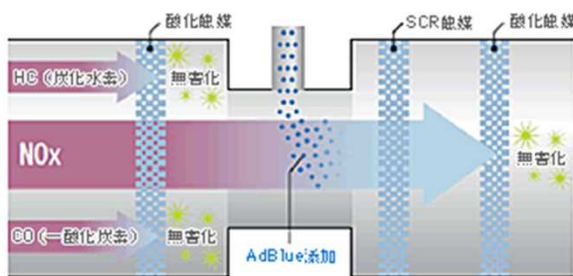


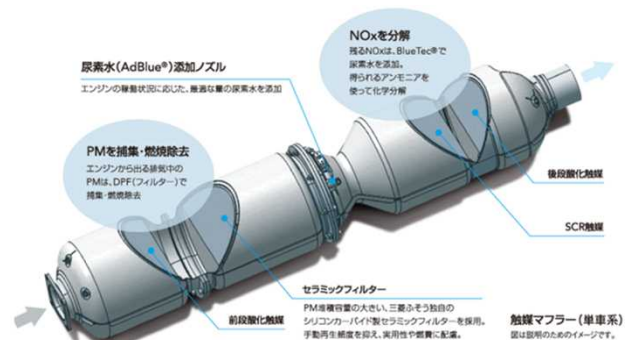
### Ⅲ. ディーゼル重量車関係

#### 1. 尿素SCRシステムの概要

- 尿素水を還元剤として、排出ガス中のNOxをN<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>に還元する選択式還元触媒 (Selective Catalytic Reduction) システム
- 新長期規制適合車に初めて導入され、ポスト新長期規制適合車では尿素SCRシステムを導入している車種が主流
- 新長期規制適合車の尿素SCRシステムは、排出ガス中のHC、CO及びNOを酸化する前段酸化触媒、尿素水添加によりNOとNO<sub>2</sub>を還元するSCR触媒、余剰の尿素 (NH<sub>3</sub>) を酸化する後段酸化触媒により構成。ポスト新長期規制適合車の尿素SCRシステムでは、前段酸化触媒とSCR触媒の間にPMを捕集し燃焼除去するDPF (Diesel Particulate Filter) が追加されている。



新長期規制適合車搭載尿素SCRシステム(イメージ)



ポスト新長期規制適合車搭載尿素SCRシステム(イメージ)

(いずれも三菱ふそうトラック・バスホームページより引用)

#### 尿素SCRシステムでの化学反応 (SAE2010-01-0888)

Aftertreatment component	Important role	Reactions
pre-DOC	- NO oxidation - HC oxidation	- $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ - $\text{CH}_m + (1+m/4)\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + m/2\text{H}_2\text{O}$
SCR catalyst	- Urea thermolysis - HNCO hydrolysis - NH <sub>3</sub> adsorption - 3 SCR reactions: standard, fast and NO <sub>2</sub> -SCR (slow) - 2 NH <sub>3</sub> oxidation reactions (NO & N <sub>2</sub> formation)	- $\text{H}_4\text{N}_2\text{CO} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HNCO}$ - $\text{HNCO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$ - $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ (Standard SCR reaction) - $2\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (fast SCR reaction) - $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \rightarrow 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ (slow SCR reaction) - $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ - $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
post-DOC	- NH <sub>3</sub> adsorption - NO adsorption - Selective NH <sub>3</sub> oxidation - NO & N <sub>2</sub> O formation - NO reduction	- $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ - $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ - $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ - $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$

- 排気温度の低いJE05モードでSCRのNOx浄化率を向上するには、SCR入口でのNOとNO<sub>2</sub>のモル比を1:1 (NO<sub>2</sub>/NOx比=0.5) に近づけることが肝要

## 2. 尿素SCRシステム搭載新長期規制適合車の検証

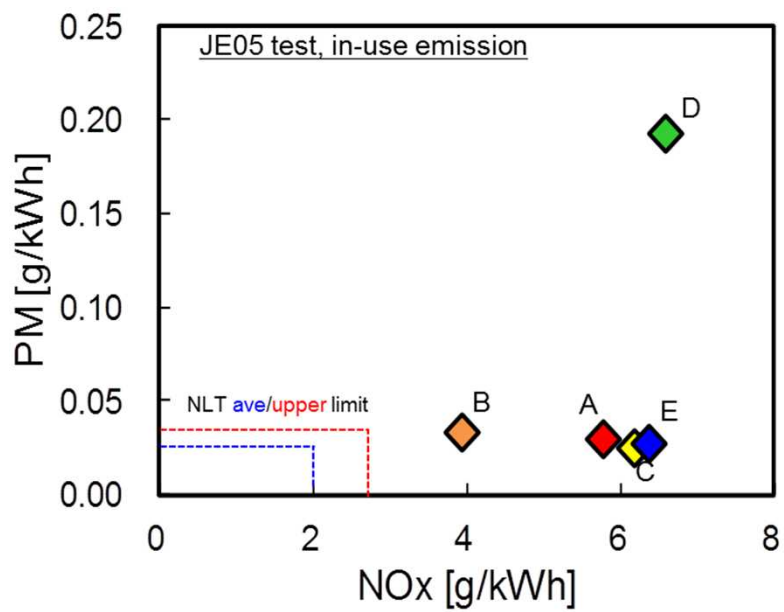
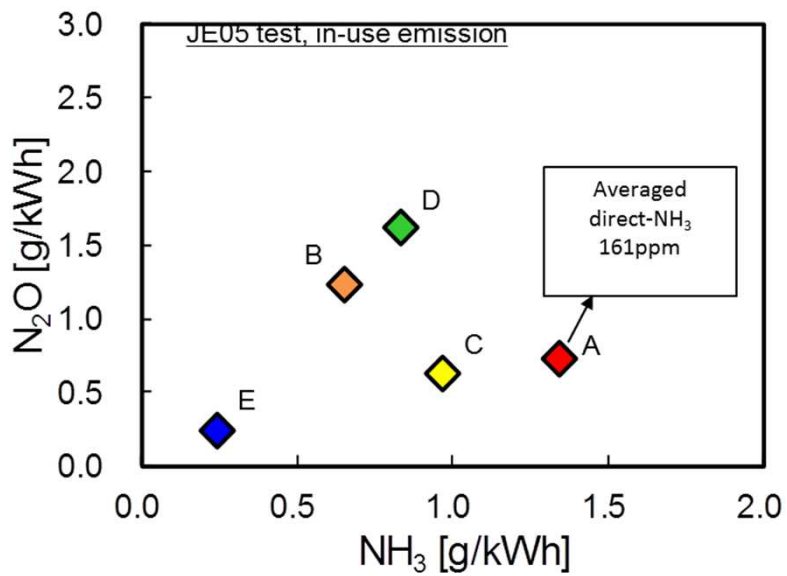
### ○主要諸元

	Vehicle A	Vehicle B	Vehicle C	Vehicle D	Vehicle E
原動機型式	GE13	GE13	GE13	MD92	6M70
排気量(L)	13.07	13.07	13.07	9.20	12.88
最高出力(kW/rpm)	279/1800	279/1800	279/1800	220/2200	279/2000
車両重量(kg)	10830	11020	11170	11000	13780
車両総重量(kg)	24985	24930	24980	14905	24990
初度登録年	H17.8	H21.11	H20.11	H17.11	H20.4
走行距離(km)	319791	151636	595670	248118	308873
測定NOx値(g/kWh)	5.72	3.87	6.22	6.70	6.36
	前年度調査	触媒改良後	高速走行	路線バス	前2軸

### ○排出ガス測定結果

JE05 test			CO	NMHC	NOx	PM	CO <sub>2</sub>	Fuel consumption		NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O	310xN <sub>2</sub> O /CO <sub>2</sub>	Workload
Test vehicle	Status of urea-SCR system	Test #	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	km/L	g/kWh	g/kWh	%	kWh
Vehicle A	Real-life	1	0.09	0.05	5.72	0.031	664.9	210.5	3.22	1.346	0.736	34.3	16.8
		2	0.08	0.05	5.83	0.029	671.3	212.6	3.20	1.344	0.707	32.7	16.7
	ARO30	1	0.08	0.02	3.51	0.022	677.2	214.4	3.19	0.245	1.090	49.9	16.7
		2	0.07	0.02	3.65	0.022	673.3	213.2	3.19	0.242	0.997	45.9	16.7
	New	1	0.07	0.01	3.39	0.020	674.8	213.7	3.19	0.188	0.957	44.0	16.7
		2	0.04	0.01	2.35	0.023	672.4	212.9	3.21	0.013	0.226	10.4	16.6
Vehicle B	Real-life	1	0.08	0.03	3.87	0.031	649.4	205.6	3.25	0.650	1.280	61.1	17.0
		2	0.06	0.03	3.98	0.036	646.9	204.8	3.27	0.660	1.189	57.0	17.0
Vehicle C	Real-life	1	0.14	0.06	6.22	0.023	668.1	211.6	3.35	0.959	0.646	30.0	16.1
		2	0.15	0.07	6.13	0.026	657.7	208.3	3.40	0.978	0.604	28.5	16.2
Vehicle D	Real-life	1	0.80	0.05	6.70	0.200	840.8	266.6	3.84	0.878	1.528	56.3	11.2
		2	0.76	0.13	6.49	0.185	837.8	265.7	3.84	0.786	1.702	63.0	11.3
	ARO30	1	0.25	0.02	3.43	0.053	820.5	259.9	3.96	0.206	2.426	91.7	11.2
2		0.29	0.02	3.58	0.051	811.9	257.2	3.97	0.363	2.568	98.0	11.3	
Vehicle E	Real-life	1	0.49	0.06	6.36	0.027	622.5	197.4	3.16	0.304	0.260	12.9	18.4
		2	0.48	0.07	6.39	0.026	632.4	200.5	3.12	0.182	0.207	10.2	18.4
	ARO30	1	0.24	0.02	5.74	0.023	628.8	199.2	3.14	0.004	0.223	11.0	18.4
		2	0.22	0.02	5.72	0.021	632.0	200.2	3.14	0.019	0.403	19.8	18.3
	ARO30+Cooling fan stop	1	0.26	0.02	5.39	-	633.2	200.6	3.12	0.045	0.768	37.6	18.4

# ○排気ガス測定結果



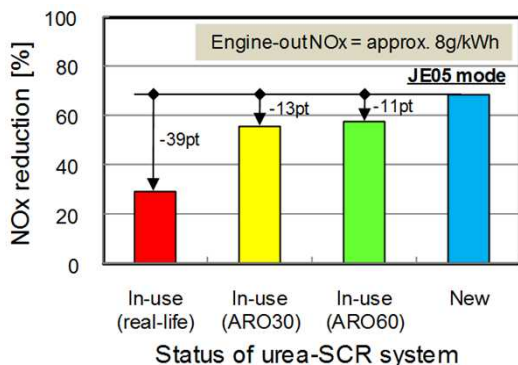
## ○VehicleAの排気ガス測定結果

### 実使用状態 vs. 被毒回復運転後 vs. 新品触媒

Urea-SCR system, status		JE05 test#	Tail-end NOx (g/kWh)	Tail-end CO (g/kWh)	Tail-end NMHC (g/kWh)	Tail-end THC (g/kWh)	Tail-end PM (g/kWh)
In-use	Real-life	n1	5.72	0.087	0.049	0.054	0.031
		n2	5.83	0.085	0.051	0.057	0.029
		ave	5.78	0.086	0.050	0.055	0.030
	After recovery operation (30min)	n1	3.51	0.082	0.017	0.024	0.022
		n2	3.65	0.066	0.019	0.026	0.022
		ave	3.58	0.074	0.018	0.025	0.022
After recovery operation (60min)	n1	3.39	0.072	0.014	0.024	0.020	
	n1	2.35	0.045	0.009	0.014	0.023	
	n2	2.69	0.041	0.006	0.012	0.024	
New	After aging operation	n3	2.41	0.039	0.007	0.013	0.021
		ave	2.48	0.041	0.007	0.013	0.023
		New long-term regulations (average)		2.0	2.22	0.17	-
New long-term regulations (upper limit)		2.7	2.95	0.23	-	0.036	

- ・ 実使用状態では、SCRシステムが著しく劣化しており、**NOx排出率が5.8g/kWh** (新長期規制上限値2.7g/kWhの2倍以上)と極めて高い。
- ・ HC被毒回復運転により触媒に吸着した揮発性成分等の脱離を図った結果、**30分の回復運転後にNOx排出率は3.6g/kWhまで低減した**。  
NOx悪化の主たる要因は、触媒のHC被毒
- ・ さらに追加で30分の回復運転を実施したが、**NOxは新品触媒レベル(新長期規制の上限値以下)には戻らず**、3.4g/kWhと若干の低減に留まった。  
HC被毒以外の要因もあり(SやPによる触媒被毒が原因)

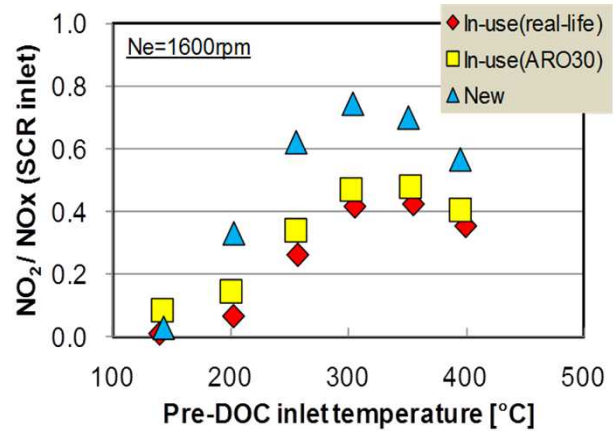
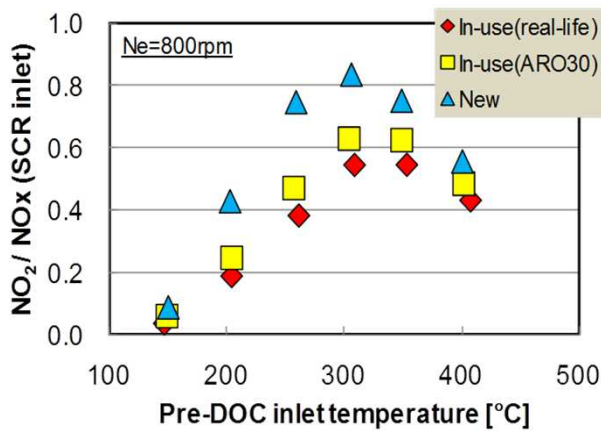
Urea-SCR system, status		JE05 test#	Engine -out NOx (g/kWh)	Tail-end NOx (g/kWh)	NOx reduction (%)	NO <sub>2</sub> /NOx (SCR inlet)
In-use	Real-life	n1	8.0	5.7	28.9	0.20
		n2	8.3	5.8	29.5	0.19
		ave	8.2	5.8	29.2	0.19
	After recovery operation (30min)	n1	8.0	3.5	56.3	-
		n2	8.1	3.7	55.1	-
		ave	8.1	3.6	55.7	-
After recovery operation (60min)	n1	8.0	3.4	57.8	-	
	n1	7.9	2.4	70.1	-	
	n2	7.9	2.7	65.9	-	
New	After aging operation	n3	7.9	2.4	69.5	0.41
		ave	7.9	2.5	68.5	0.41



- ・ 実使用状態では、尿素SCRシステムの**NOx浄化率が30%弱に低下**(新品触媒は70%程度)
- ・ NOx増加要因として、**前段酸化触媒のNO<sub>2</sub>生成能力の低下**(SCR入口のモード平均NO<sub>2</sub>/NOx比:新品0.41→実使用状態0.19)が挙げられる



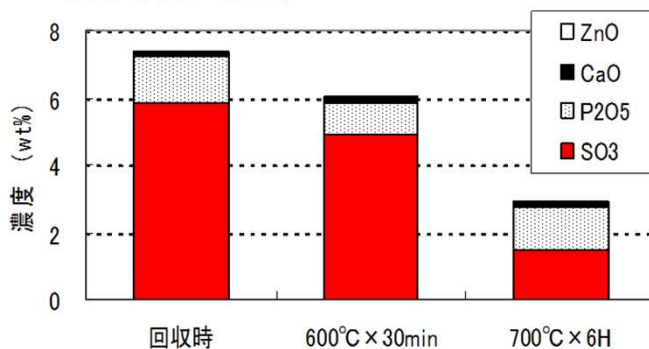
## ○SCR入口でのNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比(定常ステップ)



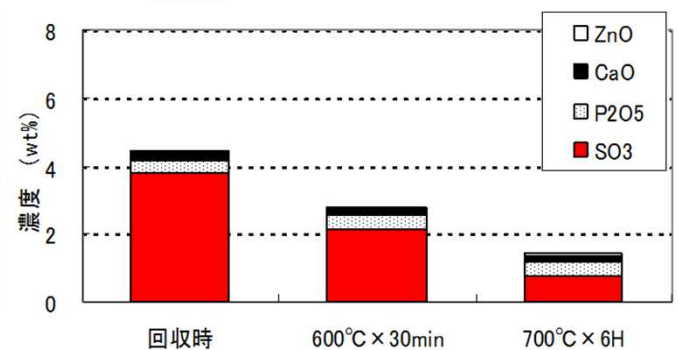
- ・ HC被毒回復運転を実施しても, 前段酸化触媒のNO<sub>2</sub>生成能力の回復は限定的. これが, 被毒回復運転後もNO<sub>x</sub>が下がりきらない原因と考えられる.

## ○触媒表面の含有成分分析

### ■ 前段酸化触媒



### ■ SCR触媒

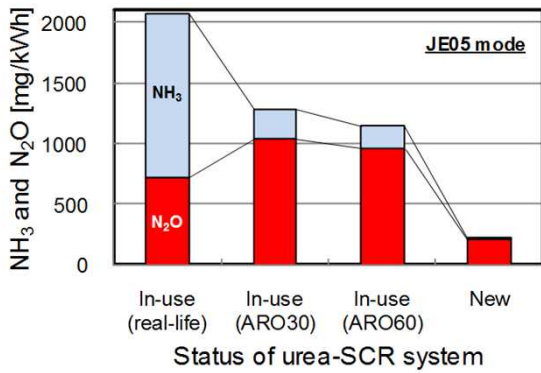


- ・ 前段酸化触媒およびSCR触媒において, SやPの付着が確認された.
- ・ 700°C程度の熱処理を施しても, これらの成分が残存する. 触媒基材とSやPが化合を起こしている可能性が考えられる.

※ SAE2001-01-1931にて, オイル消費が原因と考えられるリン被毒による尿素SCRシステムの性能低下が報告されている

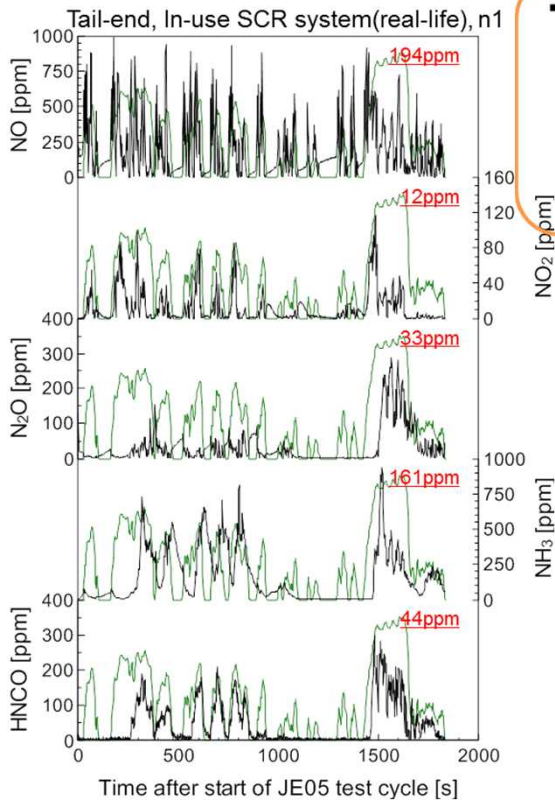
# ○未規制物質排出量

Urea-SCR system, status		JE05 test#	Tail-end NH <sub>3</sub>	Tail-end N <sub>2</sub> O
			(mg/kWh)	(mg/kWh)
In-use	Real-life	n1	1345.9	735.7
		n2	1344.1	707.4
		ave	1345.0	721.5
	After recovery operation (30min)	n1	245.3	1090.5
		n2	242.3	997.1
		ave	243.8	1043.8
After recovery operation (60min)	n1	187.6	956.9	
	n2	12.5	226.3	
	n3	12.9	204.0	
New	After aging operation	n3	10.2	186.7
		ave	11.9	205.7



- 実使用状態では、触媒劣化によりNH<sub>3</sub>とN<sub>2</sub>Oが多量に排出
- 被毒回復運転後は後段酸化触媒の活性が戻り、余剰NH<sub>3</sub>の大半がN<sub>2</sub>Oに酸化される。その結果、**NH<sub>3</sub>は減少するが、N<sub>2</sub>Oは逆に増加**

## FTIRを用いた時系列計測



- HC被毒が顕著に生じている実使用状態では、アンモニアやN<sub>2</sub>Oに加えて、毒性の高いイソシアン酸もFTIRで検出(スペクトル分析でその存在は検証済み、絶対値は参考)

### Exposure guidelines

The recommended time weighted average exposure limits are as follows:

Long term Exposure Limit (OEL)  
(TWA-8 hr)

	mg/m <sup>3</sup>	ppm
Ammonia	18	25
Nitrogen Dioxide *	5	3
Nitrogen Dioxide	30	25
<b>Isocyanic acid</b>	<b>0.02</b>	

Short term Exposure Limit (STEL)  
(TWA-10 min)

	mg/m <sup>3</sup>	ppm
Ammonia	24	35
Nitrogen Dioxide *	9	5
Nitrogen Dioxide	45	35
<b>Isocyanic acid</b>	<b>0.07</b>	

\* Most toxic component of NO<sub>x</sub>

(出展) [www.ivorychem.com/msds/UREA46MSDS.pdf](http://www.ivorychem.com/msds/UREA46MSDS.pdf)

### 3. ディーゼル重量車の耐久試験法

#### エンジンダイナモメータ上の運転方法

試験エンジンの運転は、エンジンダイナモメータ上において、[表1-1](#)又は[表1-2](#)の走行条件に適合する走行に対応するエンジンの運転状態を適宜組み合わせることでこれを繰り返すことにより行う。

なお、この運転の例を参考モードとして[運転方法A](#)、[運転方法B](#)に示す。

試験機器	エンジンダイナモメータ	
走行条件	表1-1又は表1-2	
表1-1又は表1-2に適合する走行の例	運転方法A	運転方法B
	表A 通常走行相当運転(参考図A) + 表B 高速走行相当運転(参考図B)	表D(参考図C)

## 表1-1、表1-2

表 1-1

速度条件		総走行キロ数に対する走行割合
種類	速度	
通常走行	主として 30～60 km/h の範囲の速度。なおアイドリング、加速、減速及び定速走行のすべてを含むこと。	60%以上
高速走行	100±5 km/h の速度。ただし、当該車両の性能上定められた速度で走行できない車両にあっては、可能な最高速度とする。	20%以上
その他の走行	任意	任意

表 1-2

種類	走行条件
発進回数	発進回数が 1 時間に 20 回以上
高速走行	100 km/h 以上の速度（ただし、当該車両の性能上、定められた速度で走行できない車両にあっては可能な最高速度）での総走行距離キロ数に対する割合が 8%以上であること。
平均速度	平均速度が 45 km/h 以上であること。
その他	別紙 1 の参考モードによる走行よりも一酸化炭素等発散防止装置の劣化が大きくなる走行であること。また、アイドリング、加速、減速及び定常走行を適宜組み合わせる走行すること。



## 運転方法A

### 1 運転方法A

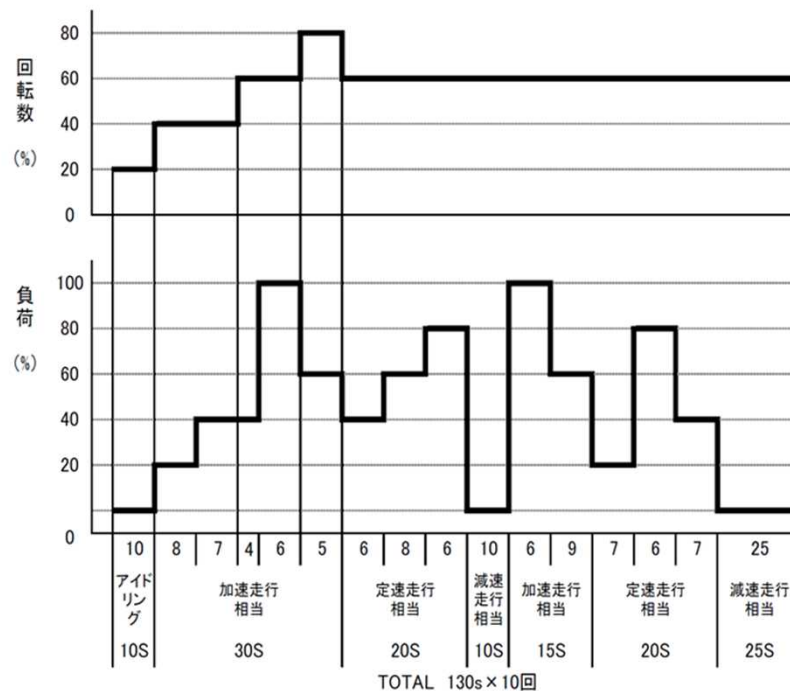
表Aに掲げる通常走行に対応するエンジンの運転パターン（以下「通常運転」という。）を10回繰り返した後、表Bに掲げる高速走行に対応するエンジンの運転パターン（以下「高速運転」という。）を1回行い、その後、これを表Cの中欄に定める各車種区分ごとの走行距離以上に到達するまで繰り返し運転する。

なお、外挿法を適用して運転する場合には、通常運転を10回繰り返した後、高速運転を1回行い、その後、表Cの右欄に定める外挿法適用時の走行距離以上に到達するまで繰り返し運転する。

表A 通常走行相当運転

運転モード	運転状態		運転時間 (s)	走行モード別 運転時間 (s)	相当走行 モード		
	エンジン回転数 (%)	エンジン負荷率 (%)					
1	アイドリング	無負荷	10	10	アイドル		
2	40	20	8	30	加速走行相当		
3	40	40	7				
4	60	40	4				
5	60	95	6				
6	80	60	5				
7	60	40	6				
8	60	60	8	20	定速走行相当		
9	60	80	6	15	加速走行相当		
10	60	5	10			10	減速走行相当
11	60	95	6				
12	60	60	9	20	定速走行相当		
13	60	20	7				
14	60	80	6				
15	60	40	7				
16	60	5	25	25	減速走行相当		
通常走行相当運転時間				130 s			

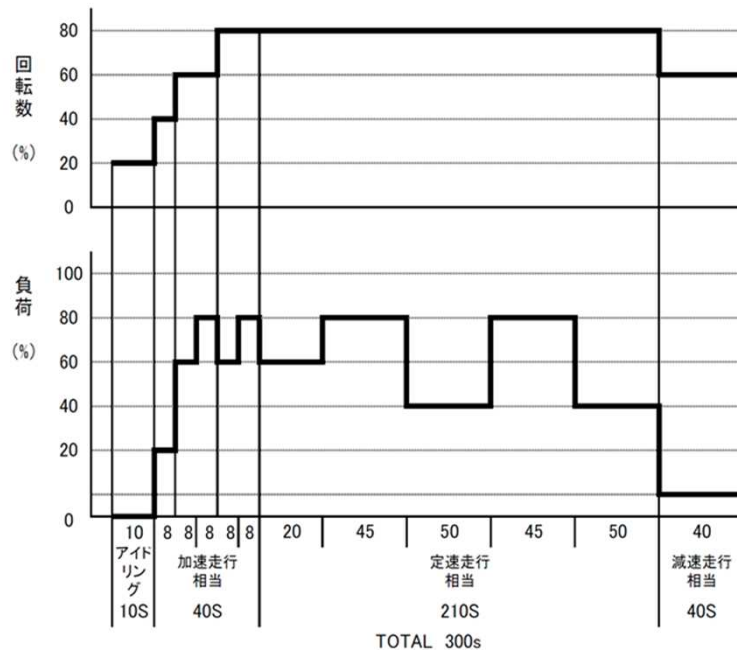
参考図A



表B 高速走行相当運転

運転モード	運転状態		運転時間 (s)	走行モード別 運転時間 (s)	相当走行 モード
	エンジン回転数 (%)	エンジン負荷率 (%)			
1	アイドル	無負荷	10	10	アイドル
2	40	20	8	40	加速走行相当
3	60	60	8		
4	60	80	8		
5	80	60	8		
6	80	80	8		
7	80	60	20	210	定速走行相当
8	80	80	45		
9	80	40	50		
10	80	80	45		
11	80	40	50		
12	60	5	40	40	減速走行相当
高速走行相当運転時間				300 s	

参考図B



表C

車種区分	走行距離	外挿法適用時の走行距離
車両総重量 3.5 トンを超え 8 トン以下	25 万 k m	8.4 万 k m
車両総重量 8 トンを超え 12 トン以下	45 万 k m	15.0 万 k m
車両総重量 12 トン超え	65 万 k m	21.7 万 k m

## 運転方法B

### 2 運転方法B

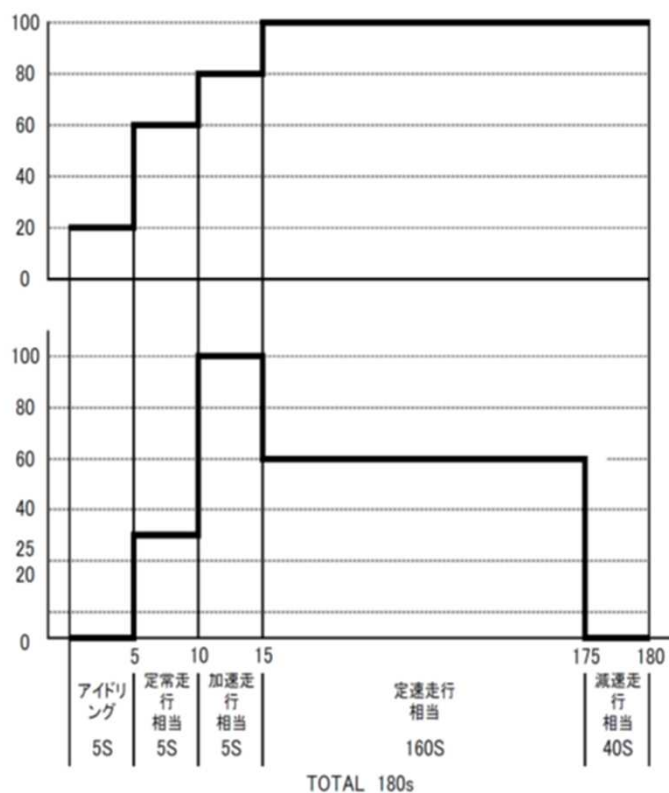
表Dに掲げるエンジンの運転パターンを、表Eの中欄に掲げる車種区分ごとの走行距離以上に到達するまで繰り返し運転する。

なお、外挿法を適用して運転する場合には、表Dに掲げるエンジンの運転パターンを、表Eの右欄に定める外挿法適用時の走行距離以上に到達するまで繰り返し運転する。

表D

運転モード	運転状態		運転時間 (s)	相当走行モード
	エンジン回転数 (%)	エンジン負荷率 (%)		
1	アイドル	0	5	アイドル
2	60	25	5	定速走行相当
3	80	100	5	加速走行相当
4	100	60	160	定速走行相当
5	100	0	5	減速走行相当

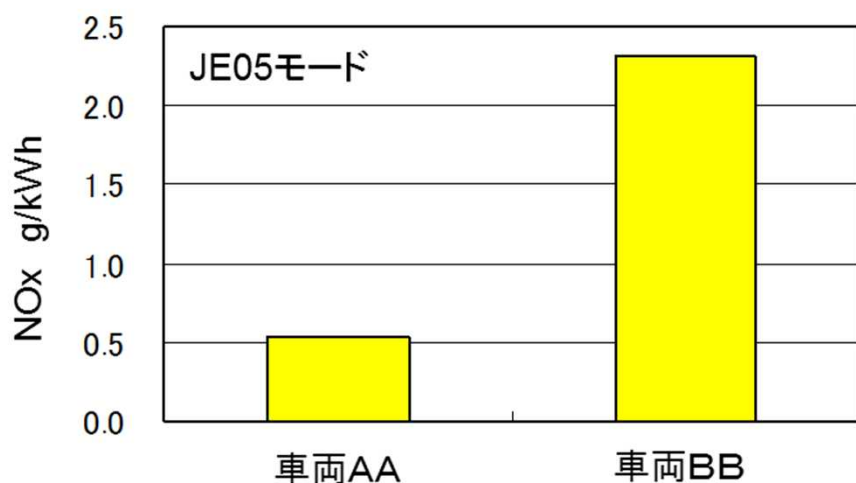
参考図C



表E

車種区分	走行距離	外挿法適用時の走行距離
車両総重量3.5トンを超え8トン以下	25万km	8.4万km
車両総重量8トンを超え12トン以下	45万km	15.0万km
車両総重量12トン超え	65万km	21.7万km

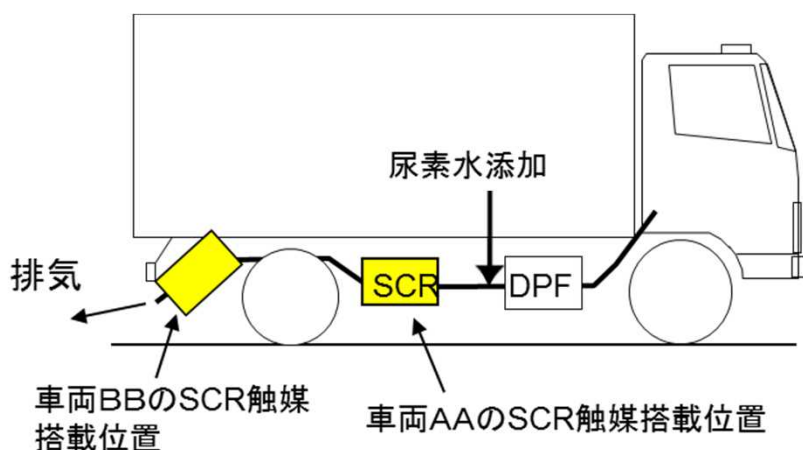
#### 4. 後処理装置の搭載位置による影響



同一型式エンジン搭載だがNOx4倍以上

#### <2台の車両の違い>

- AAはワイドキャブ車で前面投影面積、車両重量のいずれも大きく、仕事量大
- SCR触媒搭載位置がかなり異なる





# オフサイクルにおける排出ガス 低減対策検討会とりまとめ

平成24年3月30日

## オフサイクルにおける排出ガス 低減対策検討会

### 目次

1. はじめに
  - 1.1 検討の背景
  - 1.2 海外での対策事例
  - 1.3 オフサイクル対策に係る世界統一基準
  - 1.4 検討の目的・経緯
  - 1.5 対象
2. ディフィートストラテジーの再発防止
  - 2.1 ディフィートストラテジーの適用禁止に係る規制
  - 2.2 ディフィートストラテジーとみなさない制御
  - 2.3 エンジン等の保護及び車両の安全確保のために許容される制御の条件
  - 2.4 エンジン始動時及び暖機過程時とみなす条件
  - 2.5 その他

(参考)エンジン保護等のための条件と規定しないもの
3. ディフィートストラテジー有無の検証のための対策
  - 3.1 排出ガス試験時の実測燃費とシミュレーション法による燃費との間で乖離がないことの検証
  - 3.2 その他の追加試験による検証
  - 3.3 WWH-OBDの早期導入
4. 今後の検討課題
  - 4.1 エンジン保護等のために許容される制御の条件の見直し
  - 4.2 後処理装置レイアウトに係るエンジンベンチ認証試験の見直し

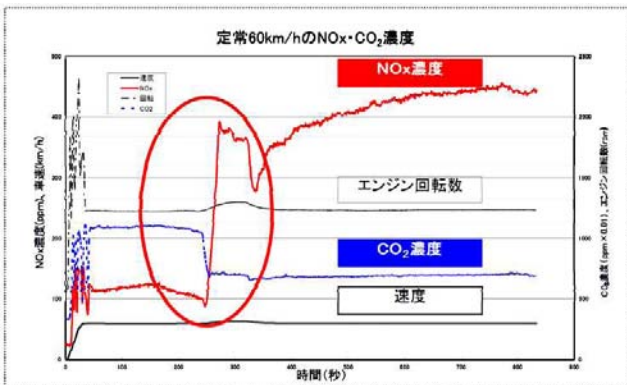
# 1. はじめに

## 1.1 検討の背景

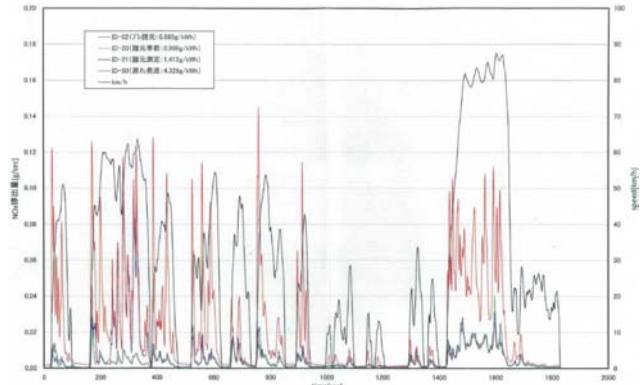
### 1.1.1 いすゞ自動車によるポスト新長期規制対応車用エンジンの事例

東京都がいすゞ自動車のポスト新長期規制適合車の排出ガス低減性能の実態把握のためにシャシダイナモ試験を実施したところ、以下の結果が得られた。

- JE05モードでの走行では、特段NOx排出量に異常は見られなかった。
- 60km/h定常走行において、測定開始240秒後にNOx排出濃度が約4倍に上昇する一方、CO2排出濃度が下がっていた。(40km/h及び80km/hでも同様の傾向)
- JE05モードの規定より各発進を2秒遅らせた後に、モードの速度に追いつくように発進・急加速しその後モードに追従した場合に、急加速時にはNOx排出量が増大し、その後モード追従した場合でも通常のJE05モード時に比べ高いNOx排出量であった。



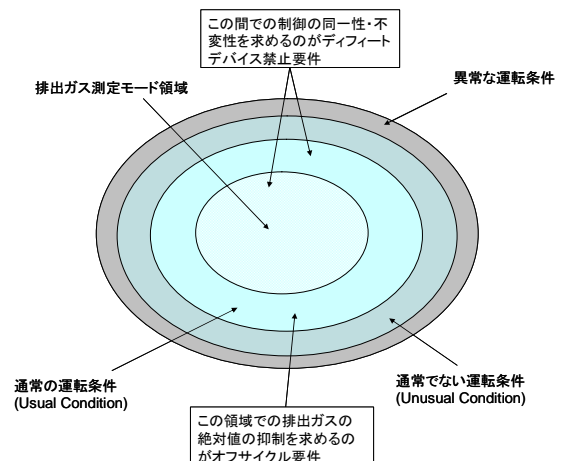
60km/h定常走行におけるNOx及びCO2排出濃度の時系列推移



JE05モード及び2秒遅れ発進JE05モードでのNOx排出濃度の時系列推移

### 1.1.2 日本自動車工業会によるディーゼル重量車用ディフィートデバイス禁止の設計ガイドライン

- いすゞ自動車の事案を受け、日本自動車工業会において、ディーゼル重量車を対象とした自主取組みとして、ディフィートデバイス禁止の設計ガイドライン(平成23年9月13日付け)を策定した。
- 策定に当たっては、従来のような定性的、曖昧な内容では解釈上の差異が生じる可能性があるため、各社内での公平な運用を可能とすべく、極力、定量的に規定することとし、特に保護制御が認められる通常でない運転条件(Unusual condition)については、数値クライテリアを設定している。
- また、ガイドラインの遵守を担保する各社のチェック体制の強化策として、開発担当部署以外の組織による設計ガイドラインへの適合性をチェックするプロセスを設けることとしている。



## 1. 2 海外での対策事例

### 1. 2. 1 米国での対策事例

- 米国では、CAA Section 203により、自動車やエンジンに対し、排出ガスなどの規則を遵守するためのデバイスをバイパス、ディフィート、又は無効化するパーツ又はコンポーネントの製造、販売、出荷又は装着は禁止される。
- また、ディフィートデバイスについては、故障又は事故から車両を保護するために正当である場合、エンジンスタートに必要なものである場合等、その使用が許容される条件を除いた補助エンジン制御装置として定義され、定量的なクライテリアを含む設計スクリーニング基準として許容される条件が示されている。

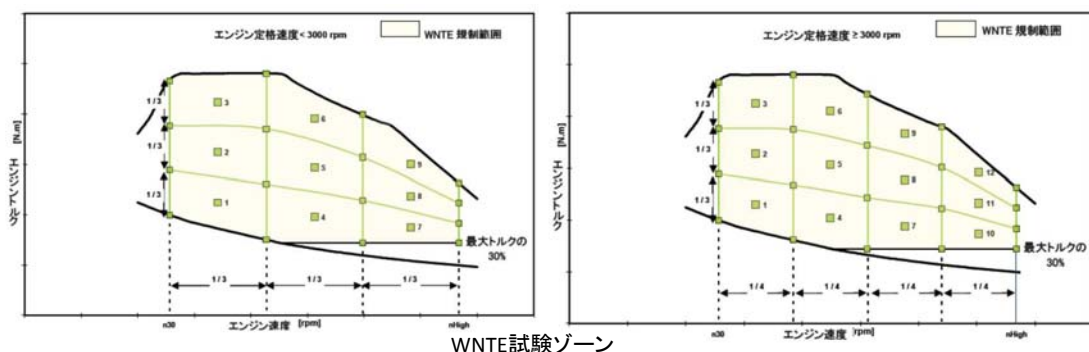
### 1. 2. 2 EUでの対策事例

- EUでは、Reg No595/2009により、2013年より発効する重量車の排出ガス規制EURO VIにおいて、排出ガス制御装置の効果を低減させるディフィートストラテジーの適用が禁止される。
- ディフィートストラテジーの範囲としては、エンジン又は車両を損傷又は事故から防ぐ目的で作動する場合、エンジン始動時又は暖機時のみに作動する場合等、その使用が許容される条件を除いた補助排出ガスストラテジーとして定義されるが、定量的なクライテリアは示されていない。

## 1. 3 オフサイクル対策に係る世界統一基準

### 1. 3. 1 UN-ECE/WP29によるOCE(オフサイクルエミッション)対策

- ディフィートストラテジーの適用禁止と、WNTeによるオフサイクルでの排出の許容限度からなる対策。2009年にgtr No.10として採択
- 中環審は次期排出ガス規制に併せての導入を答申。また、欧州でもEURO VIより導入



上図のWNTeゾーンから任意のグリッドセルを3つ選択し、1つのグリッドセルあたり5点の点を選択し試験を実施

### 1. 3. 2 UN-ECE/WP29によるWWH-OBD(高度な車載式故障診断システム)

- エンジンの電子制御、EGRシステム、排出ガス後処理装置等が適切に機能しているか性能監視するシステム。その要件について、2006年にgtr No.5として採択
- 中環審は次期排出ガス規制適用開始から3年以内の導入を答申。また、欧州でもEURO VIIに併せPhase Inとして導入し、EURO VIから3年後に正式に導入

#### 1.4 検討の目的・経緯

- ディフィートストラテジー(ディフィートデバイス)の事案を受け、以下を目的として、ディーゼル重量車を対象とする再発防止を検討
  - ディフィートストラテジー(ディフィートデバイス)の定義を明確にし、その使用を禁止する規定の策定
  - NO<sub>x</sub>排出量増加とトレードオフにある燃費性能向上への動機抑制
  - ディフィートストラテジー検証のための対策として追加試験を導入することについて検討
  - WWH-OBDの早期導入の検討
- 検討に当たっては、エンジン保護機能等の現状、JE05モード以外の試験サイクルでのエンジンダイナモ試験による排出ガスの実態等を把握するため、メーカーヒアリングを実施するとともに、シャシーダイナモ試験により排出ガスの実態を調査
- ヒアリング結果及び調査結果を基に対策を検討し、とりまとめた。なお、検討において新たな課題も浮かび上がったため、今後の検討課題として整理

#### 1.5 対象

- 軽・中量車(車両総重量3.5t以下)は、シャシベース試験で排出ガス・燃費を同時に測定すること、今回の検討の経緯が大型ディーゼル車であることから、今回の検討の対象は、重量車(車両総重量3.5t超)のディーゼル車とする。

## 2. ディフィートストラテジーの再発防止

### 【目的】

排出ガスを悪化させるエンジン制御(ディフィートストラテジー)を明確に規定し、その使用を禁止するとともに、ディフィートストラテジーとみなさない制御として認められるものを明確に規定する。



## 2.1 ディフィートストラテジーの適用禁止に係る規制

### 【規制の検討に当たっての主な議論】

- 電子制御化等により、ON/OFFのみならず傾斜を伴う可変制御も可能であるため、「デバイス(装置)」だけでなく、「ストラテジー(制御)」の適用を禁止することが必要である。
- 燃料噴射量や噴射タイミングといったエンジンの基本機能の制御について、ディフィートストラテジーの対象から除外するべきという意見もあったが、基本機能の制御によっては排出ガスに大きな影響を及ぼすこと、基本機能の範囲を明確にできないことから、有意な差として20%以上悪化させる制御を一律に禁止するべきである。
- なお、瞬間的に増大する制御ではなく、いずれの走行状態においても実使用で一定以上の時間での走行において20%以上悪化させるものを対象とするべきである。

### 【結論】

以下のエンジン制御をディフィートストラテジーとし、その適用を禁止する。

- 実使用状態(すべての使用状態)において、当該制御が作動することにより1種類以上の排出ガス規制成分を悪化※させるもの。ただし、以下のものを除く。
  - 公定試験モード(JE05モード)で作動するもの
  - エンジン等の保護及び車両の安全確保のために必要なものであって、2.3において定める条件で作動するもの
  - エンジン始動時及び暖機過程時にのみ必要なものであって、2.4において定める条件で作動するもの※有意な差として一定以上の時間での走行において20%以上のもの

## 2.2 ディフィートストラテジーとみなさない制御

### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- 保護制御は通常発現しない運転条件(Unusual Condition)の範囲でのみ認められるべきである。
- エンジンを保護すべき条件から外れても保護制御を解除しないのは問題であることから、作動範囲については制御が開始する条件のみならず、解除条件についても明確化する必要がある。なお、保護作動及び解除条件が同一のものについて、メーカーは制御のハンチングを防ぐために要件を満たす範囲内で保護作動条件及び解除条件を別々に設定してもよい。
- 制御内容についてはエンジン毎に必要なものが異なること、また、ディフィートストラテジーから除外される制御を明記することで、不要にも関わらず採用される恐れがあることから、制御内容については明確化するべきではない。また、保護の目的についてもあくまでも例として示しており、これらに限るべきではない。
- 当該条件は、通常発現しない運転条件として最小限となるように設定されるべきであり、出現頻度について、今後、定量的な検証が必要である。
- エンジン始動時及び暖機過程時には、触媒が低温で作動しないなど、意図的な保護のための制御以外の要因も含まれることから、保護のための条件とは別に規定するべきである。

## 【結論】

ディフイートストラテジーとみなさない制御について、エンジン保護及び車両の安全確保のために必要なもの、エンジン始動時及び暖機過程時にのみ必要なものとして規定し、当該保護の目的毎に保護が許容される条件、保護作動条件及び解除条件を2. 3及び2. 4に限定的に列挙する。これらの条件の範囲内であってもエンジンの保護等に必要な場合に限定されるべきである。

## 2. 3 エンジン等の保護及び車両の安全確保のために許容される制御の条件

### 2. 3. 1 低回転の連続運転状態

#### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- 冷却水温度等、エンジン回転数及び連続運転時間以外のエンジンの運転状態を示すパラメーターも含めて検討した結果、エンジン回転数及び連続運転時間を閾値とし、閾値条件のエンジン回転数域を外れれば正常復帰させることが必要である。

#### 【結論】

低回転連続運転時	
目的（例）	<ul style="list-style-type: none"><li>EGR系統での強酸発生によるEGR系統の腐食及びPM固着によるEGR系統の作動不良や破損の防止</li><li>DPF内の煤の異常な堆積による再生燃焼時のDPF破損及び酸化触媒への過度のHC付着による触媒活性低下の防止</li></ul>
保護作動条件	最高出力回転数×30%以下又はアイドルで20分以上継続時
解除条件	保護作動条件に定めるエンジン回転数域を外れたとき

## 2.3.2 高負荷・高回転時

### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- ・ ①車速120km/h以上の走行、②車の最高速度×0.8又は高速自動車国道の法定速度のいずれか高い車速超の走行、③保安基準でスピードリミッターの装着が義務付けられた車はその制限速度以上の走行、④最高出力回転数以上のエンジン回転数による運転に該当する場合を保護作動条件及び解除条件としてはどうか。
- ・ 「①～③に相当するエンジン出力以上の運転」についても自工会ガイドラインに含まれているが、登坂等で出現するため通常発現しない運転条件ではなく、保護制御の対象とすることは適切ではない。

### 【結論】

高負荷・高回転時	
目的（例）	ターボチャージャーの過剰回転による破損防止
保護作動及び解除条件	ターボチャージャー破損の原因となる速度又はエンジン回転数に該当するとき。 ※規定化の詳細については、国交省において検討を行う。

## 2.3.3 エンジンオーバーヒート危険時

### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- ・ メーカーヒアリングにおいて最も厳しい条件では、エンジン冷却水温95℃であったが、WNETでの試験成立条件がエンジン冷却水温100℃以下となっており、整合を図るため保護作動及び解除条件はエンジン冷却水温100℃以上とするべきである。

### 【結論】

エンジンオーバーヒート危険時	
目的（例）	オーバーヒートによるエンジン焼付等損傷及びラジエーター損傷の防止
保護作動及び解除条件	エンジン冷却水温100℃以上

## 2.3.4 特異な環境条件

### 2.3.4.1 高地での運転時

#### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- 国内の高速道路で標高1000mを超過する区間は、中央自動車道(須玉IC—諏訪IC間)の2km、東海北陸自動車道(松ノ木峠)の7kmのみで、総区間の0.10%である。また、国内の都市間輸送に用いられる国道では標高1000mを超過しない。このため、標高1000m以上に相当する大気圧は通常発現しない運転条件と考えられる。

#### 【結論】

高地での運転時	
目的 (例)	<ul style="list-style-type: none"><li>• ターボチャージャの過剰回転による破損防止</li><li>• DPF内の煤異常堆積による再生燃焼時のDPF破損防止</li><li>• 未燃燃料による白煙発生防止</li></ul>
保護作動及び解除条件	大気圧90kPa以下(標高1000m以上相当)

### 2.3.4.2 低大気温時

#### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- 全国の月平均気温は $-10^{\circ}\text{C}$ を上回り、また月平均最低気温についても、北海道の中でも札幌の月平均最低気温は $-10^{\circ}\text{C}$ を上回ることから、日本において $-10^{\circ}\text{C}$ 以下は通常発現しない運転条件と考えられる。
- ただし、EGRをかける際には、EGRガス中の水分の結露により $0^{\circ}\text{C}$ 付近でも吸気系スロットルやEGRバルブの氷結の可能性があるため、そのための保護機能も必要と考えられる。

#### 【結論】

低大気温時( $-10^{\circ}\text{C}$ 以下)	
目的 (例)	<ul style="list-style-type: none"><li>• EGR系統での強酸発生によるEGR系統の腐食及びPM固着によるEGR系統の動作不良あるいは破損の防止</li><li>• 酸化触媒への過度のHC付着による触媒活性低下及び尿素SCRシステムへの尿素結晶堆積の防止</li><li>• 未燃燃料による白煙発生の防止</li></ul>
保護作動及び解除条件	大気温度 $-10^{\circ}\text{C}$ 以下



【結論】

低大気温度時(0°C以下)	
目的 (例)	EGR流入空気の水分が吸気スロットルを氷結することによる吸気スロットル制御不能の防止及びEGRバルブを氷結することによるEGRバルブ制御不能の防止
保護作動及び解除条件	大気温度0°C以下

2.3.5 警報装置作動中等の異常時

【条件の検討に当たっての主な議論】

- 異常検出は、様々なケースが想定されるため、エンジン及び後処理装置にとって改善が必要な場合に限定するべきである。
- DPF内の過剰な煤の堆積はMIL点灯とはランプの付き方が異なるという実態も考慮し、別条件として規定するべきという意見もあるが、手動再生要求時まで含められると誤解されるため、エンジン異常検出時に含むべきである。
- 異常状態が解消されると、システムが正常と判定するため、保護解除条件として含むべきである。

【結論】

エンジン異常検出時	
目的 (例)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 排出ガス低減装置異常による他のエンジン・後処理装置システムの破損防止</li> <li>• DPF内の煤の異常堆積による再生燃焼時のDPF破損防止</li> </ul>
保護作動条件	改善が必要となるエンジン・後処理装置システムの異常が警告により明らかな場合
解除条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 整備工場への持ち込みによる正常復帰</li> <li>• 異常状態が解消したことに伴う正常判定による正常復帰</li> </ul>

## 2.4 エンジン始動時及び暖機過程時とみなす条件

### 【条件の検討に当たっての主な議論】

- JE05モードでホットでのエンジン始動が含まれるものの、コールドとホットの中間状態等も想定されることから、エンジン始動時も含むべきである。
- 保護作動及び解除条件について、メーカーヒアリングにおいて最も厳しい値（最低値）は65°Cであった。しかし、WNTEでの試験成立条件がエンジン冷却水温70°C以上となっており、整合を図るため保護作動及び解除条件はエンジン冷却水温70°C以下とするべきである。

### 【結論】

エンジン始動時・暖機過程時	
目的（例）	<ul style="list-style-type: none"><li>• 低水温(油温)でのエンジン焼付等の損傷、失火によるエンジン破損、EGR系統での強酸発生によるEGR系統の腐食及びPM固着によるEGR系統の動作不良や破損の防止</li><li>• 酸化触媒への過度のHC付着による触媒活性低下の防止</li><li>• 未燃燃料による白煙発生防止</li></ul>
保護作動及び解除条件	エンジン冷却水温70°C以下

## 2.5 その他

### 【主な議論】

- 本検討の目的は、ディフィートストラテジーの適用の禁止、ディフィートストラテジーとみなさない制御として認められるものをそれぞれ明確に規定することであり、2.3又は2.4に含まれていない条件を例外的に認めることは、その目的に反する。
- 排出ガス低減対策が高度化していく中で、将来開発される技術に対して、2.3及び2.4で規定されていない条件でのディフィートストラテジーについても保護機能として認めることが可能となるよう、今後、規定の見直しを検討する必要がある。

2.3及び2.4で規定されるもののみをディフィートストラテジーとみなさない制御とし、それら以外のは許容しない。2.3及び2.4で規定されていない排出ガスを悪化させるエンジン制御であって、新技術に伴うエンジン保護等のためのものに関しては、その必要性について検討を随時行うこととする。

〈参考〉

エンジン保護等のための条件として規定しないもの

- ・その他、以下の条件についてはエンジン保護等のための条件として規定しないこととする。

検討を行った条件	設定しなかった理由
アイドリング時(エンジン冷却水温を保護作動条件及び解除条件とするもの)	アイドリング時のPM増加等はEGR系統内での温度に依存するため、エンジン冷却水温をパラメータとするのは不適切である。2. 3. 1の低回転連続運転のみをエンジン保護等の条件とする。
急加速時	米国のガイドラインで規定された1998年当時に比べターボレスポンス等が良くなっていること、自工会ガイドラインに含まれていないことから設定しないこととする。

検討を行った条件	設定しなかった理由
排出ガス低温時(尿素水添加中止)	低温における触媒低活性状態では、尿素水添加中止により排出ガス規制成分が悪化するものではない。また、低温側でも浄化作用のある尿素SCRシステムの開発を促進すべきであり、保護作動条件を定めることによりそれを阻害しかねない。これらの理由により、設定しないこととする。
必要な尿素水噴射量が少量時(尿素水添加中止)	排出ガス量に対し必要な尿素水噴射量が噴射料制御システム下限値以下で噴射量の精度保証ができない場合であっても、一時的噴射によりSCR触媒のアンモニア吸着量を確保すべきであるため、設定しないこととする。
燃料高温時	出力制限するだけで排出ガスを悪化させるものではないことから設定しないこととする。

### 3. ディフィートストラテジー有無の検証のための対策

#### 【目的】

2. により規定するディフィートストラテジーの適用禁止を徹底するために、追加試験等による対策を実施する。

#### 3. 1 排出ガス試験時の実測燃費とシミュレーション法による燃費との間で乖離がないことの検証

#### 【背景】

- 2015年度燃費基準とポスト新長期規制の両立に加え、経済性の観点から低燃費の方が商品力が高いことから、排出ガス試験においては作動しないにもかかわらずシミュレーション法による燃費試験においては作動する制御を用いる可能性がある。

#### 【主な議論】

- シミュレーション法により燃料消費量に加え排出ガスを計測し評価することについて検討したが、一定回転数及び一定負荷の定常状態での計測により算出する排出ガス量は、過渡状態で計測する排出ガス量と大きく異なった。過渡状態と定常状態の違いにより燃費に比べ排出ガス量は大きく変化するため、燃費試験でのシミュレーション法により排出ガスを評価することは適当ではない。
- 燃費(CO<sub>2</sub>排出量)とNO<sub>x</sub>排出量はトレードオフ関係にあることを考えれば、シミュレーション法による燃費試験にのみ作動する制御を用いると、シミュレーション法による燃費と排出ガス試験時の実測燃費に乖離が生じると考えられる。このため、シミュレーション法による燃料消費量と排出ガス試験時の実測燃費とを比較することで、シミュレーション法による燃費試験にのみ作動する制御がないことを検証するべきである。

#### 【主な議論】(続き)

- 平成17年の燃費基準検討会の際の検討データを基に、実測燃費とシミュレーション法による燃費の比率を算出したところ、平均で0.993であり、0.7%のずれであった。また、偏差は2.5%である。
- 許容される乖離は、平均の乖離0.7%に偏差 $\sigma$ を考慮し、3%とすることが適切である。
- 排出ガス認証試験の標準車両諸元(7MT)に近い車両と同エンジンで新長期規制適合しかつ燃費基準を達成した重量車(12AMT)での燃費排出ガスを比較したところ、12AMT車は7MT車に比べ燃費は4%以上向上している一方、NO<sub>x</sub>及びPM排出量も増加していた。また、エンジン使用領域を比較したところ、JE05モードの高速走行部分での使用領域に違いが見られた。現在の排出ガス認証試験の標準車両諸元は、現在普及が進む燃費向上対策の進んだ車両の実情を反映しない可能性があることから、CO<sub>2</sub>排出量とNO<sub>x</sub>排出量はトレードオフ関係にあることを考慮し、燃費が最も良い車両諸元で排出ガス試験を実施するべきである。
- 排出ガス試験における燃費と燃費試験による燃費との比較評価及び標準車両諸元の変更は、実質的な規制強化であるという意見もあるが、標準車両諸元による排出ガス試験は、他の車種での規制値(平均値)への適合も含めて確認するためのものであり、規制強化には当たらないと考えるべきである。
- 排出ガスを犠牲とした燃費向上がディフィートストラテジーの適用の主たる動機と考えられるため、それを抑止するために両試験での燃費の比較評価は不可欠である。また、標準車両諸元についても、排出ガス試験がリアルワールドの中で代表的な走行を再現するものであるため、リアルワールドで用いられる諸元の中で、ワーストケースに近い状態で評価するべきである。



## 【結論】

排出ガス試験時には作動せずシミュレーション法による燃費測定時にのみ作動する制御がないことを確認するため、JE05モード排出ガス試験時の燃費（実測燃費）を測定し、同一車型におけるシミュレーション燃費と比較する。すべての車型で比較は困難なため、原則としてエンジン毎に燃費試験の標準車両諸元のうち燃費諸元値が最も良い車両諸元と同一の諸元により追加排出ガス試験を実施する。

燃費試験による燃費値に対する追加排出ガス試験での実測燃費値との乖離率が3%以内である場合に試験が成立しているものと判断し、その場合に排出ガスが規制値（平均値）又は低排出ガス認定車は認定値以下でなければならぬこととする。それ以外の場合については、ディフィートストラテジーが適用されているものと判断する。

- ※ シミュレーション法による燃費と、排出ガス試験におけるカーボンバランス法による燃費とでは測定機器等の違いによる測定誤差があるという意見があったため、試験方法について測定機器等の違いによる誤差を最小限とするよう措置を検討する。
- ※ 車種によっては、その諸元が排出ガス試験の標準車両諸元と大きく異なり、JE05モードの追従が困難となるものもあるという意見もあり、上記の結論をベースとするが、必要に応じ、措置を検討するものとする。

### 3.2 その他の追加試験による検証

#### 【主な議論】

- ディフィートストラテジーの確認のための認証試験の追加については、仮に追加した場合でも当該試験モードでは出現しないような制御に変更される可能性がある。このため、認証段階で試験を追加するのではなく、実路走行での排出ガス実態を基に検証を行うべきである。
- JE05モード外で排出ガス量が増大するのを抑制するための認証試験の追加については、次期規制からWHSC及びWNTEが追加されるので、それらの導入の前倒しが考えられる。しかし、追加試験導入の前倒しは、メカにおける開発に支障を来す上、現行規制適合車向けの追加試験での許容限度を設定するための検討に期間を要することとなる。これらの理由から、追加試験は次期規制から実施することとするが、次期規制適合車の早期導入が望ましい。

#### 【結論】

ディフィートストラテジーの確認のための追加試験については、排出ガス原単位調査等で排出ガス量の実態調査をする中で、極端に排出ガス量が増大する事例が無いか確認することにより検証する。

公定モード以外での排出ガス量を抑制するための認証試験の追加については、次期規制から実施することとし、WHSC又はWNTE等の規制導入前倒しは実施しないものの、モード外での排出ガス量を抑制することに効果があることから、次期規制適合エンジン・車両の早期導入が望ましい。

### 3.3 WWH-OBDの早期導入

#### 【主な議論】

- WWH-OBDは各種センサー等により使用過程時の排出ガス低減装置の故障・性能劣化等を検出することが目的であり、この目的のために設定する閾値は排出ガスの大幅な増大の検出には有効であるものの、ディフィートストラテジー対策に直ちに効果があるものではない。

次期規制開始後3年以内としているWWH-OBDの導入について、可能な限り早期に導入されることが望ましい。

## 4. 今後の検討課題

### 4.1 エンジン保護等のために許容される制御の条件の見直し

- エンジン等の保護及び車両の安全確保のために許容される制御の条件、エンジン始動時及び暖機過程時とみなす条件は、通常発現しない運転条件として最小限となるように設定されるべきであるが、出現頻度等について、情報収集に努め、その結果を受け、必要に応じて条件の見直しを行うこととする。
- 今後新たに開発される排出ガス低減技術により、保護すべき条件が変化することも考えられるため、排出ガス低減技術の動向を把握し、必要に応じて条件の見直しを行うこととする。

### 4.2 後処理装置レイアウトに係るエンジンベンチ認証試験の見直し

- 本検討に当たってのシャシダイ試験等により、同一エンジンでも後処理装置のレイアウト位置によって温度条件が変わり、排出ガス量が大きく異なることが分かった。
- このため、エンジンベンチ認証試験条件を後処理装置にとって実態の中でもより厳しい条件に変更することが望ましい。

## <オフサイクルにおける排出ガス低減対策検討会>

### ○ 検討会委員

大聖 泰弘	早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科教授(座長)
飯田 訓正	慶応義塾大学理工学部システムデザイン工学科教授
小田 曜作	(独)交通安全環境研究所自動車審査部長
後藤 雄一	(独)交通安全環境研究所環境研究領域長
小谷野 眞司	(財)東京都環境整備公社東京都科学研究所 調査研究科主任研究員
塩路 昌宏	京都大学大学院エネルギー科学研究科教授
土屋 賢次	(財)日本自動車研究所エネルギー・環境研究部長

### ○ 事務局

国土交通省自動車局環境政策課  
環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室

### ○ 検討経緯

- 第1回(平成23年8月5日)
  - オフサイクルにおける排出ガス低減対策に関する経緯
  - 検討の進め方
- 第2回～第5回(平成23年11月14日、15日、16日、25日)
  - 自動車メーカーヒアリング
- 第6回(平成23年12月15日)
  - 自動車メーカーヒアリング結果取りまとめ
  - ポスト新長期規制適合車の排出ガス試験結果報告
- 第7回(平成24年1月23日)
  - オフサイクルにおける排出ガス低減対策に係る論点整理
- 第8回(平成24年2月17日)
  - オフサイクルにおける排出ガス低減対策の検討
- 第9回(平成24年3月12日)
  - オフサイクルにおける排出ガス低減のとりまとめ

※ 自動車メーカーの機密保持等の観点から、検討会は非公開で開催