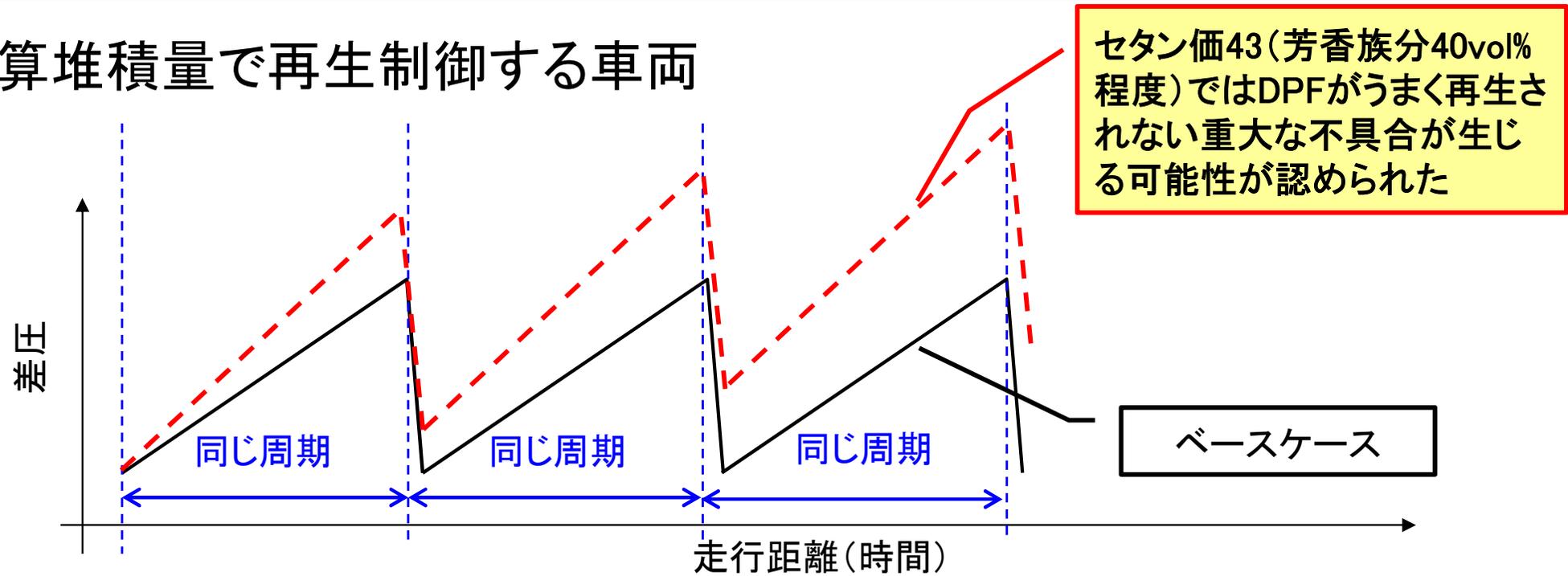


#### ・差圧で再生制御する車両の差圧上昇イメージ

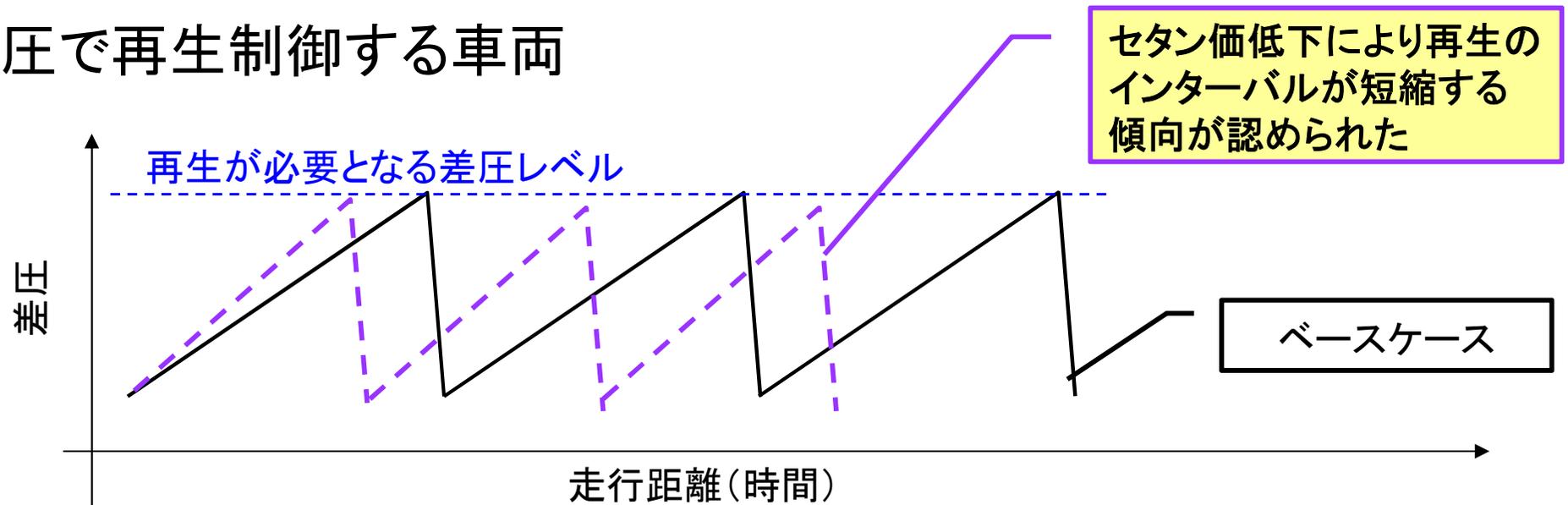


# DPF負荷試験の結果概要

## ・計算堆積量で再生制御する車両



## ・差圧で再生制御する車両



# DPF負荷試験 試験車両・エンジン諸元

## 【計算堆積量で再生制御する車両・エンジン】

車両/エンジンコード	J2DV03	J2DE04
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期
排気量(L)	4.0	3.0
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	5MT	-
吸入空気方式	TC	TC
出力(kW/rpm)	100/2500	106/3400
トルク (Nm / rpm)	390 / 1400	300 / 1200-3200
圧縮比	18.0	15.0
気筒数	4	4.0
後処理装置	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→DPF

TC:ターボ過給

CRS:コモンレールシステム

DI:ダイレクト噴射

DOC:酸化触媒

DPF:ディーゼルパーティキュレートフィルター

LNT:リークNOxトラップ触媒

HC-SCR:燃料など炭化水素を用いた選択還元型NOx触媒

## 【差圧で再生制御する車両・エンジン】

車両/エンジンコード	J2DV01	J2DV04	J2DV05	J2DE08
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期	P新長期	新長期
排気量(L)	3.0	3.2	2.0	3.0
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	5AMT	5AT	6AT	-
吸入空気方式	TC	TC	TC	TC
出力(kW/rpm)	110/2800	140/3500	127/3750	110/2800
トルク (Nm / rpm)	375 / 1400-2800	441 / 2000	360 / 2000	375 / 1600
圧縮比	17.5	16.0	15.6	17.5
気筒数	4	4	4	4
後処理装置	DOC→DPF	DOC→LNT →DPF→DOC	DOC→LNT →DPF	DOC→DPF

試験	車両/ エンジン コード	試験燃料									
		2号							特3号		
		2-56	2-50	2-50C	2-50CA	2-50WC	2-50G	2-43	3S-49	3S-49C	3S-43
DPF 負荷	J2DV01	●	●	●				●			
	J2DV03	●	●	●				●			
	J2DV04	●						●			
	J2DV05	●						●			
	J2DE04	●	●	●				●			
	J2DE08	●						●			

## 【DPF負荷試験結果】

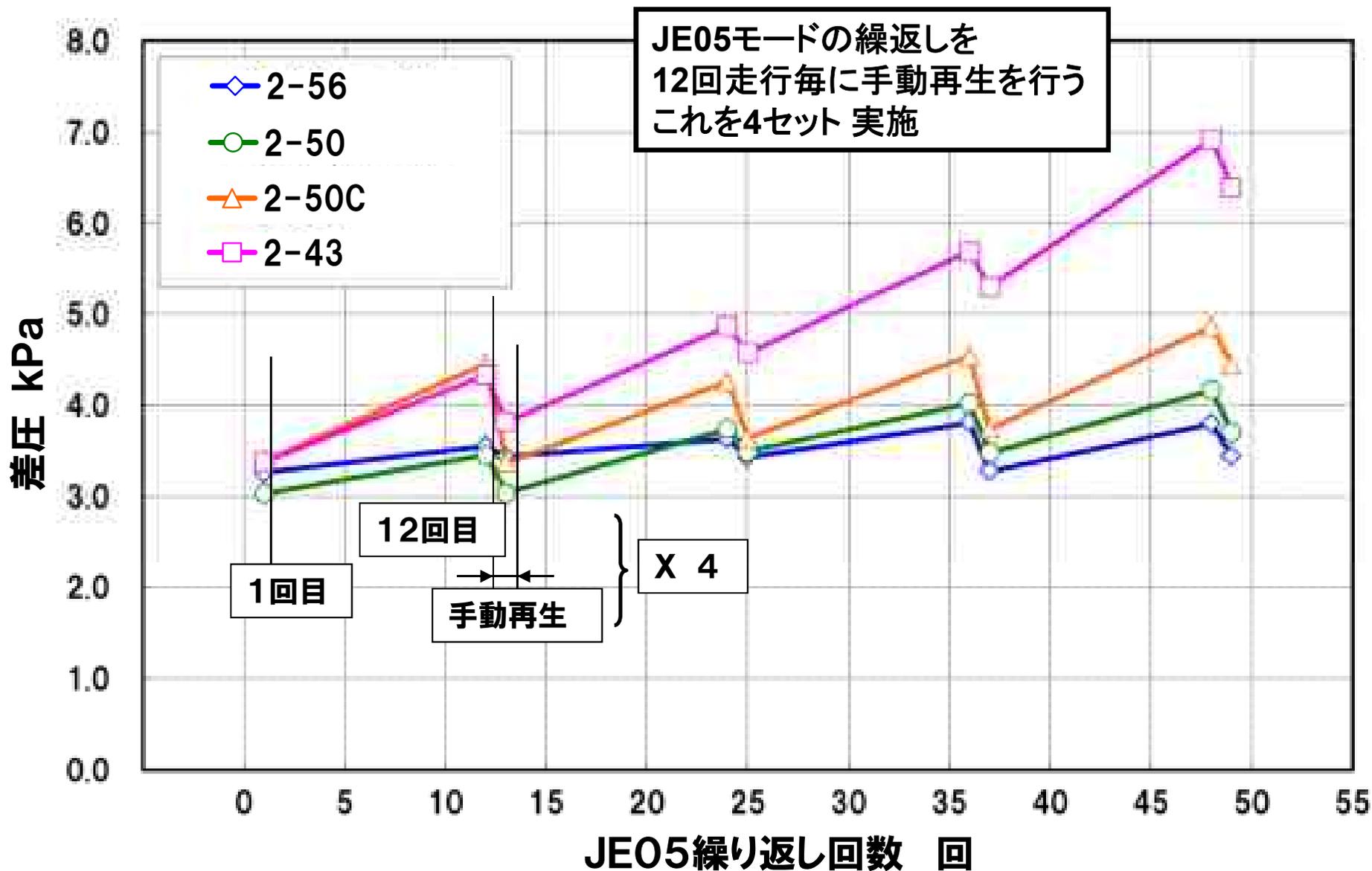
- ・計算堆積量で再生制御する車両

J2DV03, J2DE04

- ・差圧で再生制御する車両

J2DV01, J2DV04, J2DV05, J2DE08

# DPF負荷試験 J2DV03の差圧推移(再生前後)

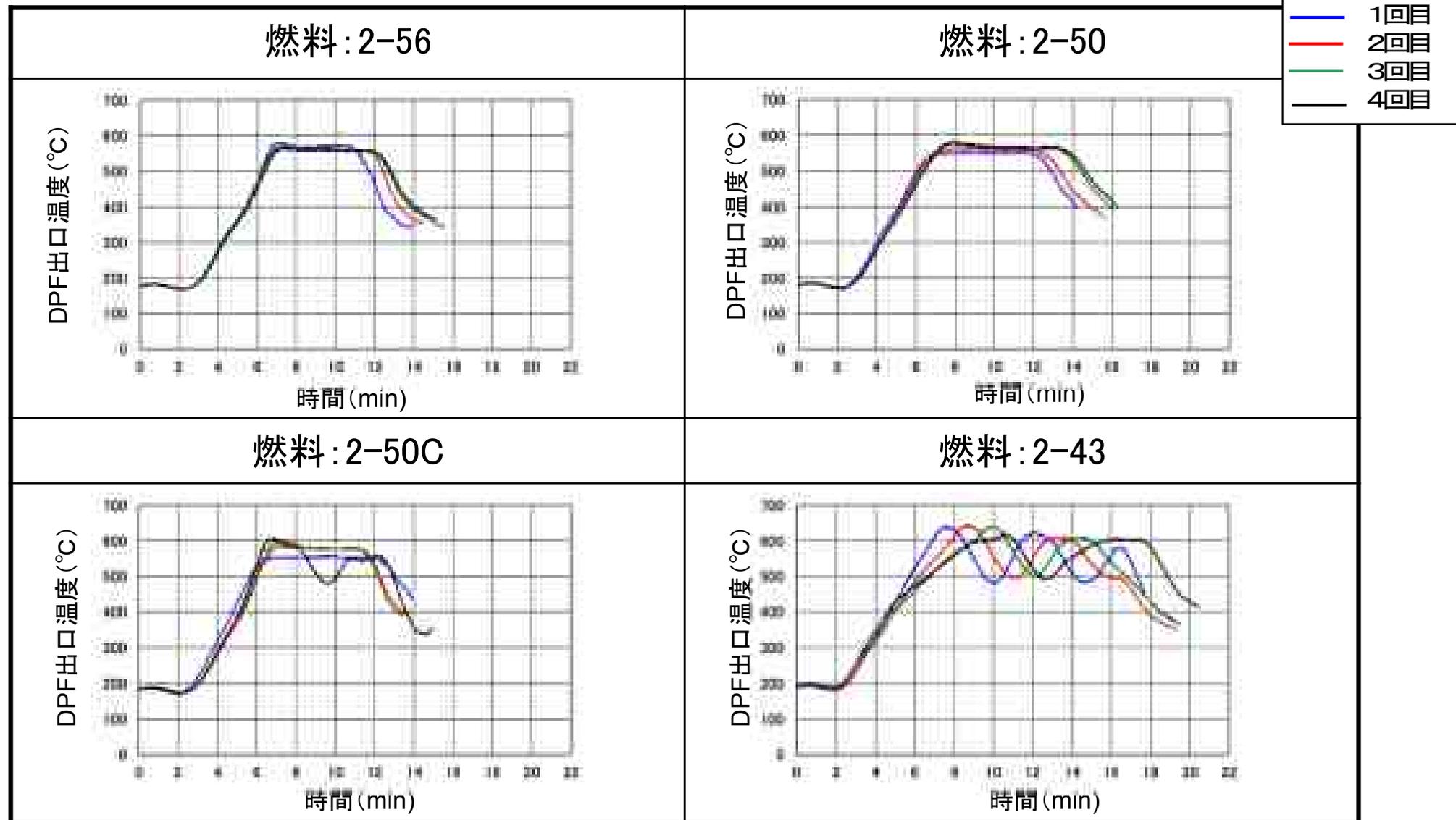


J2DV03:  
計算堆積量  
で再生制御  
をする車両

JE05モードの  
最後の5分間の  
データを使用

セット数の増加による差圧の増加は、2-43≫2-50C>2-50>2-56の順となった。

# DPF負荷試験 J2DV03の手動再生時のDPF出口温度



2-56、2-50の手動再生時のDPF出口温度は安定しているが、2-43の1~4回目、2-50Cの4回目は、手動再生時に制御上限温度を超えたため、燃料添加有無を繰返し、排気温度が波打つ現象が発生した。

# DPF負荷試験 J2DV03のPM堆積量の影響

2-43でPM堆積量の影響を確認するため  
JE05繰り返し回数を減らしてDPF負荷  
試験を実施



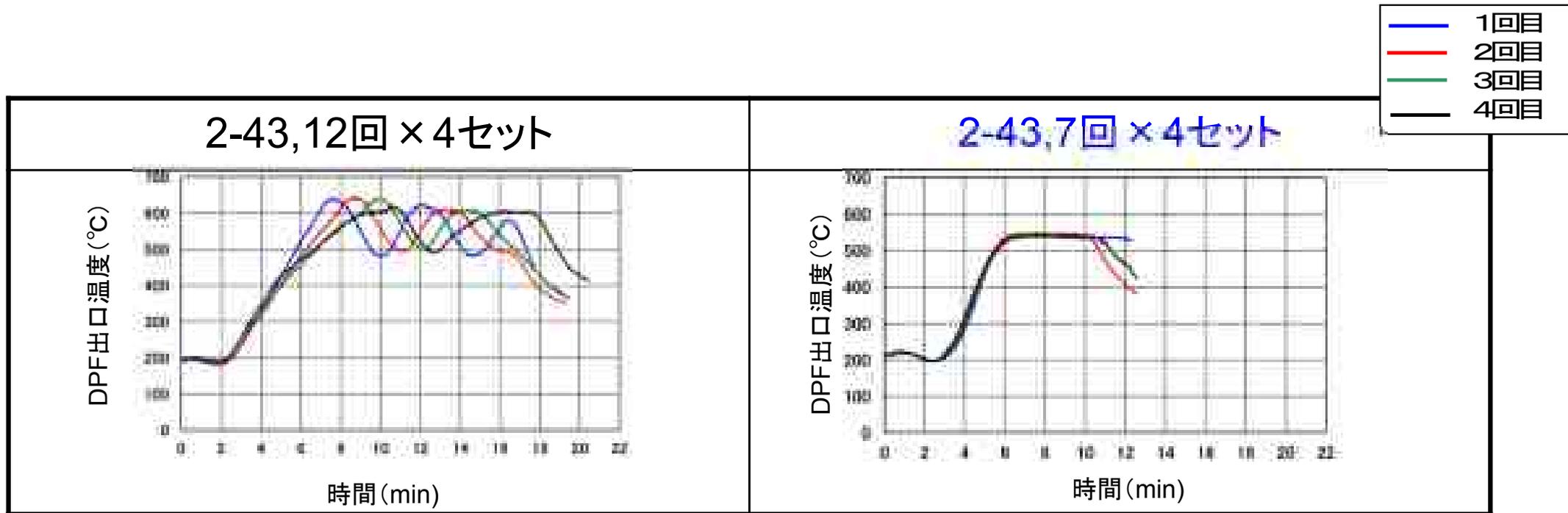
JE05モードの  
最後の5分間の  
データを使用

12回×4セットでは再生後の差圧は上昇傾向を示すが、  
7回×4セットでは再生後の差圧の上昇傾向は見られなかった。

# DPF負荷試験

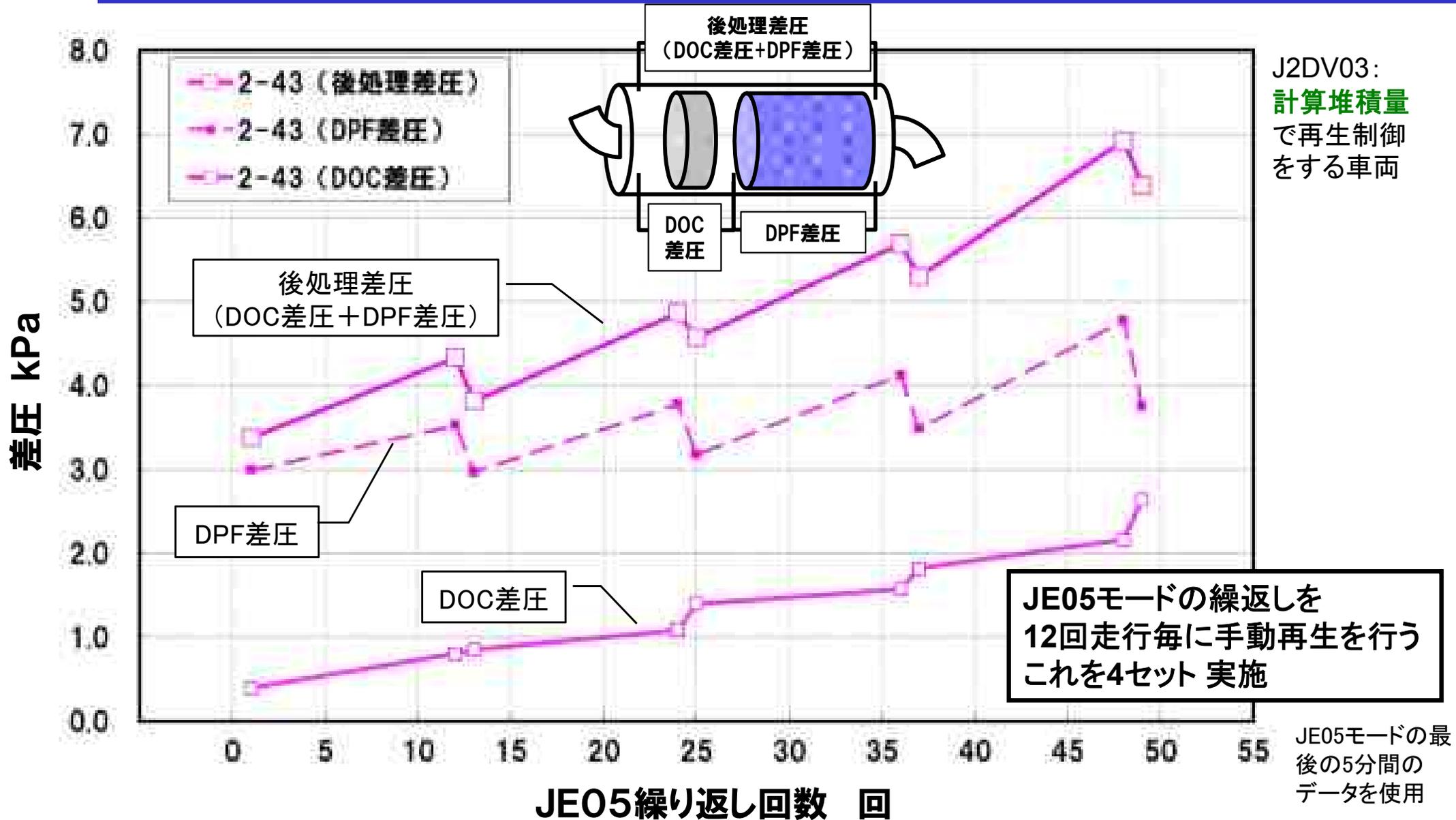
J2DV03の回数違いによる手動再生時のDPF出口温度

VG-41



2-43の12回 × 4セットでは温度が波打つ現象が発生していることに対し、7回 × 4セットでは温度が安定した。

# DPF負荷試験 J2DV03の差圧内訳(2-43)



後処理差圧の上昇にはDPF本体の差圧上昇と、前段酸化触媒(DOC)の差圧上昇がある。

## 【DPF負荷試験結果】

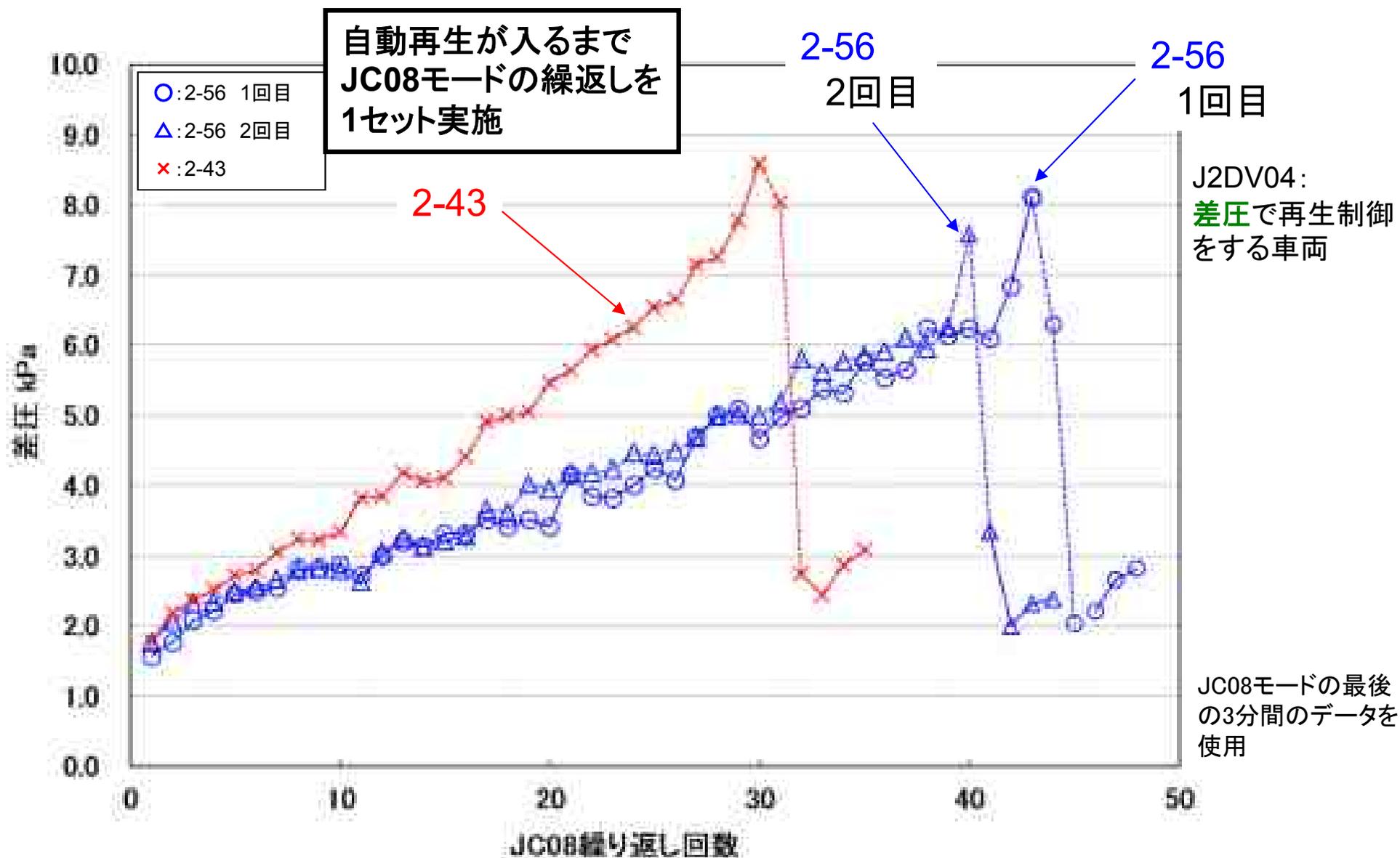
- ・計算堆積量で再生制御する車両

J2DV03, J2DE04

- ・差圧で再生制御する車両

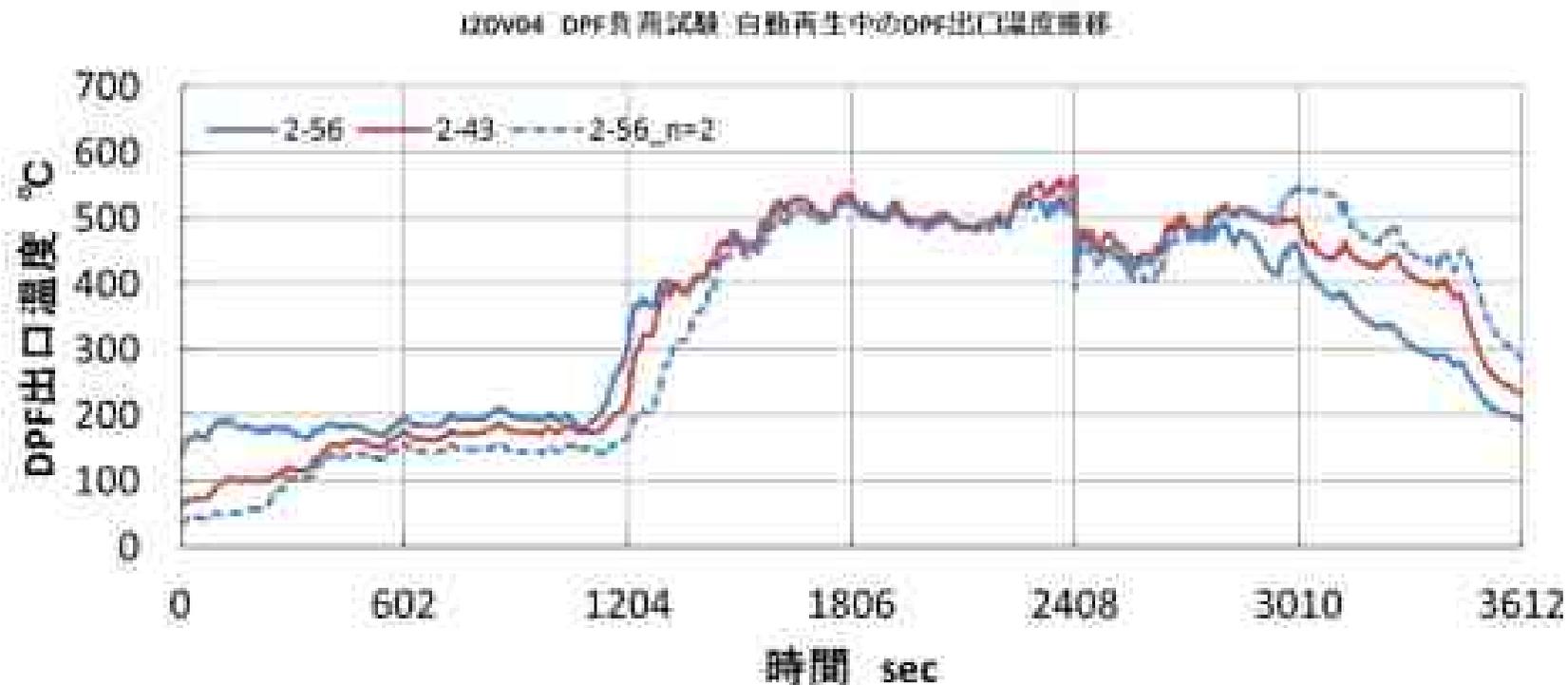
J2DV01, J2DV04, J2DV05, J2DE08

# DPF負荷試験 J2DV04の差圧推移



2-43では差圧上昇が2-56よりも速く、DPF再生に入るまでのインターバルが短縮した。

# DPF負荷試験 J2DV04の自動再生時DPF出口温度推移



2-56、2-43の自動再生中の排気温度の挙動はほぼ同様であった。

# DPF負荷試験のまとめ

  : 重大な不具合に繋がる項目

2-56比で 悪化 やや悪化 同等 やや改善 改善

計算堆積量で再生制御する車両/エンジン

		J2DV03				J2DE04			
		再生制御: 計算堆積量				再生制御: 計算堆積量			
燃料		2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-50	2-50C	2-43
PM堆積・再生の 繰り返し評価	差圧上昇速度増加								
	再生開始時の差圧増加								
	再生後差圧増加								
	再生頻度増加	基準				基準			
	再生温度								
再生条件の影響 評価	燃料の昇温特性								

差圧で再生制御する車両/エンジン

		J2DV01				J2DV04		J2DV05		J2DE08	
		再生制御: 差圧				再生制御: 差圧		再生制御: 差圧		再生制御: 差圧	
燃料		2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-43	2-56	2-43	2-56	2-43
PM堆積・再生の 繰り返し評価	差圧上昇速度増加										
	再生開始時の差圧増加										
	再生後差圧増加										
	再生頻度増加	基準				基準		基準		基準	
	再生温度										
再生条件の影響 評価	燃料の昇温特性										

分解系基材混合増によりセタン価が低下し芳香族分が増加するとDPF差圧の増加速度が増し、DPF再生への負荷は徐々に大きくなる。特にセタン価50を下回る(芳香族分30vol%程度を超える)と、DPF再生への負荷は増大し、セタン価43(芳香族分40vol%程度)ではDPFがうまく再生されない重大な不具合が生じる可能性がある。

## 【性能・排出ガス評価】

### (1)排出ガス影響

- ・エンジン試験
- ・車両試験

### (2)DPF負荷影響

### (3)始動性・運転性・白煙影響

### (4)まとめ

# 始動性・白煙試験

目的: 分解軽油による燃料性状の変化が始動性・白煙に及ぼす影響を明らかにする

## ア. 評価項目

- ・始動時間
- ・始動時のHCおよび白煙
- ・アイドリング後の走行時のHC

## イ. 試験温度

- ・0°C (2号軽油系統)
- ・-20°C (特3号軽油系統)

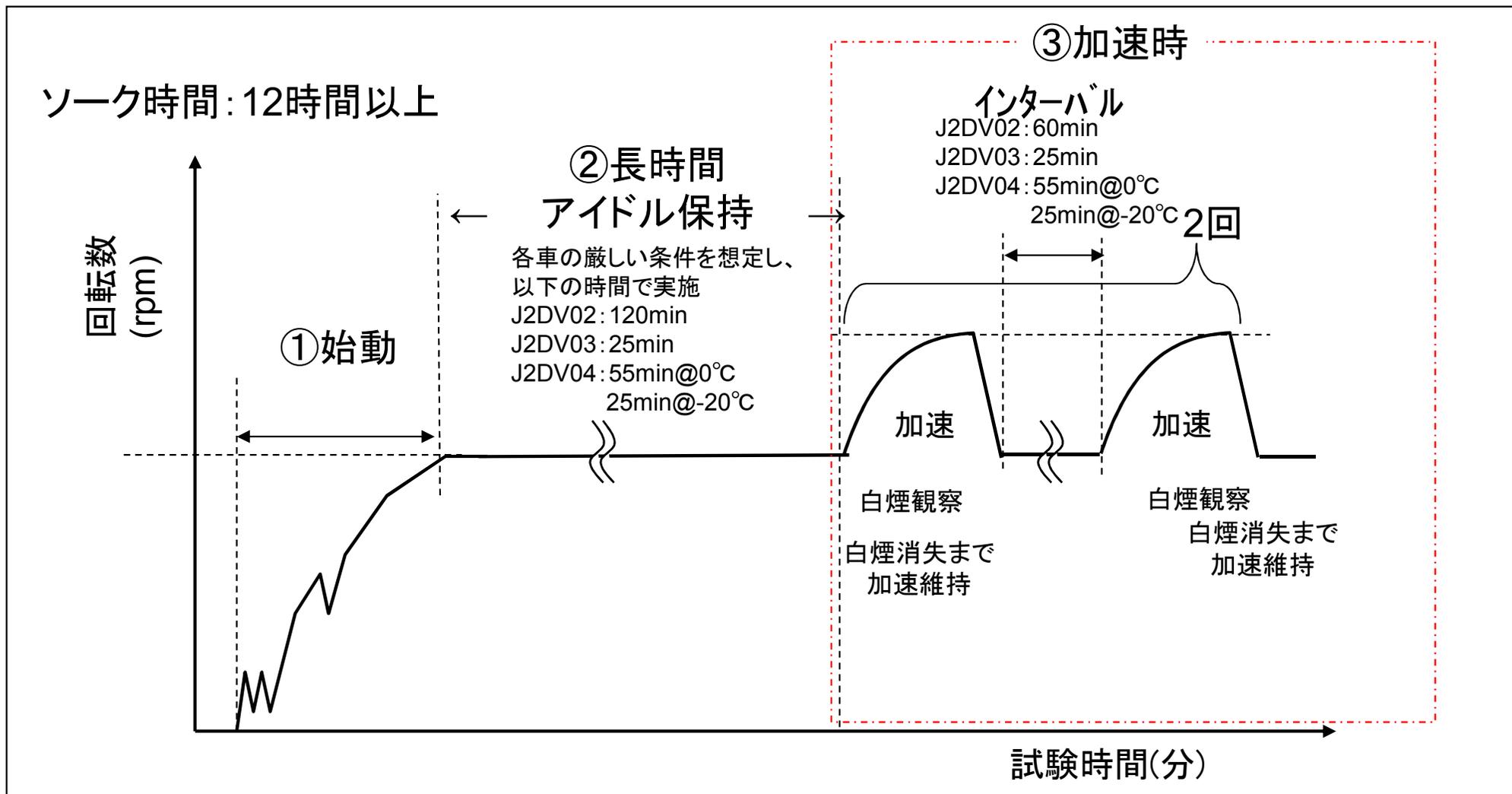
## ウ. 測定項目

- ・エンジン回転数
- ・バッテリー電圧
- ・白煙 (Opacity (始動時)、観察 (アイドリング後の走行時))
- ・HC
- ・水温、油温、燃料温度、排気温度
- ・アルデヒド (アイドリング中)

## エ. 測定部位

- ・後処理装置アウト (HCについてはエンジンアウトも測定)

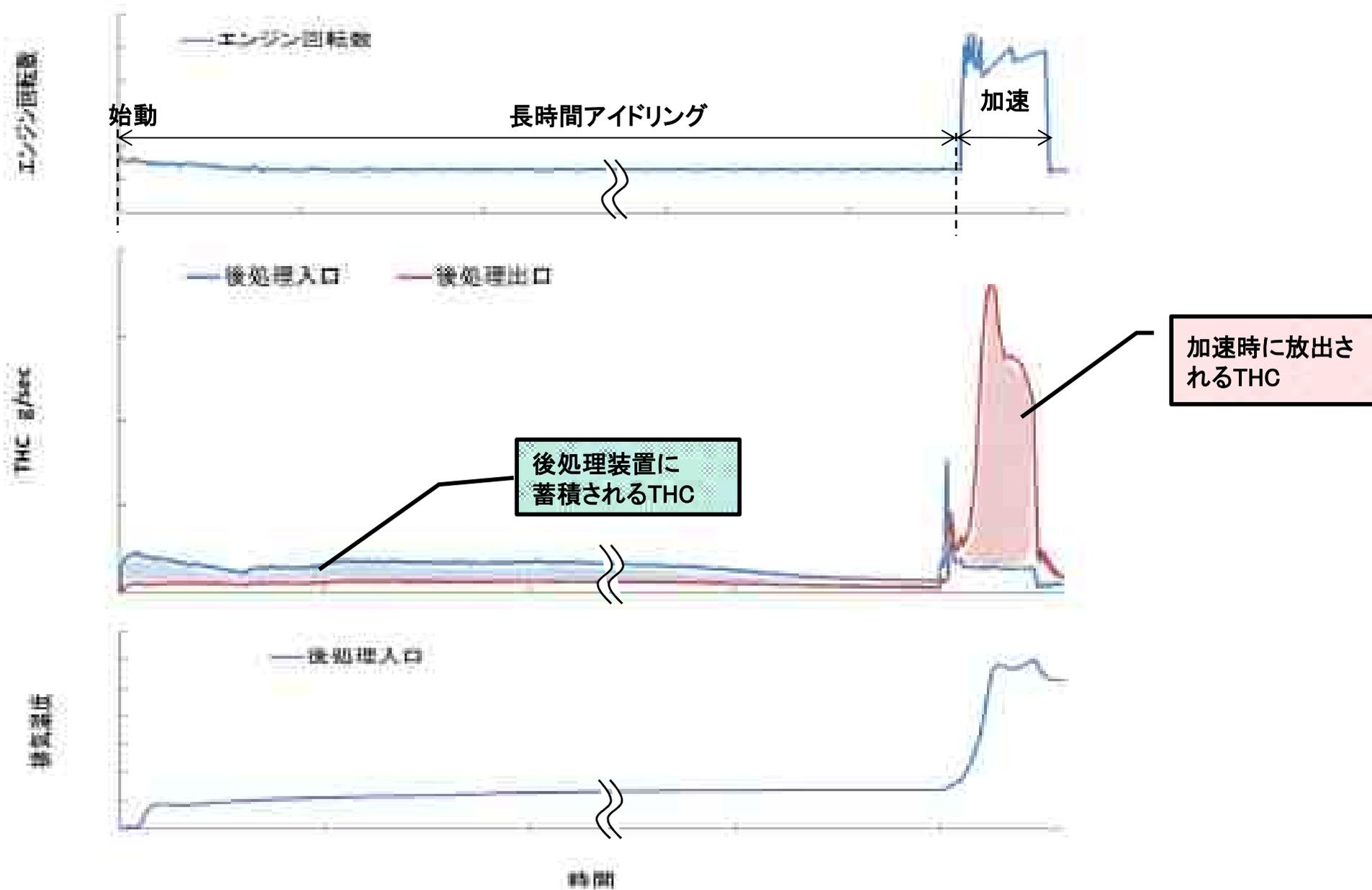
# 始動性・白煙試験 長時間アイドリング後の加速時白煙



## 評価項目

- ①始動時間
- ②始動時のHCおよび白煙 (Opacity)
- ③長時間アイドリング後の加速時のHCおよび白煙観察

# 長時間アイドリング時の後処理装置へのTHCの蓄積と放出イメージ



始動後のアイドリングにて後処理装置にTHCが蓄積され、加速時にTHCが放出される。  
 加速時に放出されるTHCが白煙の要因となるため、加速時の白煙を観察

# 始動性・運転性・白煙試験の試験車両

車両コード	J2DV02	J2DV03	J2DV04
適合排出ガス規制	P新長期	P新長期	P新長期
排気量(L)	3.0	4.0	3.2
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	5MT	5MT	5AT
吸入空気方式	TC	TC	TC
出力(kW/rpm)	106/3400	100/2500	140/3500
トルク $\left[ \frac{\text{Nm}}{\text{rpm}} \right]$	300 / 1200-3200	390 / 1400	441 / 2000
圧縮比	15.0	18.0	16.0
気筒数	4	4	4
後処理装置	DOC→DPF	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→LNT →DPF→DOC

TC:ターボ過給

CRS:コモンレールシステム

DI:ダイレクト噴射

DOC:酸化触媒

DPF:ディーゼルパーティキュレートフィルター

LNT:リーンNOxトラップ触媒

HC-SCR:燃料など炭化水素を用いた選択還元型NOx触媒

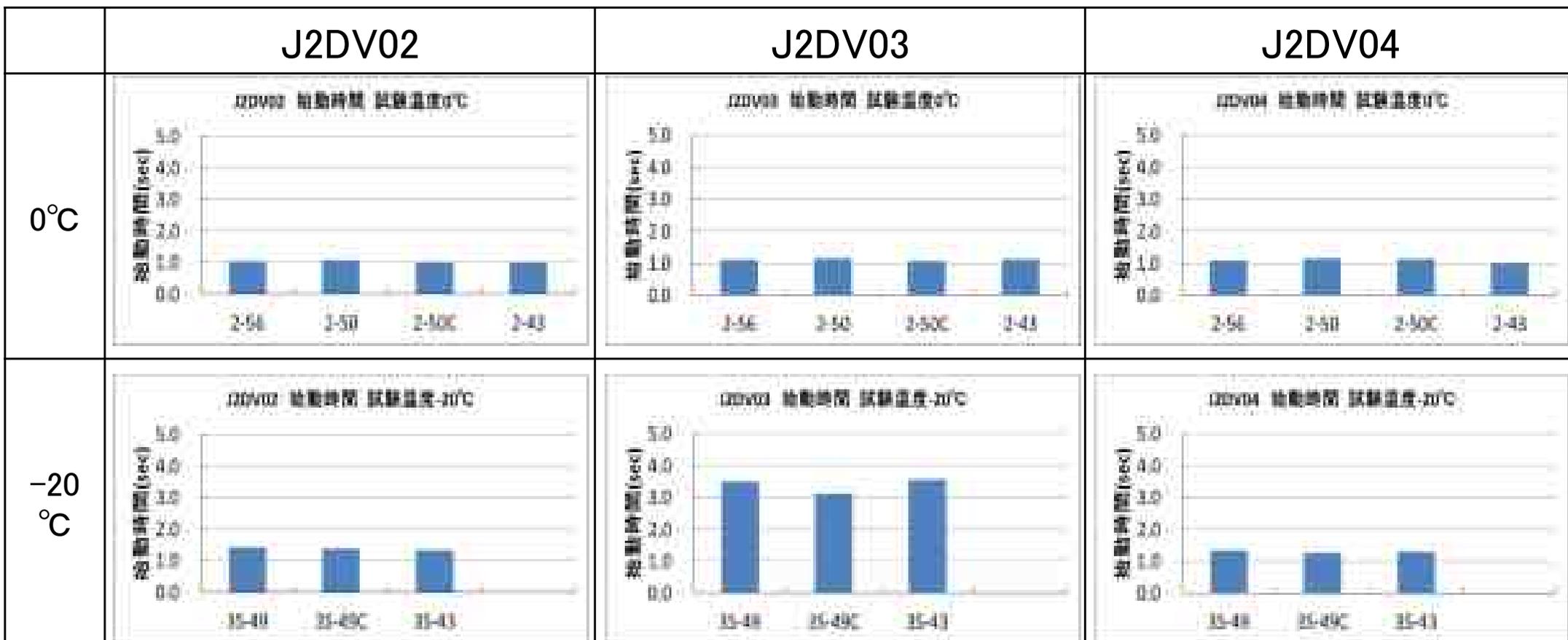
# 始動性・運転性・白煙試験 燃料マトリクス

試験	試験温度	車両コード	試験燃料									
			2号						特3号			
			2-56	2-50	2-50C	2-50CA	2-50WC	2-50G	2-43	3S-49	3S-49C	3S-43
始動性 白煙	0°C	J2DV02	●	●	●				●			
		J2DV03	●	●	●				●			
		J2DV04	●	●	●				●			
	-20°C	J2DV02								●	●	●
		J2DV03								●	●	●
		J2DV04								●	●	●
運転性	0°C	J2DV02	●	●	●				●			
		J2DV03	●	●	●				●			
		J2DV04	●	●	●				●			
	-20°C	J2DV02								●	●	●
		J2DV03								●	●	●
		J2DV04								●	●	●

2-50C: DLCOを混合してセタン価46とした燃料にセタン価向上剤を添加して、セタン価を50に調整したもの

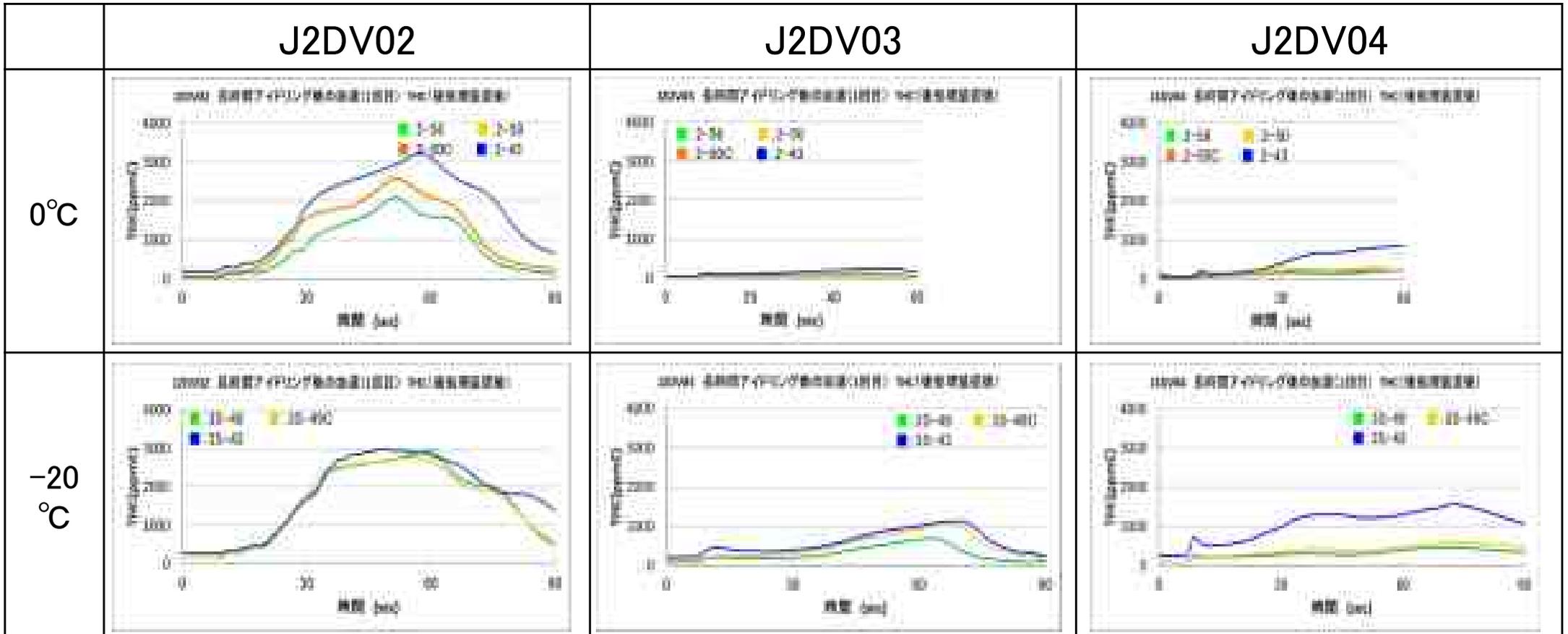
3S-49C: DLCOを混合してセタン価43とした燃料にセタン価向上剤を添加して、セタン価を49に調整したもの

# 始動性試験 始動時間



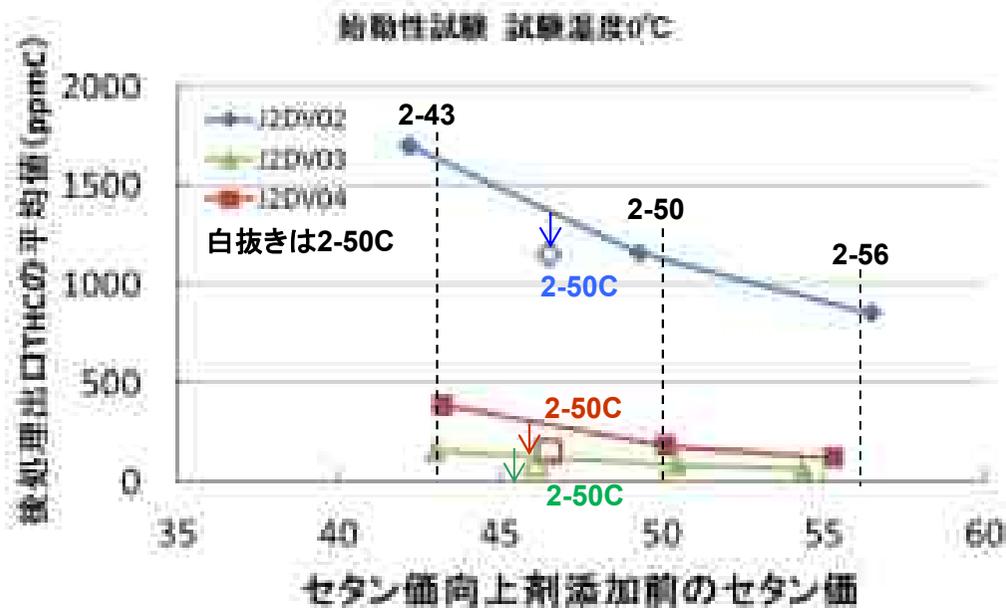
どの車両もセタン価および燃料性状の影響は認められなかった。

# 長時間アイドリング後加速中の後処理装置出口THC排出推移

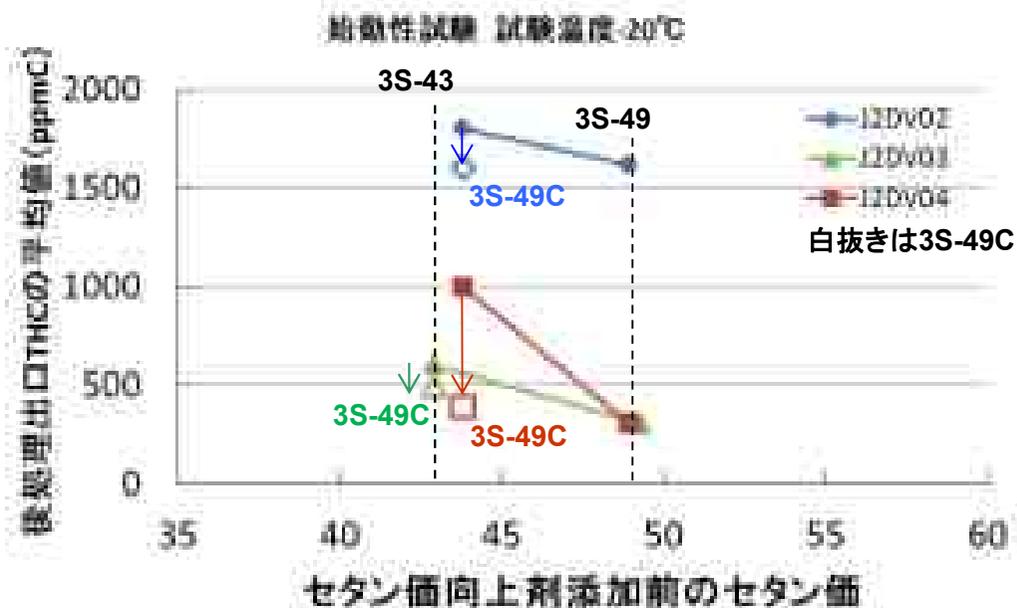


長時間アイドリング後の加速中の後処理装置出口THCは、どの車両も、時間とともに徐々に増加した後に減少する傾向にあった。

試験温度0°C



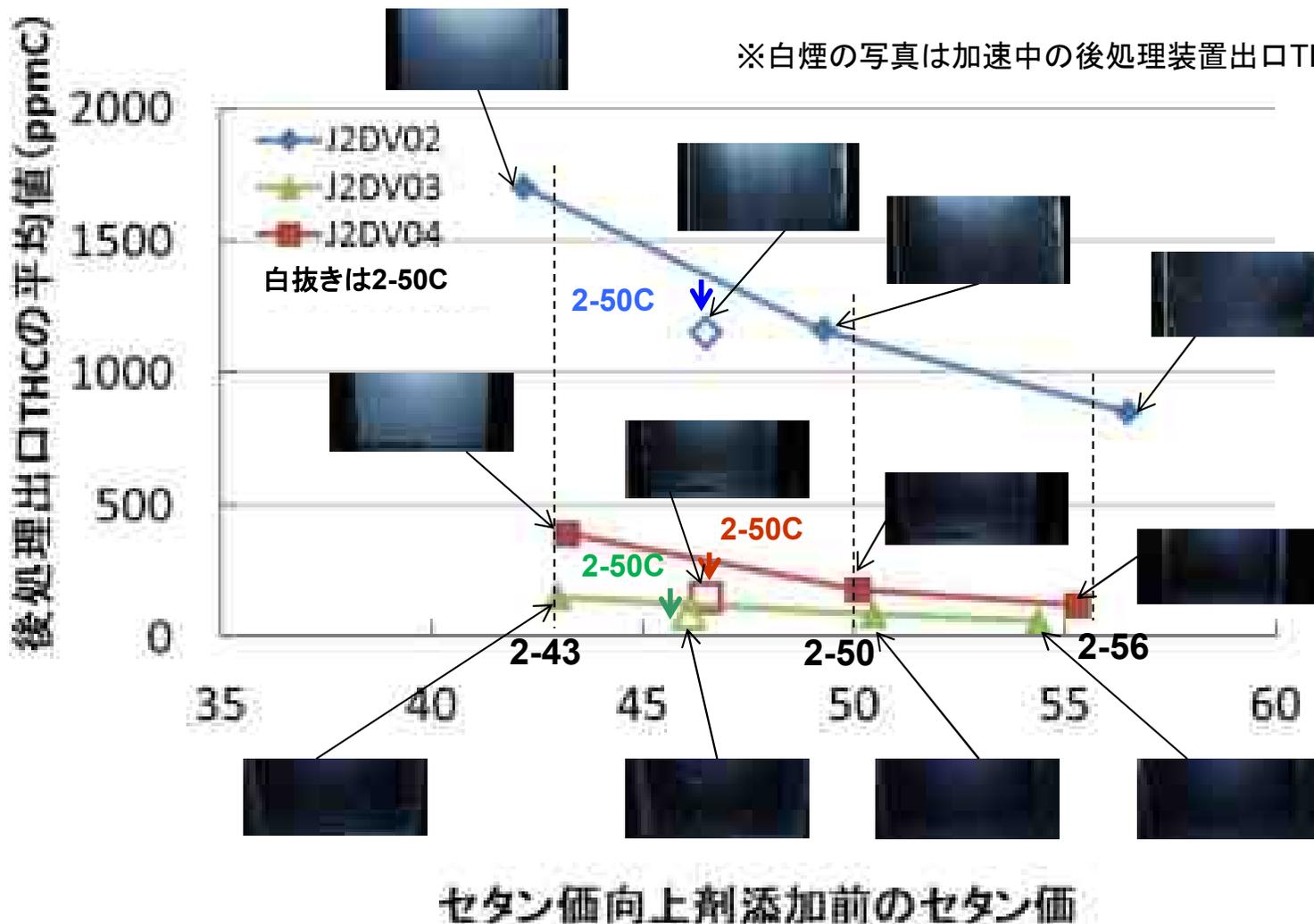
試験温度-20°C



- ・車両によってTHCのレベルに差はあるものの、セタン価の低下により後処理装置出口THCは増加した。
- ・セタン価向上剤を添加しセタン価46から50に引き上げた2-50Cと2-50は後処理装置出口THCは同等となり、3S-43にセタン価向上剤を添加してセタン価を49にした3S-49Cは3S-43よりも後処理装置出口THCは減少する結果となった。
- ・これらのことから、セタン価向上剤添加によるセタン価の増加によって後処理装置出口THCの低減が示唆された。

## 後処理装置出口THC(加速中の平均値)とセタン価(セタン価向上剤添加前)の関係

試験温度0°C



- ・セタン価の低下により後処理装置出口THCは増加し、白煙も増加した。
- ・セタン価46から50に引き上げた2-50Cと2-50の白煙は同等であり、セタン価向上剤添加によるセタン価の増加によって白煙の低減が示唆された。

# 運転性試験

目的: 分解軽油による燃料性状の変化が運転性に及ぼす影響を明らかにする

規定の暖機運転後に以下の運転性試験を行う。

## ア. 評価項目

- ・エンジン始動後、一定時間アイドル保持し、0→40km/hまでの加速時間(影響の出やすいアクセル開度で実施)
- ・燃焼騒音(-20°Cは実施せず)

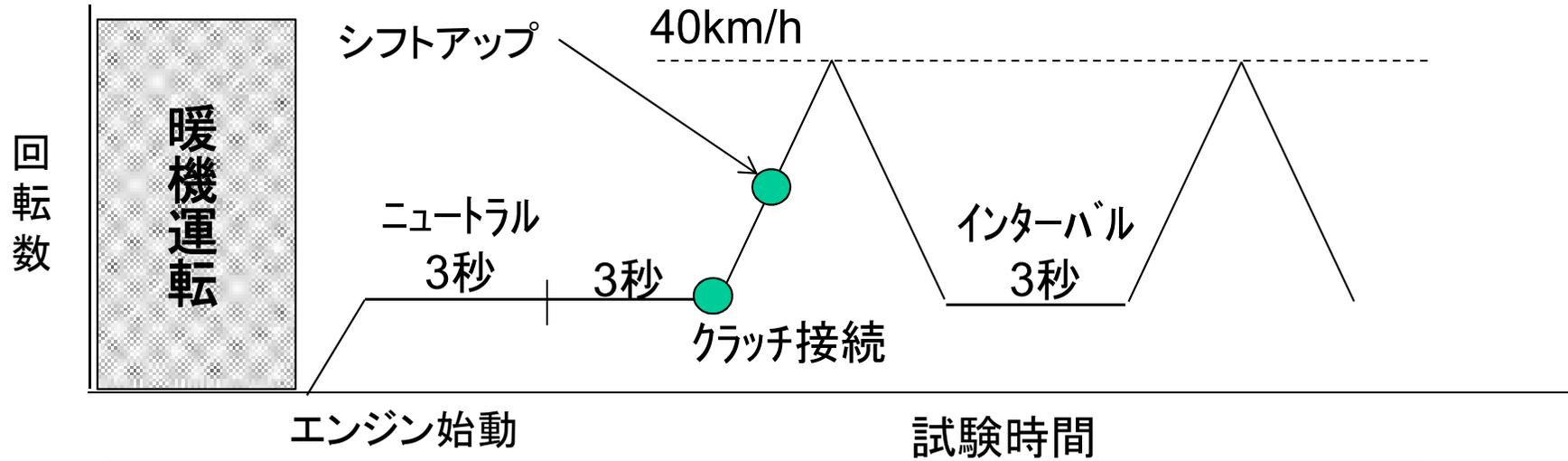
## イ. 試験温度

- ・0°C (2号軽油系統)
- ・-20°C (特3号軽油系統)

## ウ. 測定項目

- ・車速
- ・エンジン回転数
- ・加速時間
- ・燃焼騒音(筒内圧から算出、-20°Cは実施せず)
- ・水温、油温、燃料温度、排気温度

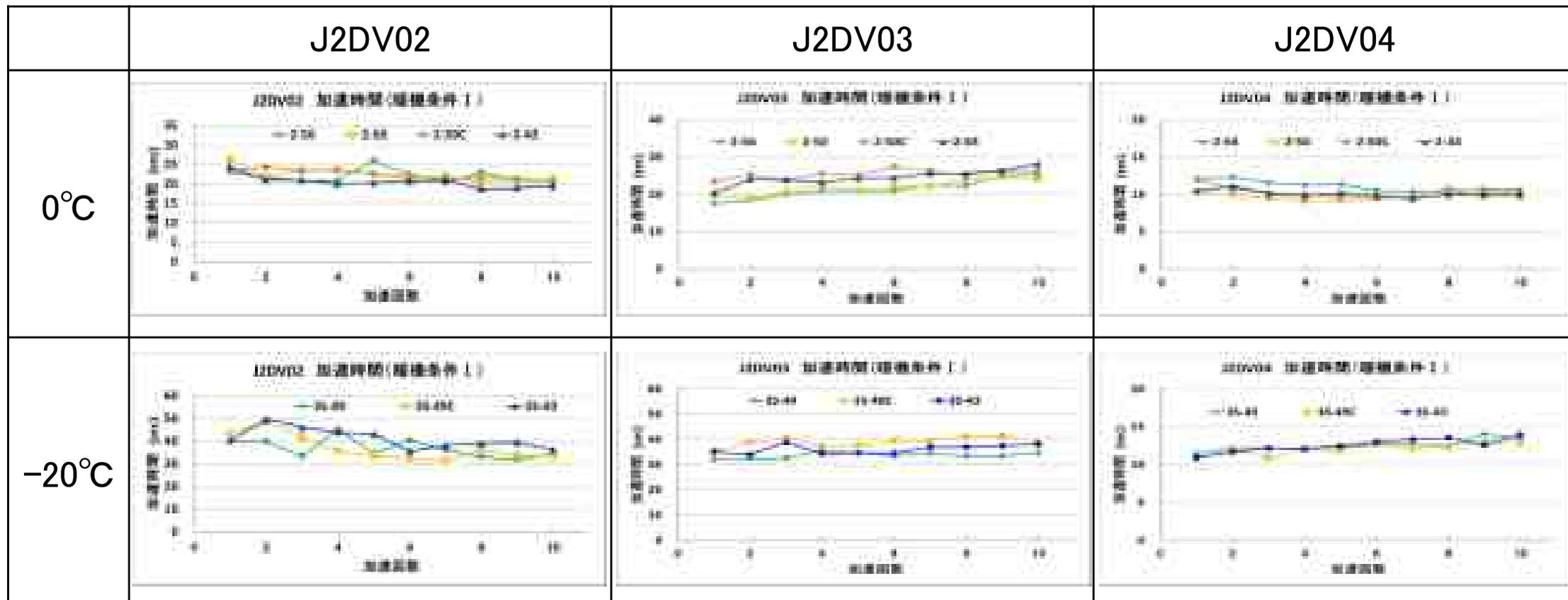
# 運転性試験



**車両暖機 I** ..... 60km/hで水温が60°C到達時点まで  
 ↓  
 0→40km/h 加速10回(1セット)  
 (油温、水温が70~80°Cまで上昇)  
 ↓  
**車両暖機 II** ..... 60km/h × 20分  
 ↓  
 0→40km/h 加速10回(2セット)

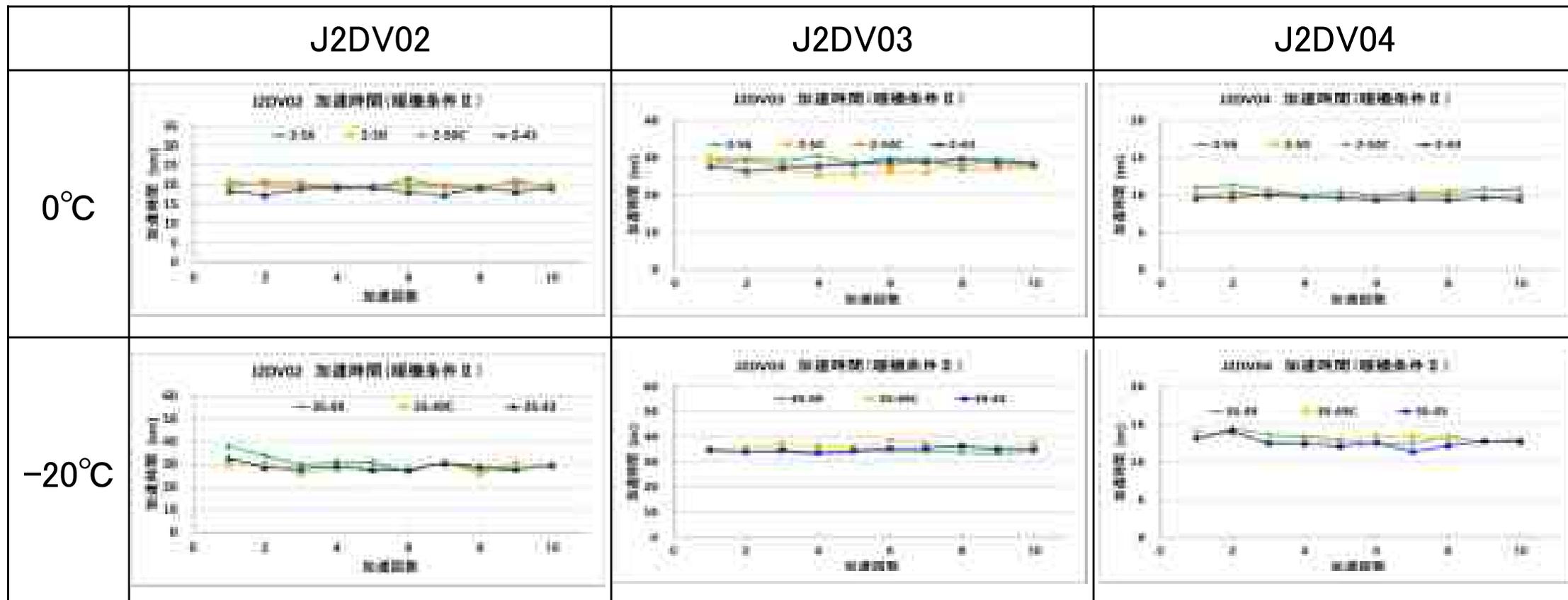
評価項目  
 ・0→40km/hまでの加速時間

# 運転性試験 加速時間(暖機条件 I)



どの車両もセタン価および燃料性状の影響は認められなかった。

# 運転性試験 加速時間(暖機条件Ⅱ)



どの車両もセタン価および燃料性状の影響は認められなかった。

# 始動性・運転性・白煙試験のまとめ

2-56比で ■ 悪化 ■ やや悪化 □ 同等 ■ やや改善 ■ 改善

燃料		J2DV02				J2DV03				J2DV04				
		0°C				0°C				0°C				
		2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-50	2-50C	2-43	
始動性 白煙 試験	始動時間													
	エンジン 出口	始動時のTHC												
		アイドリング後の走行時のTHC												
	後処理 装置出口	始動時のオパシティ												
		始動時のTHC												
		アイドリング後の走行時のTHC												
アイドリング後の走行時の白煙														
運転性試験	暖機Ⅰ後の加速時間													
	暖機Ⅱ後の加速時間													

3S-49比で ■ 悪化 ■ やや悪化 □ 同等 ■ やや改善 ■ 改善

燃料		J2DV02			J2DV03			J2DV04			
		-20°C			-20°C			-20°C			
		3S-49	3S-49C	3S-43	3S-49	3S-49C	3S-43	3S-49	3S-49C	3S-43	
始動性 白煙 試験	始動時間										
	エンジン 出口	始動時のTHC									
		アイドリング後の走行時のTHC									
	後処理 装置出口	始動時のオパシティ									
		始動時のTHC									
		アイドリング後の走行時のTHC									
アイドリング後の走行時の白煙											
運転性試験	暖機Ⅰ後の加速時間										
	暖機Ⅱ後の加速時間										

- ・始動時間、加速時間の違いは認められなかった。
- ・車両によって影響度合いは異なるものの、セタン価の低下によりTHCおよび白煙が増加することが確認された。
- ・セタン価向上剤添加により、加速時のTHCおよび白煙が減少することが示唆された。

## 【性能・排出ガス評価】

### (1)排出ガス影響

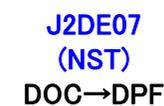
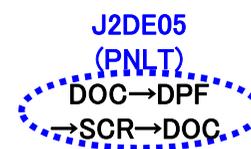
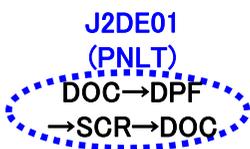
- ・エンジン試験
- ・車両試験

### (2)DPF負荷影響

### (3)始動性・運転性・白煙影響

### (4)まとめ

# エンジン試験 排出ガス・燃費評価結果のまとめ



## セタン価影響

2-56比で 悪化 やや悪化 同等 やや改善 改善

		J2DE01			J2DE02			J2DE03			J2DE04			J2DE05			J2DE06			J2DE07			
		2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	
エンジン出口	NMHC[g/kWh]																						
	CO[g/kWh]																						
	PM[g/kWh]																						
	NOx[g/kWh]																						
後処理装置出口	NMHC[g/kWh]	基準																					
	CO[g/kWh]																						
	PM[g/kWh]																						
	NOx[g/kWh]																						
燃費[MJ/kWh]																							

## 組成影響

2-50比で 悪化 やや悪化 同等 やや改善 改善

		J2DE01				J2DE02				J2DE03				J2DE04				J2DE05				J2DE06				J2DE07			
		2-50	2-50C	2-50WC	2-50G																								
エンジン出口	NMHC[g/kWh]																												
	CO[g/kWh]																												
	PM[g/kWh]																												
	NOx[g/kWh]																												
後処理装置出口	NMHC[g/kWh]	基準																											
	CO[g/kWh]																												
	PM[g/kWh]																												
	NOx[g/kWh]																												
燃費[MJ/kWh]																													

セタン価影響については、エンジン出口のNMHC、CO、PMはDLCO混合量の多い低セタン価燃料で概ね増加する傾向であったが、後処理装置出口では燃料影響は概ね認められなかった。発熱量基準燃費への影響は概ね認められなかった。

尿素SCR仕様エンジンではエンジン出口の排出ガスへの燃料影響度は小さかった。燃焼解析により、これらの排出ガス挙動の相違を理解・考察することができた。

組成影響はエンジンによって影響の方向性が異なったが、影響度は比較的小さかった。

# 車両排出ガス・燃費評価結果のまとめ

J2DV01 (PNLT)  
DOC+DPF

J2DV02 (PNLT)  
DOC+DPF

J2DV04 (PNLT)  
DOC+LNT+DPF+DOC

J2DV05 (PNLT)  
DOC+LNT+DPF

## セタン価影響

2-56比で ■ 悪化 ■ やや悪化 ■ 同等 ■ やや改善 ■ 改善

		J2DV01(JE05)			J2DV02(JC08Combined)			J2DV04(JC08Combined)			J2DV05(JC08Combined)		
		2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43	2-56	2-50	2-43
エンジン出口	THC[g/km]												
後処理装置 出口	THC [g/km]												
	NMHC [g/km]												
	CO [g/km]												
	PM [g/km]												
	NOx [g/km]												
燃費 [km/MJ]													

## 組成影響

2-50比で ■ 悪化 ■ やや悪化 ■ 同等 ■ やや改善 ■ 改善

		J2DV01(JE05)		J2DV02(JC08Combined)					J2DV04(JC08Combined)		J2DV05(JC08Combined)	
		2-50	2-50CA	2-50	2-50C	2-50CA	2-50WC	2-50G	2-50	2-50C	2-50	2-50C
エンジン出口	THC[g/km]											
後処理装置 出口	THC [g/km]											
	NMHC [g/km]											
	CO [g/km]											
	PM [g/km]											
	NOx [g/km]											
燃費 [km/MJ]												

THC:セタン価の低下に伴いエンジン出口ではTHCの増加が見られたが、後処理出口ではその影響は縮小した。  
 後処理出口NMHC・CO・NOx:セタン価43で増加する車両も見られたが、いずれもほぼ規制値を満足する結果であった。  
 後処理出口PM:セタン価の影響は認められなかった。  
 発熱量基準燃費:セタン価の影響は概ね認められなかったが、一部の車両ではセタン価43でやや悪化した。

# DPF負荷試験のまとめ

  : 重大な不具合に繋がる項目

2-56比で 悪化 やや悪化 同等 やや改善 改善

計算堆積量で再生制御する車両/エンジン

		J2DV03				J2DE04			
		再生制御: 計算堆積量				再生制御: 計算堆積量			
燃料		2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-50	2-50C	2-43
PM堆積・再生の 繰り返し評価	差圧上昇速度増加								
	再生開始時の差圧増加								
	再生後差圧増加								
	再生頻度増加	基準				基準			
	再生温度								
再生条件の影響 評価	燃料の昇温特性								

差圧で再生制御する車両/エンジン

		J2DV01				J2DV04		J2DV05		J2DE08	
		再生制御: 差圧				再生制御: 差圧		再生制御: 差圧		再生制御: 差圧	
燃料		2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-43	2-56	2-43	2-56	2-43
PM堆積・再生の 繰り返し評価	差圧上昇速度増加										
	再生開始時の差圧増加										
	再生後差圧増加										
	再生頻度増加	基準				基準		基準		基準	
	再生温度										
再生条件の影響 評価	燃料の昇温特性										

分解系基材混合増によりセタン価が低下し芳香族分が増加するとDPF差圧の増加速度が増し、DPF再生への負荷は徐々に大きくなる。特にセタン価50を下回る(芳香族分30vol%程度を超える)と、DPF再生への負荷は増大し、セタン価43(芳香族分40vol%程度)ではDPFがうまく再生されない重大な不具合が生じる可能性がある。

# 始動性・運転性・白煙試験のまとめ

2-56比で ■ 悪化 ■ やや悪化 ■ 同等 ■ やや改善 ▨ 改善

燃料		J2DV02				J2DV03				J2DV04				
		0°C				0°C				0°C				
		2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-50	2-50C	2-43	2-56	2-50	2-50C	2-43	
始動性 白煙 試験	始動時間													
	エンジン 出口	始動時のTHC												
		アイドリング後の走行時のTHC												
	後処理 装置出口	始動時のオパシティ												
		始動時のTHC												
		アイドリング後の走行時のTHC												
アイドリング後の走行時の白煙														
運転性試験	暖機Ⅰ後の加速時間													
	暖機Ⅱ後の加速時間													

3S-49比で ■ 悪化 ■ やや悪化 ■ 同等 ■ やや改善 ▨ 改善

燃料		J2DV02			J2DV03			J2DV04			
		-20°C			-20°C			-20°C			
		3S-49	3S-49C	3S-43	3S-49	3S-49C	3S-43	3S-49	3S-49C	3S-43	
始動性 白煙 試験	始動時間										
	エンジン 出口	始動時のTHC									
		アイドリング後の走行時のTHC									
	後処理 装置出口	始動時のオパシティ									
		始動時のTHC									
		アイドリング後の走行時のTHC									
アイドリング後の走行時の白煙											
運転性試験	暖機Ⅰ後の加速時間										
	暖機Ⅱ後の加速時間										

- ・始動時間、加速時間の違いは認められなかった。
- ・車両によって影響度合いは異なるものの、セタン価の低下によりTHCおよび白煙が増加することが確認された。
- ・セタン価向上剤添加により、加速時のTHCおよび白煙が減少することが示唆された。

## 【その他の知見】

---

今回実施した試験の中で、以下の現象が認められた。

- ・J2DV05:一連の排出ガス試験実施中、EGRバルブの固着が認められた。
- ・J2DE04:一連の排出ガス試験実施後、DPF負荷試験準備中にEGRクーラーの詰まりが認められた。

これらの現象はいずれも複数の試験燃料による試験を経験した後に発生しているため、個別燃料との因果関係は不明であるが、事実として報告する。

# 性能・排出ガス評価結果の概要

評価項目	評価結果の概要
排出ガス	分解系基材混合増により、エンジン出口の排出ガス中のHC、PM等の増加が見られたが、後処理装置後の排出ガスはその影響は小さい結果であった。
DPF負荷	分解系基材混合増によりセタン価が低下し芳香族分が増加するとDPF差圧の増加速度が増し、DPF再生への負荷は徐々に大きくなる。特にセタン価50を下回る(芳香族分30vol%程度を超える)と、DPF再生への負荷は増大し、セタン価43(芳香族分40vol%程度)ではDPFがうまく再生されない重大な不具合が生じる可能性がある。
始動性 運転性 白煙	分解系基材混合増により、始動時間・加速時間の違いは認められなかった。低温で加速時の白煙が増加する傾向が見られたが、セタン価向上剤添加により、白煙が減少することが示唆された。

ご清聴ありがとうございました