

JATOPⅢ成果発表会

# ディーゼル車WG報告

2018年3月8日

ディーゼル車WG

野村 守



**JATOP**

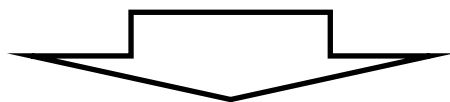
JAPAN AUTO-OIL PROGRAM

1. 背景 (JATOP II の成果と課題)
2. ディーゼル車研究の目的と概要
3. 試験結果
  - (1) 排出ガス試験
  - (2) DPF負荷試験
  - (3) 排気系ハード影響試験
  - (4) 噴射系ハード影響試験
4. まとめ (評価結果の概要と成果)

1. 背景 (JATOP II の成果と課題)
2. ディーゼル車研究の目的と概要
3. 試験結果
  - (1) 排出ガス試験
  - (2) DPF負荷試験
  - (3) 排気系ハード影響試験
  - (4) 噴射系ハード影響試験
4. まとめ (評価結果の概要と成果)

## JATOP II ディーゼル車将来燃料研究の成果

分解軽油(LCO)混合により、軽油のセタン価が低下し、芳香族分が増加する。  
2号軽油でセタン価50を下回る(芳香族分30vol%程度を超える)と、DPF再生への  
負荷が増大する傾向が見られ、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ことが分かった。



分解軽油の活用増を図るためには、  
DPF再生への負荷増大に関して、  
燃料側、自動車側の対応策を検討する必要がある

1. 背景 (JATOP II の成果と課題)
2. **ディーゼル車研究の目的と概要**
3. 試験結果
  - (1) 排出ガス試験
  - (2) DPF負荷試験
  - (3) 排気系ハード影響試験
  - (4) 噴射系ハード影響試験
4. まとめ (評価結果の概要と成果)

## 1. 目的

将来、自動車に不具合が生じないことを前提にした更なる分解系軽油基材の活用増に資するため、JATOP II で明らかになった課題について添加剤等の燃料側の対策や適合等の自動車側の対策による技術的な対応の可能性を明らかにする。

## 2. 概要

- ✓ DPF負荷に対する燃料側の対策として**蒸留軽質化の効果**を確認する。
- ✓ 排出ガス試験で燃料影響が比較的小さかった**尿素SCRシステム搭載車**のDPF負荷を確認する。
- ✓ DPF負荷に対する自動車側の対策として再生インターバル、再生時間等の効果を確認する。
- ✓ JATOP II の試験では必ずしも十分な知見の得られなかった下記3項目に着目する。
  - 1) EGRバルブ固着、EGRクーラ詰まりなどへの影響
  - 2) 前段酸化触媒つまりへの影響
  - 3) 酸化安定性の信頼性影響(継続)(蒸留軽質化や添加剤影響等を含む)

2007/2/22開催 JCAP II 第5回成果発表会 ディーゼル車WG報告資料より抜粋

## 【T90の影響】

- ・軽油の軽質化(T90低減)は、NSR触媒の浄化率を向上させる可能性がある
- ・一方で軽油の軽質化により、エンジンアウトのNO<sub>x</sub>とHCが増加したことから、エンジンシステムの最適化を必要とする
- ・軽油の軽質化は、エンジンアウトのPMを低減しうるが、DPFによりPMの排出量は大幅に低減されるため、後処理後のPM量は小さい。ただし、エンジンアウトのPM低減は、一般的に後処理装置の耐久信頼性を向上しうると考えられる

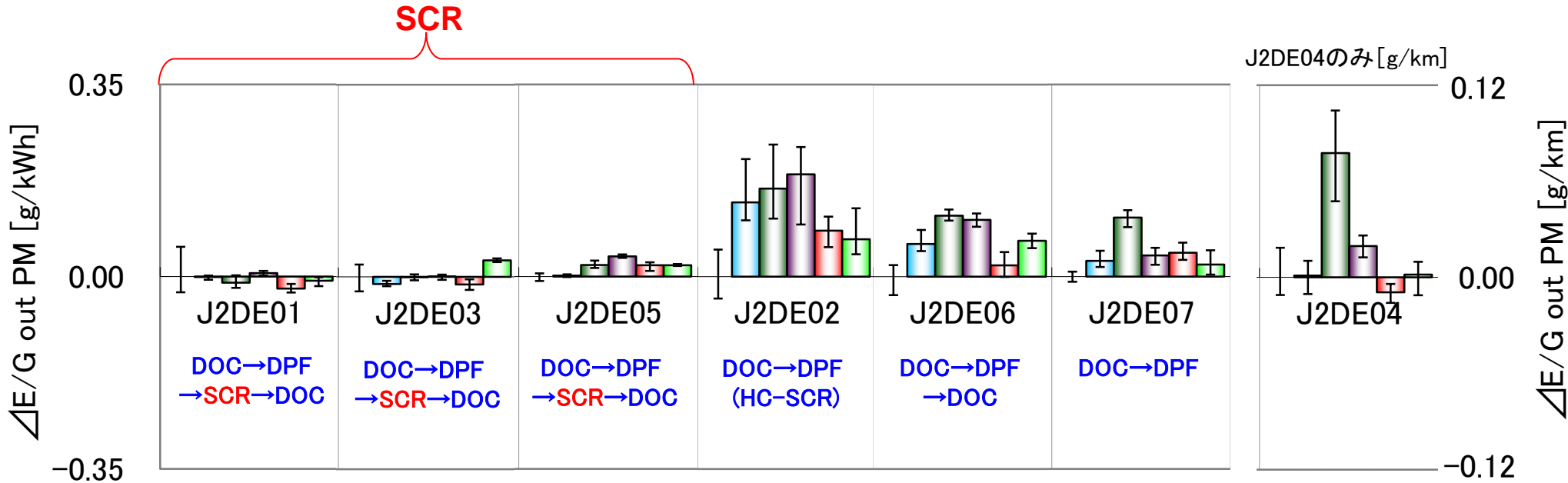
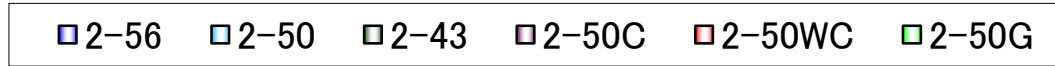
## 【芳香族分の影響】

- ・軽油の低芳香族化は、エンジンアウトのPMを低減しうるが、DPFによりPMの排出量は大幅に低減されるため、後処理後のPM量は小さい。ただし、エンジンアウトのPM低減は、一般的に後処理装置の耐久信頼性を向上しうると考えられる

# DPF負荷低減の観点で尿素SCRシステム搭載車に着目した理由

2015/3/9開催 JATOP II 成果発表会 ディーゼル車将来燃料WG報告資料より引用

## 【エンジン出口PM ベース燃料(2-56)に対する相対値】



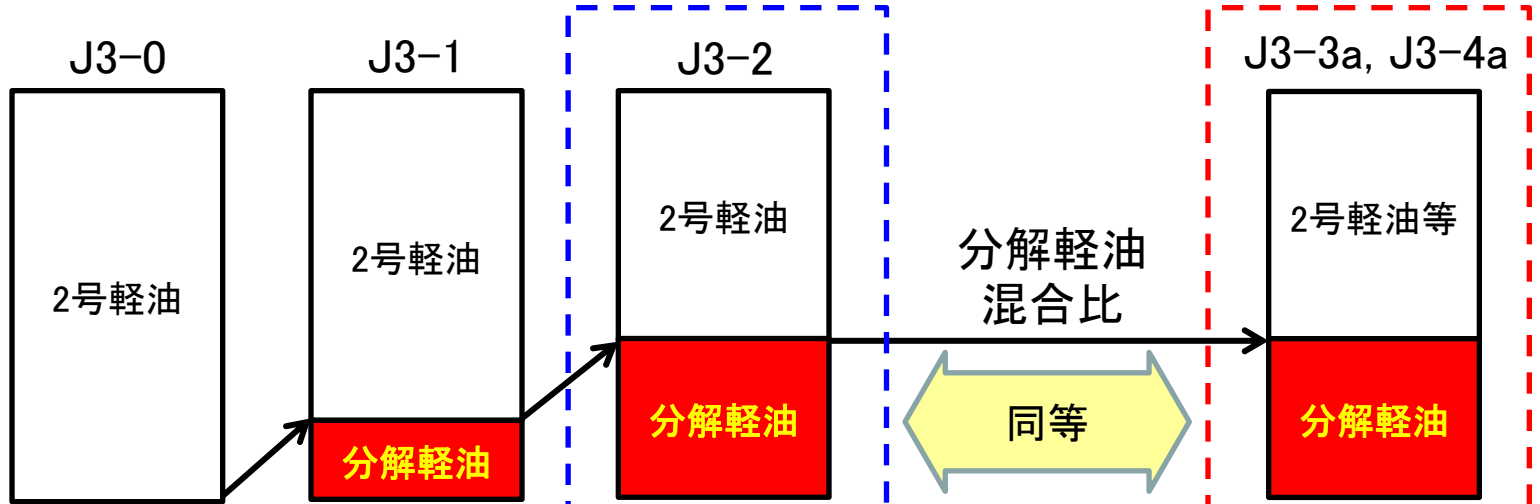
尿素SCRシステム搭載エンジンではエンジン出口PMの燃料影響度は小さかった。



# 燃料側の対策とねらい

## JATOP II 燃料

## JATOP III 対策燃料



セタン価	54~56	50	43~45	セタン価 向上剤	50
芳香族分 vol%	20前後	27~30	35~40	同等	35~40
T90 °C	340程度	340程度	340程度	軽質化	300~310

JATOP II で課題  
となったレベル

燃料側の対策  
(蒸留軽質化+セタン価向上剤)

DPF 負荷  
増大

改善?

DPF 負荷  
低減?

# 試験燃料と作り方(イメージ)

JATOP IIで  
課題となった燃料

対策燃料

燃料名称	J3-0 (J2-2-56相当)	J3-1 (J2-2-50相当)	J3-2 (J2-2-43相当)	J3-3a	J3-4a
	現行セタン平均 現行芳香族平均	現行セタン下限 現行芳香族上限	分解系配合大	分解系配合大 蒸留軽質化① 分解系基材の 蒸留軽質化 (L-DLCO配合) +CNI+AO	分解系配合大 蒸留軽質化② 直留系基材の 蒸留軽質化 +CNI+AO
芳香族分, vol%	20前後	27~30	35~40	35~40	35~40
セタン価	54~56	50	43~45	50	50
T90, °C	340程度	340程度	340程度	300~310	300~310

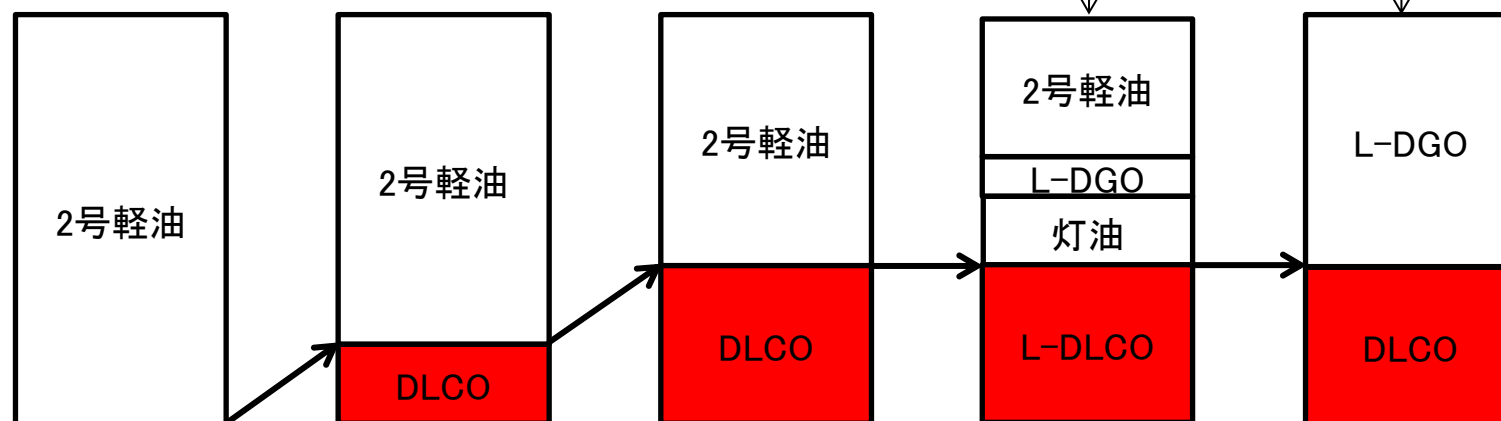
DLCO: 脱硫LCO, L-DLCO: DLCOの軽質留分

L-DGO: 脱硫Gas Oilの軽質留分

セタン価向上剤  
酸化防止剤

セタン価向上剤(CNI)  
酸化防止剤(AO)

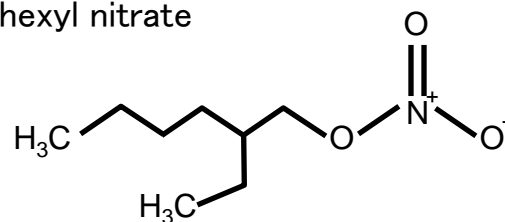
作り方  
(イメージ)



	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
DLCO混合比, vol%	0	15	35	0	35
L-DLCO混合比, vol%	0	0	0	35	0
セタン価向上剤, massppm	0	0	0	5000	3500
芳香族分, vol%	21.3	27.4	35.5	36.6	36.0
セタン価 (セタン価向上剤添加前)	55.6	50.7	43.0	50.2 (40.4)	50.2 (42.9)
T90, °C	335.0	334.0	337.5	308.0	310.5

DLCO: 脱硫LCO, L-DLCO: DLCOの軽質留分

セタン価向上剤: 2-Ethylhexyl nitrate



2-Ethylhexyl nitrateの構造式

## JATOP II の試験車両・エンジン

車両/エンジン	J3DV01 2tトラック	J3DV02 乗用車	J3DV03 乗用車	J3DV04 2tトラック	J3DE01 乗用車	J3DE02 1.5tトラック	J3DE03 2tトラック
適合排出ガス規制	P新長期 (JE05)	P新長期 (JC08)	P新長期 (JC08)	P新長期 (JE05)	P新長期 (JC08)	P新長期 (JC08)	P新長期 (JE05)
排気量(L)	3.0	1.5	2.0	4.0	3.2	3.0	3.0
燃料供給方式	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI	CRS,DI
トランスミッション	6AMT	6AT	6AT	5MT	-	-	-
吸入空気方式	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
出力(kW/rpm)	96/ 3050-3500	77/4000	127/3750	100/2500	140/3500	106/3400	110/2800
トルク $\left( \frac{\text{Nm}}{\text{rpm}} \right)$	370/ 1350-2840	250 / 1500-2500	360 / 2000	390 / 1400	441 / 2000	300 / 1200-3200	375 / 1400-2800
圧縮比	17.5	14.8	15.6	18.0	16.0	15.0	17.5
気筒数	4	4	4	4	4	4	4
後処理装置	DOC→DPF →SCR→DOC	DOC→DPF	DOC→LNT →DPF	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→LNT →DPF→DOC	DOC→DPF	DOC→DPF
主とする DPF再生制御*	計算堆積	計算堆積	差圧	計算堆積	差圧	計算堆積	差圧

\* DPFの再生制御はいずれの車両も計算堆積制御と差圧制御の両方を有しているが、主とする再生制御のみ記載

TC: ターボ過給

CRS: コモンレールシステム

DI: 直噴

DOC: 酸化触媒

DPF: ディーゼルパティキュレートフィルタ

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

項目	試験燃料	試験内容
(1)排出ガス・燃費	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現行セタン価平均 (現行アロマ平均)</li> <li>・現行セタン価下限 (現行アロマ上限)</li> </ul>	<p>供試車両：P新長期乗用車・商用車(4台)、 P新長期エンジン単体(3台)</p> <p>試験モード：JE05またはJC08</p> <p>測定：規制成分(一部エンジンアウト含む)、燃費</p>
(2)DPF負荷	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分解系配合大</li> <li>・分解系配合大 蒸留軽質化① +CNI+AO</li> </ul>	<p>供試車両：P新長期乗用車・商用車(3台)、 P新長期エンジン単体(3台)</p> <p>試験モード：JE05またはJC08繰り返し</p> <p>測定：後処理装置およびDPF差圧、排気温度、DOCおよび DPFに堆積したススの分析</p>
(3)排気系ハード影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分解系配合大 蒸留軽質化② +CNI+AO</li> </ul>	<p>供試車両：P新長期乗用車・商用車(3台)、 P新長期エンジン単体(3台)</p> <p>試験モード：過渡排出ガスモードまたは代表運転パターンの組合せ</p> <p>測定：DOC差圧・後処理差圧、THC、NO<sub>x</sub> EGRバルブおよびクーラデポジットの分析</p>

(次頁に続く)

項目	試験燃料	試験内容
(4)噴射系ハード影響	前頁と同様	<p><u>①インジェクタ噴孔デポジット</u></p> <p>供試車両:P新長期エンジン単体(1台)                      試験モード:JATOPⅡ インジェクタ噴孔デポジット試験に準拠                      測定:トルク・燃料噴射量計測、インジェクタ噴孔デポジット分析</p>
		<p><u>②インジェクタ内部デポジット</u></p> <p>試験機:インジェクタ内部デポジット試験用リグ試験機                      試験モード:JATOPⅡ インジェクタ内部デポジット試験に準拠                      測定:燃料噴射量計測、インジェクタ内部分析</p>
		<p><u>③酸化安定性、セジメント評価</u></p> <p>燃料性状評価、酸化安定性評価、セジメント評価</p>

1. 背景 (JATOP II の成果と課題)
2. ディーゼル車研究の目的と概要
3. **試験結果**
  - (1) 排出ガス試験
  - (2) DPF負荷試験
  - (3) 排気系ハード影響試験
  - (4) 噴射系ハード影響試験
4. まとめ (評価結果の概要と成果)

# (1)排出ガス試験 試験項目

(1)試験パターン: JE05モード(J3DV01\*1, J3DV04\*1, J3DE03)  
JC08モード(J3DV02, J3DV03, J3DE01\*2, J3DE02\*2)

(2)測定項目: THC, NMHC, CO, PM, NO<sub>x</sub>(@エンジン出口、後処理装置出口)  
モード燃費

\*1: シャンダイナモにて車両を用いて試験を実施

\*2: エンジンベンチにてエンジンを用いて試験を実施

JATOP I、JATOP II ディーゼル車将来燃料WGの試験に準拠



# (1)排出ガス試験 燃料マトリクス

車両/ エンジン	車種	後処理 システム	試験 パターン	J3-0 (J2-2-56相当)	J3-1 (J2-2-50相当)	J3-2 (J2-2-43相当)	J3-3a	J3-4a
				現行セタン 平均 現行芳香族 平均	現行セタン 下限 現行芳香族 上限	分解系配合大	分解系配合大 蒸留軽質化① +CNI+AO	分解系配合大 蒸留軽質化② +CNI+AO
J3DV01	2tトラック	DOC→DPF →SCR→DOC	JE05	◎	◎	◎	◎	◎
J3DV04	2tトラック	DOC→DPF (HC-SCR)	JE05	◎	◎	◎	◎	◎
J3DE03	2tトラック	DOC→DPF	JE05	◎	◎	◎	◎	◎
J3DV02	乗用車	DOC→DPF	JC08	◎	◎	◎	◎	◎
J3DV03	乗用車	DOC→LNT →DPF	JC08	◎	◎	◎	◎	◎
J3DE01	乗用車	DOC→LNT →DPF→DOC	JC08	◎	◎	◎	◎	◎
J3DE02	1.5tトラック	DOC→DPF	JC08	◎	◎	◎	◎	◎

着目点(DPF負荷低減の観点)

- ・蒸留軽質化(J3-3a, J3-4a)
- ・尿素SCRシステム搭載車(J3DV01)

# (1)排出ガス試験 評価方法

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

① J3-1, 2に対するJ3-3a, 4aの改善効果を整理した。

## 【対象項目】

①-1 エンジン出口排出ガス (PM, Soot, NO<sub>x</sub>, THC, NMHC, CO)

①-2 後処理装置出口排出ガス (PM, NO<sub>x</sub>, NMHC, CO)

①-3 燃費(発熱量換算)

② 後処理出口排出ガスについては、規制値と比較した。

③ 尿素SCRシステム搭載車については、燃料感度に対する影響も評価した。

・PM, SootはDPF負荷の観点で着目

# (1)排出ガス試験 結果 (PM)

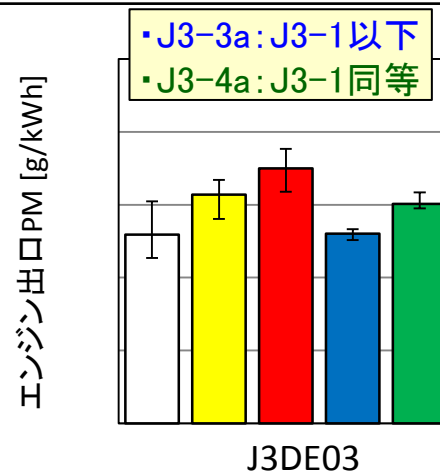
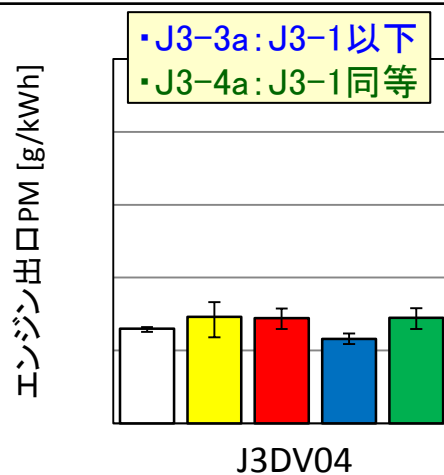
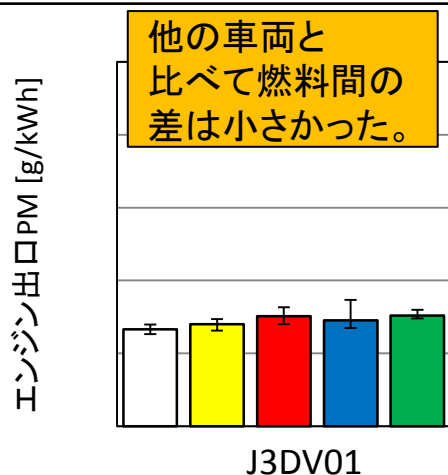
□ J3-0    ■ J3-1    ■ J3-2    ■ J3-3a    ■ J3-4a

エラーバーは  
最大値と最小値を示す

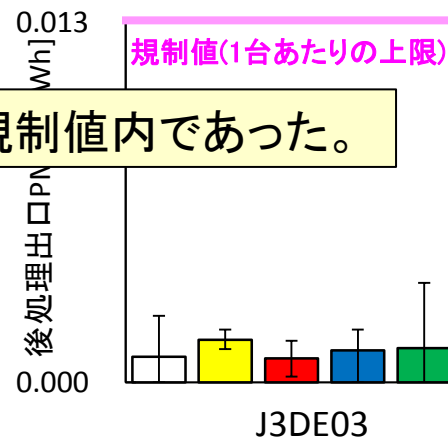
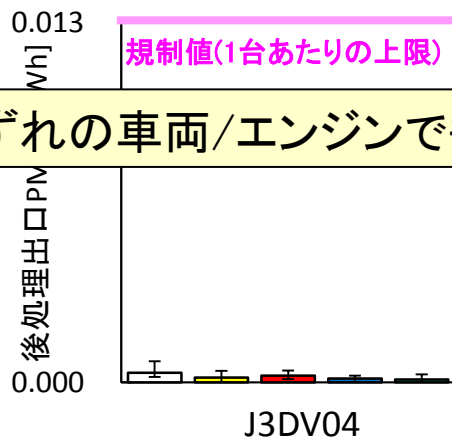
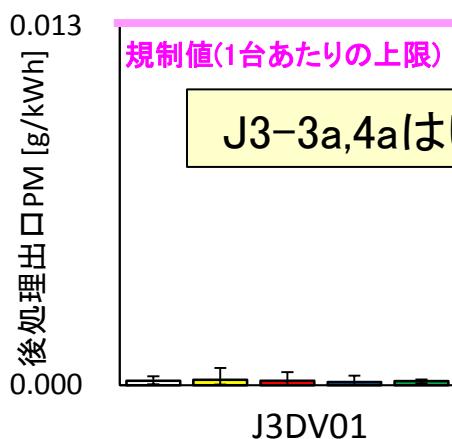
	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

JE05

エンジン出口



後処理装置出口



J3-3a,4aはいずれの車両/エンジンでも規制値内であった。

後処理システム

DOC→DPF  
→SCR→DOC

DOC→DPF  
(HC-SCR)

DOC→DPF

# (1)排出ガス試験 結果 (PM)

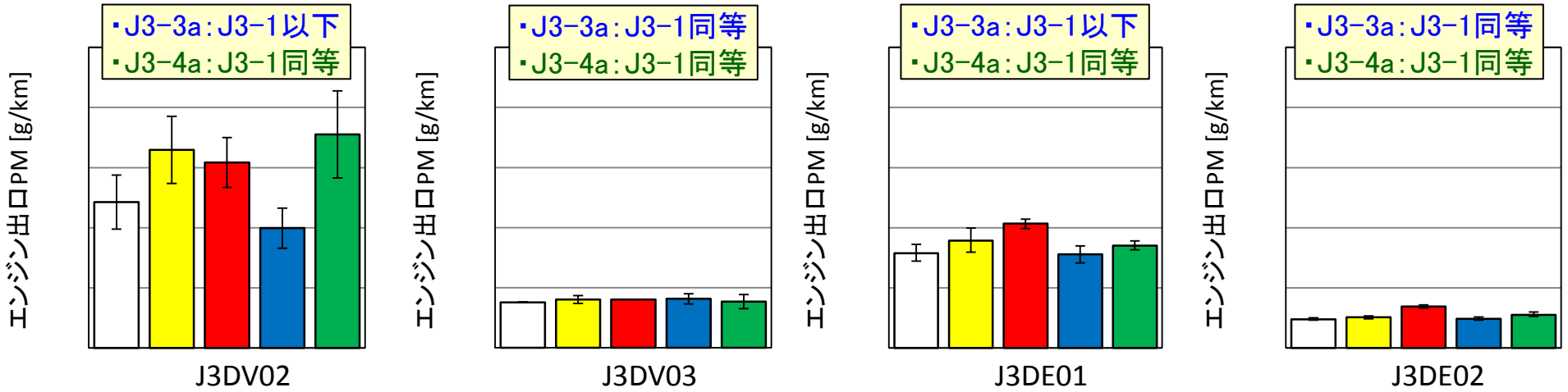
□ J3-0    ■ J3-1    ■ J3-2    ■ J3-3a    ■ J3-4a

エラーバーは  
最大値と最小値を示す

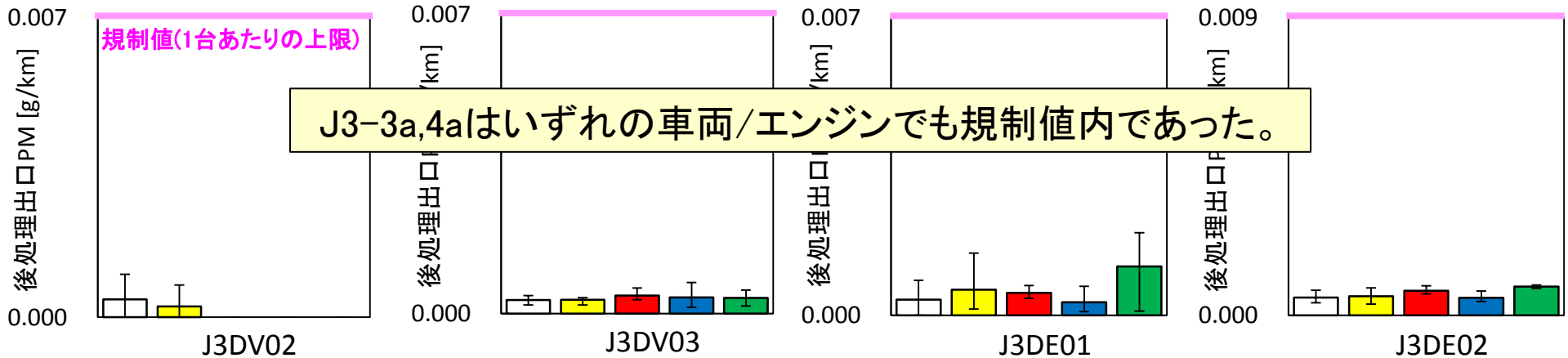
	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

JC08 Combined

エンジン出口



後処理装置出口



後処理システム

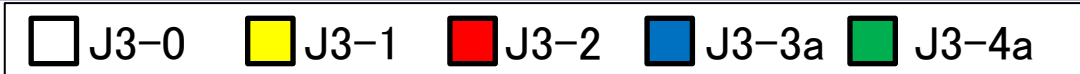
DOC→DPF

DOC→LNT  
→DPF

DOC→LNT  
→DPF→DOC

DOC→DPF

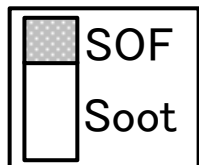
# (1)排出ガス試験 結果 (PM中のSOF/Soot)



	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

JE05

JC08 Combined



Sootに対するコメント

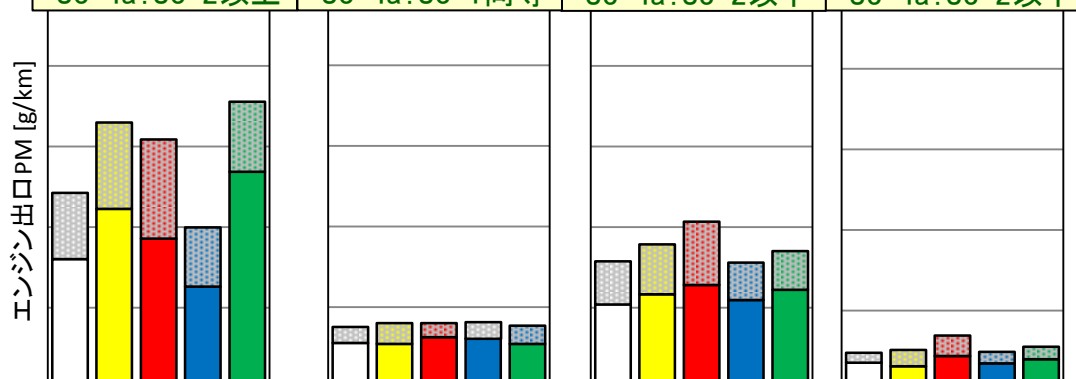
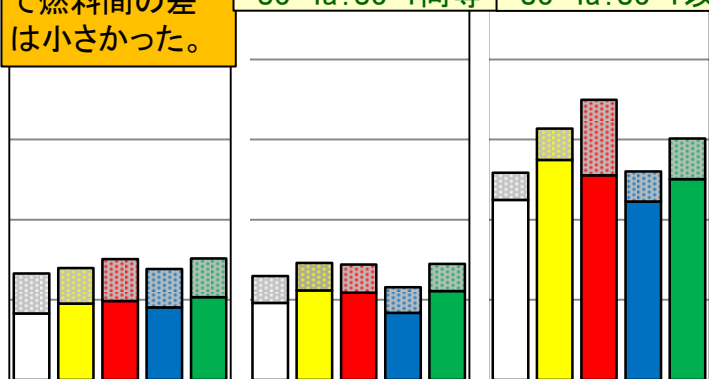
他の車両と比べて燃料間の差は小さかった。

- J3-3a: J3-1以下
- J3-4a: J3-1同等
- J3-3a: J3-2以下
- J3-4a: J3-1以下

- J3-3a: J3-1以下
- J3-4a: J3-2以上
- J3-3a: J3-2以下
- J3-4a: J3-1同等
- J3-3a: J3-1同等
- J3-4a: J3-2以下
- J3-3a: J3-2以下
- J3-4a: J3-2以下

エンジン出口PM [g/kWh]

エンジン出口PM [g/km]



J3DV01

J3DV04

J3DE03

J3DV02

J3DV03

J3DE01

J3DE02

後処理システム →DOC→DPF →**SCR**→DOC

DOC→DPF (HC-SCR)

DOC→DPF

DOC→DPF

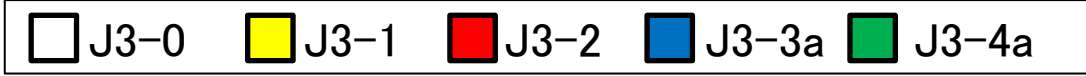
DOC→LNT →DPF

DOC→LNT →DPF→DOC

DOC→DPF

SOF: 可溶有機分 (Soluble Organic Fraction)  
Soot: 固形炭素物、スス

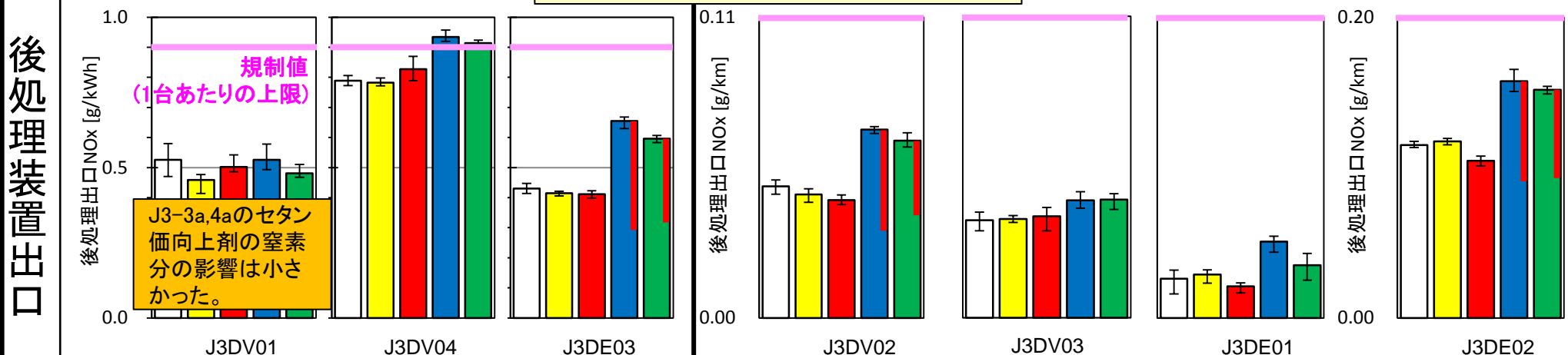
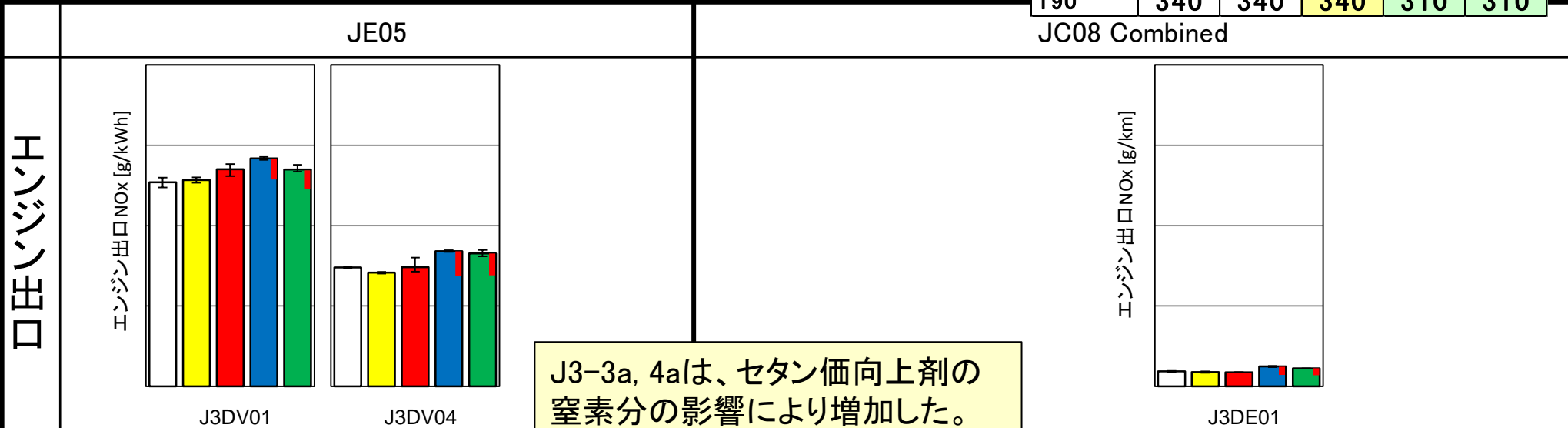
# (1)排出ガス試験 結果(NOx)



エラーバーは  
最大値と最小値を示す

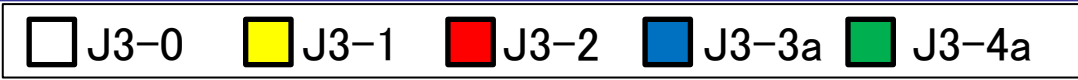
セタン価向上剤に含有される窒素分  
が全量NO2に転化したとして計算

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310



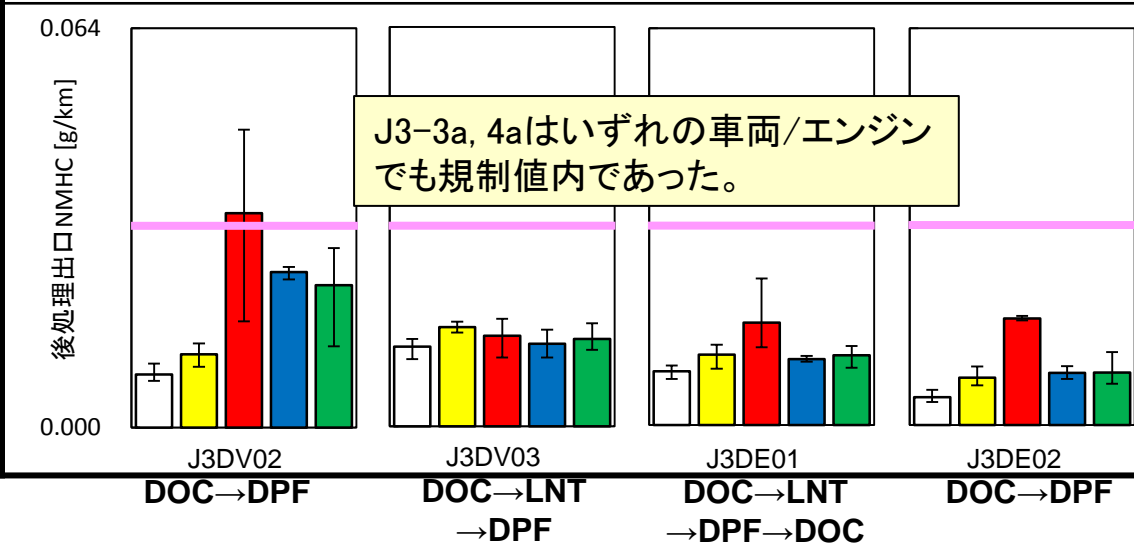
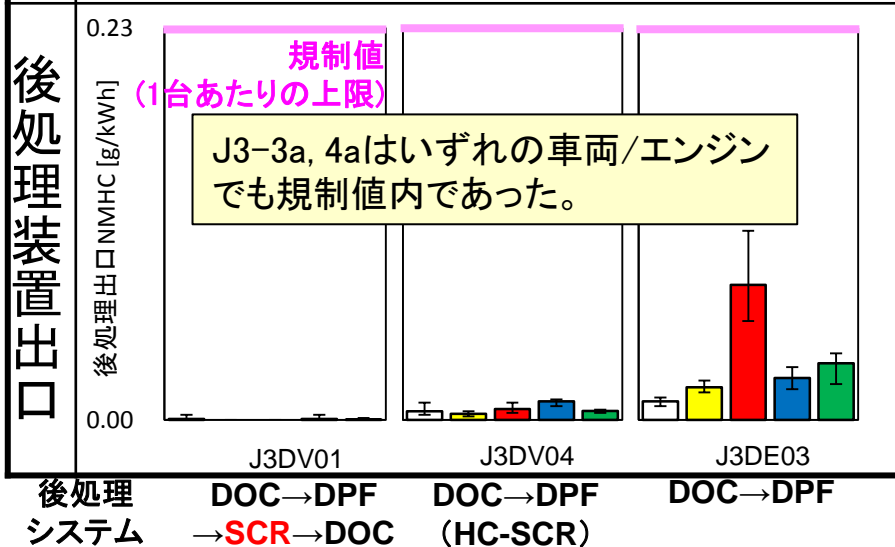
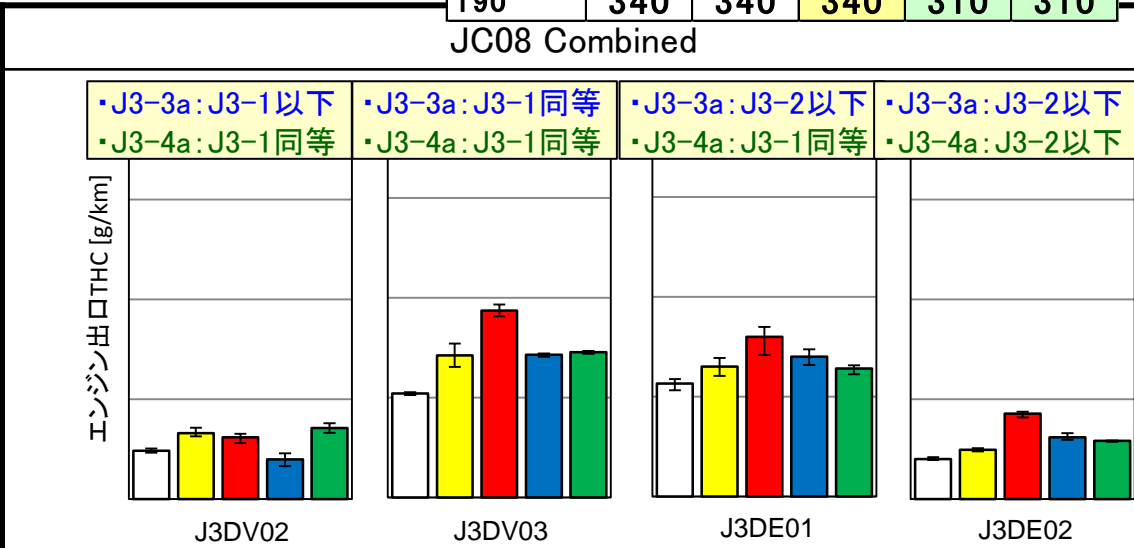
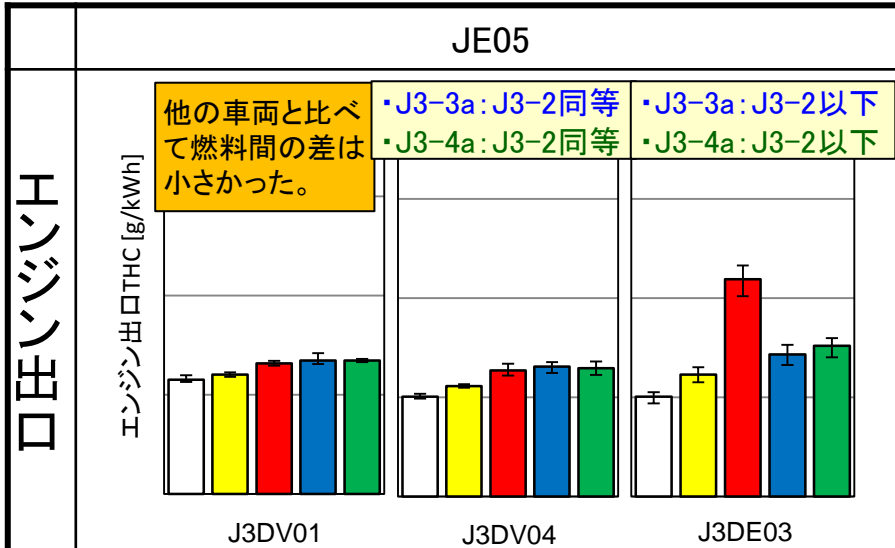
後処理システム  
 DOC→DPF →SCR→DOC (HC-SCR)  
 DOC→DPF  
 DOC→DPF  
 DOC→LNT →DPF  
 DOC→LNT →DPF→DOC  
 DOC→DPF

# (1)排出ガス試験 結果(THC,NMHC)

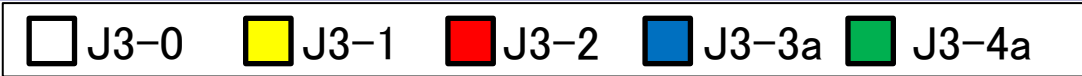


エラーバーは  
最大値と最小値を示す

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

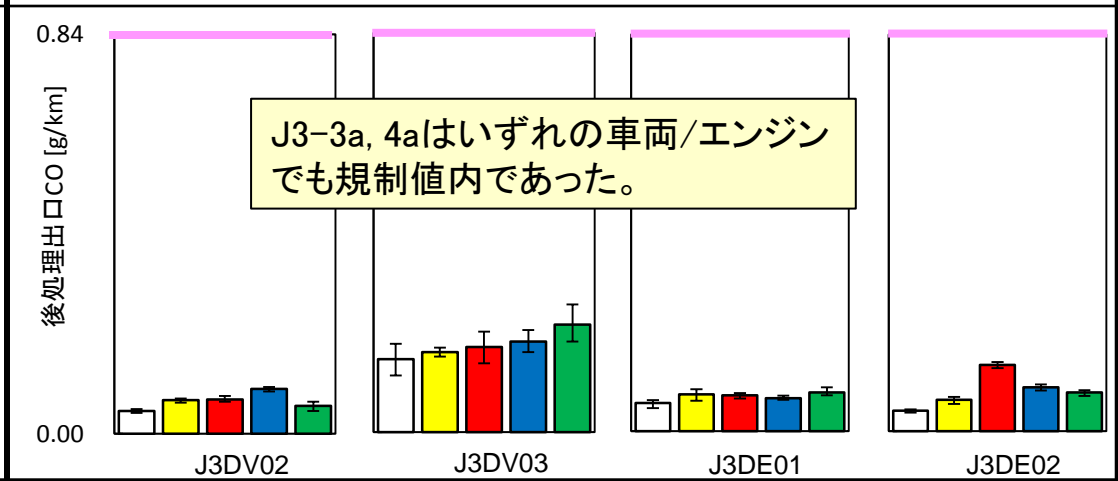
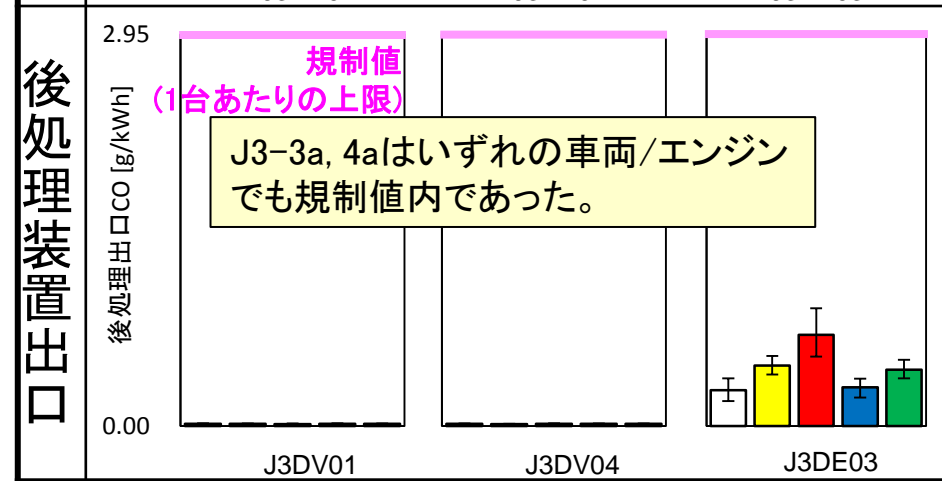
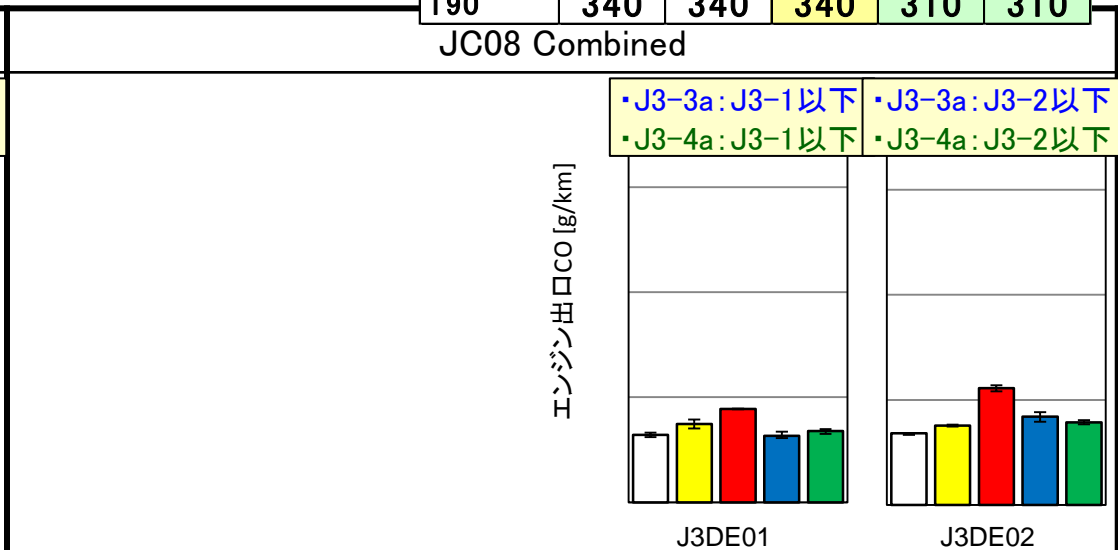
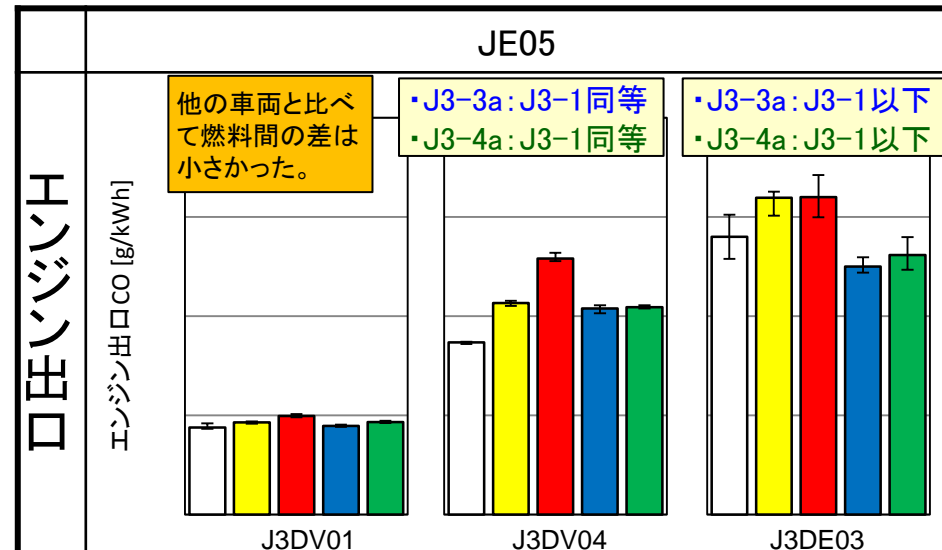


# (1)排出ガス試験 結果(CO)



エラーバーは  
最大値と最小値を示す

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310



後処理システム  
DOC→DPF  
→**SCR**→DOC

DOC→DPF  
(HC-SCR)

DOC→DPF

DOC→DPF

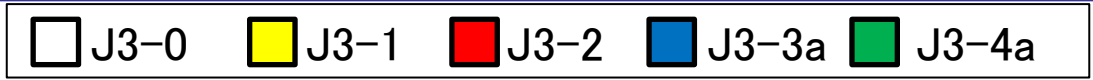
DOC→LNT  
→DPF

DOC→LNT  
→DPF→DOC

DOC→DPF

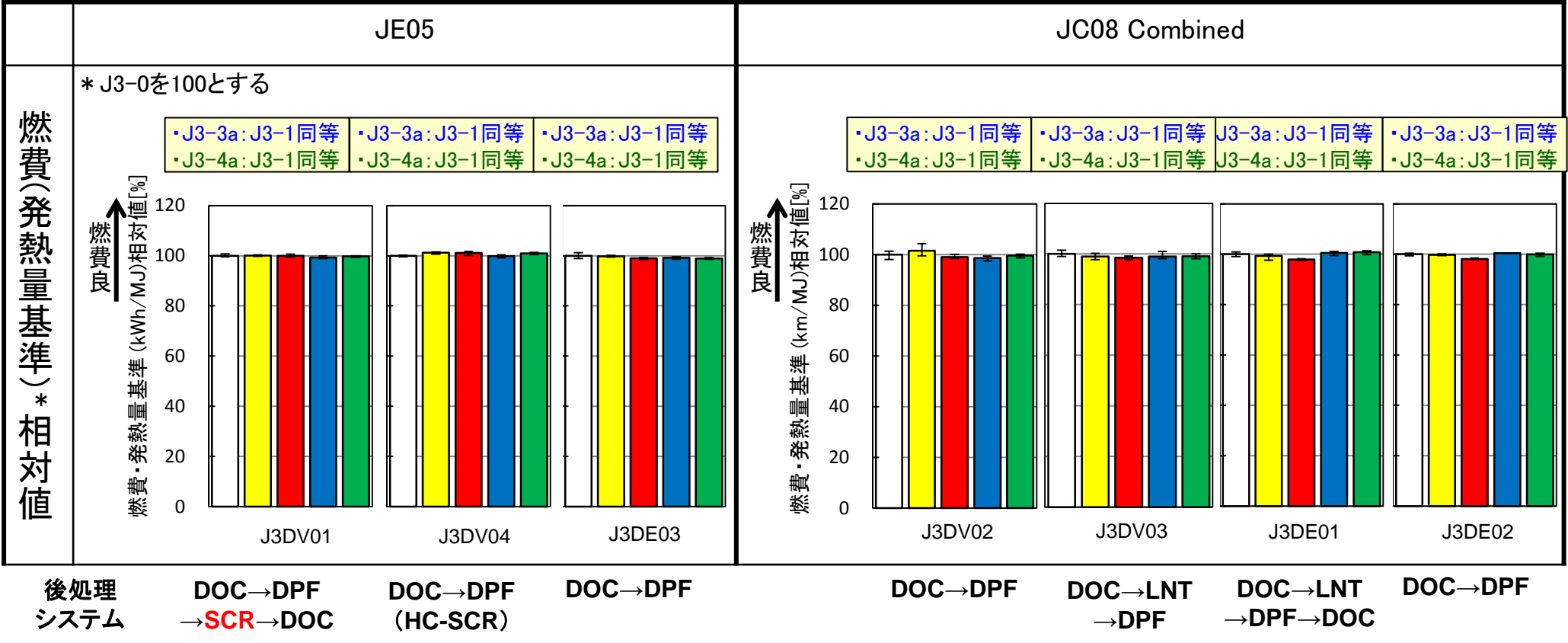


# (1)排出ガス試験 結果(燃費, 発熱量基準相対値) JATOP VG-25



	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

エラーバーは  
最大値と最小値を示す



J3-3a, J3-4aはJ3-1と同等であった。  
 なお、セタン価の低いJ3-2で若干悪化した車両・エンジンが見られた。

# (1)排出ガス試験 結果(J3-3a,4aの効果)

■: J3-1と同等以下に低減、■: J3-2より低減したがJ3-1までは低減せず、□: J3-2と同等、■: J3-2よりも増加  
後処理出口PM,HC,COは規制値内であれば「OK」

			J3DV01	J3DV04	J3DE03	J3DV02	J3DV03	J3DE01	J3DE02		
後処理システム			DOC→DPF →SCR→ DOC	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→DPF	DOC→DPF	DOC→LNT →DPF	DOC→LNT →DPF→ DOC	DOC→DPF		
走行モード			JE05	JE05	JE05	JC08	JC08	JC08	JC08		
J3-3a	エンジン出口	HC	■	■	■	■	■	■	■	E	
		CO	■	■	■	■	■	■	■		
		PM	■	■	■	■	■	■	■		A
		Soot	■	■	■	■	■	■	■		
		NOx	■	■	■	■	■	■	■		
	後処理装置出口	HC	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	C	
		CO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		PM	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		NOx	■	■	■	■	■	■	■		B
	燃費	■	■	■	■	■	■	■	D		
J3-4a	エンジン出口	HC	■	■	■	■	■	■	■	E	
		CO	■	■	■	■	■	■	■		
		PM	■	■	■	■	■	■	■		A
		Soot	■	■	■	■	■	■	■		
		NOx	■	■	■	■	■	■	■		
	後処理装置出口	HC	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	C	
		CO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		PM	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		NOx	■	■	■	■	■	■	■		B
	燃費	■	■	■	■	■	■	■	D		

- A: エンジン出口PM, Soot: J3-2との比較では低減、J3-1との比較では同等か低減した。  
J3-3aと4aの比較では、J3-2に対する低減効果は同等かJ3-3aのほうが効果が少し大きかった。
- B: NOx: 今回の濃度水準ではセタン価向上剤の窒素分の影響で大きく増加した。
- C: 後処理装置出口PM, HC, CO: すべての車両/エンジンで規制値内であった。
- D: 燃費: J3-1と同等であった。
- E: 尿素SCRシステム搭載車(J3DV01)のエンジン出口排出ガスに対する燃料性状影響は他の車両/エンジンより小さかった。

# (1)排出ガス試験 まとめ

## □蒸留軽質化(J3-3a, 4a)

JATOP II で課題となったJ3-2レベルまで芳香族分が増えてもセタン価(50程度)を維持しつつ蒸留を軽質化することにより、以下の知見が得られた。

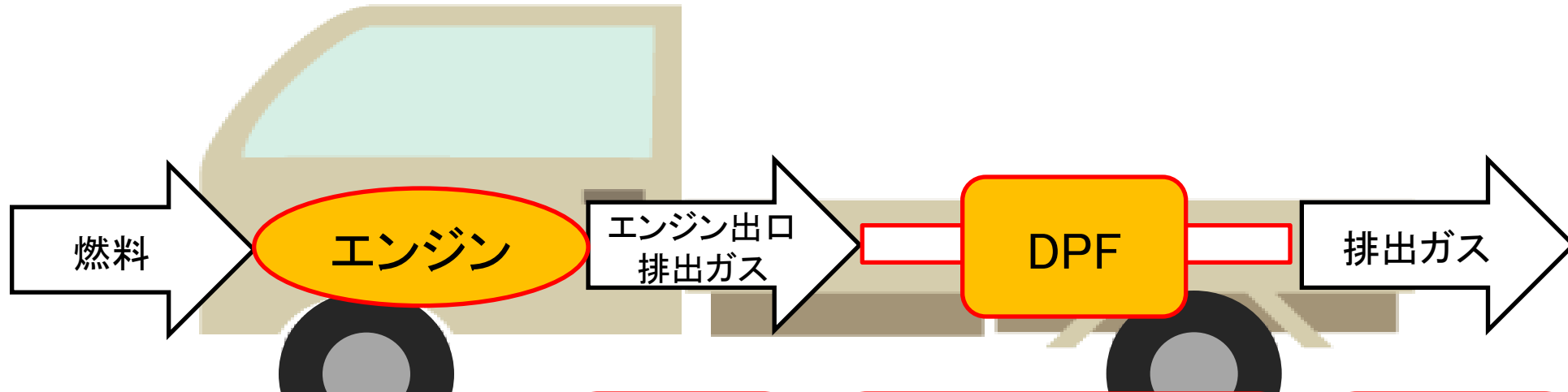
- ・ エンジン出口PM, Sootは(芳香族分が同等の)J3-2との比較では低減、(芳香族分が低い)J3-1との比較では同等か低減した。蒸留軽質化方法の違いで低減効果に違いがあった。
- ・ セタン価向上剤の窒素分の影響により今回の濃度水準ではNO<sub>x</sub>が大きく増加した。
- ・ 後処理装置出口PM, HC, COはすべての車両/エンジンで規制値内であった。
- ・ 燃費はJ3-1と同等であった。

## □尿素SCRシステム搭載車(J3DV01)

- ・ エンジン出口排出ガスに対する燃料性状影響は他の車両/エンジンより小さかった。
- ・ J3-3a, 4aのエンジン出口NO<sub>x</sub>はセタン価向上剤の窒素分の影響により増加したものの、後処理装置出口NO<sub>x</sub>に対しては上記窒素分の影響は小さかった。

# (2)DPF負荷試験 背景

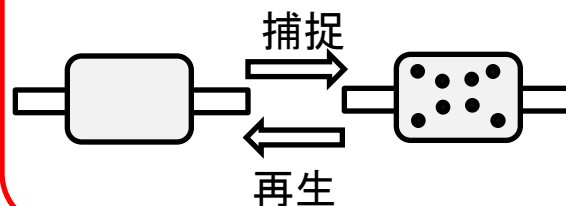
2015/3/9開催 JATOP II 成果発表会 「JATOP IIにおける自動車・燃料研究の成果と課題」より抜粋



脱硫LCO混合増  
(芳香族分増)

PM増加

PMをDPFに捕捉

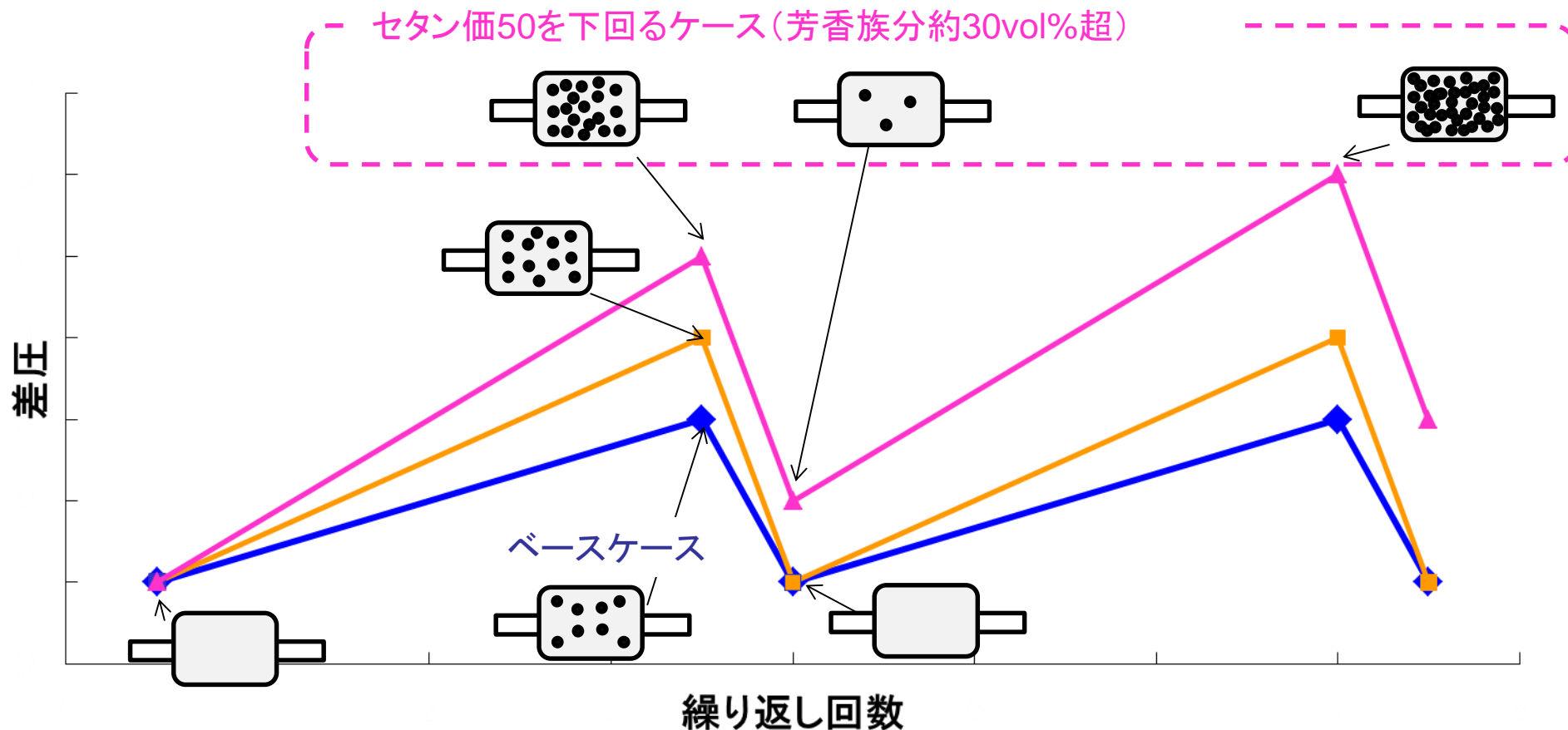


低レベルを  
維持

捕捉したPMを強制的に燃焼させてDPFを再生する必要がある。  
エンジン出口のPM増加によりDPFの負荷が増大する懸念がある。

## (2)DPF負荷試験 背景

2015/3/9開催 JATOP II 成果発表会 「JATOP IIにおける自動車・燃料研究の成果と課題」より抜粋  
PM堆積・再生を繰り返した際の差圧とDPFのイメージ



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。

## (2)DPF負荷試験 試験項目

### ア. 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

(1)試験パターン : 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JE05モード\*1またはJC08モード\*2走行を繰り返す。これを所定のセット数繰り返す。

(\*1: J3DV01, J3DV04, J3DE03)

(\*2: J3DV02, J3DV03, J3DE01, J3DE02)

(2)測定項目 : 後処理差圧、DPF差圧  
排気温度(後処理装置前後)  
HC(後処理装置前後)、CO、PM(後処理装置後)

(3)その他 : 後処理装置前から採取したススの詳細分析

### イ. 燃料の違いによるDPF昇温特性評価(J3DE03を除く)

(1)試験パターン : DPFにPMが堆積していない状態でDPF再生制御を実施

(2)測定項目 : 排気温度(後処理装置前後)

# (2)DPF負荷試験 燃料マトリクス

車両/ エンジン	車種	後処理 システム	主とする DPF 再生制御	J3-0 (J2-2-56相当)	J3-1 (J2-2-50相当)	J3-2 (J2-2-43相当)	J3-3a	J3-4a
				現行セタン 平均 現行芳香族 平均	現行セタン 下限 現行芳香族 上限	分解系配合大	分解系配合大 蒸留軽質化① +CNI+AO	分解系配合大 蒸留軽質化② +CNI+AO
J3DV01	2tトラック	DOC→DPF →SCR→DOC	計算堆積	◎	◎	◎	◎	◎
J3DV04	2tトラック	DOC→DPF (HC-SCR)	計算堆積	◎	—	◎	◎	◎
J3DE02	1.5tトラック	DOC→DPF	計算堆積	◎	—	◎	◎	◎
J3DV02	乗用車	DOC→DPF	計算堆積	◎	—	◎	◎	◎
J3DE03	2tトラック	DOC→DPF	差圧	◎	◎	◎	◎	◎
J3DE01	乗用車	DOC→LNT →DPF→DOC	差圧	◎	◎	◎	◎	◎

着目点 (DPF負荷低減の観点)

- ・蒸留軽質化 (J3-3a, J3-4a)
- ・尿素SCRシステム搭載車 (J3DV01)

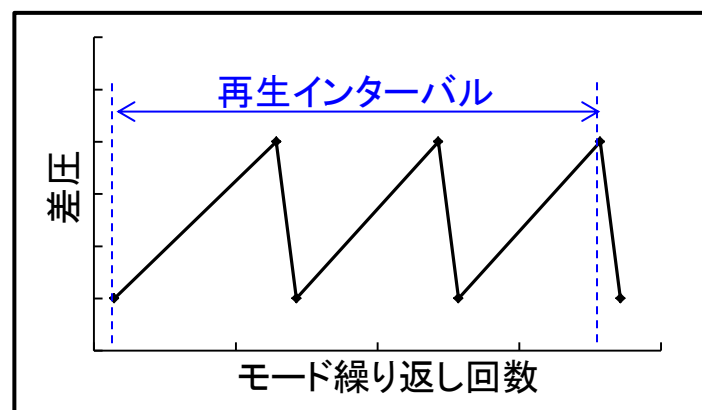
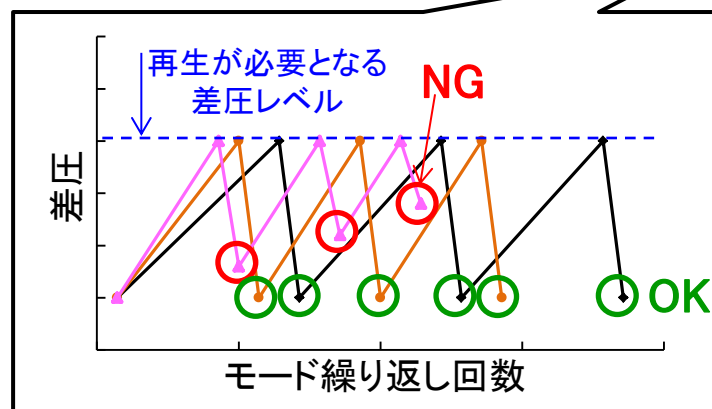
## (2)DPF負荷試験 差圧制御を主とする車両の判定基準

【J3-1, 2に対するJ3-3a, 4aの改善効果判定基準】

### ① 差圧制御を主とする車両

#### ①-1 再生後のDPF差圧

**OK**: 再生後のDPF差圧が適正に低下



#### ①-2 再生インターバル: DPF再生3回目までに要したJC08またはJE05繰り返し回数

■: J3-1と同等以上、■: J3-2より長い、□: J3-2と同等、■: J3-2より短い

#### ①-3 再生時のDPF再生温度

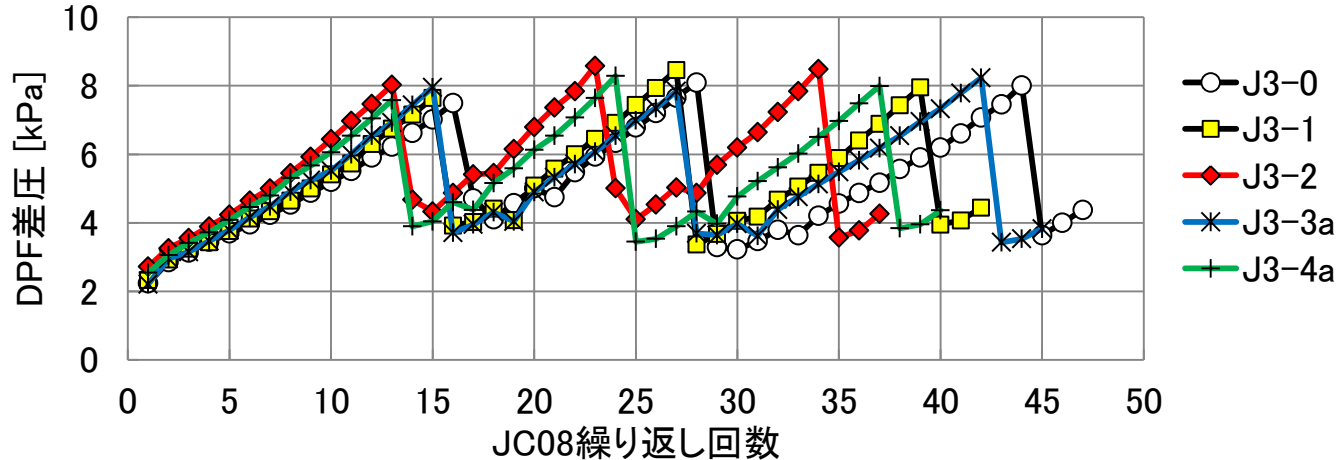
**OK**: 再生温度が適正で、過昇温が起きない

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310



# (2)DPF負荷試験 結果(差圧制御を主とする車両/エンジン(J3DE01))

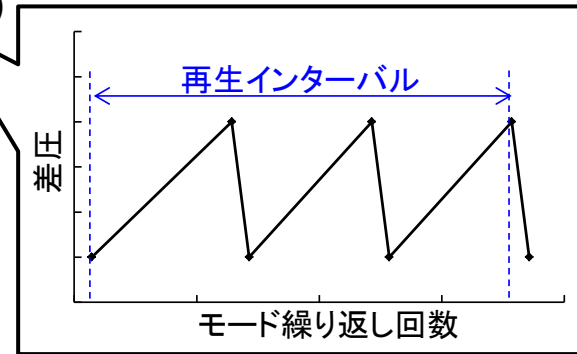
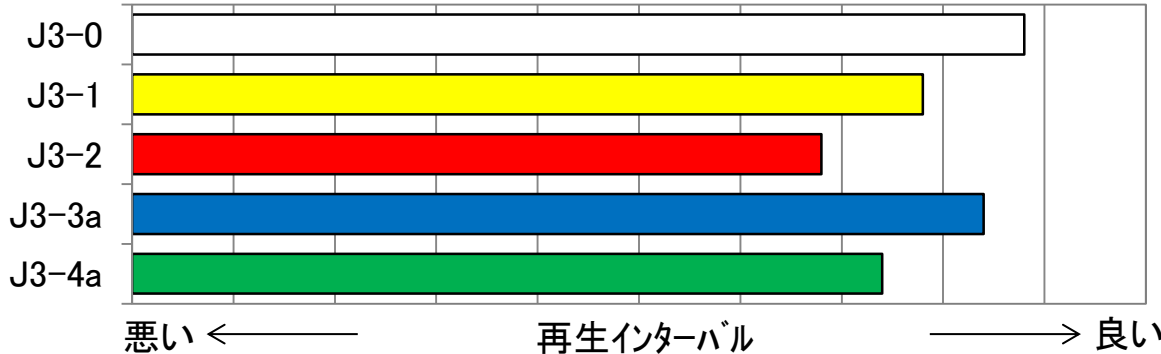
## ①-1 再生後のDPF差圧 (JC08繰り返し時のDPF差圧)



	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

DPF差圧は、JC08モードの最後の高速山加速時のデータを使用

## ①-2 再生インターバル(DPF再生3回目までに要したJC08繰り返し回数)

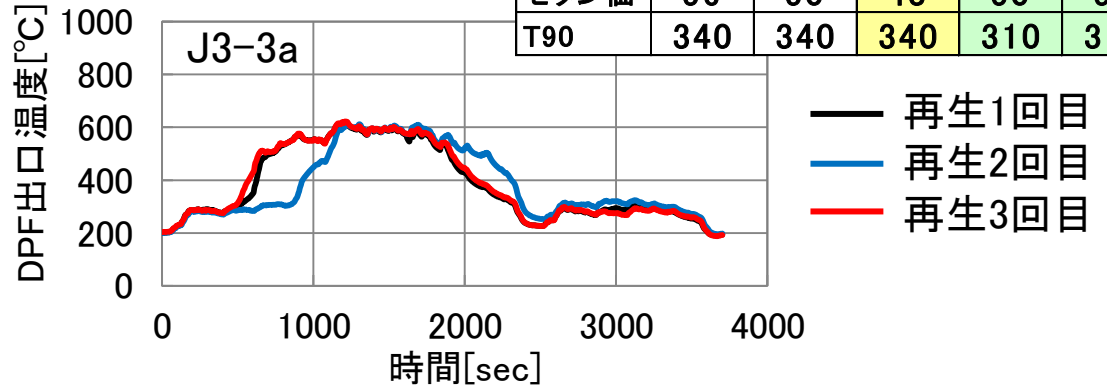
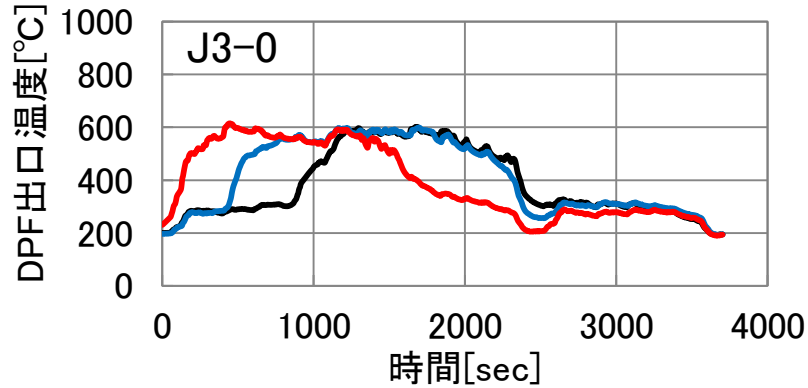


- ①-1 再生後の差圧: いずれの燃料も適正に低下した。
- ①-2 再生インターバル: J3-2, 3a, 4aの結果から、芳香族分が同等でも蒸留軽質化により再生インターバルが延長した。

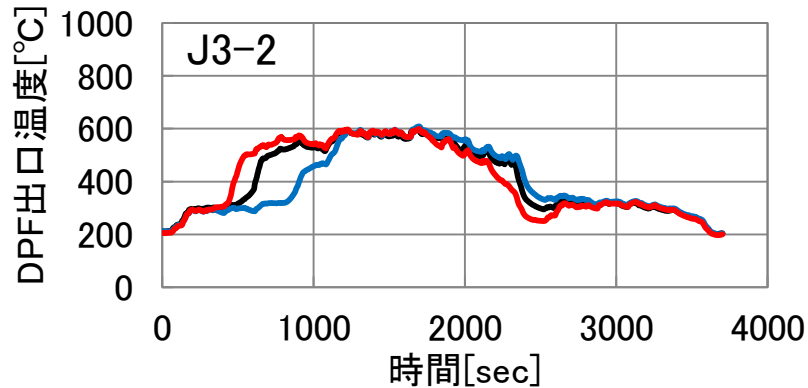
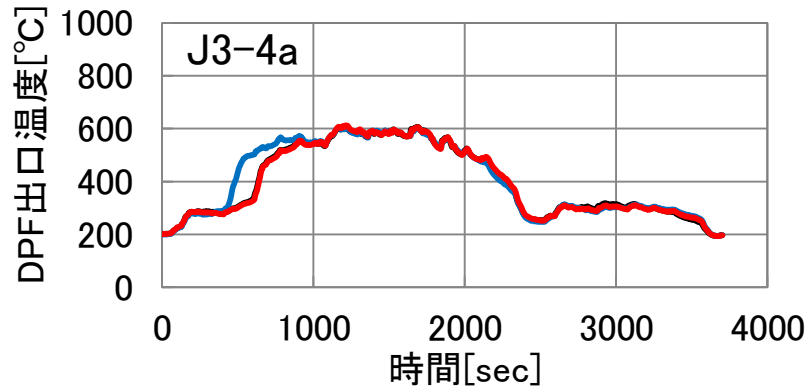
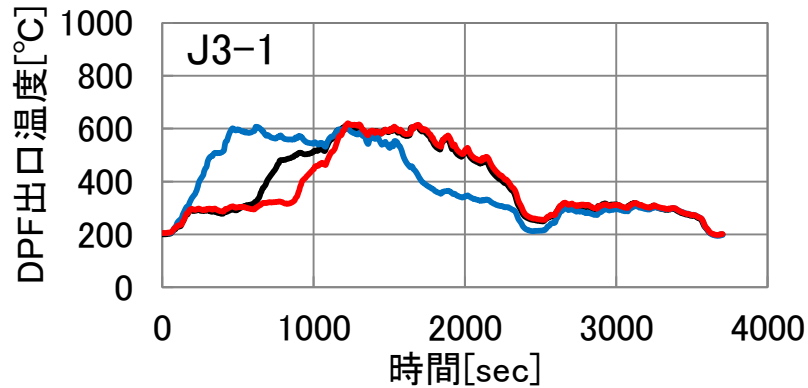
# (2)DPF負荷試験 結果(差圧制御を主とする車両/エンジン(J3DE01))

## ①-3 再生時のDPF出口温度

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310



— 再生1回目  
— 再生2回目  
— 再生3回目



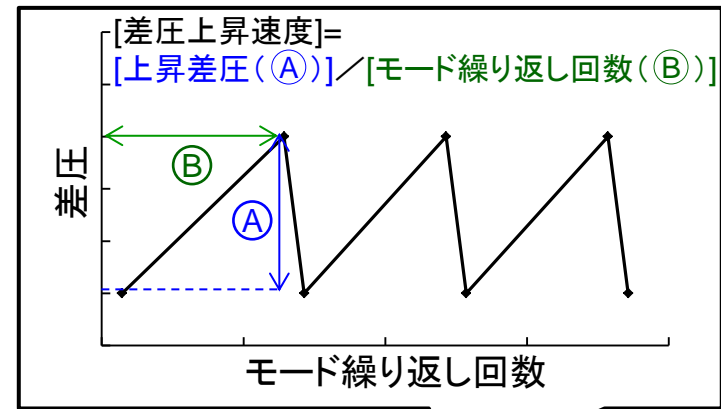
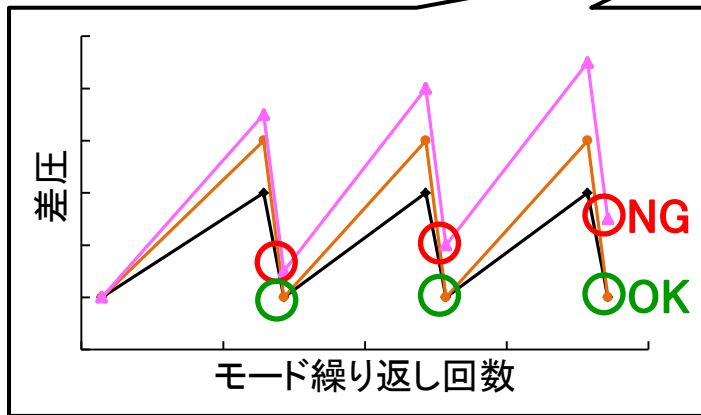
①-3 再生時のDPF出口温度  
いずれの燃料も再生中の温度は同等であり、再生中の過昇温もなかった。

【J3-1, 2に対するJ3-3a, 4aの改善効果判定基準】

② 計算堆積制御を主とする車両

②-1 再生後のDPF差圧

OK: 再生後のDPF差圧が適正に低下



②-2 差圧上昇速度: JC08またはJE05繰り返し回数1回あたりの上昇差圧。3山の平均。

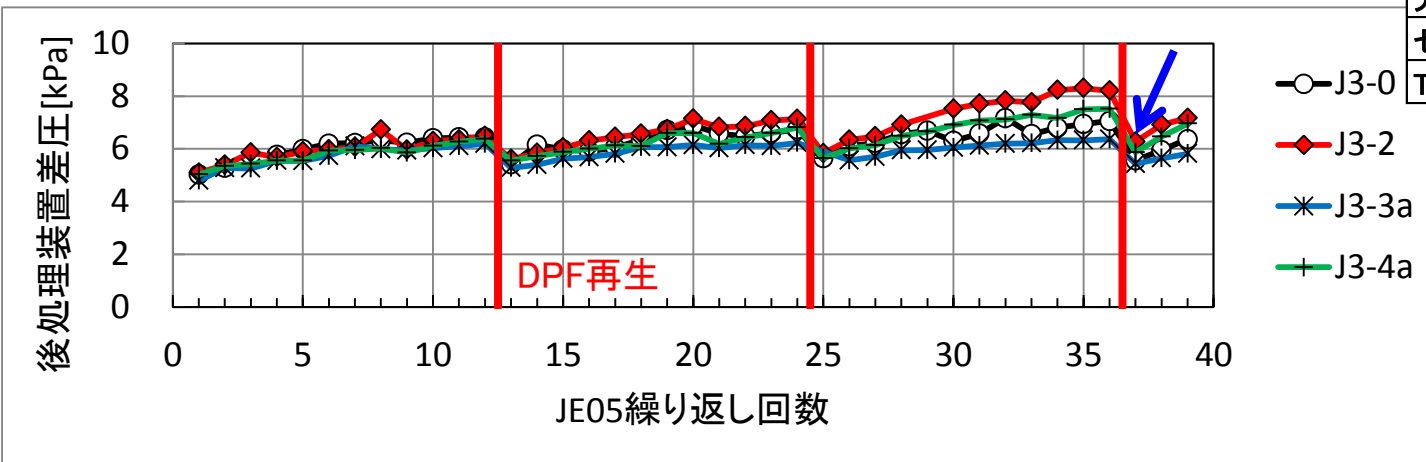
OK: 差圧上昇速度が著しく悪化しない

②-3 再生時のDPF再生温度

OK: 再生温度が適正で、過昇温が起きない

# (2)DPF負荷試験 結果(計算堆積制御を主とする車両/エンジン(J3DV04))

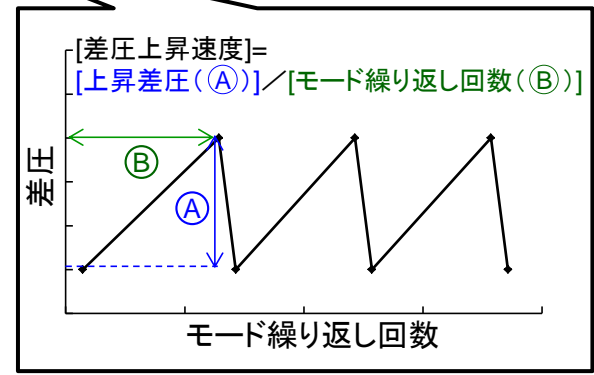
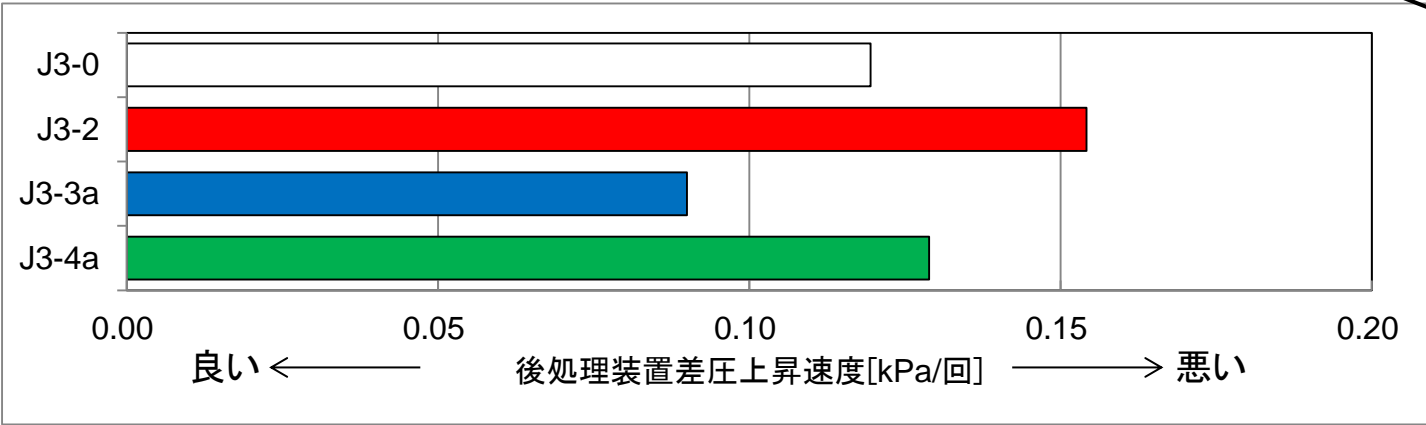
②-1 再生後の後処理装置差圧 (JE05繰り返し時の後処理装置差圧)



	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

DPF差圧は、JE05モードの最後の高速山加速時のデータを使用

②-2 後処理装置差圧上昇速度 (JE05繰り返し回数1回あたりの差圧。3山の平均)



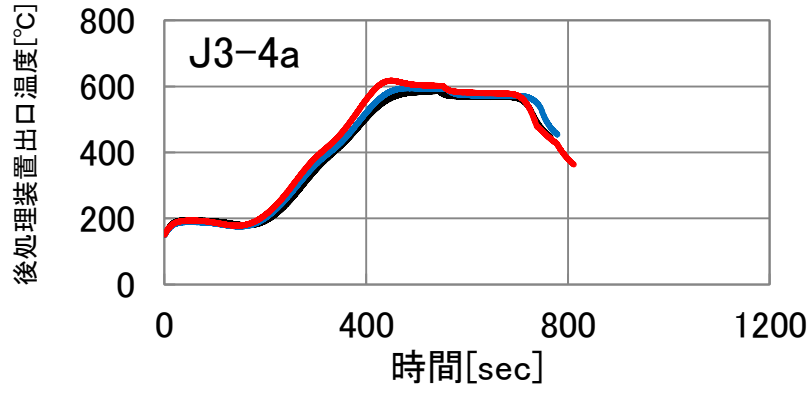
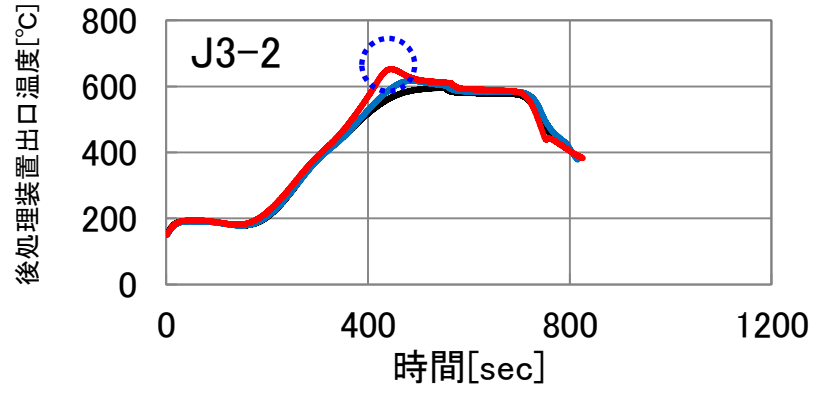
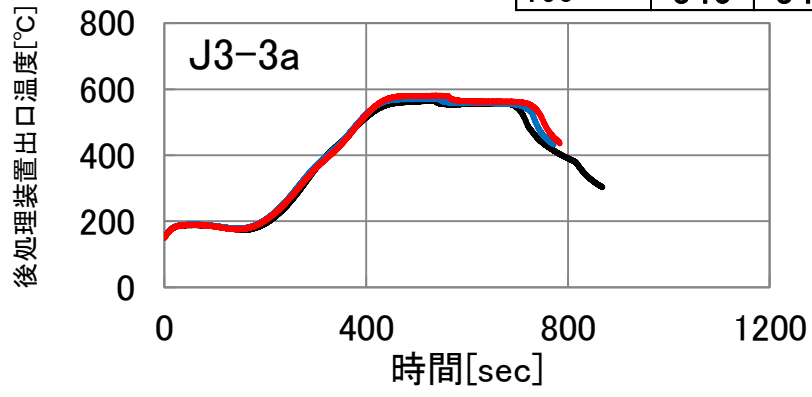
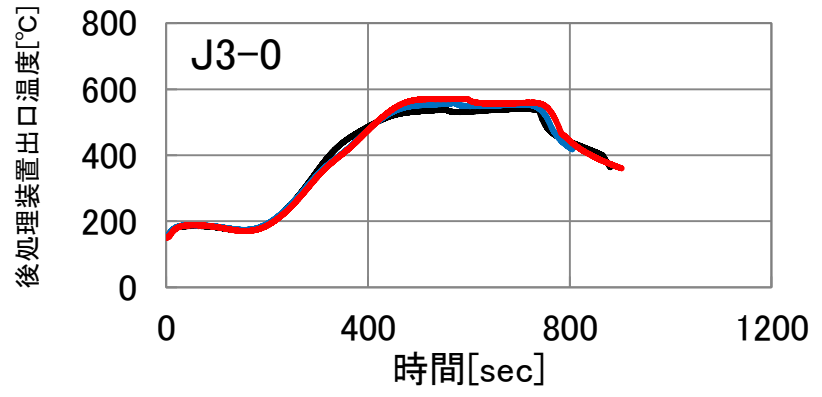
②-1 再生後の差圧: J3-0, 3a, 4aでは適正に低下した。  
 J3-2は3山終了後の差圧が元の差圧に戻らなかった。(✓印)

②-2 差圧上昇速度: J3-3a,4aはJ3-2から改善した。

# (2)DPF負荷試験 結果(計算堆積制御を主とする車両/エンジン(J3DV04))

## ②-3 再生時の後処理装置出口温度

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310



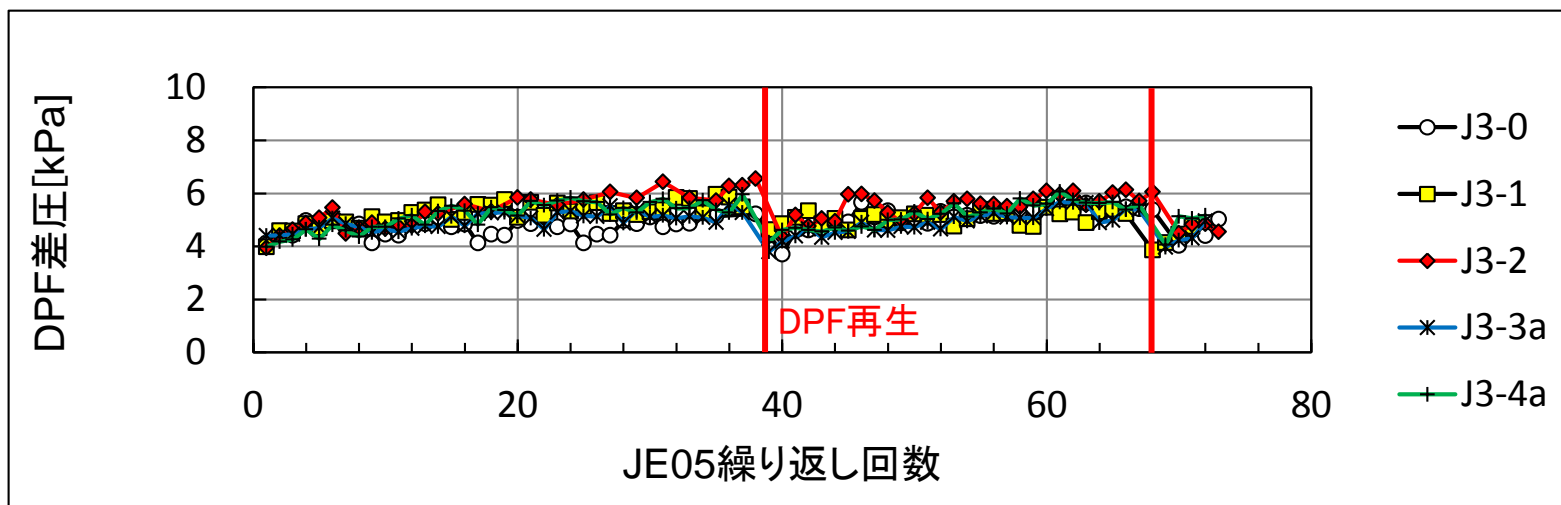
### ②-3 再生時の後処理装置出口温度

- ・ J3-0, 3a, 4aは再生1, 2, 3回目とも後処理出口温度は変わらず燃料間で温度も同等であった。再生中の過昇温もなかった。
- ・ J3-2は再生3回目で後処理装置出口温度が高くなった。(○印)

\* 計算堆積制御を主とする車両

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

## ②-1 再生後のDPF差圧、②-2 差圧上昇速度 (JE05繰り返し時のDPF差圧)

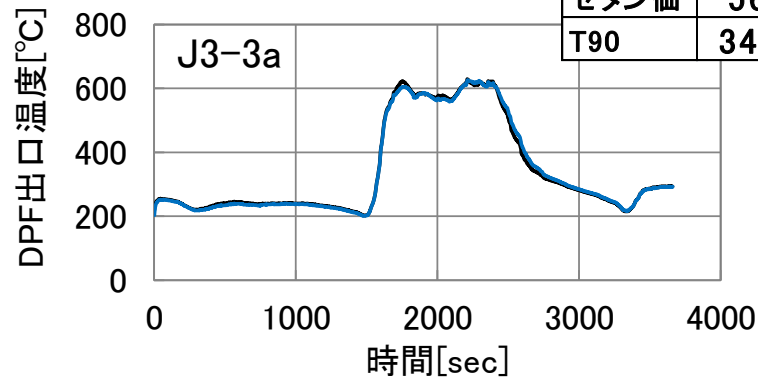
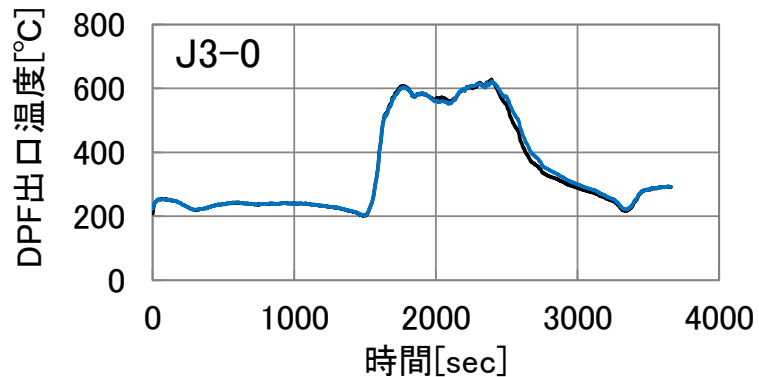


- ②-1 再生後の差圧:いずれの燃料でも適正に低下した。
- ②-2 DPF差圧の推移に燃料間での顕著な違いは見られなかった。

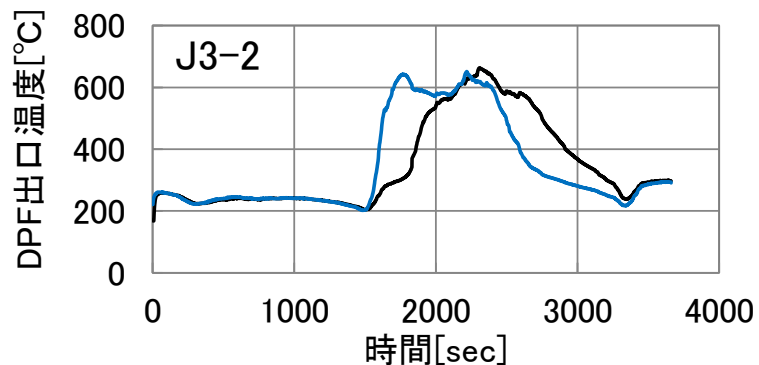
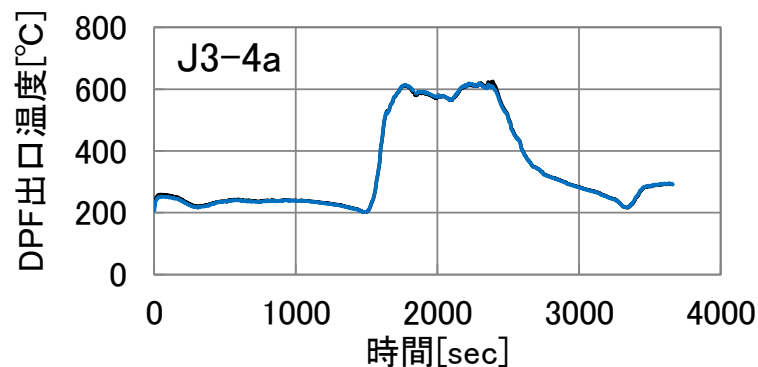
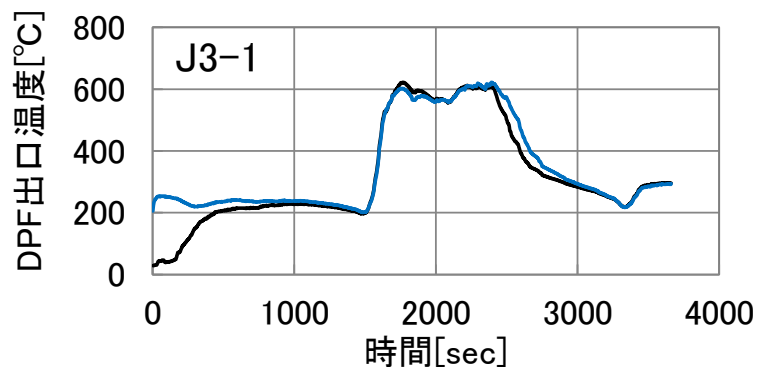
# (2)DPF負荷試験 結果(尿素SCRシステム搭載車両(J3DV01))

## ②-3 再生時のDPF出口温度

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310



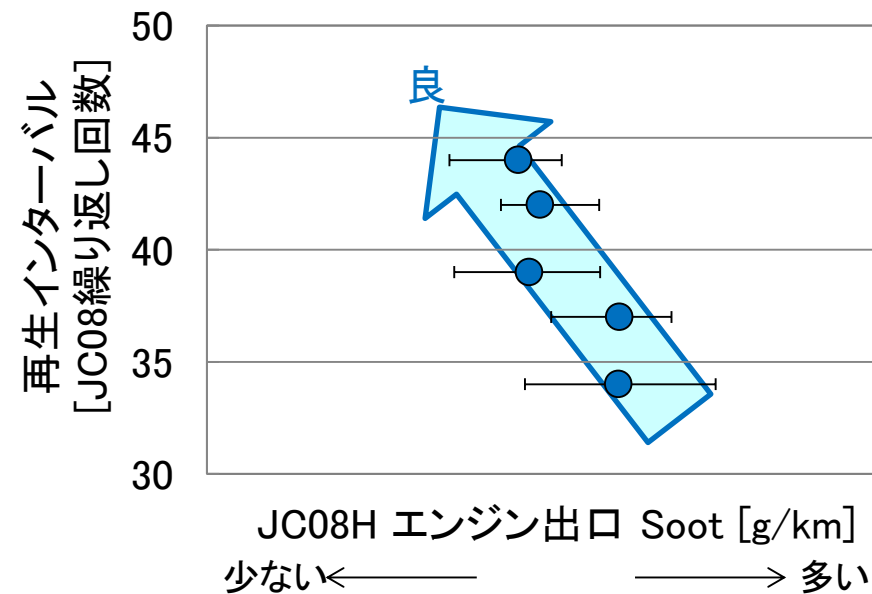
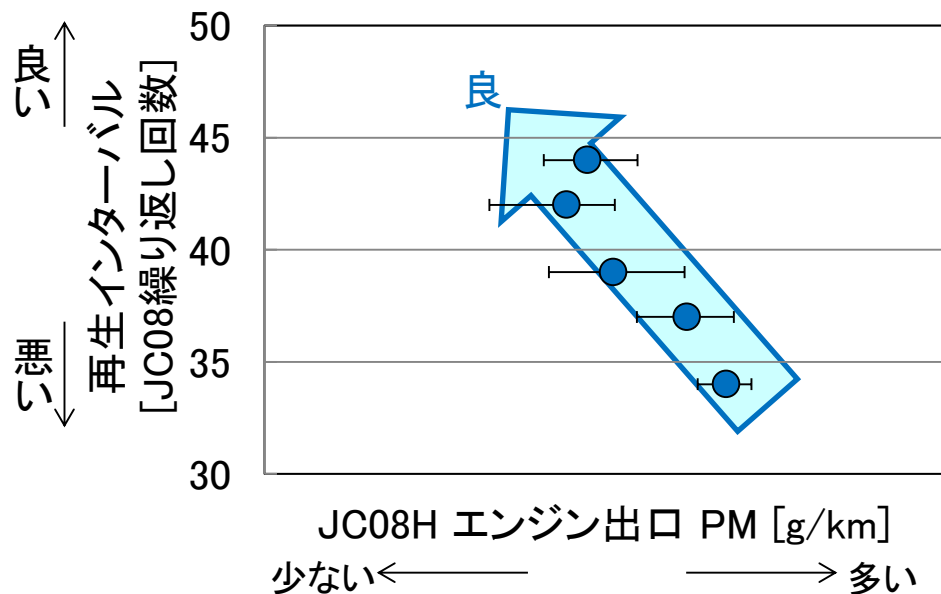
— 再生1回目  
— 再生2回目



②-3 再生時のDPF出口温度  
いずれの燃料も再生中の温度は同等であり、再生中の過昇温もなかった。

## (2)DPF負荷試験 結果(J3DE01)

エンジン出口PM, Sootと再生インターバル\*の関係



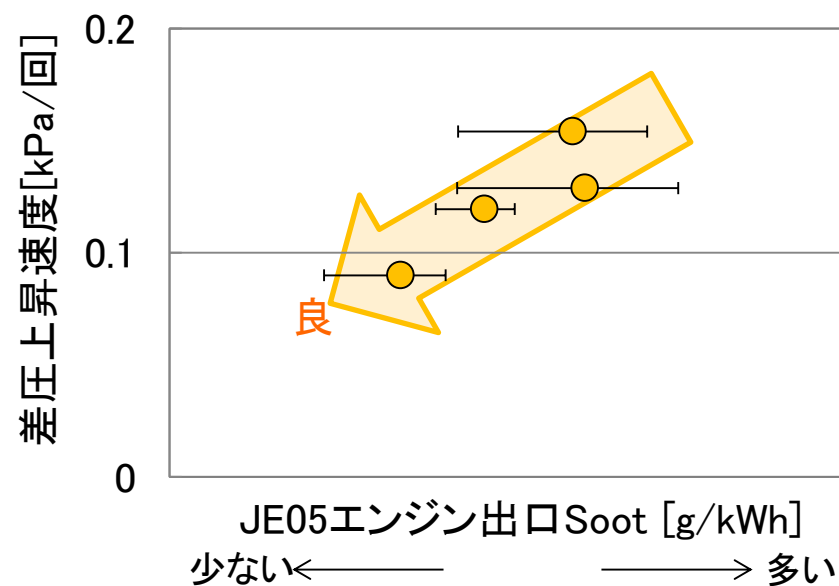
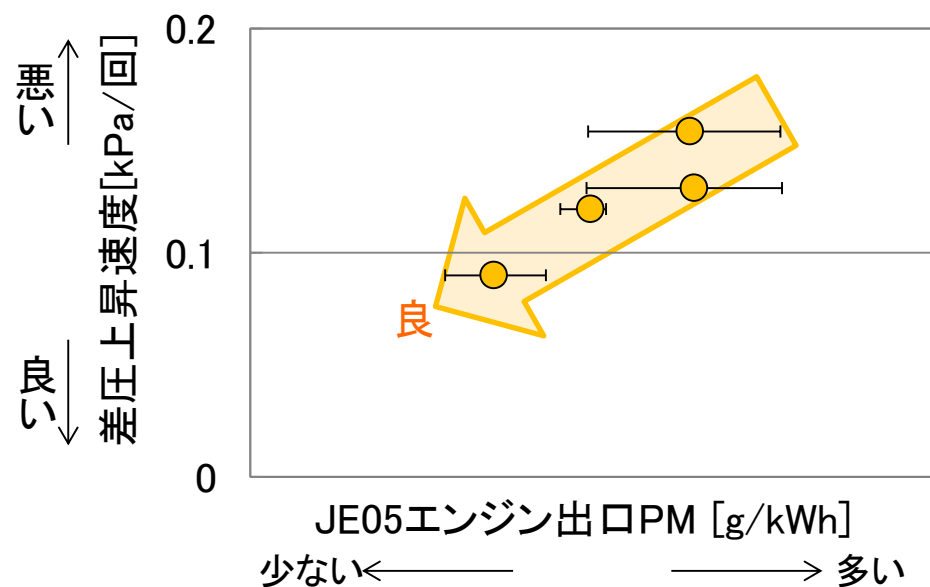
\* DPF再生3回目までに要したJC08またはJE05繰り返し回数

再生インターバルはエンジン出口PM, Sootとの間におおよそ相関が見られた。  
エンジン出口PM, Soot低減はDPF負荷低減に寄与する。



## (2)DPF負荷試験 結果(J3DV04)

エンジン出口PM, Sootと差圧上昇速度\* の関係



\* JC08またはJE05繰り返し回数1回あたりの上昇差圧。3山の平均。

差圧上昇速度はエンジン出口PM, Sootとの間におおよそ相関が見られた。  
エンジン出口PM, Soot低減はDPF負荷低減に寄与する。

# (2)DPF負荷試験 結果 (J3-3a,4aの効果)

■: J3-1と同等以上、■: J3-2より長い、□: J3-2と同等、■: J3-2より短い

	J3DV01	J3DV04	J3DE02	J3DV02	J3DE03	J3DE01
後処理システム	DOC→DPF → <b>SCR</b> → DOC	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→DPF	DOC→DPF	DOC→DPF	DOC→LNT →DPF→ DOC
主とする再生制御	計算堆積	計算堆積	計算堆積	計算堆積	差圧	差圧
J3-3a	再生後のDPF差圧	OK	OK	OK	OK	OK
	再生インターバル				■	■
	差圧上昇速度	OK	OK	OK	OK	
	再生時のDPF再生温度	OK	OK	OK	OK	OK

J3-4a	再生後のDPF差圧	OK	OK	OK	OK	OK
	再生インターバル				■	■
	差圧上昇速度	OK	OK	OK	OK	
	再生時のDPF再生温度	OK	OK	OK	OK	OK

### □蒸留軽質化(J3-3a, 4a)

JATOP II で課題となったJ3-2レベルまで芳香族分が増えてもセタン価(50程度)を維持しつつ蒸留を軽質化することにより、以下のようなDPF負荷低減効果が見られた。

- ・ いずれの車両/エンジンでも再生後のDPF差圧は適正に低下し、DPF再生温度は適正で過昇温は起きなかった。
- ・ 差圧制御を主とする車両/エンジンでは、(芳香族分が同等の)J3-2と比較して再生インターバルが延長した。特に、J3-3aは(芳香族分が少ない)J3-1との比較でも再生インターバルが延長した。
- ・ 計算堆積制御を主とする車両/エンジンでは、J3-2と比較して多くの車両/エンジンで差圧上昇速度の低減が見られた。特に、J3-3aはJ3-1との比較でも差圧上昇速度の低減が見られた。
- ・ エンジン出口PM, Sootの低減はDPF負荷低減に寄与する。

### □尿素SCRシステム搭載車(J3DV01)

- ・ いずれの燃料でも再生後のDPF差圧は適正に低下し、DPF再生温度は適正で過昇温は起きなかった。
- ・ DPF負荷に対する燃料性状の影響はほとんど認められなかった。

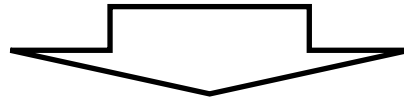
## (3)排気系ハード影響試験 背景

(JATOP II 成果発表会より抜粋)

今回(JATOP II)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。



上記結果を受け、JATOP IIIで排気系ハード影響試験を実施することとした。

- ✓ JATOP II の試験では必ずしも十分な知見の得られなかった下記項目に着目する。
  - 1) EGRバルブ固着、EGRクーラ詰まりなどへの影響
  - 2) 前段酸化触媒つまりへの影響

# (3)排気系ハード影響試験 試験項目

(1)試験パターン : 過渡排出ガスモードの繰り返し、または代表運転パターン繰り返し

(2)測定項目

: 排出ガス評価

HC(後処理装置前後およびEGRクーラ出口)

NO<sub>x</sub>(後処理装置出口)、NO<sub>x</sub>浄化率、CO浄化率

スモークorPM(後処理装置入口)

詰まり評価

DOC差圧、DPF差圧

排気温度(後処理装置前後)

ハード機能性チェック

(EGRバルブ開弁力、EGRクーラ圧損、冷却効率劣化)

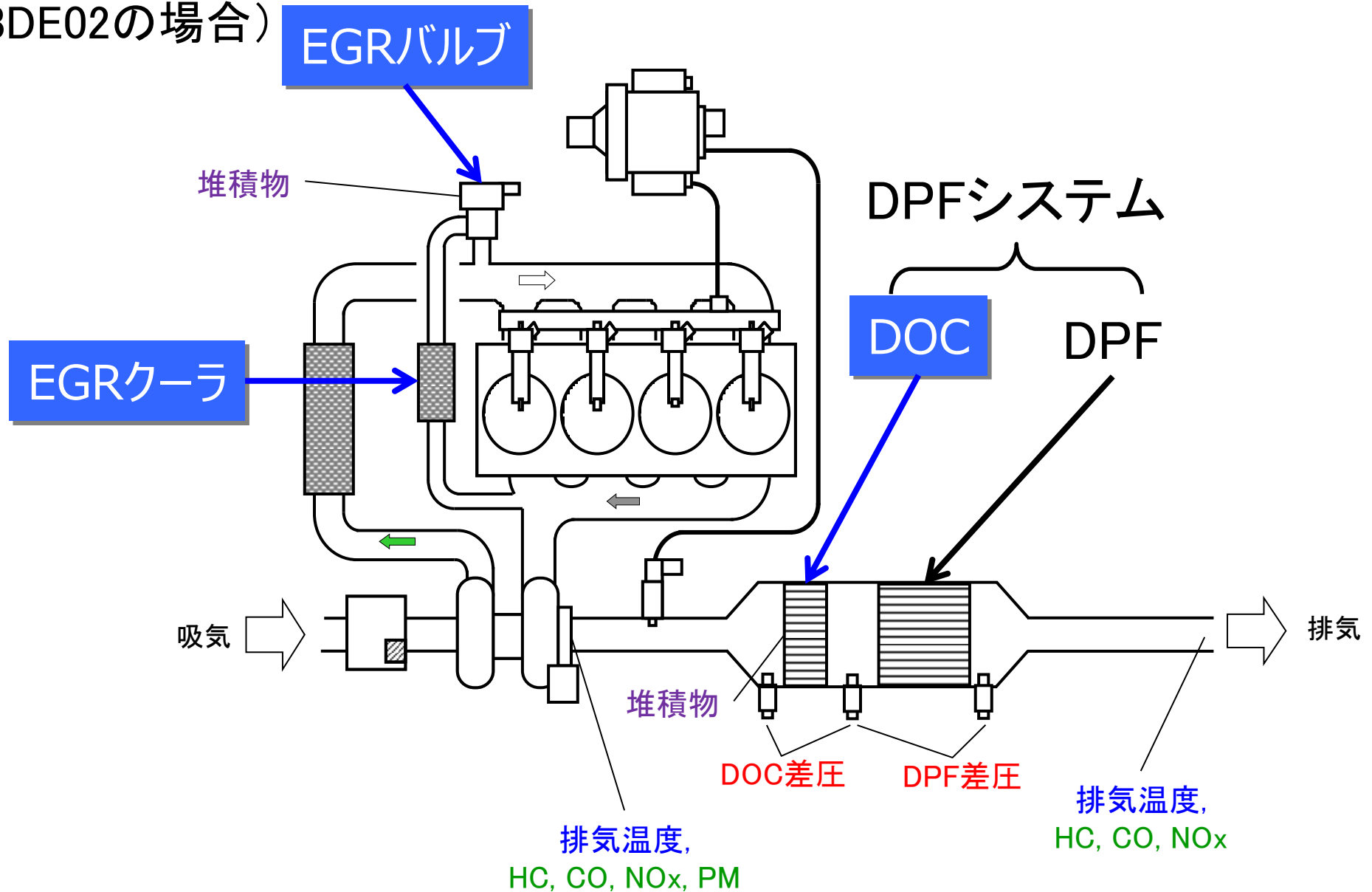
堆積物評価

後処理堆積物のモニタ(DOC前観察、EGR弁駆動確認)

堆積物の分析(元素分析、熱重量測定、溶剤分別試験、組成分析)

# (3)排気系ハード影響試験 試験項目と測定箇所

(J3DE02の場合)

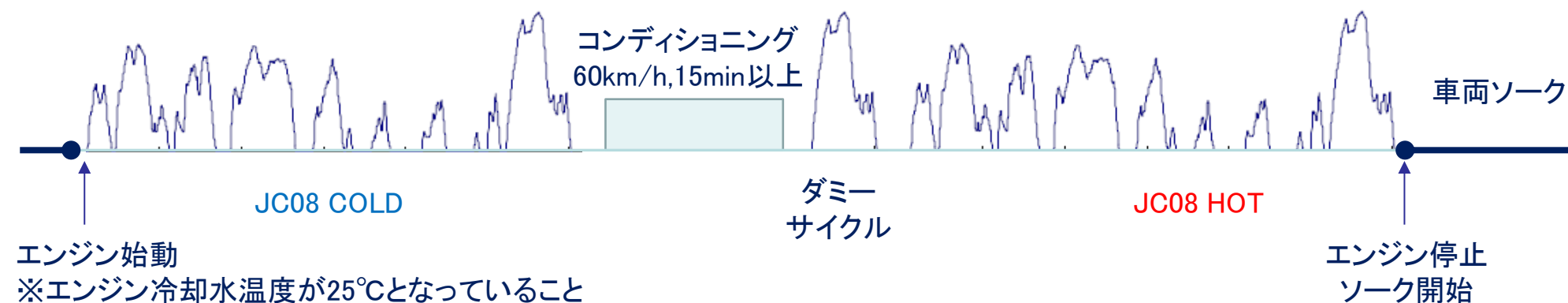
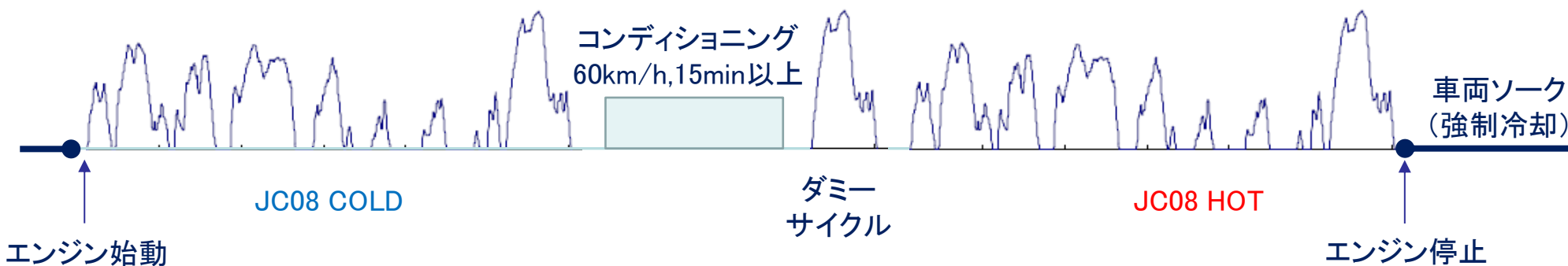


# (3)排気系ハード影響試験 試験サイクル

過渡排出ガスモードの繰り返し

朝・夕にJC08COLD、HOTを実施し、合計でJC08を50サイクル繰り返す。

< 1日の試験の流れ >



# (3)排気系ハード影響試験 燃料マトリクス

車両/ エンジン	車種	後処理 システム	J3-0 (J2-2-56相当)	J3-1 (J2-2-50相当)	J3-2 (J2-2-43相当)	J3-3a	J3-4a
			現行セタン 平均 現行芳香族 平均	現行セタン 下限 現行芳香族 上限	分解系配合大	分解系配合大 蒸留軽質化① +CNI+AO	分解系配合大 蒸留軽質化② +CNI+AO
J3DV01	2tトラック	DOC→DPF →SCR→DOC	◎	◎	◎	◎	◎
J3DV03	乗用車	DOC→LNT →DPF	◎	◎	◎	◎	◎
J3DV04	2tトラック	DOC→DPF (HC-SCR)	◎	—	◎	◎	◎
J3DE01	乗用車	DOC→LNT →DPF→DOC	◎	◎	◎	◎	◎
J3DE02	1.5tトラック	DOC→DPF	◎	—	◎	◎	◎
J3DE03	2tトラック	DOC→DPF	◎	◎	◎	◎	◎



# (3)排気系ハード影響試験 判定基準

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

## 【J3-1,2に対するJ3-3a,4aの改善効果判定基準】

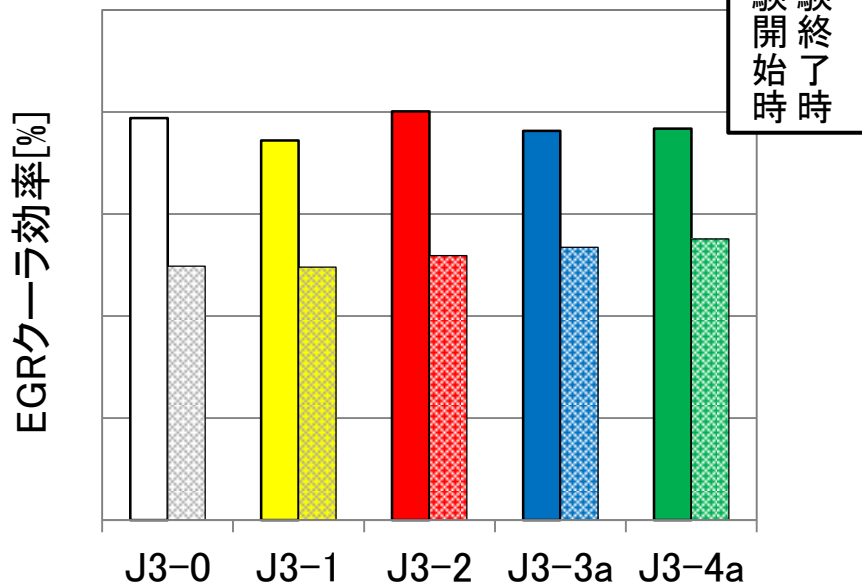
- ① EGRクーラ差圧:
  - ② EGRクーラ効率:
  - ③ EGRクーラデポジット重量:
- : J3-1と同等あるいはJ3-1より良化  
■: J3-2より良化 □: J3-2と同等 ■: J3-2より悪化
- ④ EGRバルブ開弁力: バルブの固着が見られなければOK
  - ⑤ DOC差圧: ■: J3-1と同等あるいはJ3-1より良化  
■: J3-2より良化 □: J3-2と同等 ■: J3-2より悪化
  - ⑥ DOC温度: 試験開始時と終了時で違いがなければOK

# (3)排気系ハード影響試験 結果

## 【J3DV03】

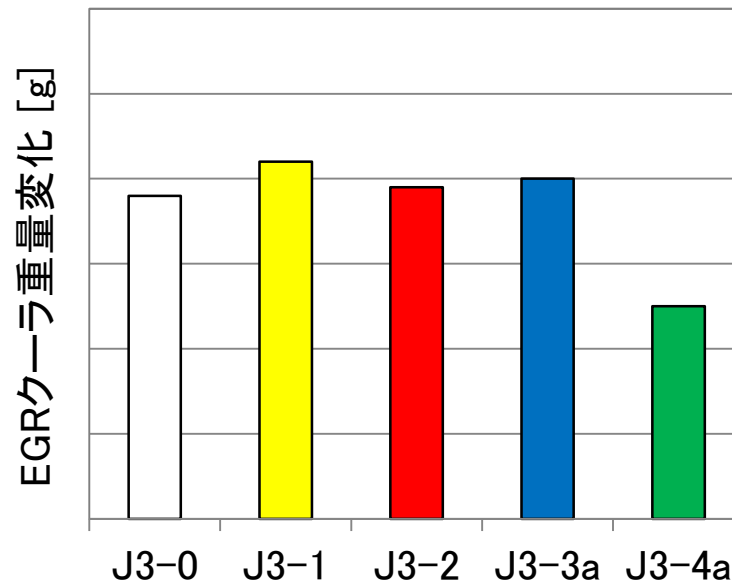
	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

(②EGRクーラ効率\*)



効率低下度合い(△)は、  
いずれの燃料も同程度であった。

(③EGRクーラ重量変化≒デポジット重量)



いずれの燃料も、重量変化はJ3-1  
と同等あるいはそれ以下であった。

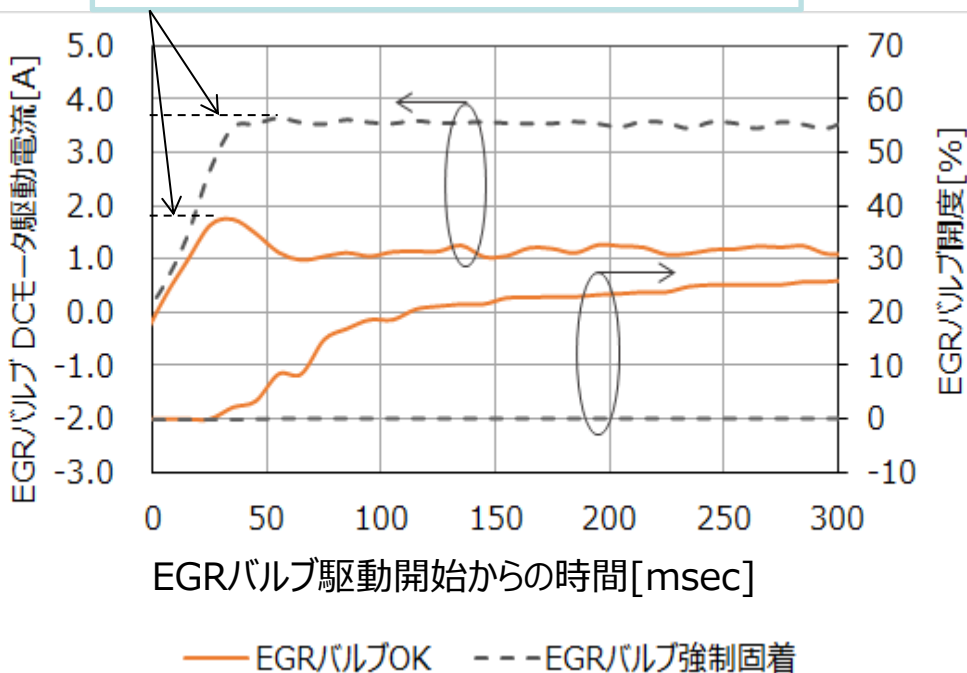
\* EGRクーラ効率 =  $\frac{(\text{EGRクーラ入口ガス温度} - \text{EGRクーラ出口ガス温度})}{(\text{EGRクーラ入口ガス温度} - \text{EGRクーラ入口水温度})} \times 100$

# (3)排気系ハード影響試験 結果

## 【J3DV03】

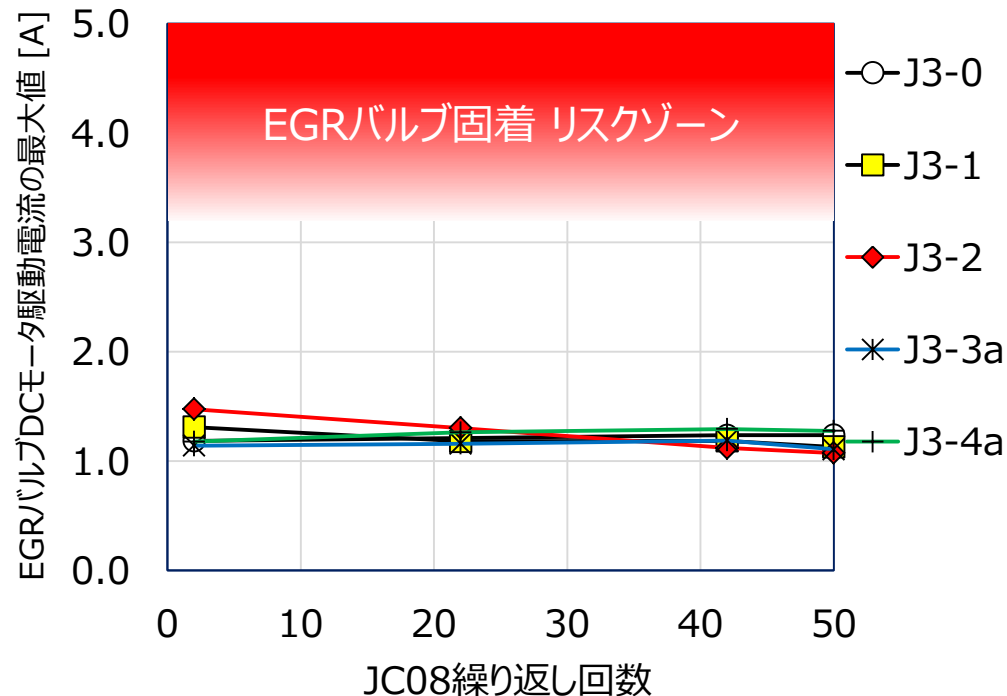
### <EGRバルブ固着の評価方法>

EGRバルブ開弁時の駆動力に相当するDCモータ駆動電流の最大値で評価



	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

### (④)EGRバルブ開弁力

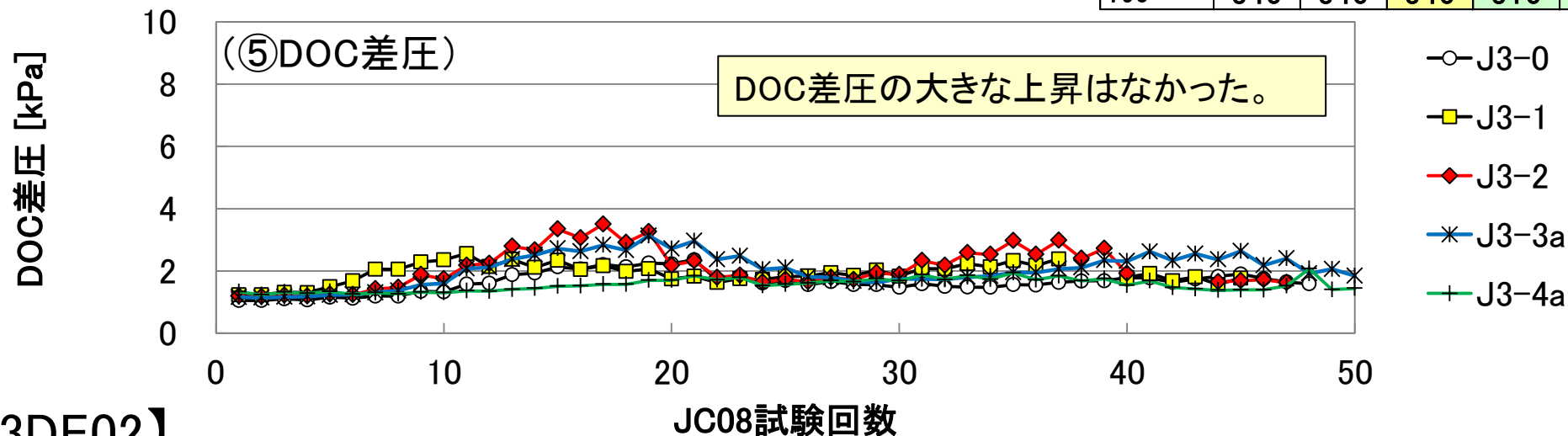


いずれの燃料でもEGRバルブ固着はなかった。  
燃料間でEGRバルブ駆動電流に差はなかった。

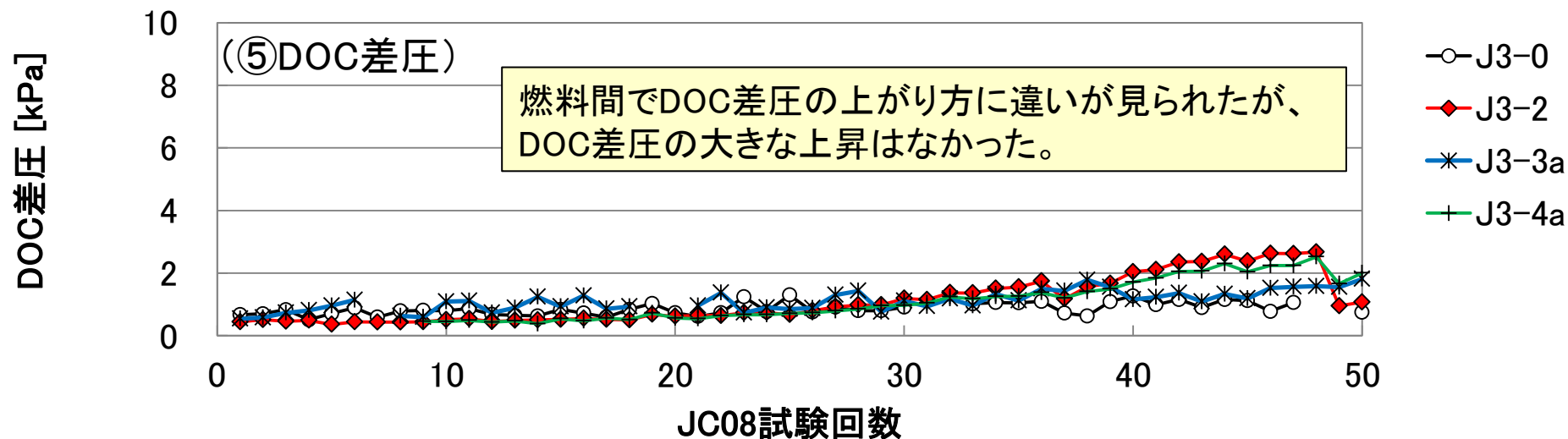
# (3)排気系ハード影響試験 結果

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

## 【J3DV03】



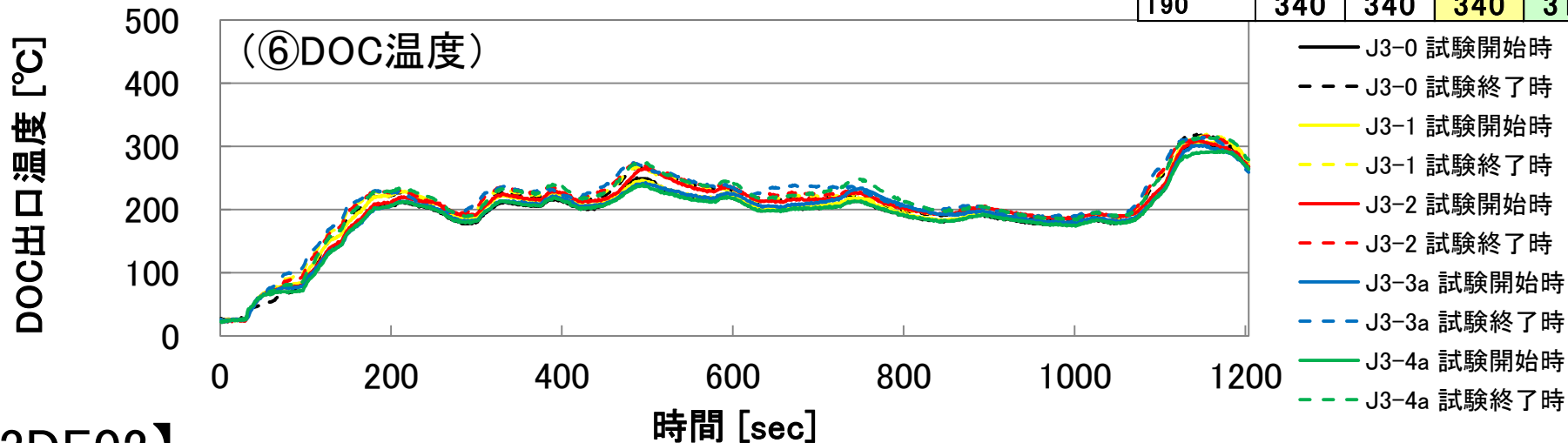
## 【J3DE02】



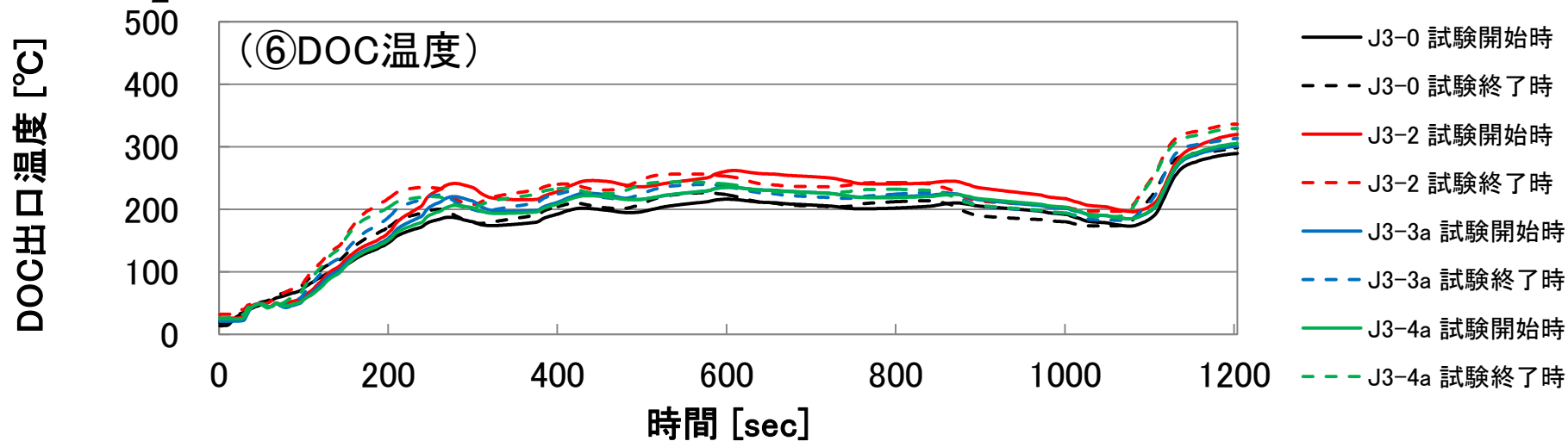
# (3)排気系ハード影響試験 結果

	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3a	J3-4a
芳香族分	21	27	36	36	36
セタン価	56	50	43	50	50
T90	340	340	340	310	310

## 【J3DV03】



## 【J3DE02】



いずれの燃料も、試験開始時と終了時で違いは見られなかった。

# (3)排気系ハード影響試験 結果 (J3-3a,4aの効果)

■: J3-1と同等あるいはJ3-1より良化

■: J3-2より良化

□: J3-2と同等

■: J3-2より悪化

		J3DV01			J3DV03	J3DV04	J3DE01	J3DE02	J3DE03
後処理システム		DOC→DPF → <b>SCR</b> → DOC			DOC→LNT →DPF	DOC→DPF (HC-SCR)	DOC→LNT →DPF→ DOC	DOC→DPF	DOC→DPF
J3-3a	①EGRクーラ差圧	■	■		■	■	■	■	■
	②EGRクーラ効率	■	■		■	■	■	■	■
	③EGRクーラデポジット	■	■		■	■	■	■	■
	④EGRバルブ開弁力	OK	OK		OK	OK	OK	OK	(OK)*
	⑤DOC差圧	■	■		■	■	■	■	■
	⑥DOC温度	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK

J3-4a	①EGRクーラ差圧	■	■		■	■	■	■	■
	②EGRクーラ効率	■	■		■	■	■	■	■
	③EGRクーラデポジット	■	■		■	■	■	■	■
	④EGRバルブ開弁力	OK	OK		OK	OK	OK	OK	(OK)*
	⑤DOC差圧	■	■		■	■	■	■	■
	⑥DOC温度	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK

\* カッコつきOKは、EGRバルブ開弁力を計測していないが他の結果から固着はないと判断。

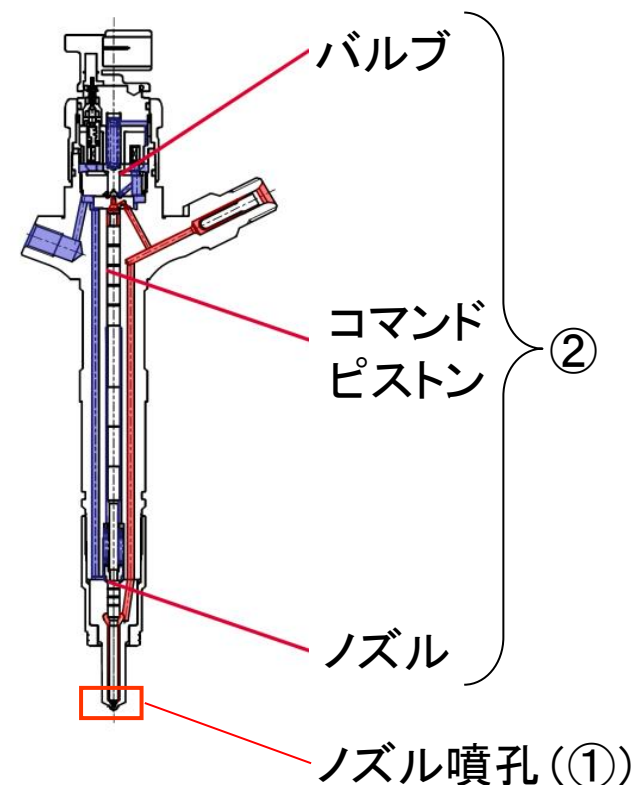
- いずれの燃料でも、EGRバルブの固着、EGRクーラの詰まり、DOC（前段酸化触媒）の詰まりはなかった。
- いずれの燃料でも、EGRクーラ差圧上昇、効率低下は問題となるレベルではなかった。
- 一部の車両で、DOC差圧の上がり方に燃料間で違いが見られたが、いずれの燃料でも、試験前後のDOC差圧の大きな上昇はなかった。
- いずれの燃料でも、試験前後のDOC温度は変化なかった。
- J3-3aとJ3-4aをJ3-2と比較すると、EGRクーラの差圧上昇、効率低下、デポジット重量は、J3-2より概ね小さかった。

## 【目的】

対策燃料について、蒸留軽質化やセタン価向上剤の添加によって噴射系に悪影響がないかを確認する

## 【試験項目】

- ①インジェクタ噴孔デポジット試験
- ②インジェクタ内部デポジット試験





# (4)①インジェクタ噴孔デポジット試験 試験内容

(1) 試験パターン: CECインジェクタデポジット試験法を参考に設定(下図参照)  
下図のサイクルを8回/日、夜間はソーク。

(2) 試験時間: 108時間

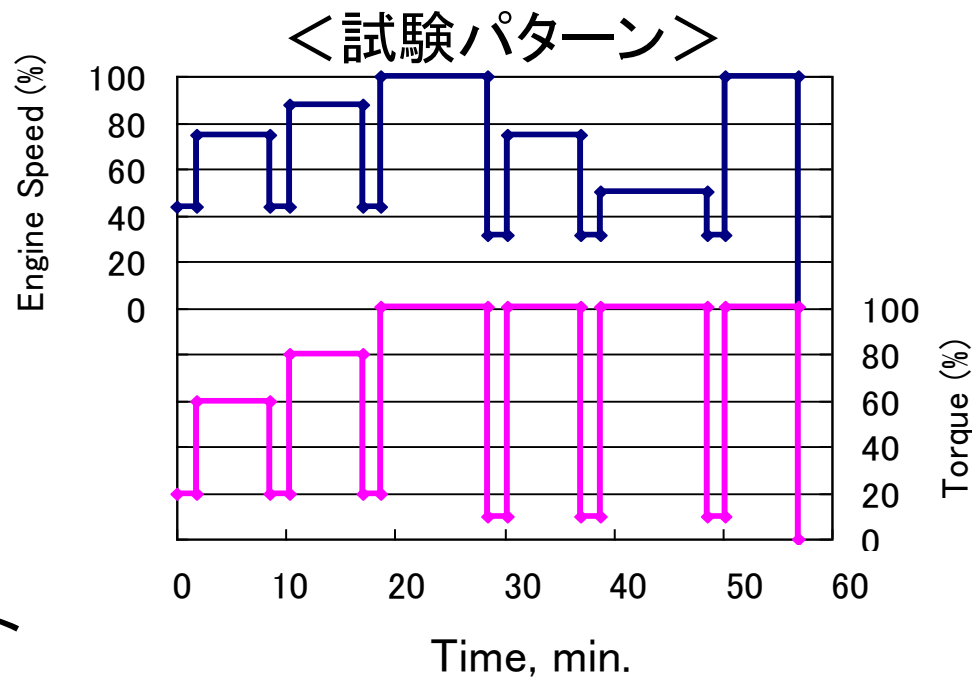
↓ネオデカン酸亜鉛

(3) 供試燃料: J3-0, J3-3a, B5\* (Zn:1ppm添加)

(4) 供試エンジン: J3DE01

気筒数	直列4気筒
総排気量 L	3.2
排出ガス規制	P新長期規制
排出ガス低減技術	コモンレール式 燃料噴射システム

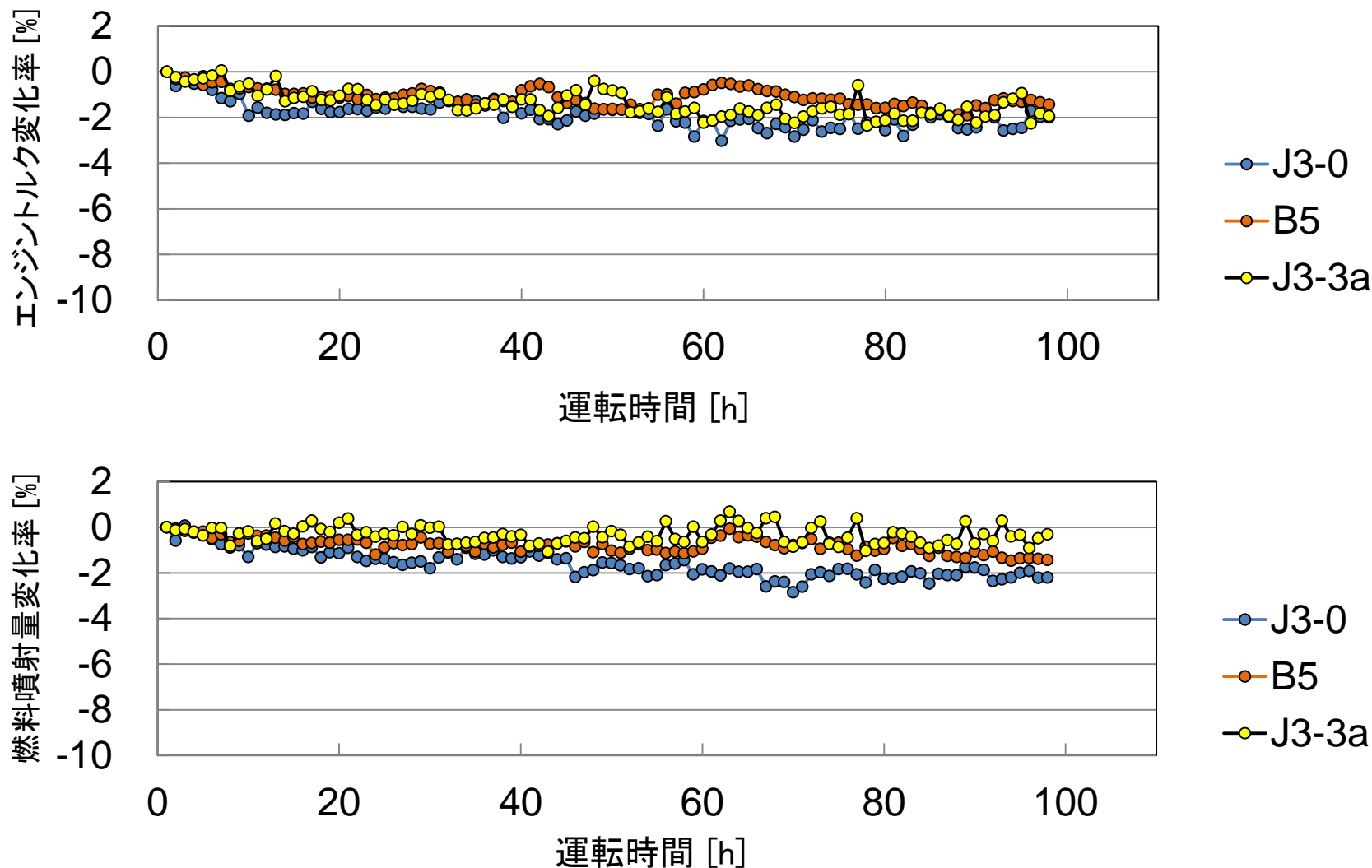
(5) 評価項目: エンジントルク変化率、  
燃料噴射量変化率、  
インジェクタ噴孔デポジット



\* J3-0にFAME5mass%混合

# (4)①インジェクタ噴孔デポジット試験 結果

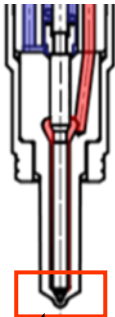
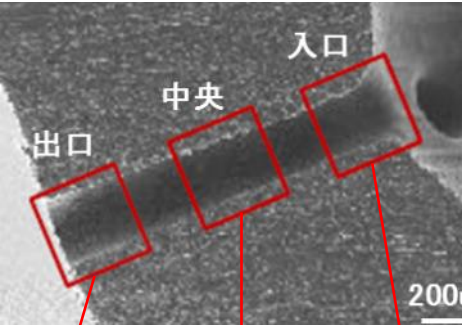
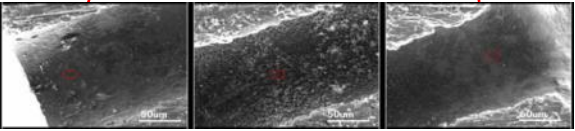
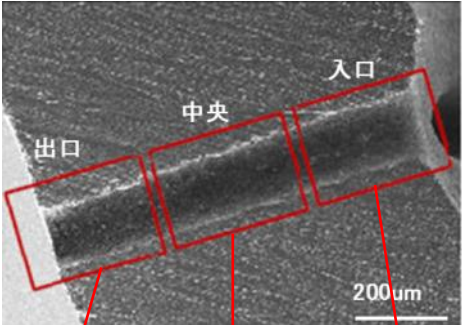
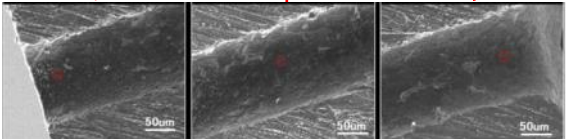
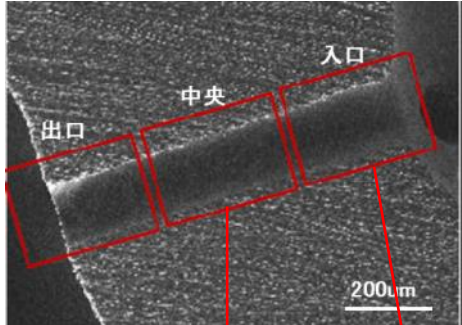
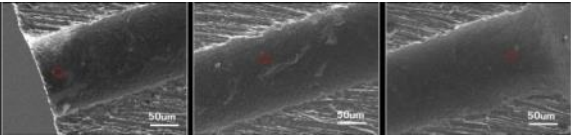
エンジントルク変化率、燃料噴射量変化率



- ・ エンジントルク変化率、燃料噴射量変化率は小さかった。
- ・ インジェクタ噴孔デポジットに対する蒸留軽質化の影響は見られなかった。

# (4)①インジェクタ噴孔デポジット試験 結果

## ノズル噴孔断面カット観察

燃料名	J3-3a	B5	J3-0
観察部位	#2 気筒	#3 気筒	#1 気筒
 ノズル噴孔	 	 	 

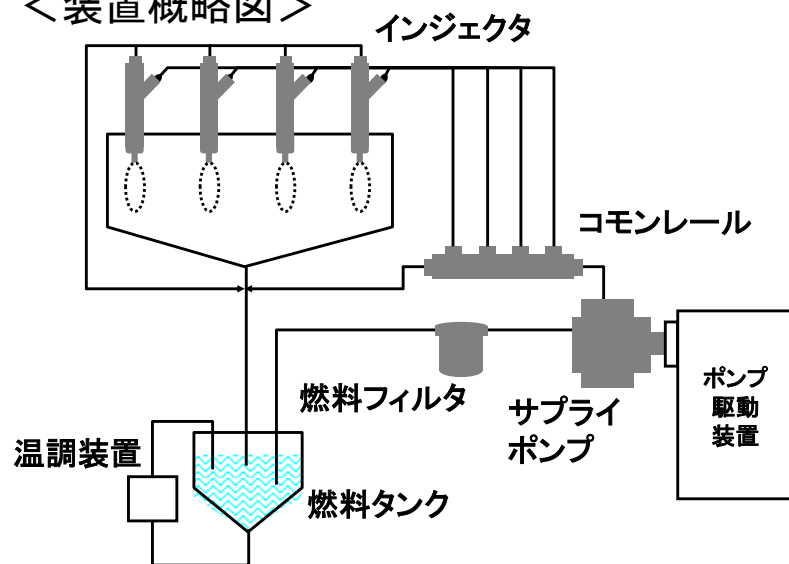
いずれの燃料においても、噴孔部にデポジットの付着が認められ、燃料間の違いは無かった。

# (4)②インジェクタ内部デポジット試験 試験内容

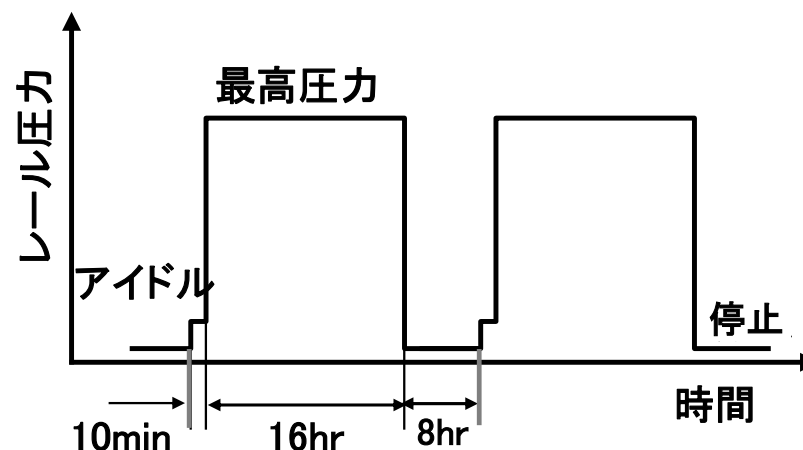
## (1)試験パターン:

- ・アイドル(噴射圧力40MPa)10分、車両最大負荷(噴射圧力最大値200MPa)16時間、停止8時間を繰り返すことによる連続運転と休止による間欠運転
- ・燃料タンク温度をインジェクタリーク温度が150°Cになるように調整
- ・耐久時間は最大500時間

### <装置概略図>



### <試験パターン>



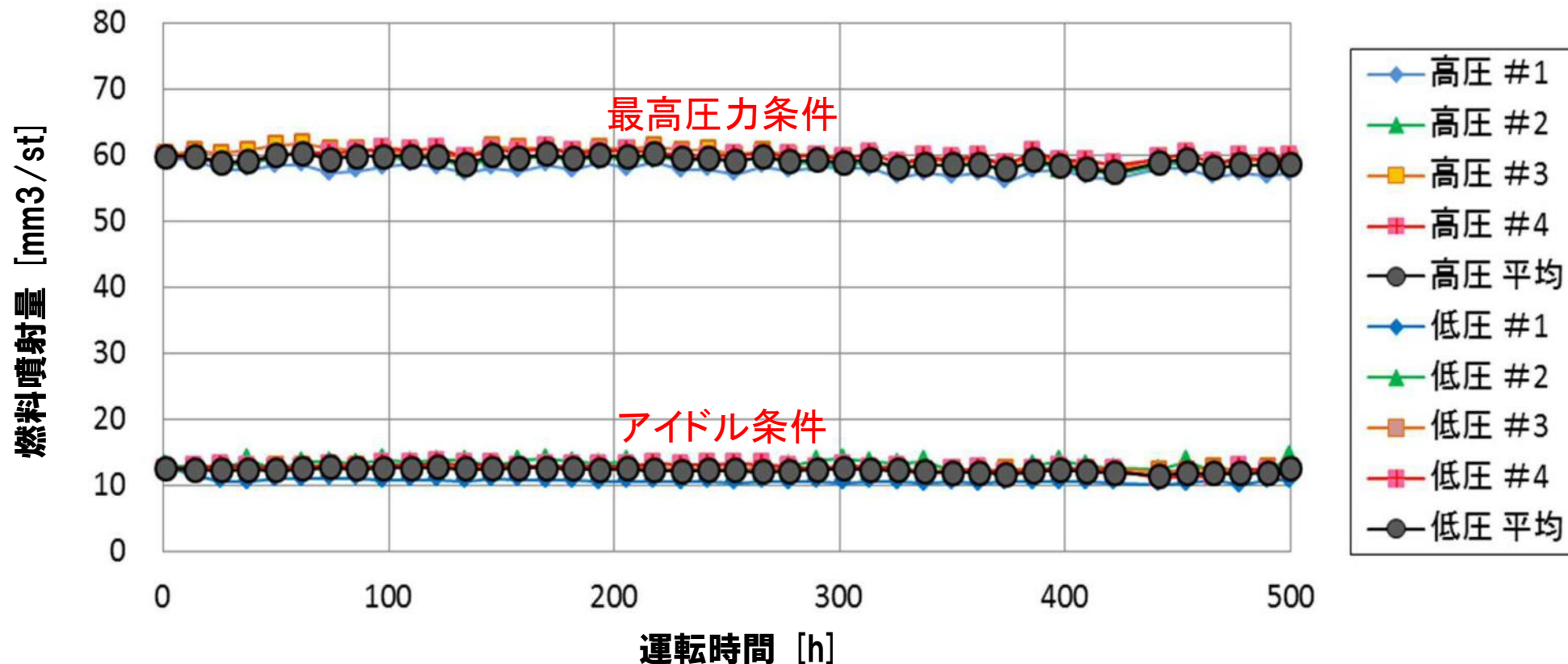
## (2)供試燃料: J3-3a

## (3)測定項目:

燃料噴射量、インジェクタデポジット等の分析  
燃料中の酸価、水分、金属分

# (4)②インジェクタ内部デポジット試験 結果

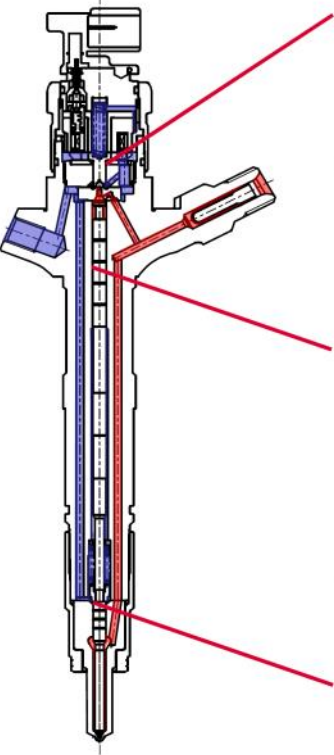












燃料噴射量



最高圧力条件、アイドル条件ともにインジェクタ噴射量に異常はなかった。

# (4)②インジェクタ内部デポジット試験 結果

## インジェクタ内部観察

観察部位		# 1	# 2	# 3	# 4
	バルブ				
	コマンド ピストン				
	ノズル				

インジェクタ摺動部にデポジット付着は認められなかった。

蒸留を軽質化した対策燃料に対する噴射系影響として、インジェクタ噴孔デポジット試験、インジェクタ内部デポジット試験を実施し、以下の知見が得られた。

- ・インジェクタ噴孔デポジットに対する蒸留軽質化の影響は見られなかった。
- ・インジェクタ内部デポジットに対する蒸留軽質化の影響は見られなかった。

1. 背景 (JATOP II の成果と課題)
2. ディーゼル車研究の目的と概要
3. 試験結果
  - (1) 排出ガス試験
  - (2) DPF負荷試験
  - (3) 排気系ハード影響試験
  - (4) 噴射系ハード影響試験
4. **まとめ (評価結果の概要と成果)**



評価項目	評価結果の概要
排出ガス	[燃料側] ・芳香族分が増えても、一定のセタン価(50程度)を維持しつつ蒸留を軽質化すると、エンジン出口PM, Sootが低減した。これにより、DPF負荷を低減する効果が見られた。
DPF負荷	・セタン価向上剤の窒素分の影響により今回の濃度水準ではNO <sub>x</sub> が増加した。  [車両側] ・尿素SCRシステム搭載車は、エンジン出口PM・DPF負荷に対する燃料性状の影響は小さかった。
排気系 ハード影響	[燃料側] ・蒸留を軽質化しても、EGRバルブ固着、EGRクーラ詰まり、DOC(前段酸化触媒)詰まりはなかった。
噴射系 ハード影響	・蒸留を軽質化した対策燃料のインジェクタデポジットに対する懸念はないことが確認された。

## [燃料側]

分解系基材混合増で芳香族分が増えても、一定のセタン価を維持しつつ蒸留軽質化することは、DPF負荷に対する燃料側の対策として有効であり、分解系基材配合増に寄与することを明らかにした。一方、セタン価向上剤によってNO<sub>x</sub>排出量が高くなる点に注意を要する。

## [車両側]

尿素SCRシステム搭載車はNO<sub>x</sub>だけでなく、DPF負荷に対しても有効であることが分かった。

ご清聴ありがとうございました