

10.アイーセル車の排出ガス低減技術

●NOx・PMと燃費の関係

エンジン内の燃焼温度を上げる(完全燃焼させる)

◎燃費、PM改善

- ・燃料を効率よく燃焼させるため、燃費が向上し、未燃焼燃料が少なくなる(PMが少なくなる)。

◎NOx悪化

- ・燃焼温度が上がると空気中のOとNが反応し、NOxが生成される。

ターボチャージャー

- ・排気ガスの圧力でターピンを回し、より多くの空気をシリンダーに送る装置。
- ・これにより、小排気量エンジンでも高出力が得られる(エンジンのダウンサイジングによる軽量化、摩擦ロス低減等による燃費向上)。
- ◎ 排気ガスの圧力が小さい低回転時でも、ターボが可能となるよう小さいタービンを追加した2段式ターボチャージャーが今後導入されると思われる。

◎ターボコンバウンド

- ・排気ガスの圧力でターピンを回し、それによって得られた出力を車両の駆動に活用する。
- ・車種は限定されるものの、今後、導入される可能性はある。



◎燃料噴射の高圧化

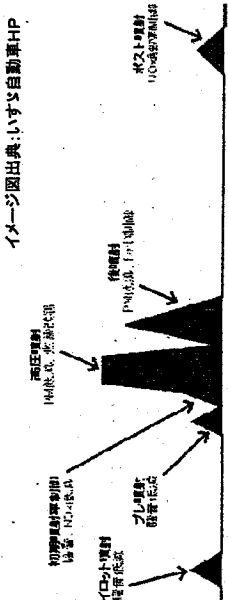
燃料を霧状に噴射するため、燃料効率の改善しPM、燃費性能向上。装置の耐久性が課題となる。

コモンレール

- ・高圧化された燃料をためておく装置。
- ・これにより、全てのシリンダーに適切なタイミングで燃料を高圧で噴射することが可能となる。

燃料噴射の多段化

燃料噴射は多段噴射となっている。最短噴射間隔は1000万分の1秒の世界になりつつある。



イメージ図出典: いすゞ自動車HP

タイミングリタード

燃料噴射のタイミングを遅くすることにより、シリンダー内圧力を下げて燃焼を緩やかにし、NOxを低減させる。しかし、出力確保のために燃料噴射量が増えるため、燃費性能が悪化する。

ODPF + (プラス)

- ・ ONOx 後処理装置
- ・ 尿素 SCR
- ・ LNT 等

DPF (Diesel Particulate Filter)

- ・ 捕集フィルターにより、排気ガス中のPM(粒子状物質)濾しとり、捕集したPMを燃料として強制的に燃焼させる。
- ・ 再生時(PMを燃焼させる)にはポスト噴射する必要がある。
- ・ 再生には連続再生式と強制再生式あり、現在は強制再生式が主流である。

OEGRクーラー

- ・ EGRガスをエンジンの冷却水を利用して、冷却する装置。
- ・ EGRガスを冷却することにより、さらに燃焼温度を下げ、NOxを低減する。
- ・ EGRクーラーを並列に配置し大容量のEGRガスを冷やす2系統EGRがある。

EGR (Exhaust Gas Recirculation)

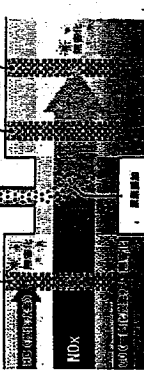
- ・ 排気ガスの一部を吸入空気と混合し燃焼させることにより、燃焼室内の酸素濃度を下げて燃焼を緩やかにし、燃焼温度を下げ、NOxを低減させる。
- ・ また、酸素が少なくなるため、燃料噴射量が少なくて済み燃費向上効果もある。
- ・ 運転条件に応じた適切な制御(EGR量等)が重要。

インタークーラー

- ・ ターボチャージャーで圧縮され高温となった吸入空気を冷却する装置。
- ・ 冷却することによってより高密度の空気をシリンダーに送ることが可能となる。

尿素SCRシステム

- ・ NOxを還元する際に燃料ではなく、尿素を噴射する。尿素を補給する必要がある。燃費への影響は少ない。出典: 三菱ふそうHP

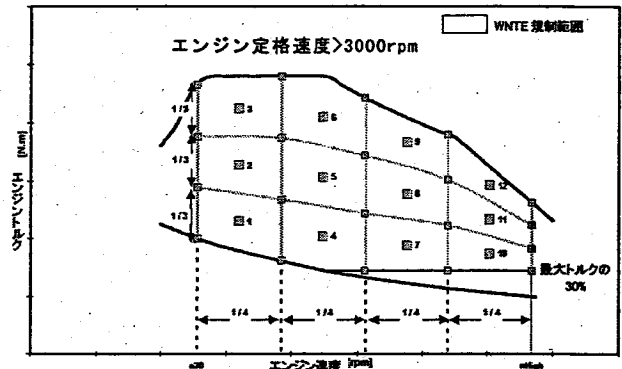
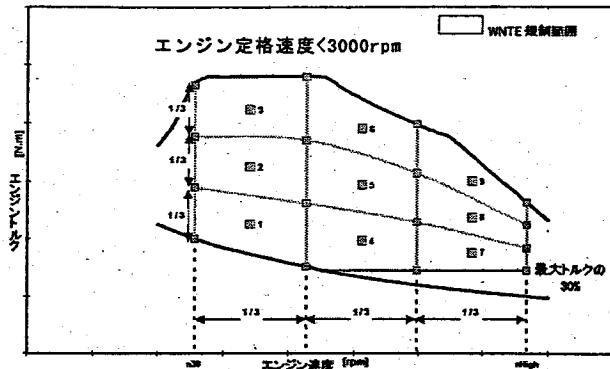


LNT (リーニン・NOx・トラップ触媒)

- ・ NOxを一時的に触媒のに吸蔵しておき、燃料中のHCを利用して還元する装置。
- ・ 尿素を補給する必要がないので、ユーザーの利便性向上。ただし、還元剤として燃料を使用するため、燃費性能に影響。

11. WWH-OCEの概要

- ① WNTE (Worldwide Harmonized Not-to-Exceed: 以下、WNTE という。) ゾーンから 3 つのグリッドセルを選択。
- ② 1 つのグリッドセル当たり 5 点の試験点を選択。

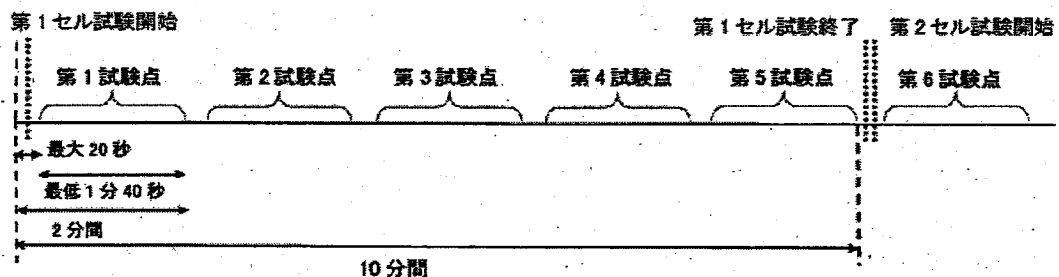


【WNTE ゾーン】

- ③ 合計 15 の試験点を以下の手順で定常試験。グリッドセルの試験順序、グリッドセル内の試験点の試験順序は無作為に決定。
1 点の定常試験は 2 分であり、その中には移行時間 (20 秒) も含まれる。

【試験手順】

事前調整終了
(WHSC モード 9)



- ④ どのグリッドセルにおいても平均排出ガス量 (PMは選択された全てのグリッドセルにおける平均排出ガス量) は、以下の式で示される「WNTE 排出ガス限度値」を超えてはならない。

WNTE 排出ガス限度値 = WHTC 排出ガス限度値 + WNTE コンポーネント

- ・ WHTC 排出ガス限度値: WHDC 世界統一基準に従って認証されたエンジンに対して適用される排出ガス限度値 (EL)
- ・ WNTE コンポーネント: 以下の式により算出。

$$\text{NOx の場合: WNTE コンポーネント} = 0.25 \times \text{EL} + 0.1$$

$$\text{HC の場合: WNTE コンポーネント} = 0.15 \times \text{EL} + 0.07$$

$$\text{CO の場合: WNTE コンポーネント} = 0.20 \times \text{EL} + 0.2$$

$$\text{PM の場合: WNTE コンポーネント} = 0.25 \times \text{EL} + 0.003$$

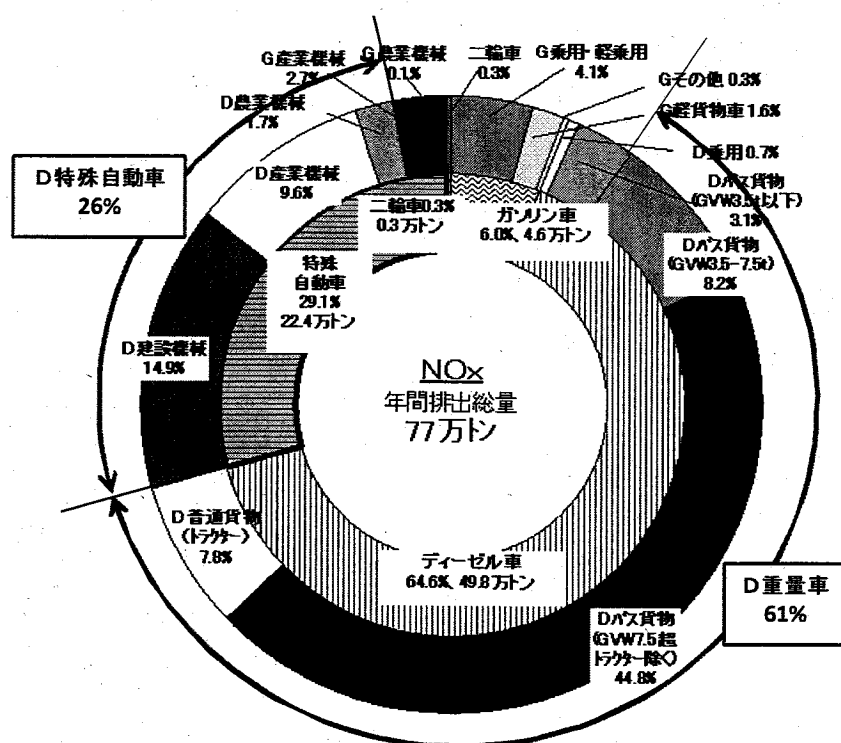
12. 2016年規制による効果予測

次期排出ガス規制による排出ガス削減効果

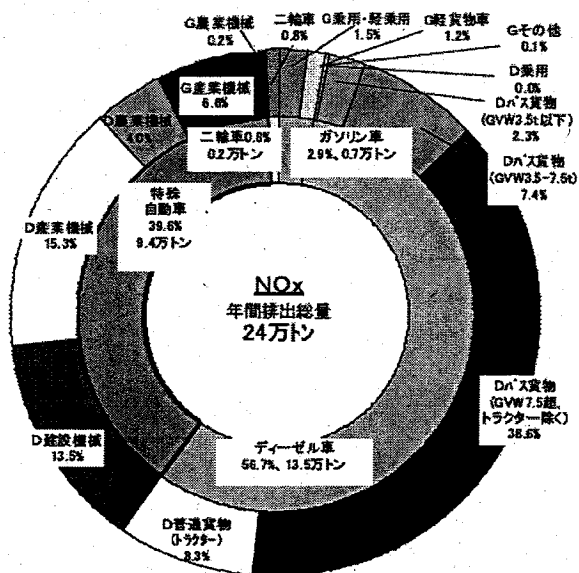
平成19年度(2007年度)	54.4万吨		
	平成32年度 (2020年度)	平成42年度 (2030年度)	平成50年度 (2038年度)
次期規制がない場合 (09年規制のみ)	14.1万吨 ▲約74%	9.4万吨 ▲83%	9.3万吨 ▲83%
次期規制を実施した場合 (規制値0.4g/kWh)	12.9万吨 ▲約9%	6.1万吨 ▲約35%	5.8万吨 ▲約38%

- ・ 次期規制が無い場合の削減率は平成19年度に対する値
- ・ 次期規制を実施した場合の削減率は、09年規制のみ実施した場合に対する値

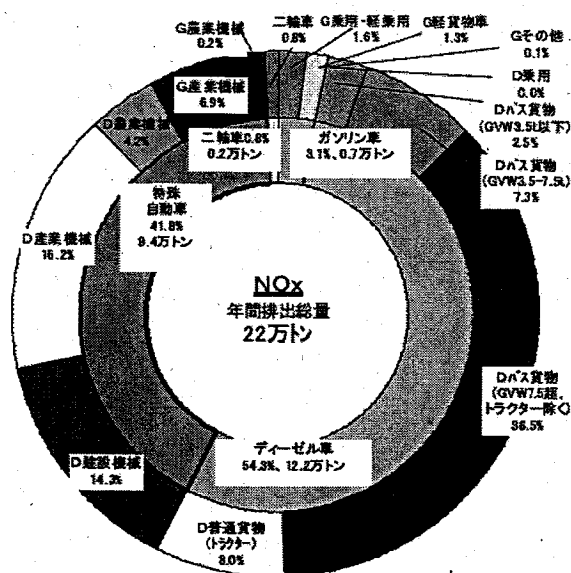
<参考>



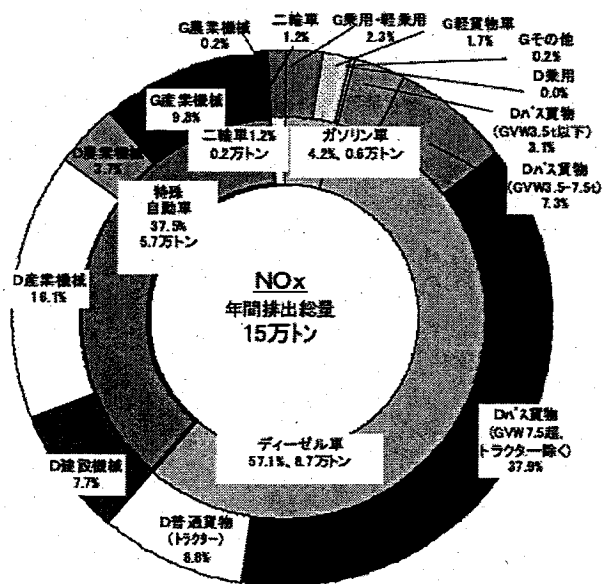
【H19年車種別NOx排出ガス寄与度】



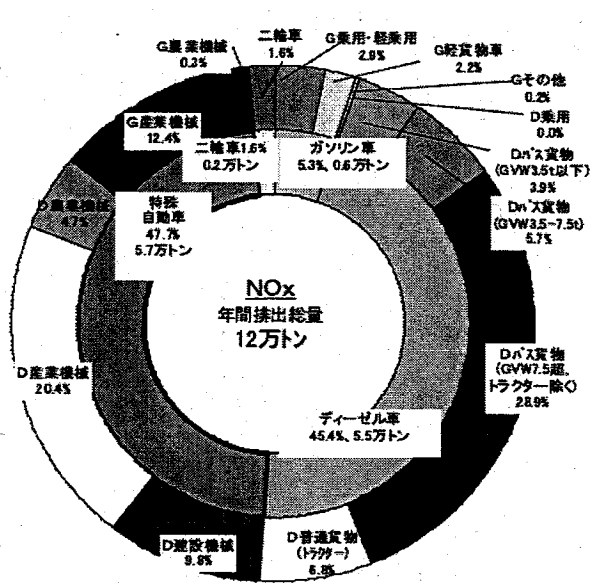
【平成32年度次期規制なし】



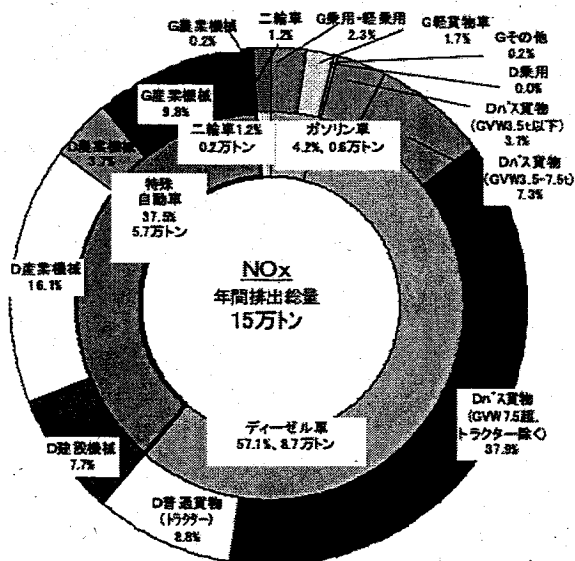
【平成32年度次期規制あり】



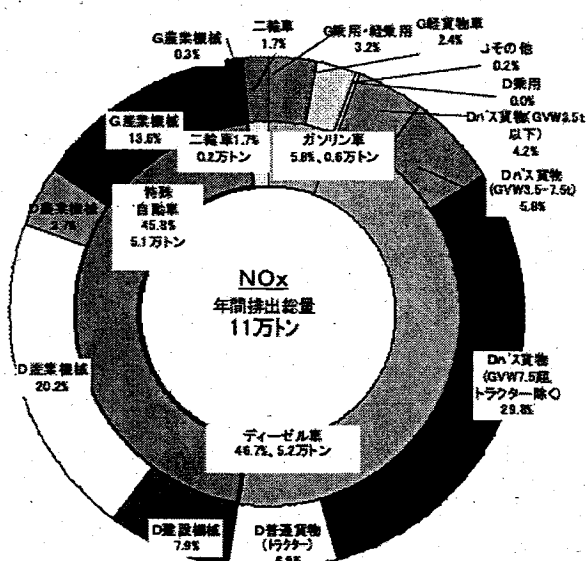
【平成42年度次期規制なし】



【平成42年度次期規制あり】



【平成50年度次期規制なし】



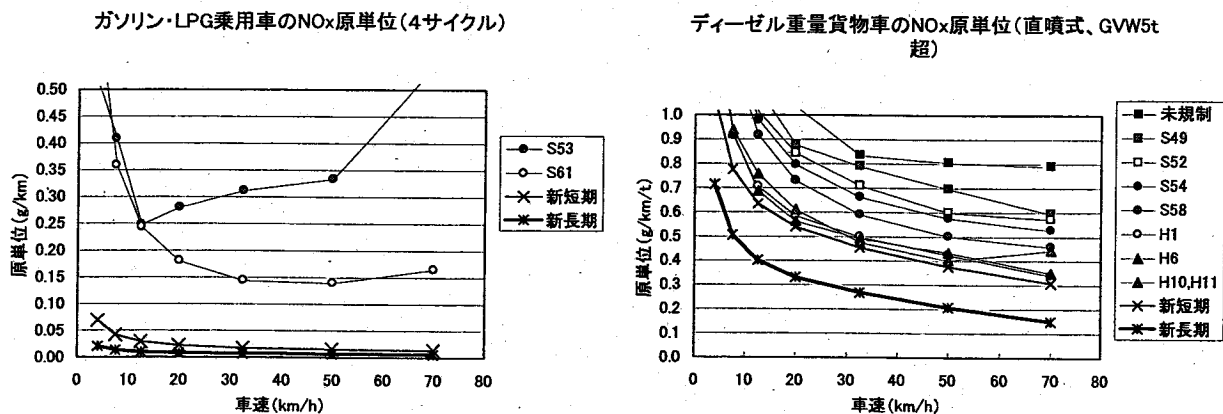
【平成50年度次期規制あり】

効果予測算定方法

(1) 排出ガス原単位の作成方法

ア 排出ガス原単位とは

排出ガス原単位は、自動車がある平均速度（ここでは、走行途中の停止時間を含む旅行速度を用いる）で走行した場合の1km走行当たりの排出ガス量であり、下図のように車速（旅行速度と同じ）と排出量の関係式で示されるものである。車種別、燃料別、車両総重量別、排出ガス規制年別及び排出物質ごとに作成している。



※上右図において重量車（車両総重量3.5t超）は車両重量の幅が大きい。このため、排出ガス原単位は等価慣性重量1tの自動車が1km走行した場合の排出ガス量「g/km/t」として示している。等価慣性重量とはシャシダイナモ試験において自動車の重量を再現するために使用されるフライホールの重量である。

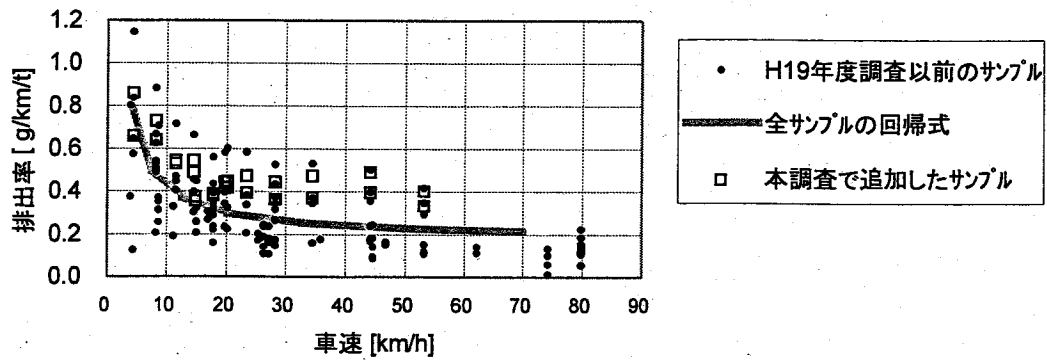
図=.1 自動車排出ガス原単位（一例）

イ 排出ガス原単位の作成方法

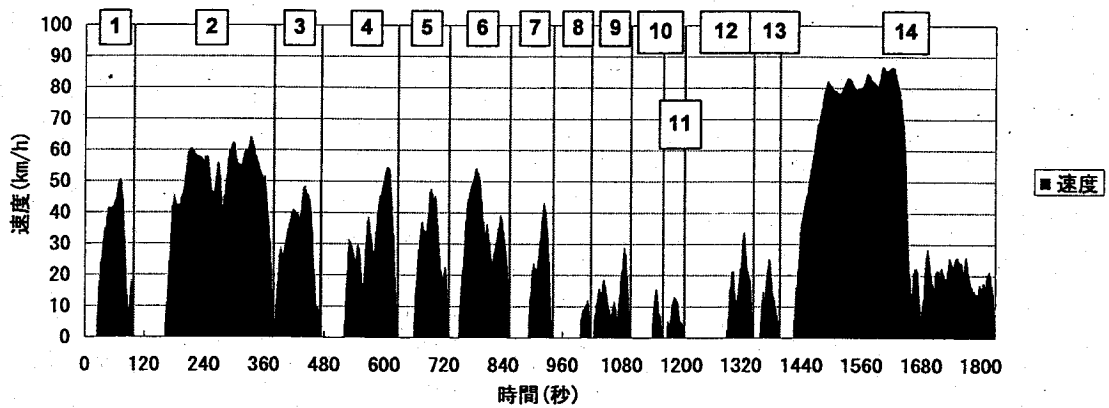
① シャシダイナモ試験による排出ガスデータの入手、グラフへのプロット

- ・ シャシダイナモ上において様々な実走行モード（実路を走行している状況を模した走り方）で走行した場合の排出ガスデータを自治体、研究機関等の協力を得て収集。
- ・ 実走行モードの走行距離、平均車速は予め分かっている。したがって、排出ガスを走行距離で割ったもの（排出ガス原単位、「g/km」）を縦軸、平均車速「km/h」を横軸としたグラフにプロットしていく。ただし、重量車（車両総重量3.5t超）は、車両重量の幅が大きく（車両総重量3.5t～概ね25t）、排出ガス原単位にバラツキが生じる。このため、排出ガス原単位は、等価慣性重量（t）と比例関係にあると仮定し、排出ガス原単位をさらに等価慣性重量（t）で割ったもの（「g/km/t」）を重量車の排出ガス原単位としている。（図=.2）
- ・ なお、大型車の新長期規制から適用されているJE05モードでのシャシダイナモ試験データを活用する場合は、このモードを分割・集約していくつかの排出ガス原単位データを作成した。（図=.3）

ディーゼル重量貨物車のNO_x原単位データ(GVW5t超、新長期規制)



図=.2 NO_x原単位データ散布図 (一例)



図=.3 JE05モード^{*}の速度変化 (四角内番号が分割・集約するトリップ単位)

②排出ガス原単位の回帰

①でプロットしたサンプルを関数式に回帰した。関数式は、当てはまり程度が良く (決定係数が高く) かつ車速と排出率が合理的な関係を表しているもの (マイナス値にならないものなど) として下記2式のうちのいずれかを採用した。

関数式(1) ; 原単位 = $a + b/V + c \cdot V + d \cdot V^2$

関数式(2) ; 原単位 = $a + b/V$

ここで、 a 、 b 、 c 、 d は回帰係数、 V は車速 (km/h)

ウ 排出ガス原単位の作成状況

排出ガス原単位については、最新規制適合車の排出ガスデータなど新たなデータを入手し更新しているところである。また、関数化するのに十分なデータを得られていない場合は、一定の推測に基づいて排出ガス原単位を作成しているところである。その作成状況は表=.1のとおりである。

表= 1 排出ガス原単位の作成状況

自動車排出ガス規制年				S48	49	50	51	52	53	54	56	57	58	61	63	H元	2	4
燃料種類	車種	重量区分	エンジン															
ガソリン LPG	軽乗用車		4サイクル	○		↓	↓		○					↓				
	乗用車		4サイクル	○		○	○		○					○				
	軽貨物車		4サイクル	○		○				○		○					○	
	トラック・バス	軽量車	4サイクル	○		○				○	○				○			
		中量車	4サイクル	○		○				○	○					○		
		重量車	4サイクル	○				○		○		○				○		○
ディーゼル	乗用車	小型車	4サイクル		○			○		○		○		○			○	
		中型車	4サイクル		○			○		○		○		○				○
	トラック・バス	軽量車	副室式		○			○		○		○			○			
		中量車	副室式		○			○		○		○			○			
			直噴式		↑			↑		↑		↑	○		○			
		重量車	副室式		○			○		○		○				○		
		(5t以下)	直噴式		○			○		○			○		○			
		重量車	直噴式		○			○		○			○			○		
		(5t超)																

				自動車排出ガス規制年						新短期規制					新長期規制	
燃料種類	車種	重量区分	エンジン	5	6	7	9	10	12	13	14	15	17	19		
ガソリン LPG	軽乗用車		4サイクル						↓				◎			
	乗用車		4サイクル						◎				◎			
	軽貨物車		4サイクル					○			←			←		
	トラック・バス	軽量車	4サイクル					○	◎				←			
		中量車	4サイクル		○			○			◎		◎			
		重量車	4サイクル			○		○			←		←			
ディーゼル	乗用車	小型車	4サイクル				←				←		←			
		中型車	4サイクル					○			←		←			
	トラック・バス	軽量車	副室式	○			○				◎		←			
		中量車	副室式	○			○						←	←		
			直噴式	○			○						←	←		
		重量車 (5t以下)	副室式		○		○						◎	◎		
			直噴式		○		○						◎	◎		
			重量車 (5t超)	直噴式		○			○					◎	◎	

注1) 表中記号の意味。

空欄は該当する規制がなし。

◎＝本調査でC/D試験データを用いて見直した原単位。

○＝平成16年度以前の自動車排出ガス原単位調査においてC/D試験データを用いて作成された原単位。

矢印(↓、←、↑)＝矢印方向隣の原単位に排出ガス規制値での比率を乗じて算定した原単位。な

お、原単位作成方法が不明だが、確定値として使用されている場合は○印とした。

注2) ディーゼル車の平成5年、6年、7年規制が短期規制。9年、10年規制が長期規制。

(2) 排出ガス原単位から排出ガス総量を算出する方法

ア 排出ガス原単位から排出ガス規制区分別構成率等を踏まえた排出係数へ

車種ごとの排出ガス原単位 (g/kmあるいはg/km/t) に走行量 (台km) をかければ排出ガス量 (g) を算出することができる。ただし、(1)、アに示したように排出ガス原単位は、適合排出ガス規制ごと (燃料別、車両総重量別、排出ガス規制年別) に分かれており、さらに重量車の場合は排出ガス原単位が「g/km/t」ベースとなっている。このため、市場に存在する自動車の「排出ガス規制区分別構成率」及び市場に存在する「重量車の平均等価慣性重量」のデータを用いて排出係数を算出する。

①排出ガス原単位 [(1), ア参照]

[車種別、燃料別、車両総重量別、排出ガス規制年別]

②排出ガス規制区分別構成率

・平成19年度末現在の自動車保有台数 ((財)自動車検査登録情報協会より入手) は以下のとおり排出ガス規制区分別台数でまとまっており、これから車種別の排出ガス規制区分別構成率を算定した。

表=.2 平成19年度末現在における自動車保有台数情報

車種	車両総重量	都道府県	燃料	初度登録年	排出ガス規制
乗用車	100kg刻み	北海道	ガソリン	昭和50年	昭和48年度
バス		～	軽油	～	～
小型貨物		沖縄	LPG	平成19年	平成19年
普通貨物			その他		
特種					

・平成20年度以降の将来の排出ガス規制区分別構成率については、将来新規に登録される台数は19年度と同数と仮定し、これに車齢別残存率 (図=.5) を乗じて補正した後、構成率を算出した。

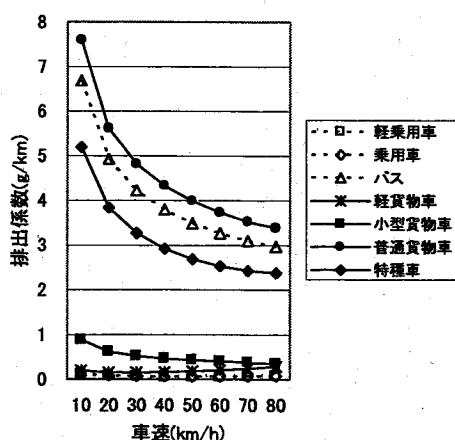
・このようにして算出した「排出ガス規制区分別構成率」ではあるが、登録ベースの構成率と実際の道路における構成率は異なるため走行係数 (図=.6) を乗じて補正を加えている。

[軽量・中量車の場合]

[重量車の場合]

④ 8車種区分別排出係数

[平成17年度～50年度、都道府県別]



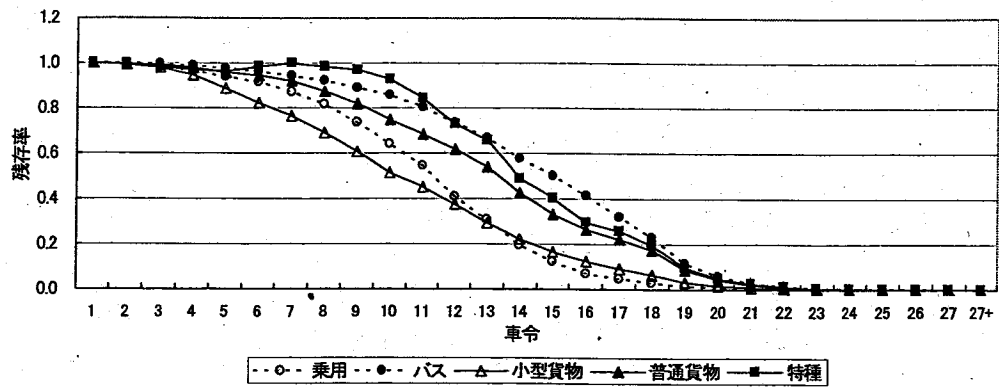
図=.4 NOx排出係数 (平成19年度、一例)

注) 8車種区分別、燃料別にあり。

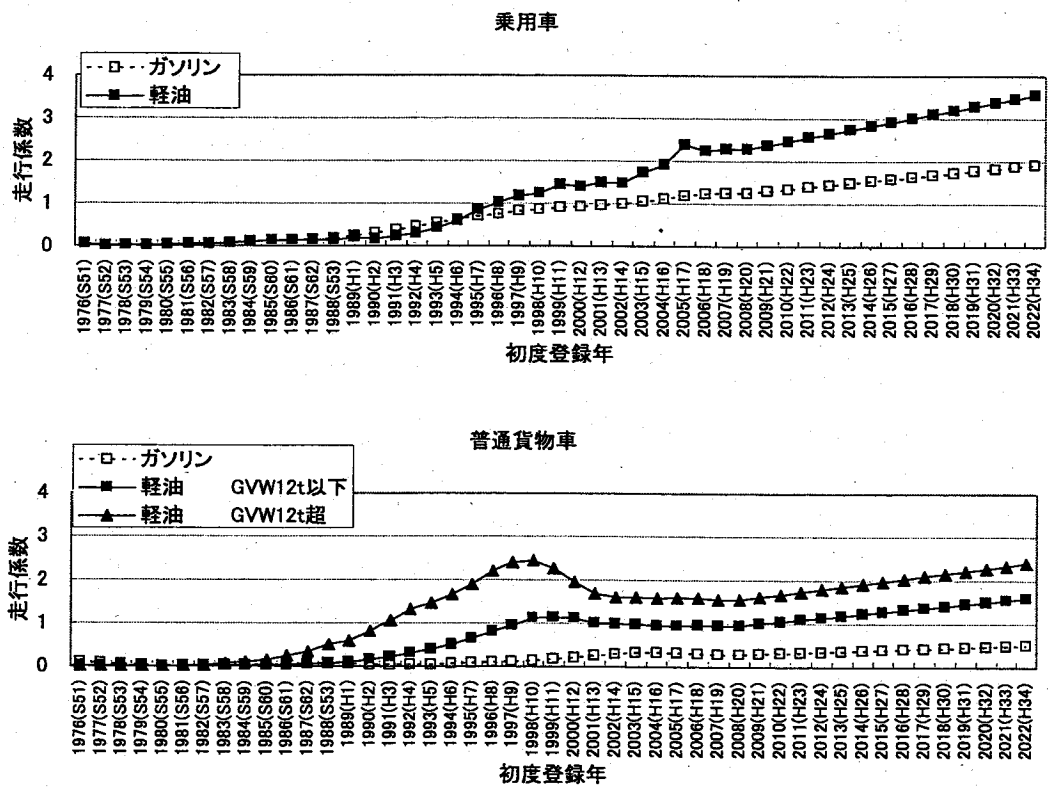
③重量車の平均等価慣性重量

・ある車両総重量のトラック・バスが市場で走っているときの等価慣性重量を設定する。

・車両総重量別台数 (自動車保有台数情報)、車両総重量と車両重量及び最大積載量の関係 (自動車ガイドブックより) 及び積載率 (自動車輸送統計年報より) から重量車の等価慣性重量を設定。



図= 5 車 齡 別 残 存 率



図= 6 初 度 登 録 年 走 行 係 数 (一 例)

イ 排出係数から市場における自動車の平均車速を踏まえた排出ガス総量へ

アで8車種区分別の排出係数（算定式）を策定した。排出ガス総量は、幹線道路と細街路別に、道路区間別（細街路は一律）、時間別の車速に対応する排出係数に走行量に乗じて算出した。

①自動車走行量（台km）

表= 3 自動車走行量の内訳

車種	都道府県	走行量区分	燃料	時間帯	対象年度
①軽乗用車	1)北海道	・幹線道路：交通量調査区間別 ^{注1)}	ガソリン、軽油 ^{注3)} 、合計	0～1時	平成17年度
②乗用車	～			～	～ ^{注4)}
③バス	47)沖縄	・細街路：都道府県別 ^{注2)}		23～24時	50年度
④軽貨物車					
⑤小型貨物車					
⑥貨客車					
⑦普通貨物車					
⑧特種車					

注1) 幹線道路走行量は平成17年度道路交通センサスの道路区間別交通量（台）に区間長（km）を乗じて算定。なお、17年度センサスは乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車の4車種区分となっているため、9年度センサスの8車種での交通量（台）の構成率（%）を活用して4車種を8車種に分割している。

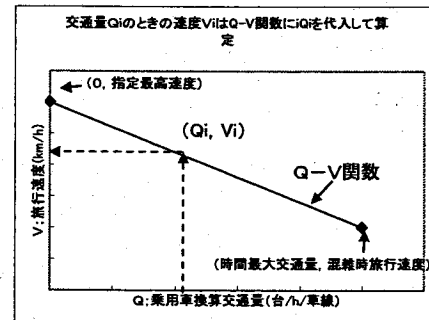
注2) 細街路走行量は、全道路合計走行量（自動車輸送統計年報より設定）から幹線道路走行量を差し引いた分としている。なお、都道府県別細街路走行量は、地域別の細街路走行量を、地域内の都道府県別幹線道路走行量割合で按分して算定している。

注3) 燃料別走行量は、全燃料合計走行量を、排出係数を作成する際に算定した燃料別構成率（都道府県別、車種別）で按分している。

注4) 将来年度走行量は、平成17年度走行量に車種別の走行量の伸び率を乗じて算定している。

（幹線道路の場合）

②Q-V（交通量対速度）関数



※平成17年度センサス・混雑時旅行速度調査の交通量、旅行速度、指定最高速度より作成。

【③細街路の旅行速度】

一律20km/h

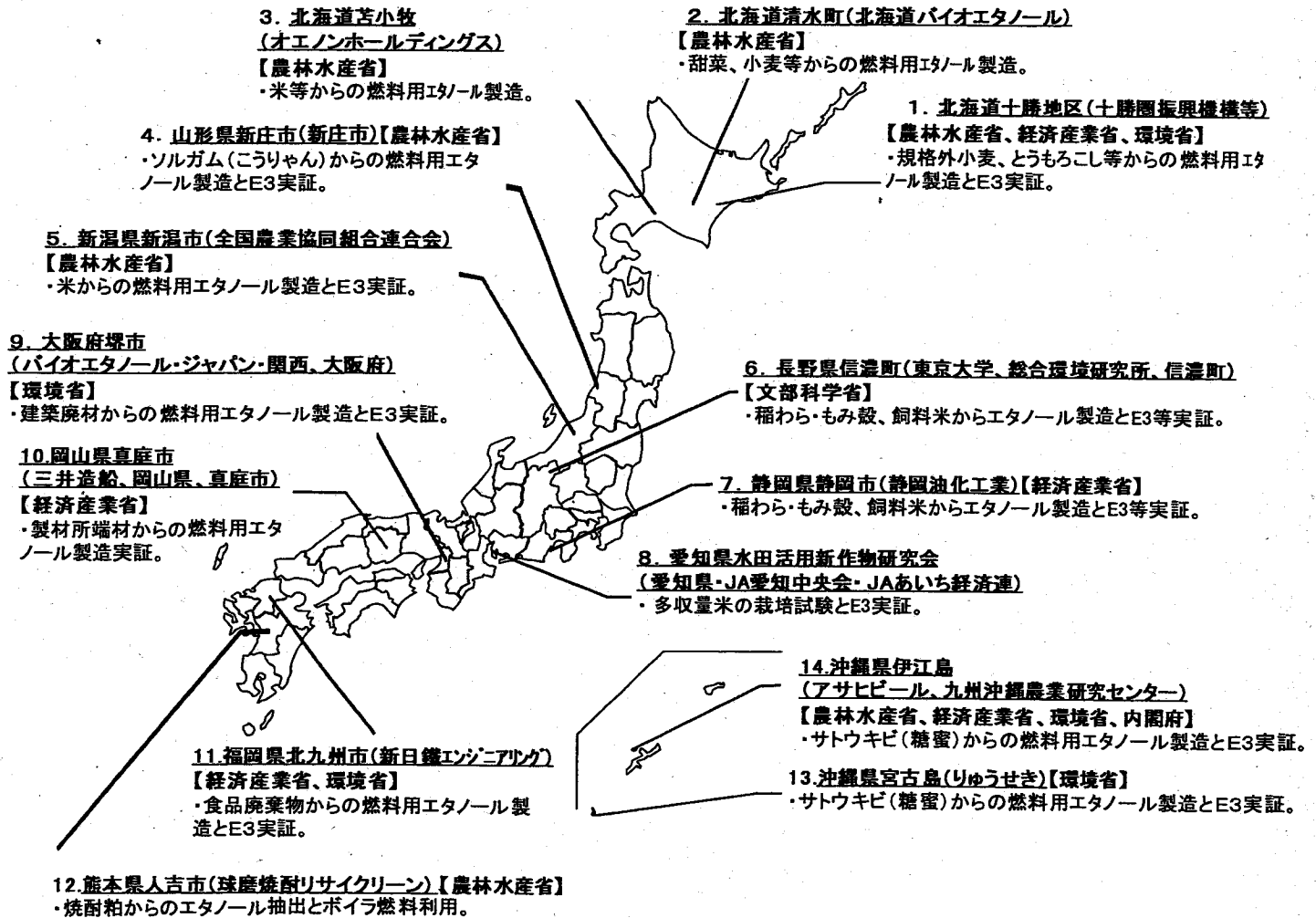
【③幹線道路区間別、時間別旅行速度】

④8車種区分別排出係数算出式
〔(2)、ア、④参照〕

⑥自動車排出量（g）＝①×⑤
〔道路区間別、時間別、車種別、燃料別〕

⑤8車種区分別排出係数
〔道路区間別、時間別、燃料別〕

13. バイオエタノールに関する取組状況



14. ガソリン規格

- ・ ガソリンへのエタノール混合上限は3% (E3) までとなっている。つまり、E3はガソリンであるという整理。
- ・ なお、品確法における強制規格ではないものの蒸気圧（蒸発しやすさ）については、中環審答申を受けて、品確法の標準規格（＝JIS規格）として規定されている。
- ・ 標準規格に適合するものは、ガソリンスタンドにその旨を表示（SQマーク）できることになっており、実質的な規制となっている。

項目	大防法	品確法(強制規格)	道路運送車両法	目的
鉛	検出されない	←	←	大気汚染防止
硫黄分	0.001 質量%(10ppm)以下	←	←	大気汚染防止
ベンゼン	1体積%以下	←	←	健康被害
MTBE	7体積%以下	←	←	大気汚染防止
メタノール	←	検出されない	←	エンジントラブル等防止
エタノール	←	3体積%以下	←	エンジントラブル等防止
酸素分	1.3 質量%以下	←	←	大気汚染防止
灯油	←	4体積%以下	←	エンジントラブル等防止
実在ガム	←	5mg/100ml 以下	←	エンジントラブル等防止
色	←	オレンジ色	←	灯油との誤使用防止

【標準規格（蒸気圧のみ抜粋）】

- ・ 44kPa～78kPa（夏季用は65kPa、冬季用93kPa）



○揮発油等の品質の確保等に関する法律 ～抜粋～ (標準揮発油の表示)

第十七条の六 揮発油販売業者は、標準的な品質の自動車の燃料用の揮発油の基準として経済産業省令で定めるもの（以下「標準揮発油の基準」という。）に適合することを確認した揮発油を販売するときは、経済産業省令で定めるところにより、当該揮発油を販売する施設又は設備に、当該揮発油が標準揮発油の基準に適合することを示す表示を掲示することができる。

○揮発油等の品質の確保等に関する法律施行規則 ～抜粋～ (標準揮発油の基準)

第二十条 法第十七条の六第一項の標準揮発油の基準として経済産業省令で定めるものは、次の各号に掲げるとおりとする。

- 一 日本工業規格K二二〇二号（自動車ガソリン）の表一で定める一号に適合する揮発油（以下「標準揮発油一号」という。）であること。
- 二 日本工業規格K二二〇二号（自動車ガソリン）の表一で定める二号に適合する揮発油（以下「標準揮発油二号」という。）であること。

15. 欧米におけるE10に関する規格

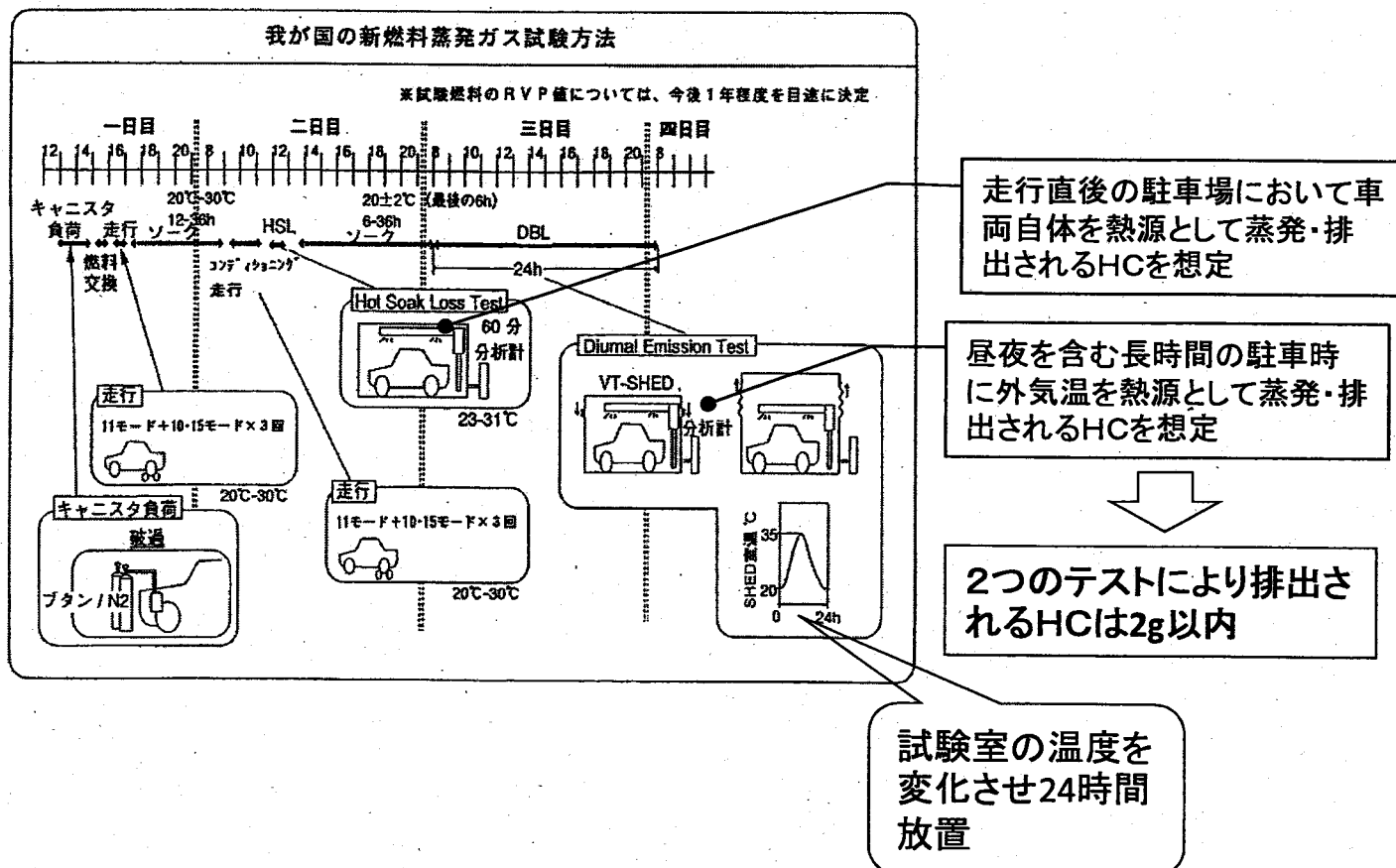
○米欧におけるE10燃料に関する規格

		米国	欧州	日本
市場販売ガソリン規格	エタノール上限	10vol%	10vol% (2013年までは5vol%の供給も義務づけ、必要があればその期間を延長することも可能)	3vol%
	蒸気圧上限	通常: 62kPa 夏期: 48kPa~62kPa (地域によって異なる)	夏期: 60kPa	通常: 78 kPa 夏期: 65kPa
	バイオエタノール混合燃料の蒸気圧緩和措置	上記標準値 + 6.9kPa	エタノール混合率に応じた緩和 (表1参照)	なし
燃料蒸発ガス(エバポ)規制	試験燃料の蒸気圧上限	蒸気圧63.4kPa (すなわちE0レベル)	蒸気圧60kPa (すなわちE0レベル)	蒸気圧60kPa (すなわちE0レベル)
	エバポ基準	0.95g/test	2.0 g/test	2.0 g/test
給油時の燃料蒸発ガス対策	自動車側	ORVR	なし	なし
	給油所側	Stage I及びStage II	Stage I及びStage II (一定規模のガソリンスタンド)	

表1: 欧州の混合率に応じた蒸気圧の緩和措置

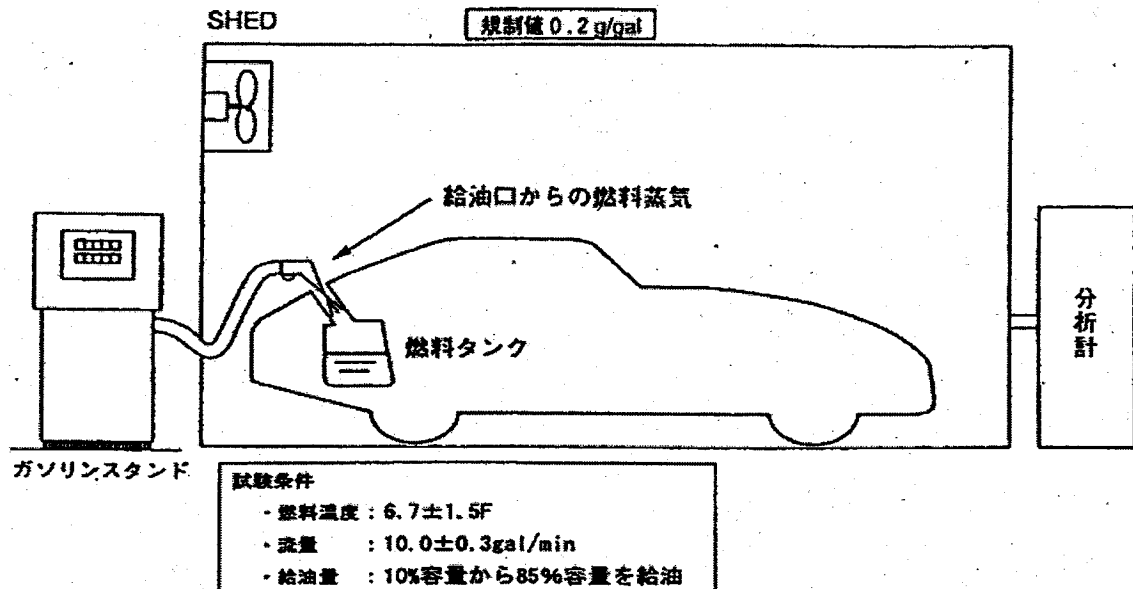
Bioethanol content (% v/v)	Vapour pressure waiver permitted (kPa)
0	0
1	3.65
2	5.95
3	7.2
4	7.8
5	8
6	8
7	7.94
8	7.88
9	7.82
10	7.76

○燃料蒸発ガス(エバポ)規制とは

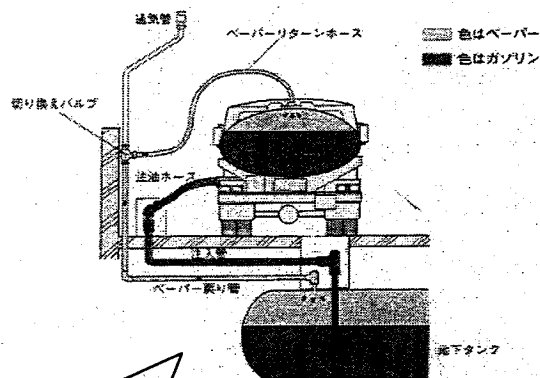


車両での給油エミッション規制 (ORVR)

On-board Refueling Vapor Recovery

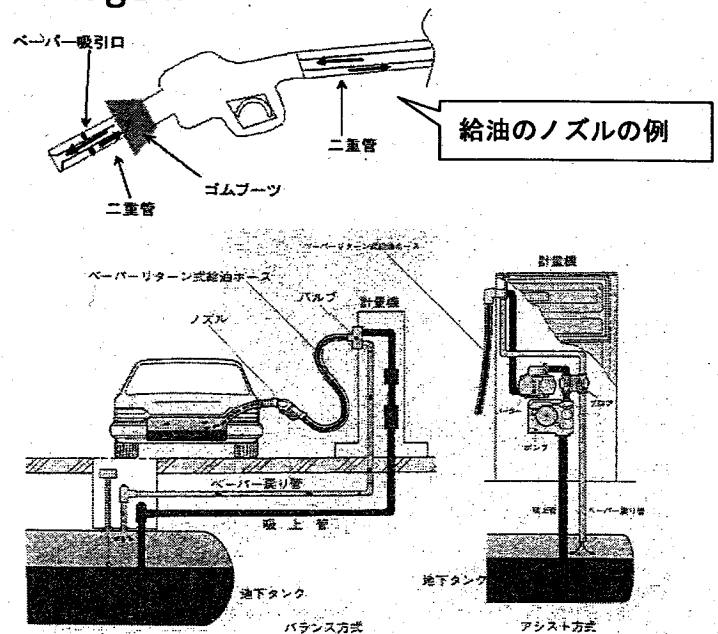


Stage I、Stage II とは Stage I



タンクローリから給油所地下タンクへのガソリン荷卸時に地下タンクから排出するガソリンベーパーをタンクローリに回収する。

Stage II



給油の際に自動車燃料タンク内に発生する圧力と、燃料の減りによって給油所地下タンクに生じる圧力の差を利用してガソリンベーパーを地下タンクに戻す方法。

吸引機を利用して強制的にガソリンベーパーを給油所地下タンクに戻す方法

出典: 新日鐵テクノリサーチ部