

二輪自動車等排出ガス低減対策 について

第48回自動車排出ガス専門委員会での決定事項

- 平成18年・19年規制レベルの排出ガス低減対策として、電子制御燃料噴射装置等が第一種原動機付自転車にも導入されており、その性能を適確に評価するために過渡サイクルを導入する。
- 国内での二輪車販売台数の縮小・二輪車市場のグローバル化の傾向にある中で、WMTC策定にあたって我が国の走行実態も考慮していることを鑑み、試験サイクルとしてWMTCを導入する。
- 二輪車のテールパイプ排出ガス次期許容限度目標値について議論を行う。
- 平成18・19年規制適合車はWMTCベースでの国交省が定めたWMTCベースの等価規制値について、次期規制値の適用開始まで適用する。
- 二輪車についても燃料蒸発ガス対策を導入することとし、規制値及び適用時期について議論を行う。
- OBD IIについては、既に導入されているものもあり、技術的な見通しが立っていることから、導入することとし、適用時期について議論を行う。
- 第10次答申で定められたE10燃料規格に対応したE10対応ガソリン二輪車の排出ガス低減対策を検討する。

テールパイプ排出ガス次期許容限度目標値に係る検討

① 二輪車に採用されている排出ガス低減技術

□ 現在の排出ガス低減技術

- 基本は「電子制御燃料噴射(FI)＋三元触媒＋O₂センサー」による理論空燃比フィードバック制御



自工会各社ヒア資料より引用


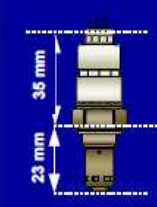

□ 現在の排出ガス低減技術における課題

- 四輪車と異なり、サイズの制限を受けるとともに、バンク角や排熱による他部品への影響等によるレイアウト上の制約や振動強度に対する制約がある。
- エンジンの大きさの制約から、四輪車に比べて小排気量のエンジンを高回転域領域まで使用することにより出力を確保している。
- カーブ走行時から直進する際に駆動力によりバンクを立て直すこと等から、四輪車に比べ高いスロットルレスポンスが求められる。
- 四輪車に比べ車体価格が安価であり、排出ガス低減技術に係る費用が制限されるため、利用できる対策技術が限定される。

○ 各部品の小型化・低コスト化

- 二輪車の排出ガス対策は四輪車同様に「FI+三元触媒+O2センサー」によるフィードバック制御が中心であるが、サイズの制限等から部品の小型・軽量化が求められる。
- また、低コスト化を図るため、システムの簡素化・部品の共通化も求められる。

二輪車用小型O2センサと四輪車用O2センサの比較

	二輪車用 ヒータレスO2センサ	二輪車用 積層ヒータ付O2センサ	四輪車用O2センサ
外観及び寸法			
体積(四輪車用比)	▲34%	▲46%	-
質量(四輪車用比)	▲45%	▲49%	-
センシング部投影面(四輪車用比)	▲78%	▲33%	-

自工会各社ヒア資料より引用

二輪車用と四輪車用のECUの比較



自工会各社ヒア資料より引用

	共通化率	共通化部品の代表例
四輪車との共通化部品	5~15%	吸気圧力センサ、スロットルポジションセンサ
二輪車間での共通化部品	30~80%	燃料ポンプ、O2センサ、インジェクター、水温・機温センサー

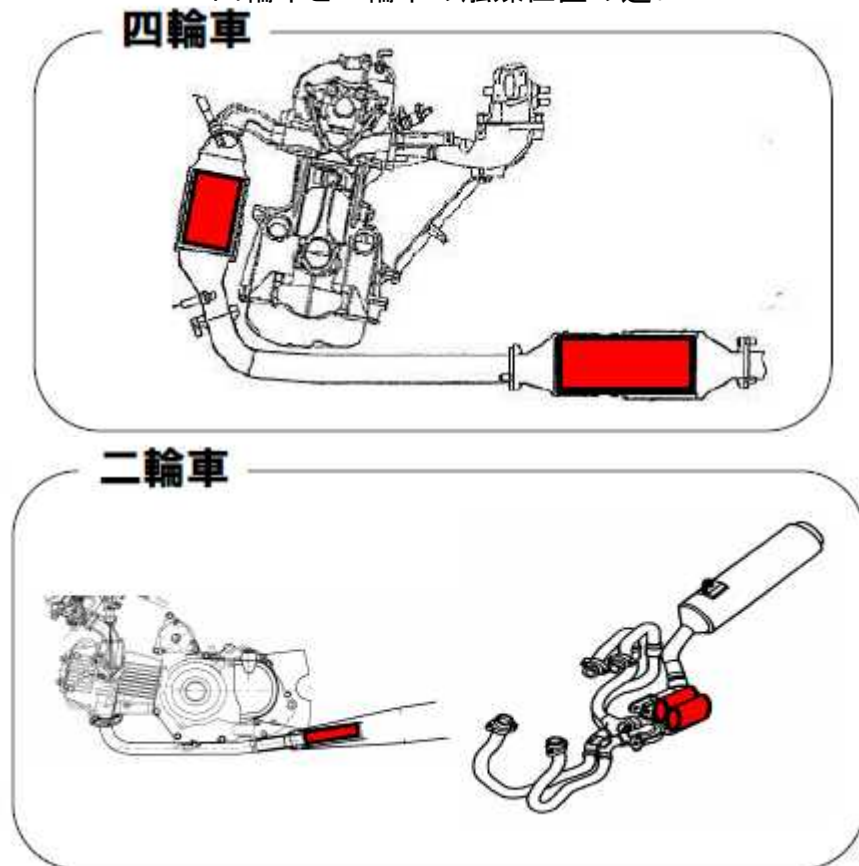
排出ガス低減システムに係る二輪車・四輪車の共通化率(コストベース)

※各社メーカーヒアに基づき作成

○ 触媒

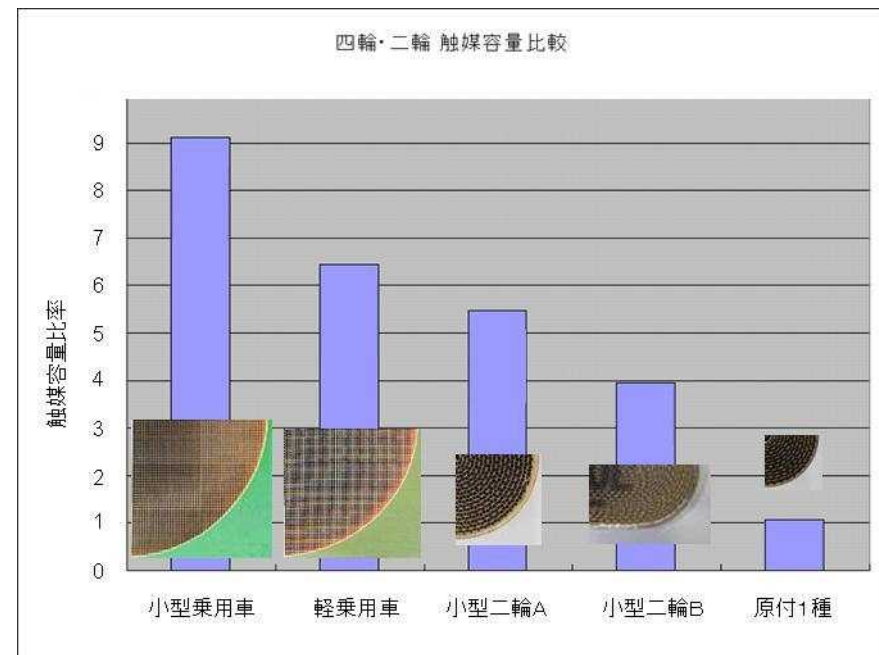
- 冷機始動時に触媒はエンジンに近いほど早期に活性化するため、四輪車ではエンジン直下に配置される一方、二輪車では前輪との干渉、バンク角や周辺部品への熱害等の問題から、エンジン下に配置される。特に、オフロードタイプ等の単気筒車の一部では、その特性から、触媒はマフラーに配置され、冷機始動時の活性化に時間を要する。
- また、四輪車ではセラミック担体が採用されているが、二輪車では振動への対策強化が必要な一方、担体保持マット分のスペース確保が困難なこと等から、セラミックに比べセル密度が低いメタル担体が採用されている。

四輪車と二輪車の触媒位置の違い



自工会各社ヒア資料より引用

四輪車と二輪車の触媒セル数の違い

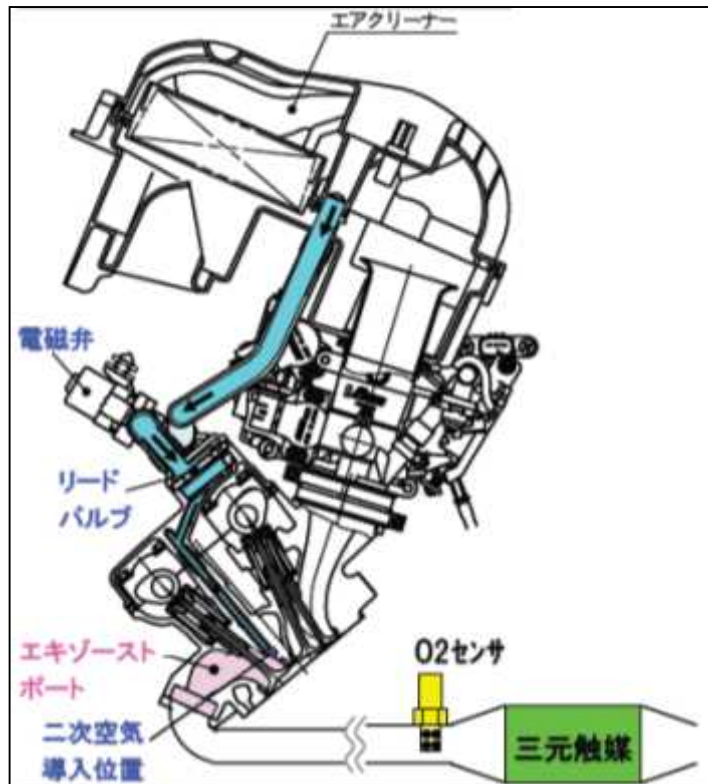


自工会各社ヒア資料より引用

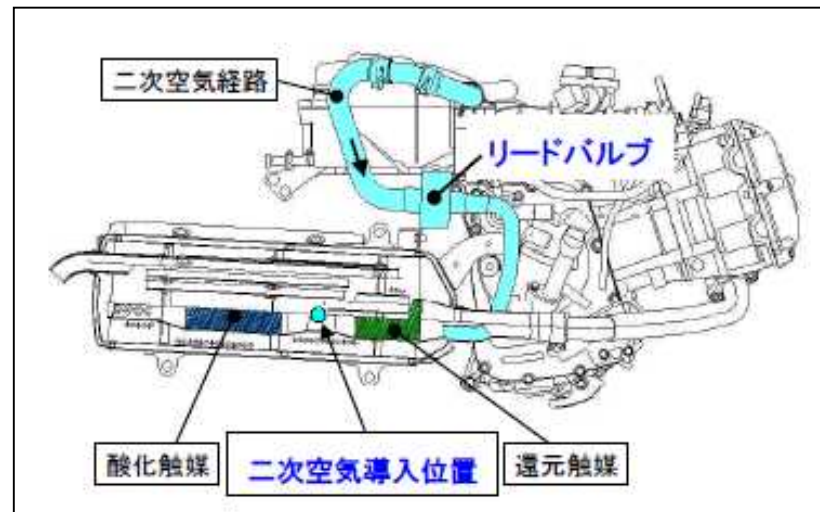
○ 二次空気システム

- 低回転・低負荷(アイドリング含む)においては理論空燃比での運転が適していないため、二次空気システムを使用(この場合、O₂センサーによるフィードバック制御は停止)
- また、一部の小型車、スクーターには、2触媒＋二次空気システムを採用(このシステムを採用する車両ではO₂センサ不採用であり、フィードバック制御は行わない)

1触媒システム二次空気構成図



2触媒システム二次空気構成図



自工会各社ヒア資料より引用

□ 次期排出ガス規制の許容限度目標値に対する考え方

- メーカーによる開発期間を考慮すれば、中期的(EURO5と同時期)な目標値を示すことが現実的である。
- 中期的(5年後)の対応としては、以下の技術を見込む。
 - 燃料噴射制御の最適化(例:フィードバック制御領域の拡大によりA/Fがリッチな領域の抑制)
 - 可変動弁機構の採用(例:高回転域まで使用するような大型スポーツバイクでの採用)
 - 触媒の大型化、大容量化
 - 触媒の早期活性化(例:点火遅角による排気温度上昇と排気流量増加)
 - 触媒の高効率化(例:排気管形状改良による触媒内のガス流れ均一化)
- 小型二輪車について、EURO 5のClass 3規制値は、技術開発と商品性確保の観点から実現可能な中で最も挑戦的なレベルである。特に輸出入が多い小型二輪車については許容限度目標値に対しても、EURO 5との調和を考慮する。
- 他方、原付1種は国内向け開発車両であり、原付2種・軽二輪もEUへの輸出がほとんど無いことから、メーカーの技術開発と商品性確保の観点から適当なレベルを設定する。ただし、国内の二輪車産業の縮小等から二輪車メーカーは世界戦略車を開発している状況であり、将来的には、我が国の排出ガス低減対策について国際基準調和を図ることが望ましい。
- 次期排出ガス規制に係るコスト増は、メーカーヒアリングに基づき以下のとおり予想される。
 - 原付1種:1,000~数千円
 - 原付2種・軽二輪:数千円~1万円
 - 小型二輪:1万円~数万円(車種による)
- なお、現行の許容限度目標値は、原付1種・2種と軽二輪・小型二輪でカテゴリー区分しているが、EURO3~6では、Class 1・2とClass 3でカテゴリー区分している。WMTCのClassに応じて走行するパートが変わることから、次期排出ガス規制ではWMTCのClassベースでカテゴリー区分すべきである。

【審議事項1】 次期排出ガス低減対策については、メーカーの開発期間を確保するために適用時期を2016年末までとする。また、WMTCでは、Classに応じて走行するパートが変わることから、次期排出ガス規制ではWMTCのClassベースでカテゴリー区分する。メーカーヒアリング等を元に二輪車の排出ガス低減技術の進展を見込み、許容限度目標値を以下の表のとおりとする。

単位 [g/km]

車両カテゴリー	Class 1 (原付1種・2種相当)			Class 2 (軽二輪相当)			Class 3 (軽二輪(一部)・小型二輪相当)		
	THC	CO	NOx	THC	CO	NOx	THC	CO	NOx
許容限度目標値	0.30	1.14	0.07	0.20	1.14	0.07	0.17	1.14	0.09
現行等価規制値	0.45	2.2	0.16	0.27	2.62	0.21	0.27	2.62	0.21
削減率	33.3%	48.2%	56.3%	25.9%	56.5%	66.7%	37.0%	56.5%	57.1%
(参考)EURO5案	0.38	1.14	0.07	0.38	1.14	0.07	0.17	1.14	0.09

また、国内の二輪車産業の縮小等から二輪車メーカーは世界戦略車を開発している状況である。このため、我が国の次期排出ガス低減対策の見直しに当たっては、欧州において2020年に開始されるEURO6を考慮し、UN-ECE/WP29において策定される国際基準への調和を図るものとする。

◆ テールパイプの排出総量削減推計(平成32年度)

単位 [t/年]

物質	規制	クラス1	クラス2	クラス3	合計
THC	平成22年	5423	1801	931	8155
	次期規制なし	947 ▲82.5%	245 ▲86.4%	202 ▲78.3%	1394 ▲82.9%
	次期規制あり	724 ▲23.5%	216 ▲11.8%	170 ▲15.8%	1110 ▲20.4%
CO	平成22年	33318	15999	12721	62039
	次期規制なし	11561 ▲65.3%	6839 ▲57.2%	3107 ▲75.6%	21506 ▲65.3%
	次期規制あり	7245 ▲37.3%	5083 ▲25.7%	2362 ▲24.0%	14690 ▲31.7%
NO _x	平成22年	961	393	436	1790
	次期規制なし	606 ▲36.9%	201 ▲48.8%	240 ▲44.9%	1047 ▲41.5%
	次期規制あり	355 ▲41.4%	142 ▲29.3%	171 ▲28.8%	669 ▲36.1%

注:「次期規制あり」での削減率は、「次期規制なし」に対する削減率を示す。

燃料蒸発ガス対策

□ 試験法

- 現在、確立されている試験法はカリフォルニア州試験方法のみであり、EURO5から欧州においても当該試験法を用いて測定するとされている。
- ダイアーナルテスト、ホットソークロステストの結果により判定される。

【測定手順】

1. プレコンディショニング

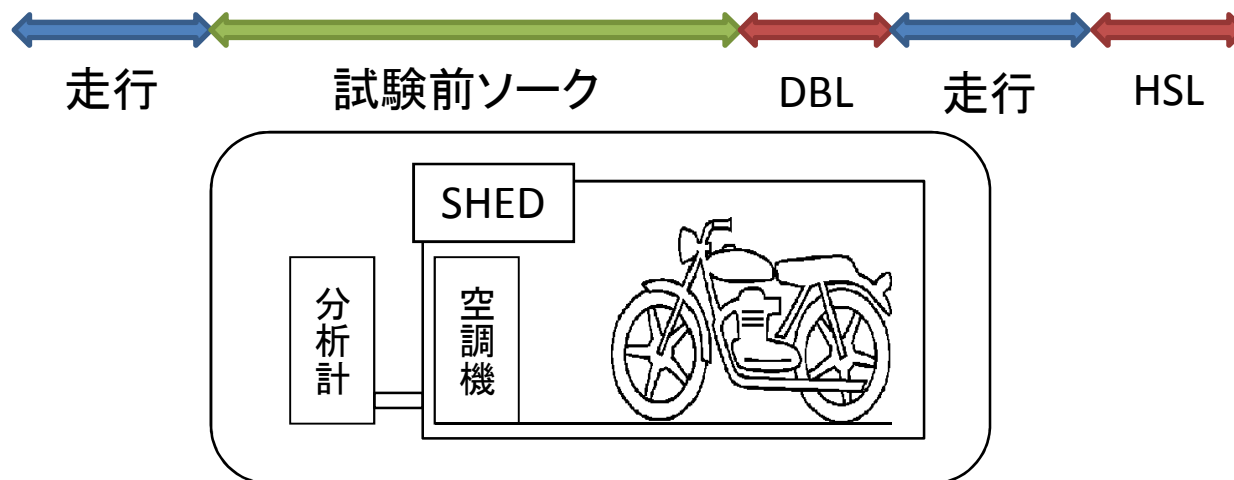
シャシダイナモメータによる走行を行い、ソーク

2. ダイアーナルテスト(DBL)

シエド室にて燃料タンクを加熱し、シエド内のHC濃度変化によりエバポ重量を測定

3. ホットソークロステスト(HSL)

モード走行した車両をシエド内に配置し、エバポ重量を測定



◆加州試験法導入の検討課題

・DBLテストが乗用車エバポ試験法では24時間に対し、加州試験法は1時間。

「平成21年度PRTR届出外排出量の推計方法等の概要 13. 二輪車に係る排出量」(環境省公開データ・経済産業省製造産業局化学物質管理課、環境省環境保健部環境安全課発行)に示されている算出式によると時間の要素は含まれていない。

(タンク空隙容積あたりのTHC 排出係数; g/gal.)

$$= 0.00817 \times \text{EXP}(0.2357 \times \text{Rvp}) \times \{ \text{EXP}(0.0409 \times \text{T2}) - \text{EXP}(0.0409 \times \text{T1}) \}$$

Rvp: ガソリンのリード蒸気圧 (PSI)

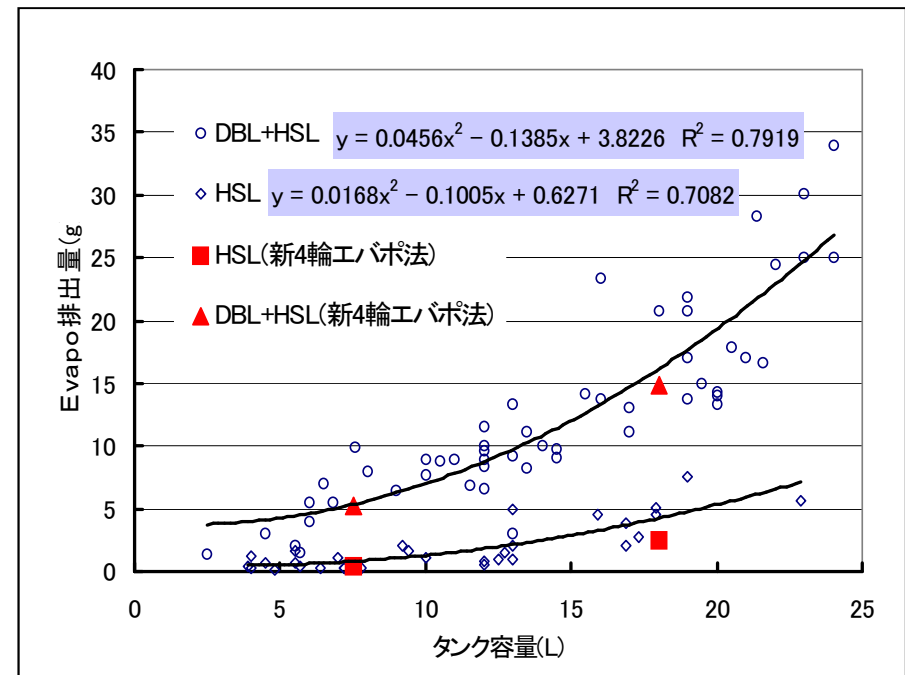
T1: 初期燃料温度 (F)

T2: 最終燃料温度 (F)

また、二輪車を加州試験法と乗用車試験法にて測定した結果は右図の通りであり、相関が得られている。



加州試験法は、乗用車のエバポ試験法(24時間DBL+HSL)と同等と見なすことができる。

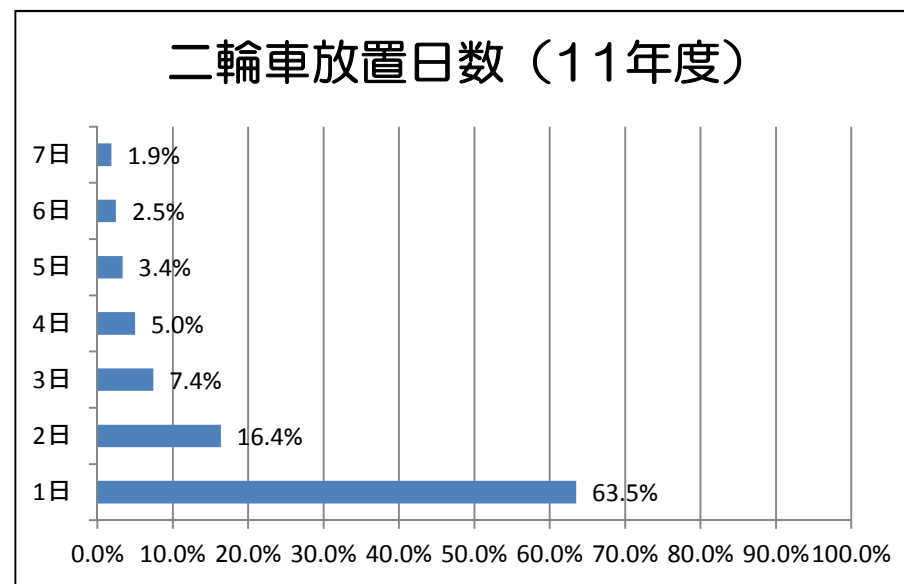
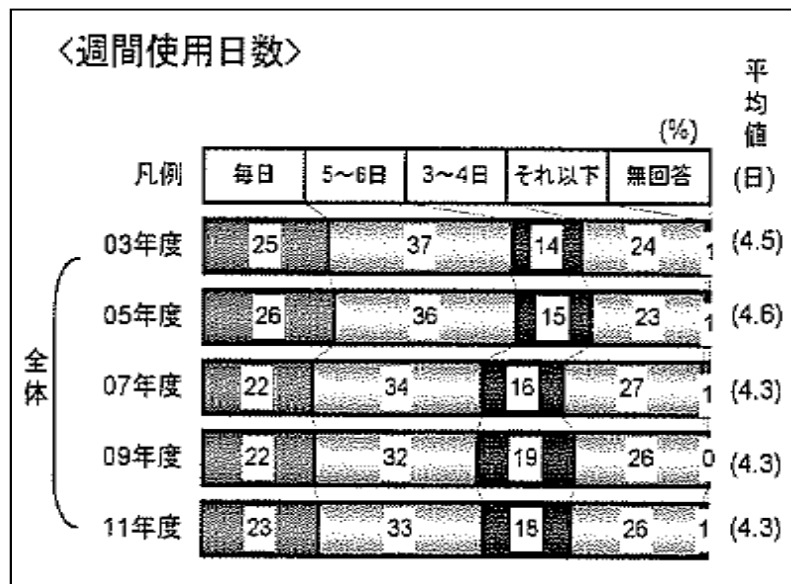


四輪車試験法における二輪車エバポ排出量

<自工会各社ヒアリング資料より>

◆加州試験法導入の検討課題

- 日本自動車工業会が行っている「二輪車市場動向調査」によると週間使用日数は5日以上/週が56%で、平均使用日数は4.3日/週となっている。
- 週間使用日数を元に、車両連続放置日数(駐輪によるエンジン停止日数)を推定すると、1日の放置が63.5%、2日の放置が16.4%となる。更に通勤・通学用途で用いられることを考慮すると、2日放置の多くは日中は1回分と考えられる。



実使用において、駐輪によるエンジン停止状態のうち、6~8割は日中を1回挟むものであるため、エバポ試験において1日分のDBLを計測することが適当である。

□ 環境省調査による燃料蒸発ガス試験

・試験車両 (E10調査車両についても同一)

車両区分	クラス3(小型二輪車)
排出ガス規制	平成19年規制
排気量	1284(cm ³)
最高出力	74/7000(kW/rpm)
最大トルク	114/5500(Nm/rpm)
燃料タンク容量	21(L)
キャニスタ	未装着

・試験結果

9.933g/test

(DBL:9.572g/test HSL:0.362g/test)

・乖離理由

右のデータはキャブ車で測定している一方、インジェクション採用によりHSLが大幅に低減したものと考えられる。

・試験条件

燃料蒸気圧: 60.6kPa

(加州試験燃料59.9~63.4kPa)

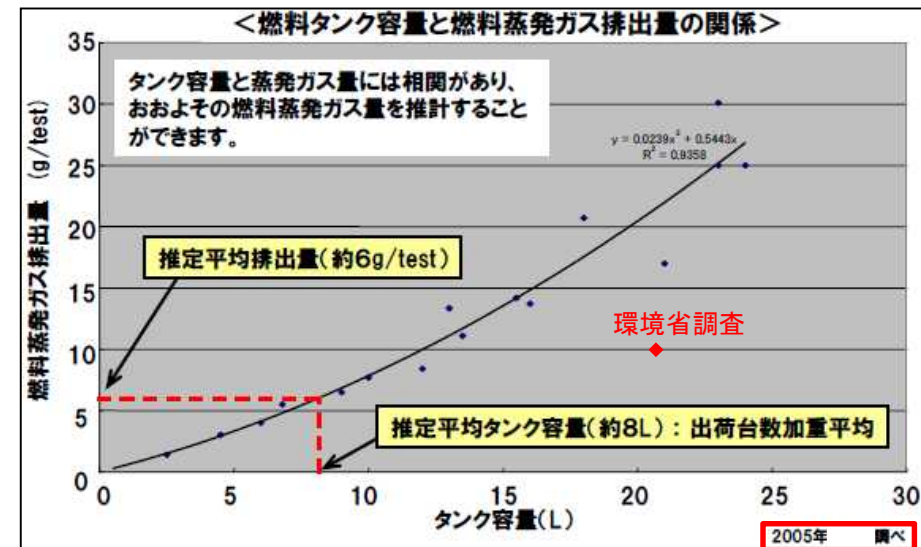
DBL試験

試験時間: 1時間

燃料液層温度: 15.5→35.5°C

HSL試験

試験時間: 1時間



自工会各社ヒア資料より引用

□ 許容限度目標値

- 我が国の乗用車の許容限度は2.0g/testであり、また、米国において実施されている燃料蒸発ガス規制及び欧州にてEURO5から導入される燃料蒸発ガス規制の規制値は2.0g/testである。
- 二輪車の燃料蒸発ガス許容限度目標値を2.0g/testとすることで、DBL対策（キャニスター装着）により、通常使用時の燃料蒸発ガスの多くをキャニスターにより回収できると見込まれる。

◆ 燃料蒸発ガス排出総量推計（平成32年度）

(t/年)

規制	クラス1	クラス2	クラス3	合計
なし	953	1476	1847	4275
あり	953	946	1086	2985
削減率	0.0%	35.9%	41.2%	30.2%

◆ テールパイプ及び燃料蒸発ガス合計排出ガス総量推計（平成32年度：THC）

(t/年)

規制	クラス1	クラス2	クラス3	合計
なし	1900	1721	2049	5670
あり	1677	1162	1256	4095
削減率	11.7%	32.5%	38.7%	27.7%

○適用時期

- メーカーヒアリングにおいて、キャニスタ等の燃料蒸発ガス対策技術は確立されているものの、各車種に応じた使用開発のため2～3年を必要としている。
- したがって、テールパイプエミッションの適用時期を2016年末までとしていることから同時期とすることが適当である。
- なお、コスト増は6,000～12,000円と予想される。

【審議事項2】燃料蒸発ガス対策については、カリフォルニア試験法と同様のDBL及びHSL試験を導入し、その許容限度目標値は2.0g/testとする。適用時期はテールパイプエミッションの適用時期と合わせて、2016年末までとする。

OBDシステム導入

□ OBD I に関する現状

- 断線・ショート等を検出するOBD I に関しては、各社とも既に大半の車両で断線・ショートの判定及び運転者への警報を行うシステムが確立されている。
- ただし、燃料噴射補正量監視による故障判定導入、外部通信コネクタ等のISO規格への対応、故障時警報灯の変更に関し、2～3年の開発期間が必要としている。このため、開発効率化の観点から、テールパイプエミッションの適用時期と同時期とすることが適切である。
- OBD I 導入に係るコスト増はメーカーヒアリングに基づき、300～2000円と予想される。

	項目
既に対応している項目	センサ類(大気圧センサ、吸気圧センサ、吸気温センサ、水温センサ、スロットル開度センサ、シリンダ判別センサ、クランク各センサ、O2センサ、O2センサヒータ、一時側点火システム、AIS)の断線・故障、故障復帰後の警報解除、故障内容の記録、走行前機能確認
今後対応する項目	燃料噴射補正量による故障判定(2～3年) 通信コネクタのISO規格対応(2年)、故障時警報灯の変更(2年)



写真はインストルメントパネルを撮影用に点灯したものです。

□ OBD IIに関する現状

- 排出ガス低減装置の性能劣化等を検出するOBD IIに関しては、乗用車のOBD IIと同等な機能が要求される場合、四輪車技術の二輪車への展開には様々な課題があり、現時点においては見通しが立たない状況である。

<課題例>

- 触媒劣化判定: 四輪車ではO₂センサ信号挙動により劣化検出するが、二輪車では触媒容量が小さく、四輪車のような信号挙動とならないため、判定が困難
- 失火判定: 四輪車ではサイクル毎回転変動により失火判定するが、二輪車では車重、慣性マスが小さくサイクル毎回転変動に路面状態の変動が出やすく判定が困難。また四輪車より高回転域を使用するためサイクル毎回転変動の検出が困難。
- エバポリーク: 二輪車では車体挙動変化が大きく、燃料スロッシングの影響を受けやすいため、判定が困難。

【審議事項3】OBD Iについては、開発効率化の観点から、次期排出ガス規制の適用時期と同時期に導入する。一方、OBD IIについては、四輪車技術の二輪車への展開には二輪車の特徴による課題があるため、現段階で導入を検討することは時期尚早であり、将来的に技術の見通しが立った段階で導入を検討することとする。

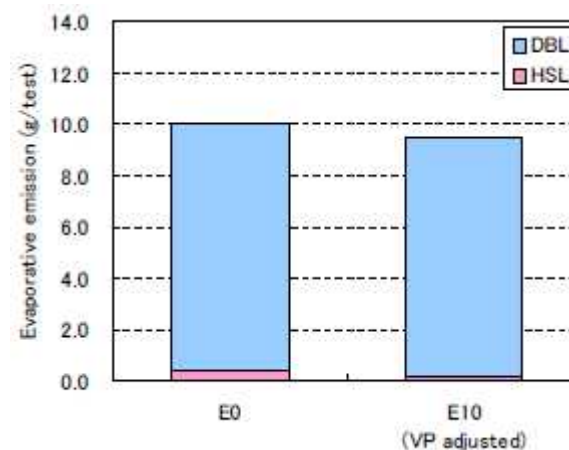
E10対応ガソリン二輪車に係る検討

□ E10対応二輪車の現状

- 二輪車の排出ガス低減対策は「電子制御燃料噴射＋三元触媒＋O2センサ」が中心であり、燃料の含酸素率の違いにより排出ガス量が大きく変化するものではない。
- メーカーヒアリングにおいてE10を使用した場合の排出ガス低減対策については問題ないとしている。
- 二輪車においても四輪車と同様にE0～E10のうちいずれかの燃料で排出ガス規制に適合していれば、E0～E10すべてで規制に適合するとして扱うことが適当である。
- 燃料蒸発ガスについても四輪車と同様に試験燃料をE10レベルとすることで適合とする。

◆ 燃料蒸発ガス試験結果

Fuel supplied to vehicle	Test mode	Evaporative emissions (g/test)
SHED blank	-	0.000
Gasoline (E0)	DBL	9.572
	HSL	0.362
	sum	9.933
VP adjusted E10	DBL	9.231
	HSL	0.165
	sum	9.396



◆ テールパイプ排出ガス試験結果

規制物質 (CO, THC, NO_x, (CO₂)) 排出量および燃費 (n=2平均値)

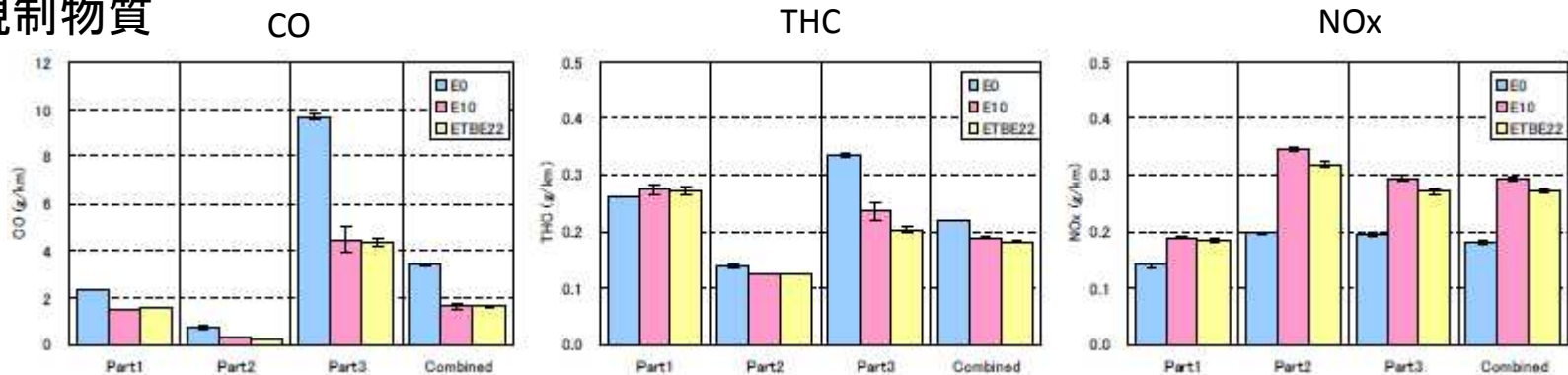
試験燃料	CO				THC				NO _x				CO ₂				Fuel consumption			
	g/km				g/km				g/km				g/km				L/100km			
	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined
ED	2.30	0.73	9.66	3.36	0.26	0.14	0.33	0.22	0.14	0.20	0.19	0.18	192.2	118.4	121.5	137.6	8.25	5.04	5.78	6.03
E10	1.45	0.25	4.44	1.80	0.27	0.12	0.24	0.19	0.19	0.34	0.29	0.29	187.0	114.8	124.1	135.2	8.35	5.08	5.79	6.08
ETBE22	1.58	0.23	4.34	1.59	0.27	0.13	0.20	0.18	0.18	0.32	0.27	0.27	191.5	118.2	126.3	138.5	8.56	5.23	5.88	6.22

アルデヒド類排出量 (n=2平均値)

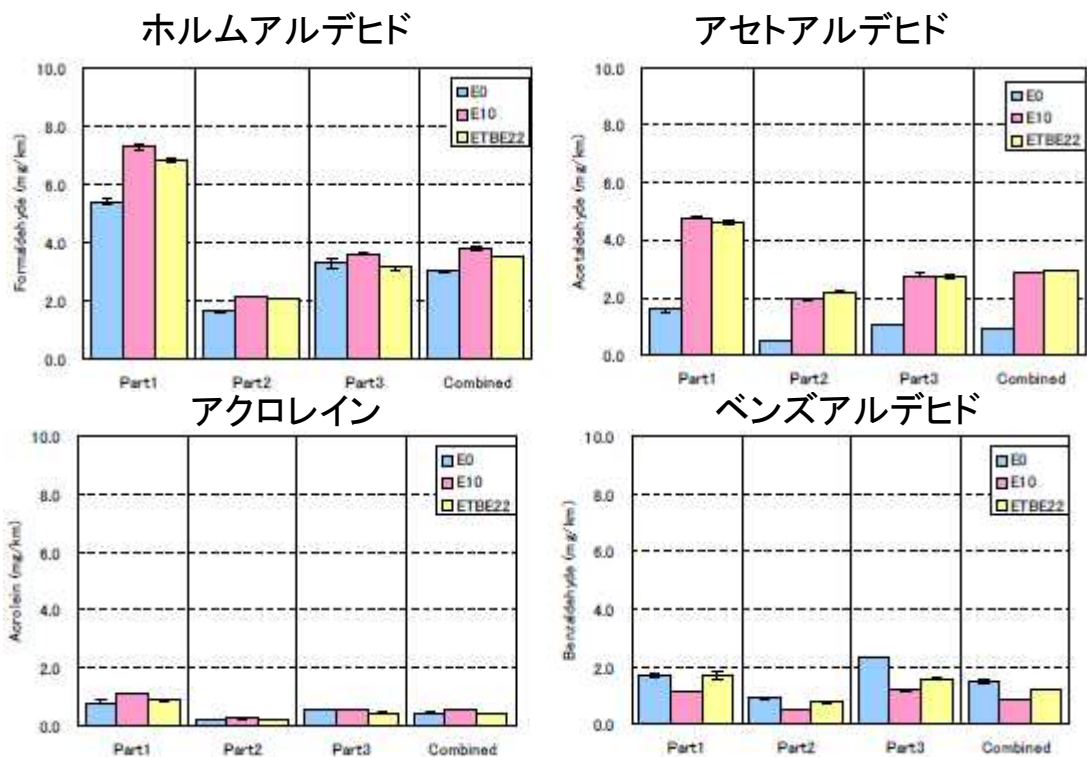
試験燃料	Formaldehyde (HCHO)				Acetaldehyde (CH ₃ CHO)				Acrolein				Benzaldehyde			
	mg/km				mg/km				mg/km				mg/km			
	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined	Part1	Part2	Part3	Combined
ED	5.43	1.65	3.28	3.00	1.58	0.49	1.07	0.91	0.79	0.19	0.54	0.43	1.69	0.93	2.34	1.47
E10	7.26	2.13	3.63	3.79	4.80	1.93	2.76	2.86	1.11	0.24	0.56	0.54	1.12	0.53	1.15	0.93
ETBE22	6.81	2.07	3.13	3.52	4.63	2.22	2.74	2.95	0.84	0.21	0.45	0.43	1.69	0.76	1.56	1.19

$$\text{Combined} = 0.25 \times \text{Part1} + 0.50 \times \text{Part2} + 0.25 \times \text{Part3}$$

- 規制物質



- アルデヒド類



n = 2
 ┌ max
 └ min

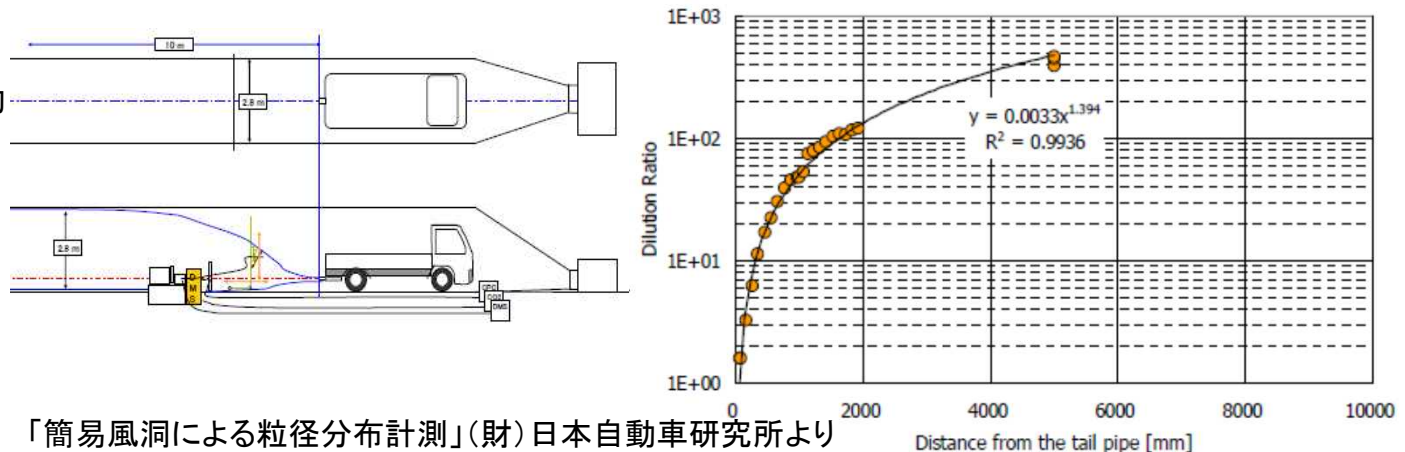
◆ アセトアルデヒドについて

- 有害大気汚染モニタリングによれば、大気環境中のアセトアルデヒド濃度は経年的に緩やかな低下傾向にある。(平成22年度年平均値で $2.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25°C で 0.0012ppm に相当))
- 測定結果のCombined値 2.4ppm を単位換算すると $4300\mu\text{g}/\text{m}^3$ となるが、拡散され濃度が500分の1になったとすると $8.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、大気環境 $2.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ を加算してもシックハウス症候群の室内濃度指針値である $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し十分に小さい数値である。
- E10対応ガソリン四輪車での考え方と同様に、現行のTHC規制の中でアセトアルデヒドも低減させることとし、アセトアルデヒドに特化した規制は実施しないこととするが、今後のE10対応車及びE10燃料の普及状況を踏まえ、また、アルデヒド類の総合的な対策を検討することとなった場合には必要に応じ見直していくべきである。

<参考> 排出ガス拡散に係る簡易風洞による実写実験

小型ディーゼル貨物車によりシャーシダイナモ上に設置した幅、高さが2.8mの簡易風洞内で計測位置を変えながら、CO₂濃度を計測。アイドリング時の拡散状況はグラフの通りであり、テールパイプ後方2mで約100倍、5mで約500倍程度希釈される。

試験車両: 小型ディーゼル貨物
規制年: 1998
排気量: 4.6L
積載量: 2000kg
燃料硫黄分: 28ppm



「簡易風洞による粒径分布計測」(財)日本自動車研究所より

Distance from the tail pipe [mm]

【審議事項4】 テールパイプエミッション及び燃料蒸発ガス対策ともに通常のガソリン二輪車に係る許容限度目標値に適合させることとする。テールパイプエミッションについてはE0～E10のうちいずれかの燃料で排出ガス規制に適合していれば、すべての燃料で規制に適合すると判断し、燃料蒸発ガス対策についてはE10で燃料蒸発ガス規制に適合させることとする。