

二輪車の加速走行騒音規制について

【審議事項】

1. 新加速試験法による許容限度及び適用時期
2. 突出する騒音への対策
3. 追加騒音規定(ASEP)の導入
4. 定常走行騒音規制の廃止

二輪車の加速走行騒音規制の見直し

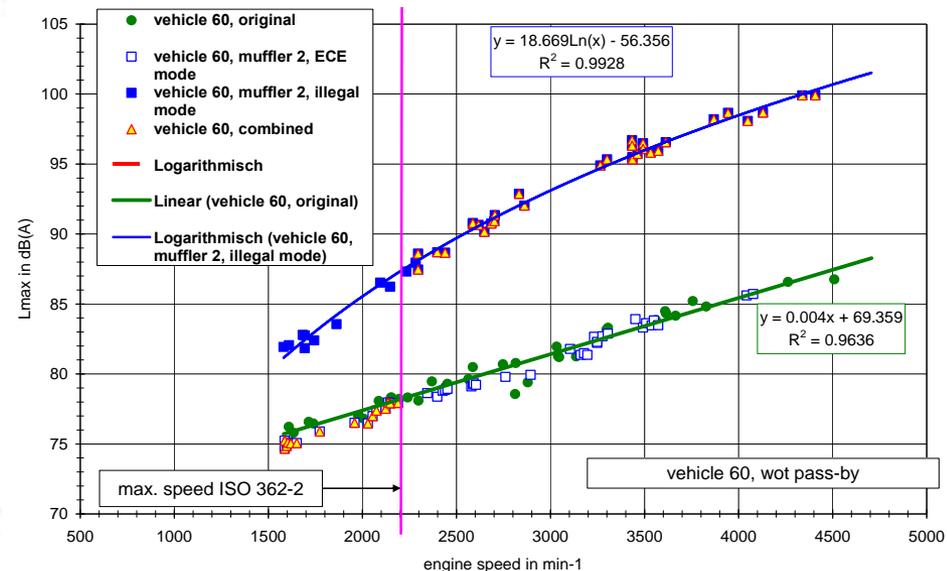
□ 二輪車加速走行騒音規制見直しの背景

- 二輪車の加速走行騒音規制開始から40年が経過しているが、車両の性能等の向上により、現在では加速走行騒音試験条件は実際の市街地走行で使用される加速状態とは離れている。
- また、エンジンの電子制御化により、現行加速試験法に対し、その試験条件のみ加速を抑えること、または騒音レベルを下げることで許容限度を満足し、試験条件以外では不適当に騒音レベルが大きくなることが起こりうる。



試験条件の50km/hでの加速度を制御した例
(ドイツUUV調べによる。車種等は非公表)

(出典) UN-ECE/WP29 GRB47会議資料
(2008年2月19-21日)



海外での交換マフラー装着車におけるエンジン回転数と騒音レベルの関係の例
(加速走行試験でのエンジン回転数を超過した領域で"illegal mode"となる。)

(出典) UN-ECE/WP29 GRB45会議資料
(2007年2月20-22日)

□ 二輪車産業の現状

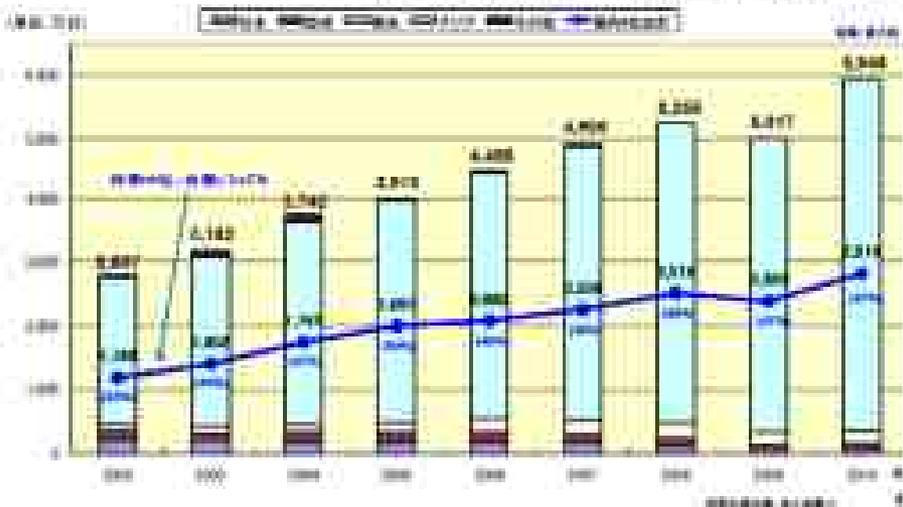
- 2010年の世界の二輪車生産台数は、5,900万台となっており、地域別ではアジアが94%を占めている。
- 一方、国内市場は2010年で42万台と2001年の79万台から大きく減少しており、国内メーカーは国内専用での開発が大変厳しい状況である。

国内・国外メーカーとも、国連自動車基準調和世界フォーラム (UN-ECE/WP29) の騒音専門家会合 (GRB) で策定されたECE R41-04への試験法・規制値を含めた国際基準調和を要望

世界の二輪車生産と日本への比率 (単位: 万台)

2001年、世界の二輪車生産台数は、5,000万台、中国では、77万台が占められ、日本は42万台と、2,000万台、生産の4.7%に達した。

一方国内は、アジア地域を除く20%未満の市場に、国内メーカーが参入している。



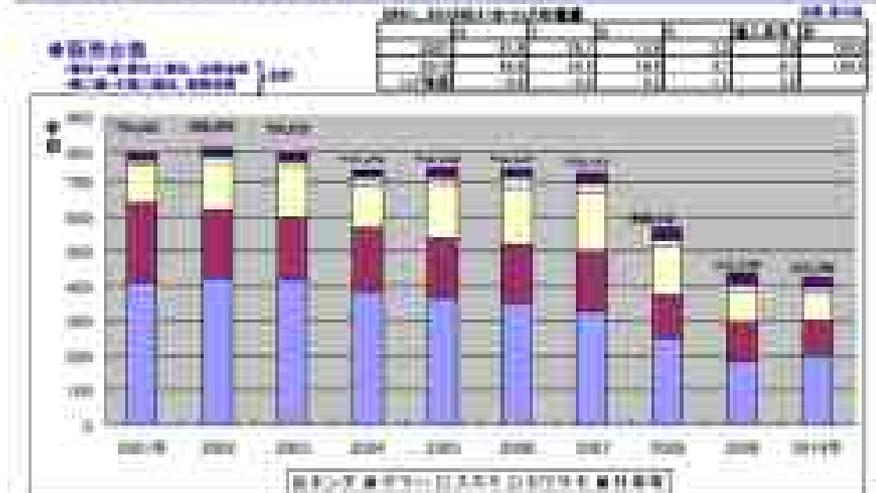
国内二輪車・販売台数 (メーカー別) (単位: 万台)

2007年と2009年の比較で、販売台数が2.0万台 (2007年) から1.4万台 (2009年) に減少している。

この結果、1) 違法な低騒音機が、2) 違法な高騒音機、3) 1+2の両方などが目立っており、販売減少の原因となつたと考えられる。

メーカー別販売比率は2001年と2010年比較では、排気管が2.0万台、1.4万台と減少している。

販売比率の悪化が、拡大している。



(出典) 日本自動車工業会資料

ECE R41-04による新加速試験法の導入

□ ECE R41-04による新加速試験法の概略

実際の市街地走行における加速走行騒音レベルを再現することを目的とした試験法。日本を含む各国のデータをもとに導出された市街地を代表する加速度(α_{urban})における騒音値(L_{urban})を評価するものであり、騒音値と加速度は比例関係にあることを前提に、全開加速走行時の騒音値(L_{wot})及び定常走行時の騒音値(L_{crs})から計算で求める。

新試験法で騒音値を評価する加速度

新試験法で全開加速により実現する加速度

車両区分			速度	試験時重量	規制対象となる加速状態	目標加速度 (α_{urban})	参照加速度 ($\alpha_{wot\ ref}$)
二輪車	Class 1	PMR ≤ 25	マイク前 40Km/h	空車+75kg	全開加速	-	-
	Class 2	25 < PMR ≤ 50			市街地加速	1.37log(PMR) - 1.08	2.47log(PMR) - 2.52
	Class 3	PMR > 50	マイク前 50Km/h		市街地加速	1.28log(PMR) - 1.19	3.33log(PMR) - 4.16

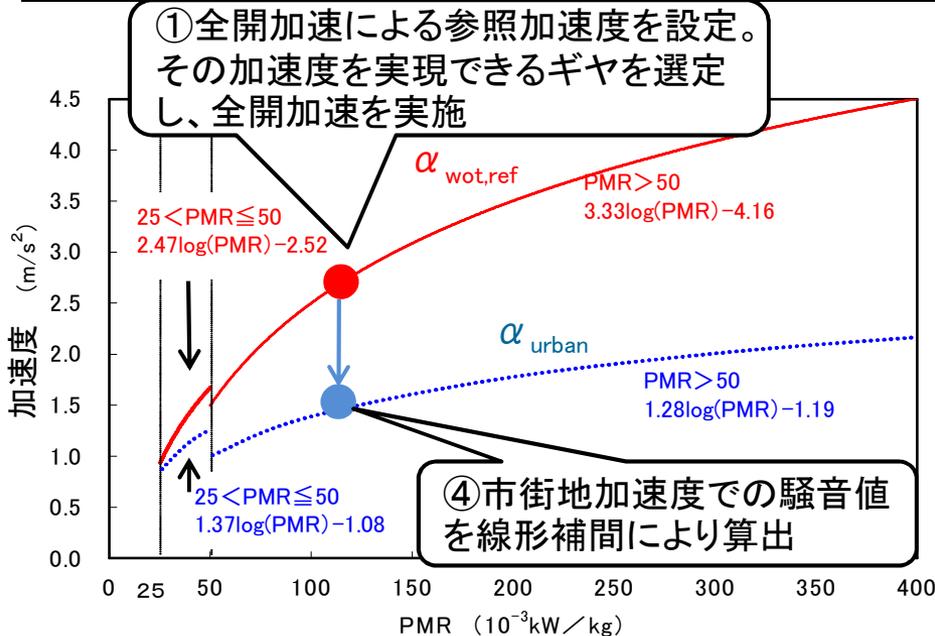
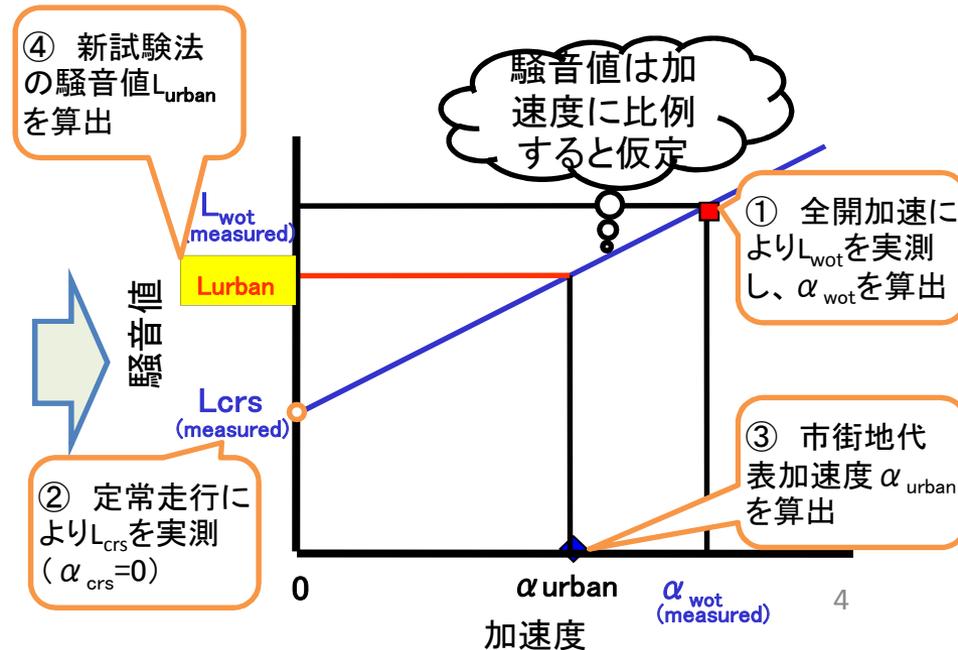


図: 加速度 (α_{urban} $\alpha_{wot.ref}$) と PMR の関係 (二輪車)



□ 国内走行実態と新加速試験法における試験条件との比較

ECE R41-04による新加速試験法について、国内走行実態と比較して検証したところ、GRBにおける新加速試験法策定にあたっては我が国の走行実態も考慮されていることもあり、

- 新加速試験法では、現行試験法 (TRIAS) に比べ、騒音値の評価対象となる速度は使用頻度が高い。
- 国内使用実態において、Class 2・3 (PMR>25) の車両では、現行試験法の全開加速は実走行での走行状態とはかけ離れている一方、新加速試験法による目標加速度は、実走行で使用される加速度域の上限として適切である。
- MT車においては、新加速試験法の参照加速度により、実走行でも使用されるギヤの中でも低めのものが選定されている。

新試験法における試験条件

車両区分		速度	試験時重量	規制対象となる加速状態	目標加速度 (α urban)	参照加速度 (α wot ref)
二輪車	Class 1(原1相当)	PMR \leq 25	空車+75kg	全開加速	-	-
	Class 2(原2相当)	25 < PMR \leq 50			1.37log(PMR)-1.08	2.47log(PMR)-2.52
	Class 3 (軽二・小二相当)	PMR > 50		市街地加速	1.28log(PMR)-1.19	3.33log(PMR)-4.16

(参考)現行試験法における試験条件

車種	進入速度	加速状態	試験時重量	ギア位置
原付1種	25km/h又は3/4S	全開加速	車両総重量	(MTの場合) 3段以下:2速 4段:3速 5段以上:4速
軽二輪自動車・原付2種	40km/h又は3/4S			
小型二輪自動車	50km/h又は3/4S			

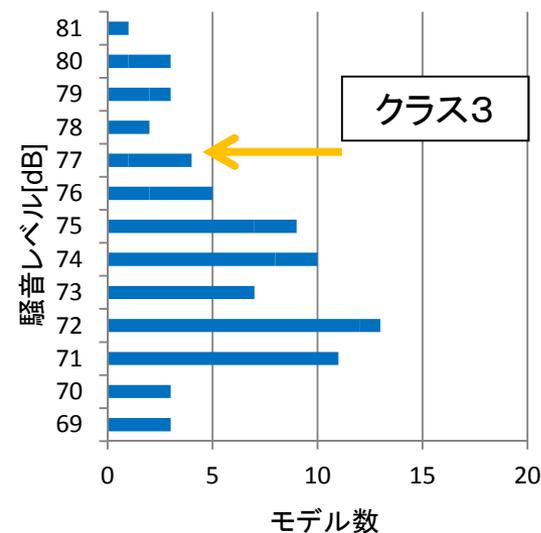
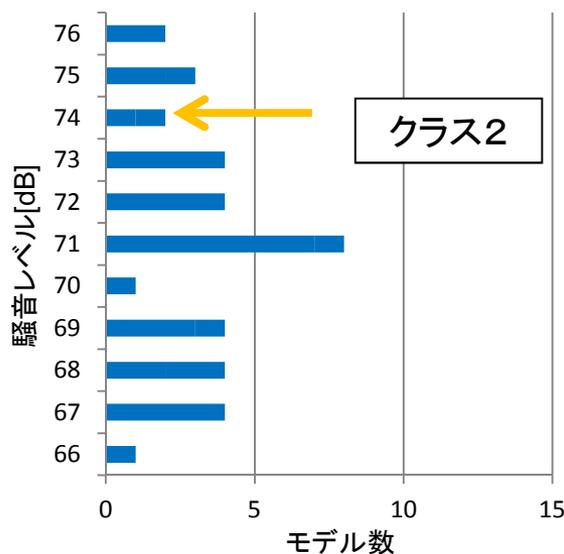
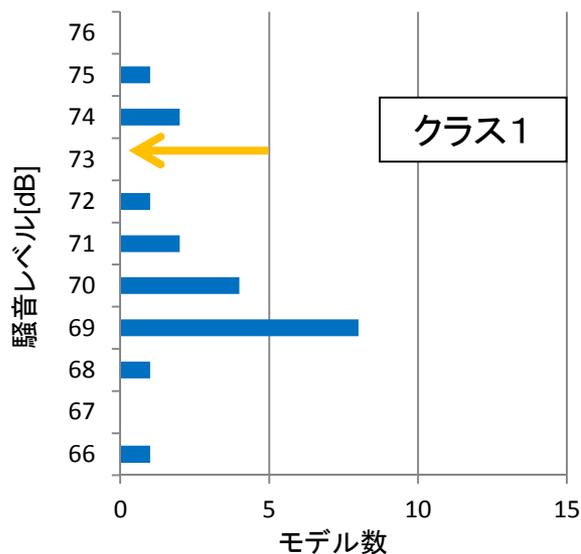
【ECE R41-04による新加速試験法の導入】

交通流において恒常的に発生する騒音への対策のため、エンジン技術の発達に対応するとともに市街地走行で使用頻度の高い走行状態をより反映する新加速試験法を導入する。

新加速試験法による許容限度及び適用時期

□ 二輪車の騒音レベル現況と一層の騒音レベル低減に向けた現況

- ECE R41-04規制値 (Class 1 : 73dB / Class 2 : 74dB / Class 3 : 77dB) に対する国内生産・販売の二輪自動車騒音レベルの実態としては、主に非型式指定車等(輸入車等)の一部にR41-04規制値を超過するものがあるが、R41-04の規制値レベルまでの騒音低減は可能な見込み
- これまでも国内専用での騒音低減対策を実施しているが、更なる騒音低減技術には多大なコストが必要である一方、近年の国内販売の低下により、国内専用として一層の騒音低減は困難
- 適用時期について、メーカーはR41-04の欧州での適用と同時期の2014年を要望



国内生産・販売の二輪自動車騒音レベルの実態

(← は、R41-04規制値を示す。)

□ R41-04規制値への対応技術

- これまでの騒音規制に対応するために導入されている、以下の技術等により基本的には対応
 - 排気系: マフラー内部構造の見直し(排気管の多重構造)、排気管の制振、サブマフラーの追加、吸音材の装着
 - 吸気系: 内部構造の改良(吸気管の多重構造化)、レゾネータの採用、吸音材の装着
 - エンジン系・駆動系: エンジン・車体放射音遮音カバーの装着、カバー類への吸音材の装着・ダンピング構造の追加、カバー・ケース類の剛性強化、低騒音ドライブチェーンの採用
 - その他: CAEによる形状最適化、音響実験解析
- なお、ツーリングタイプやハイパフォーマンス車で3、4速での加速度が低い車両では、新加速試験法で2速ギヤを用いるが、2速ギヤの場合、3速・4速と比べエンジン回転数が高くなり、騒音値が2~3dB高くなるため、R41-04との調和を図り、2016年末まで+1dBの緩和が要望されている。

● 排気系の対策の例

排気管の多重構造化



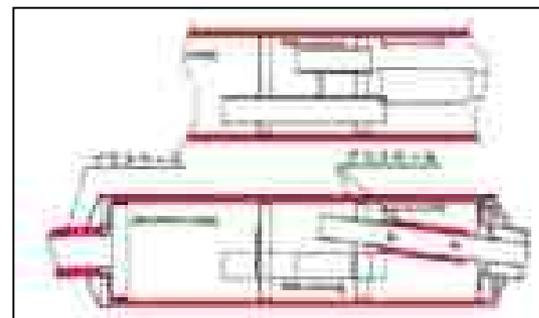
(出典)本田技研工業資料

排気管の制振



(出典)ヤマハ発動機資料

吸音材の装着



(出典)スズキ資料

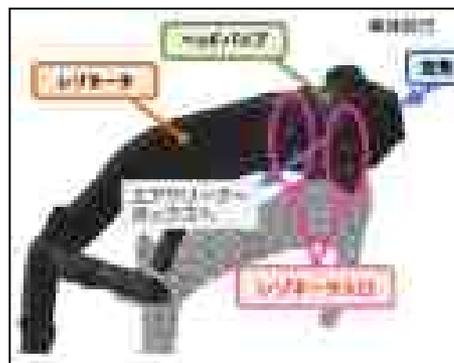
● 吸気系の対策の例

吸気管の多重構造化



(出典)本田技研工業資料

レゾネータの採用



(出典)川崎重工業資料

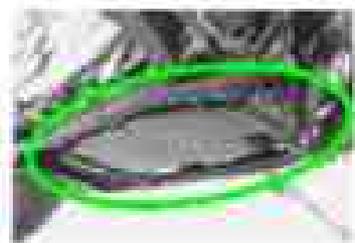
吸音材の装着



(出典)スズキ資料

● エンジン・駆動系の対策の例

エンジン下面遮音カバー



(出典)スズキ資料

カバー類のダンピング構造



(出典)スズキ資料

カバー類の剛性向上



(出典)ヤマハ発動機資料

低騒音チェーン



(出典)本田技研工業資料

● その他対策の例

CAEによる形状最適化、音響実験解析

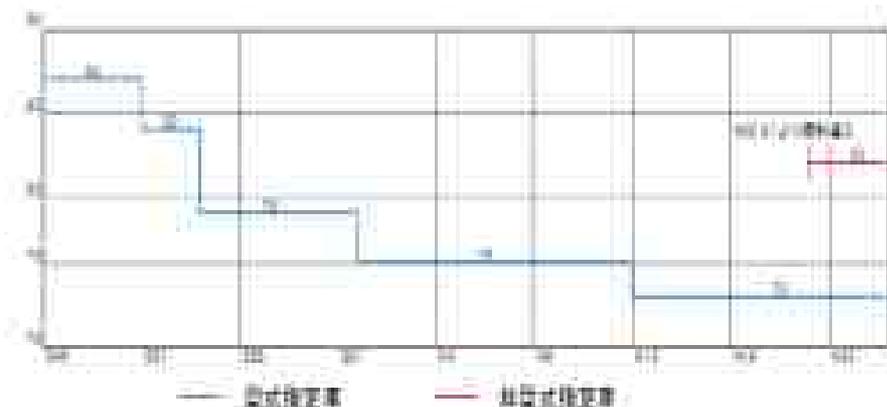
<p>◆ 予測技術 (CAE)</p> <ul style="list-style-type: none"> 音響解析 1次元伝音解析シミュレーション CFD流体力学解析 構造解析 最適化解析 	<p>◆ 実験解析技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 音響伝音解析技術 実験モード解析 レーザードップラー計測 伝達経路解析 実験計画法
--	--

(出典)ヤマハ発動機資料

□ 非型式指定車等の規制の現況

- 自動車単体騒音規制については、その発生対策として、昭和27年に定常走行騒音及び排気騒音規制、昭和46年に加速走行騒音規制を導入し、これまで逐次規制強化を行っているところ。
- 一方、個人輸入等により、国内に販売される自動車(非型式指定車等)については、平成22年3月以前は未規制であった。また、同年4月以降から規制されているものの、メーカー又は正規輸入者が販売する自動車(型式指定車等)に比べ規制値が緩和されている状況である。

加速走行騒音規制の推移(小型二輪)



型式指定車等・非型式指定等車別
加速走行騒音規制値一覧

	(dB)			
	原付一種	原付二種	軽二輪	小型二輪
	クラス1	クラス2	クラス3	
型式指定車等	71	71	73	73
非型式指定車等	79	79	82	82

□ 規制値の国際基準調和によるメリット

- 非型式指定車等への規制強化(型式指定車等の騒音レベルと同等化)による自動車交通騒音の低減
- 開発・生産コストの低減に伴う二輪車販売価格の低減
- 環境性能に優れた二輪車の普及、国内二輪車産業の活性化による新たな環境技術の開発

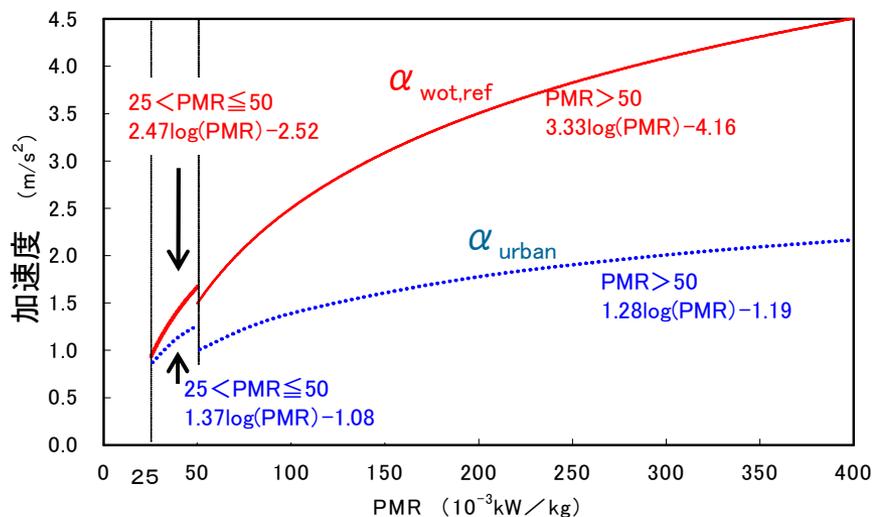
【審議事項1】 新加速試験法による許容限度及び適用時期について、R41-04規制値を型式指定車等だけでなく非型式指定車等にも適用することで、特に二輪車混入率の高い道路での自動車交通騒音の改善が図られる。国内の二輪車市場が縮小している中で、国内専用騒音低減技術の開発は困難な状況であり、一方で一層の騒音低減対策を図るべく、非型式指定車等の騒音レベルを下げるために、ECE R41-04規制値(Class 1 : 73dB / Class 2 : 74dB / Class 3 : 77dB)を導入することとする。

適用時期についても、R41-04と同時期の2014年とし、また、2速で計測する車両については、2016年末まで+1dBの緩和とする。

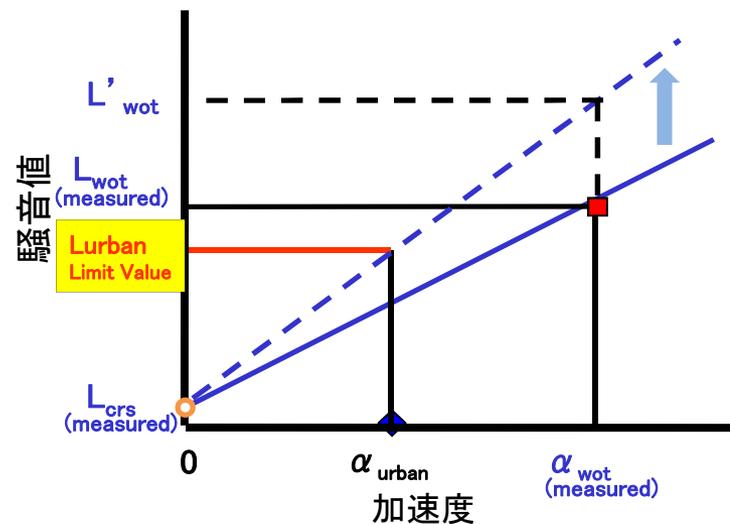
なお、改造マフラーについては、新試験法への変更や試験法変更による規制値の見直しについて今後検討し、次期以降の報告書に提言する。また、新車の騒音レベルについても推移を確認し、必要に応じ規制値等を見直すとともにR41-04による国際基準の改正を提言するものとする。

突出する騒音への対策の検討

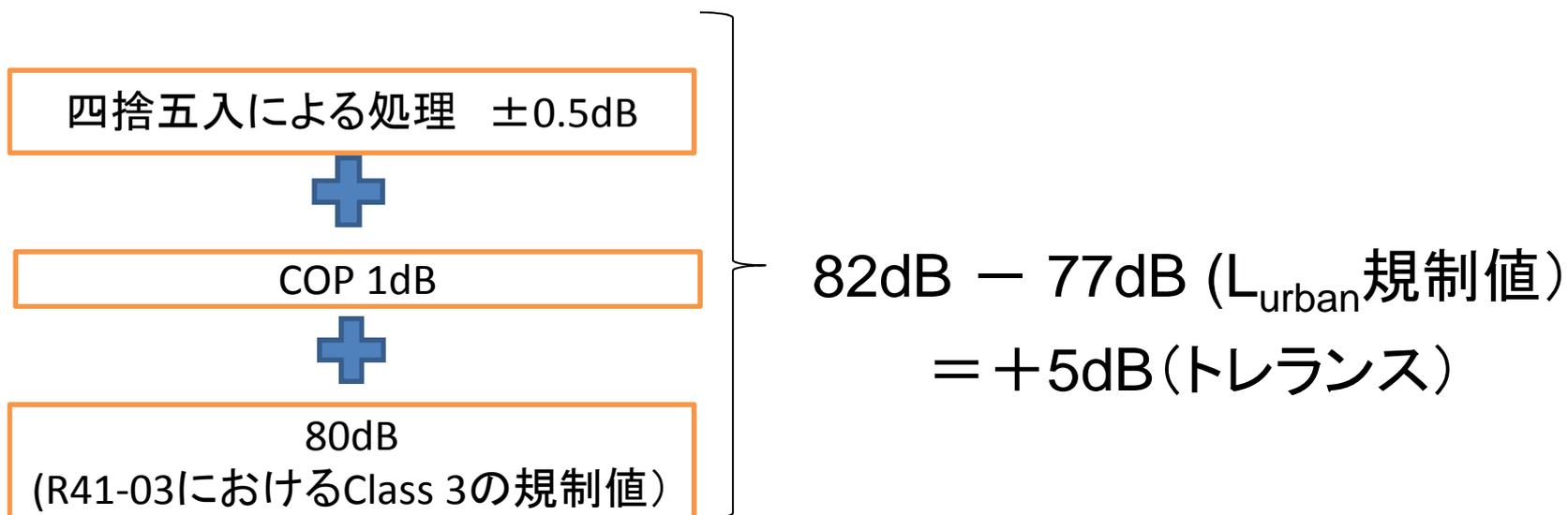
- PMR>25の二輪車では、市街地走行における全開加速の使用頻度は低いと考えられるものの、使用される走行状態であり、その際の騒音値は他の交通騒音に比べ突出しうる。
- 新加速試験法では、全開加速時の騒音値 L_{wot} と定常走行時の騒音値 L_{crs} から線形補間により L_{urban} を算出するため、 L_{crs} が低い車両では、 L_{wot} が大きい車両でも L_{urban} の許容限度を満足しうることから、 L_{urban} のみでは突出する騒音への対策として不十分である。



図：加速度 (α_{urban} $\alpha_{wot.ref}$) とPMRの関係(二輪車)



- ECE-R41-03で規制値を超える車両や交換マフラーについて、R41-04でも引き続き規制することを目的として、 L_{urban} を算出する際に実測する L_{wot} についても L_{urban} の規制値+5dB(A)の上限を設けている。

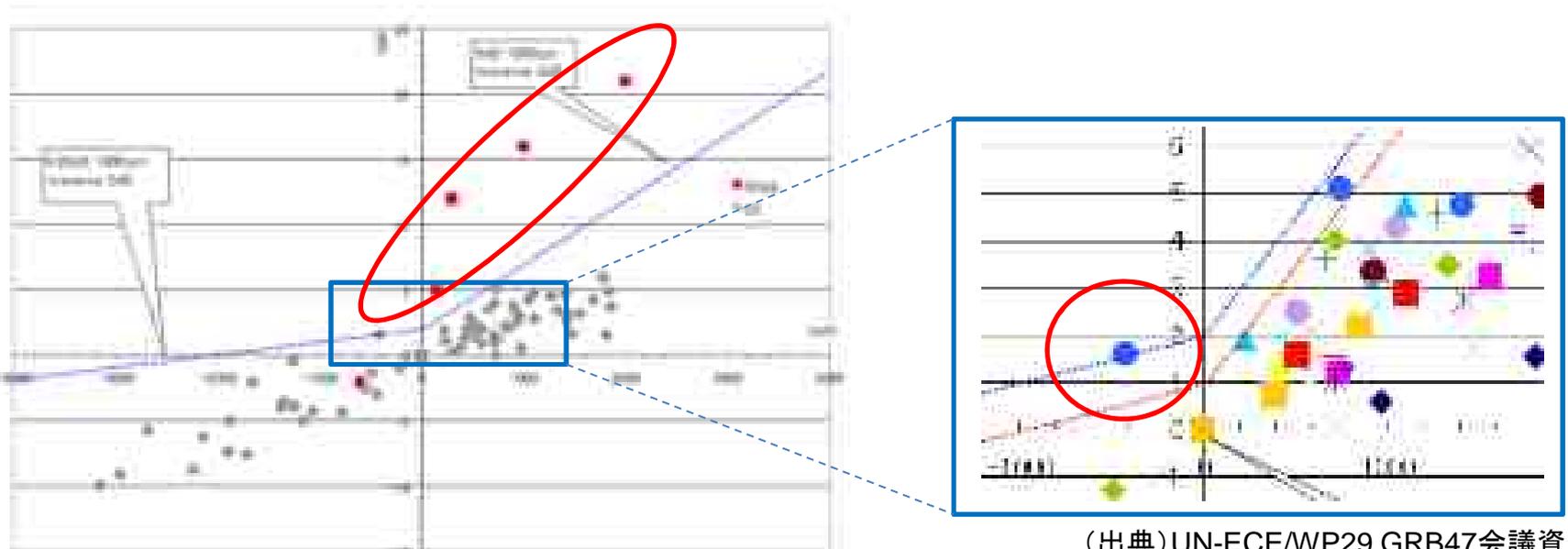


【審議事項2】 交通流において恒常的に発生する騒音への対策としては、新加速試験法による規制により対応する一方、全開加速走行による突出した騒音への対策として、新加速試験法において実測する全開加速時の騒音値により規制することとし、Class 2、3の L_{urban} 規制値に5dBを上乗せした79dB、82dBを L_{wot} の規制値とする。

ECE R41-04における追加騒音規定 (ASEP) 導入の検討

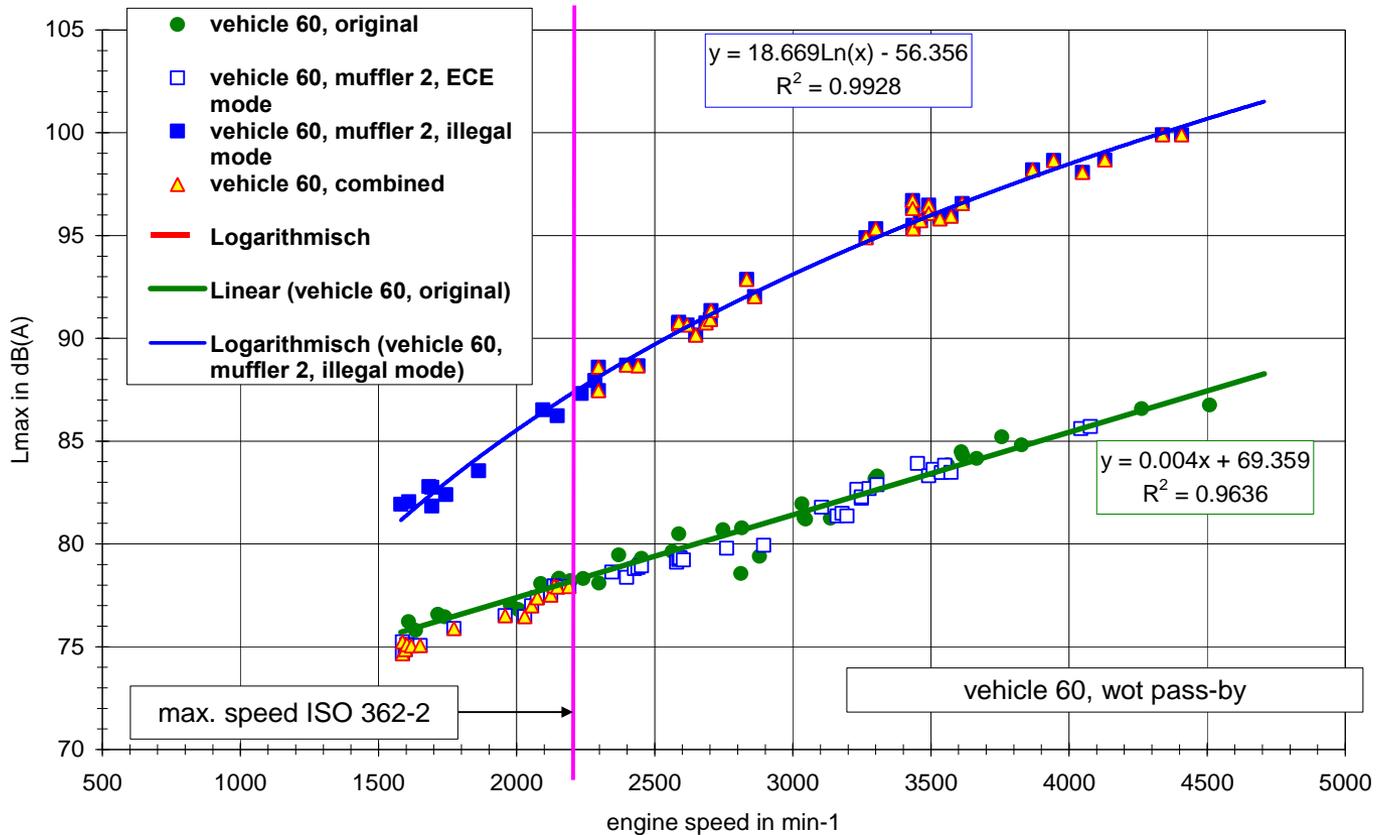
□ ECE R41-04におけるASEP導入の背景

- エンジンの電子制御化により、加速試験法に対し、その試験条件のみ騒音レベルを下げるにより許容限度を満足し、試験条件を下回る又は上回るエンジン回転数では不恰当に騒音レベルを大きくする制御が行われ得る。
- また、ISO362-2による試験条件は、市街地走行で発出される騒音を評価することが目的であり、郊外走行で発出される騒音は評価されない。(ドイツは市街地走行から郊外走行へ移行する走行状態での騒音対策も重要と認識)
- ECE R41-04では、PMR>50の車両に対し、新加速試験法の条件とは異なる回転数での騒音レベルが極端に大きくなる車両を排除することを目的に、追加騒音規定 (Additional Sound Emission Provision) を導入する。



加速試験条件を基準としたエンジン回転数と騒音レベルの関係

(出典) UN-ECE/WP29 GRB47会議資料
(2008年2月19-21日)

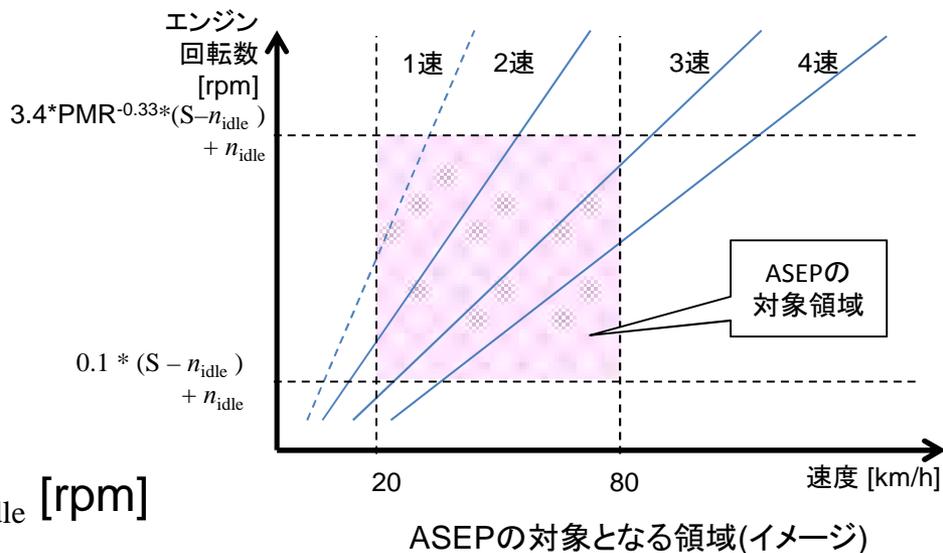


海外での交換マフラー装着車におけるエンジン回転数と騒音レベルの関係の例
 (加速走行試験でのエンジン回転数を超過した領域で"illegal mode"となる。)

(出典) UN-ECE/WP29 GRB45会議資料
 (2007年2月20-22日)

- ASEPで評価対象となるのは、以下の条件での全開加速試験。

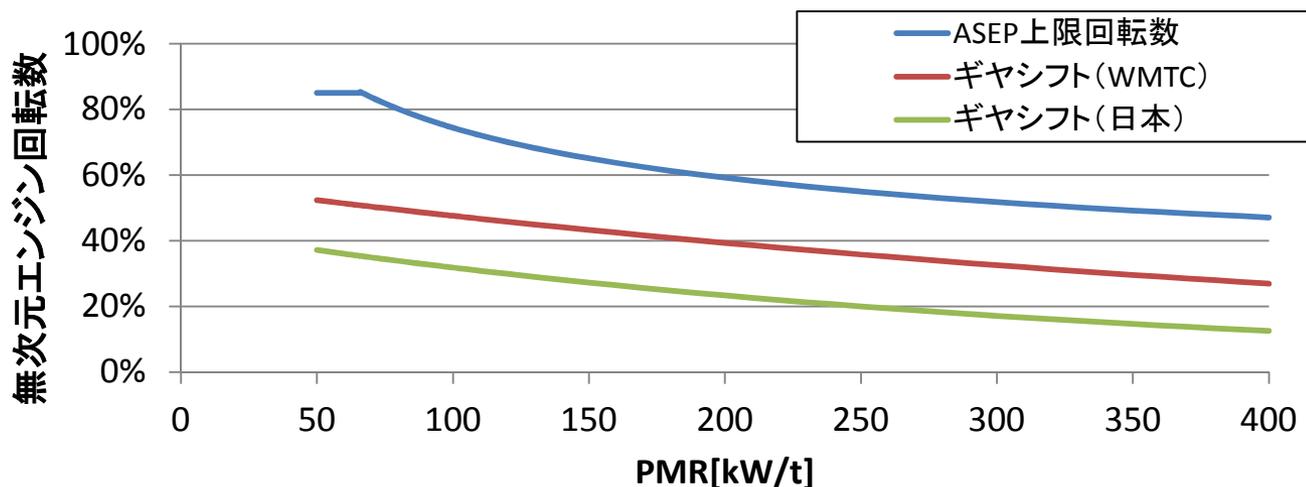
- $20 \text{ [km/h]} \leq v_{AA'}$
- $v_{BB'} \leq 80 \text{ [km/h]}$
- $0.1 * (S - n_{idle}) + n_{idle} \text{ [rpm]} \leq n_{AA'}$
- $n_{BB'} \leq 0.85 * (S - n_{idle}) + n_{idle} \text{ [rpm]}$
 ($PMR \leq 66$)
 $3.4 * PMR^{-0.33} * (S - n_{idle}) + n_{idle} \text{ [rpm]}$
 ($PMR > 66$)



- $PMR \leq 50$ の車両及びCVT車は、新加速試験法において高回転域で試験を実施するため、原則としてASEPは不要とした。ただし、 $PMR > 50$ のCVT車のうち、新加速試験法による試験時のエンジン回転数に比べ20キロから80キロでの全開加速時の回転数が大きく変わる車両には、ASEPが適用される。
- 上限速度については、騒音測定試験場の制約により出口速度80[km/h]とする。
- 低速域で安定した走行で計測するために、入口下限速度を20[km/h]及び入口下限エンジン回転数を $0.1 * (S - n_{idle}) + n_{idle} \text{ [rpm]}$ (無次元エンジン回転数10%)とする。

○ ASEP評価領域の検討

- 上限回転数については、郊外での代表的な加速として、WMTC(二輪車排出ガス試験サイクル)データベースの郊外(Rural)相当のもので欧米データのうち、45~55km/h→70~100km/hへの加速時の最大エンジン回転数平均値を元に、ドイツにより14台の試験データから、試験出口目標エンジン回転数 n_{BB} の回帰式を策定。
- ただし、低出力車ではエンジン最高出力回転数を超過するため、PMR66以下の車両では、最高出力回転数の85%を上限とすることとした。
- ASEP上限回転数は、欧米での郊外走行における加速時の最大エンジン回転数平均値を元に導出されているが、日本に比べ欧米では加速時に高エンジン回転数領域まで使用する傾向である。
- WMTCの試験法で規定されているシフトアップエンジン回転数に比べても、ASEP上限回転数は、高いエンジン回転数となっていることから、国内で使用されるエンジン回転数域の上限として十分である。



ASEP上限回転数と排出ガス試験ギヤシフトタイミングの比較

□ PMR>50の車両(Class 3)のみを対象とすることの検証

- ISO362-2試験法は、市街地走行において使用される走行の中で代表的な走り方を評価するものであり、UN-ECE/WP29においては、二輪車排出ガス試験法WMTC策定のためのデータベースのうち、市街地走行のデータを元に検討された。
- WMTC国内導入にあたり、昨年度に二輪車の国内走行実態調査を行ったところ、原付1種では市街地走行が100%であり、原付2種でも92%である一方、軽二輪、小型二輪では郊外路走行もそれぞれ25%、36%含まれていることが判明した。

道路種類別の定義(モジュール単位)

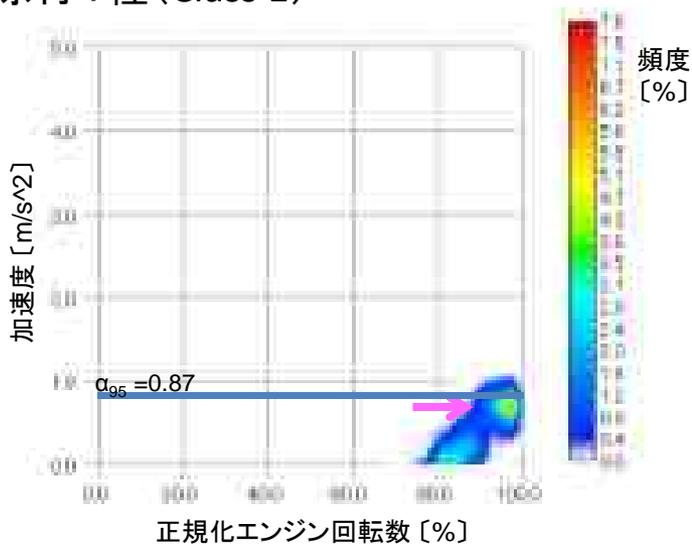
PART1(Urban)	0-60km/h \geq 80%
	90+ km/h = 0%
	Vmax \leq 80km/h
	モジュール長さ \geq 1m
PART2(Rural)	0-60km/h \leq 70%
	60-90km/h \geq 30%
	90+ km/h \leq 50%
	Vmax \leq 110km/h
PART3(Moterway)	0-60km/h \leq 20%
	90+ km/h \geq 50%

排気量別U/R/M構成率

R41-04による区分	排気量による区分	H22調査データ		
		U	R	M
Class 1	原付1種	100%	—	—
Class 2	原付2種	92%	8%	—
Class 3	軽二輪	75%	25%	—
	小型二輪	58%	36%	6%

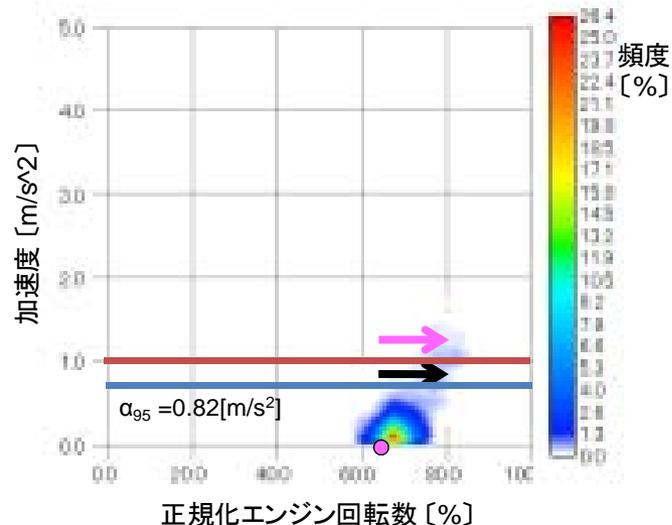
- ISO362-2による加速試験条件より高いエンジン回転数領域で騒音値を大きくすることが考えられるが、Class 1及び2のISO362-2による加速試験では、最高出力時エンジン回転数に近いエンジン回転数で評価しており、不適当に騒音を発生する制御を行いにくいと考えられる。
- このため、ASEPとして郊外路で高速走行も行うClass 3のみを対象とし、ISO362-2試験法でも高いエンジン回転数で試験を行うClass 1及び2について適用除外とすることが適切である。

◇ 原付1種 (Class 1)



 R41全開加速 (CVT)
77.6-86.9%, 0.66
 α_{95}

◇ 原付2種 (Class 2)

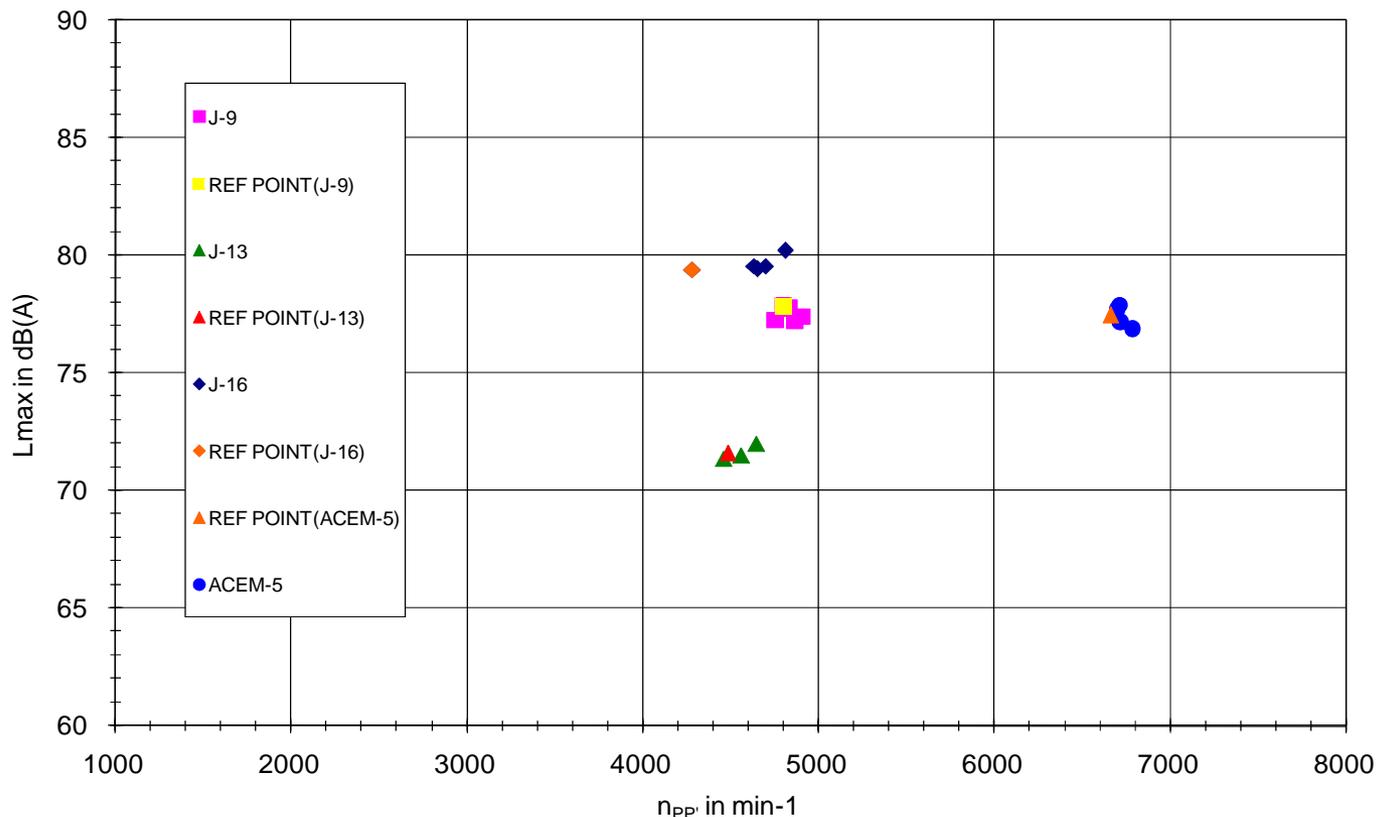


 TRIAS全開加速 (CVT)
66.3-79.5%, 0.90[m/s²]
 R41全開加速 (CVT)
66.3-79.3%, 1.20[m/s²]
 R41定常 (CVT)
66.3%, 0[m/s²]
 α_{urban} 1.03[m/s²]
 α_{95}

ISO362-2試験法でのエンジン回転数と加速度
(頻度分布は国道20号における35 < V < 45[km/h] かつ $\alpha > 0$ [m/s²] のデータ)

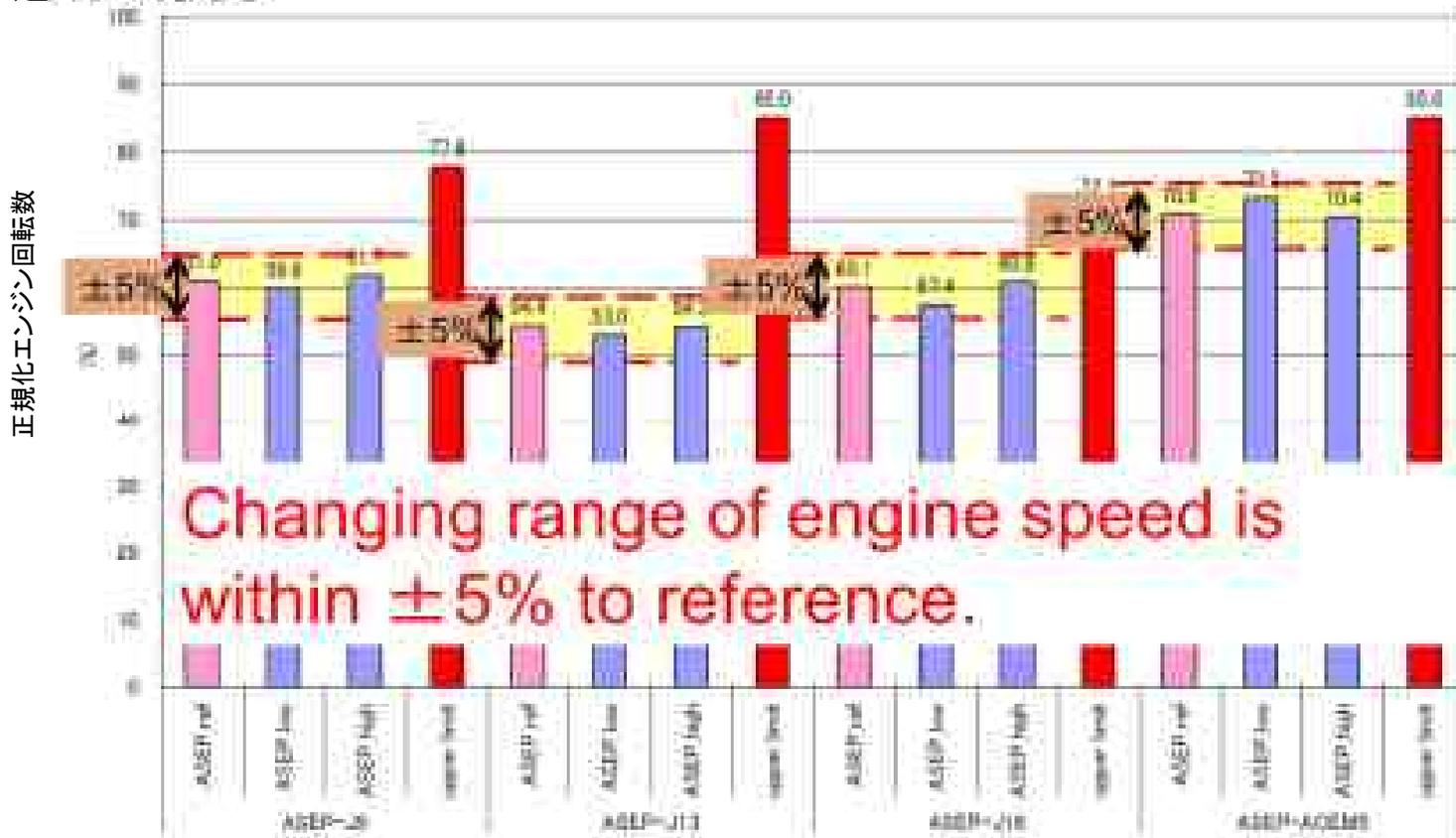
□ 原則としてCVTを対象外とすることの検証

- CVT車では、速度に関わらず決まったエンジン回転数領域が使用される傾向にある。ASEPキャンペーンデータを元に、R41WGにおいても検証したところ、新試験法条件 ($V_{PP}=50\text{km/h}$) でのエンジン回転数と比べ、他の速度でもエンジン回転数に大きな差が見られなかった。



CVT車でのASEP領域での騒音値データ(ISO362-2試験法条件($V_{PP}=50\text{km/h}$)と、他条件($V_{AA}=30\text{km/h}$ 、 $V_{AA}=40\text{km/h}$ 、 $V_{AA}=50\text{km/h}$ 、 $V_{BB}=80\text{km/h}$)との比較)

- このため、ASEPキャンペーンデータを元に、ASEP試験条件の中で出口エンジン回転数が、新試験法における出口エンジン回転数 (n_{BB}) から $\pm 5\%$ の範囲を超えるような車両についてののみ、ASEP適用対象とすることとした。
- エンジン回転数が大きく変化しないCVT車では、全開加速時に進入速度の違いにも関わらず騒音レベルが大きく変わらないことから、ASEPの適用対象外とすることが適切である。

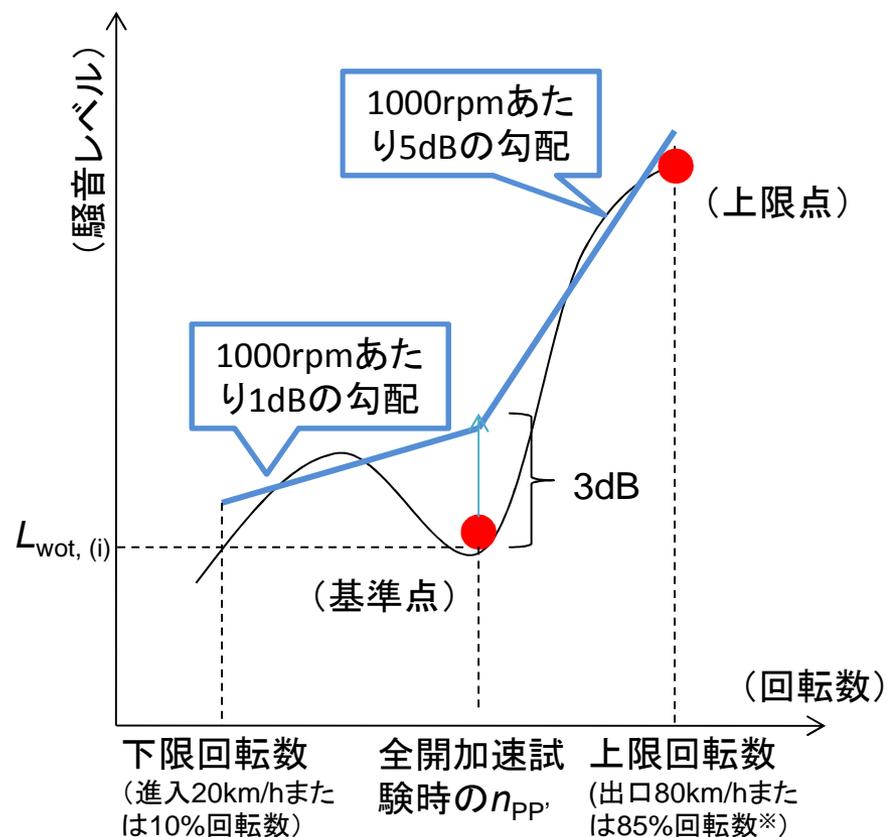


CVT車でのASEP領域での騒音値データ(ISO362-2試験法条件($V_{PP}=50\text{km/h}$)と、他条件(Low: $V_{AA}=30\text{km/h}$, High: $V_{BB}=80\text{km/h}$)との比較)

□ 上限ラインの検証

- ASEPの対象となるエンジン回転数領域で、全開加速試験を行い、マイク前通過時のエンジン回転数 $n_{PP'}$ に対して騒音レベルの上限値を以下のとおり設定。
 - $(1 * (n_{PP'} - n_{wot,(i)}) / 1000) + L_{wot,(i)} + 3dB$
($n_{PP'} < n_{wot,(i)}$ の場合) 注
 - $(5 * (n_{PP'} - n_{wot,(i)}) / 1000) + L_{wot,(i)} + 3dB$
($n_{PP'} \geq n_{wot,(i)}$ の場合)
- ECE R41-04においては、認証機関が、基準点、上限点に加え、任意の2点を指定し、各点において上限値以下であるか確認することができる。

注: ただし、2016年末までは、
 $(0 * (n_{PP'} - n_{wot,(i)}) / 1000) + L_{wot,(i)} + 3dB$
 とする。



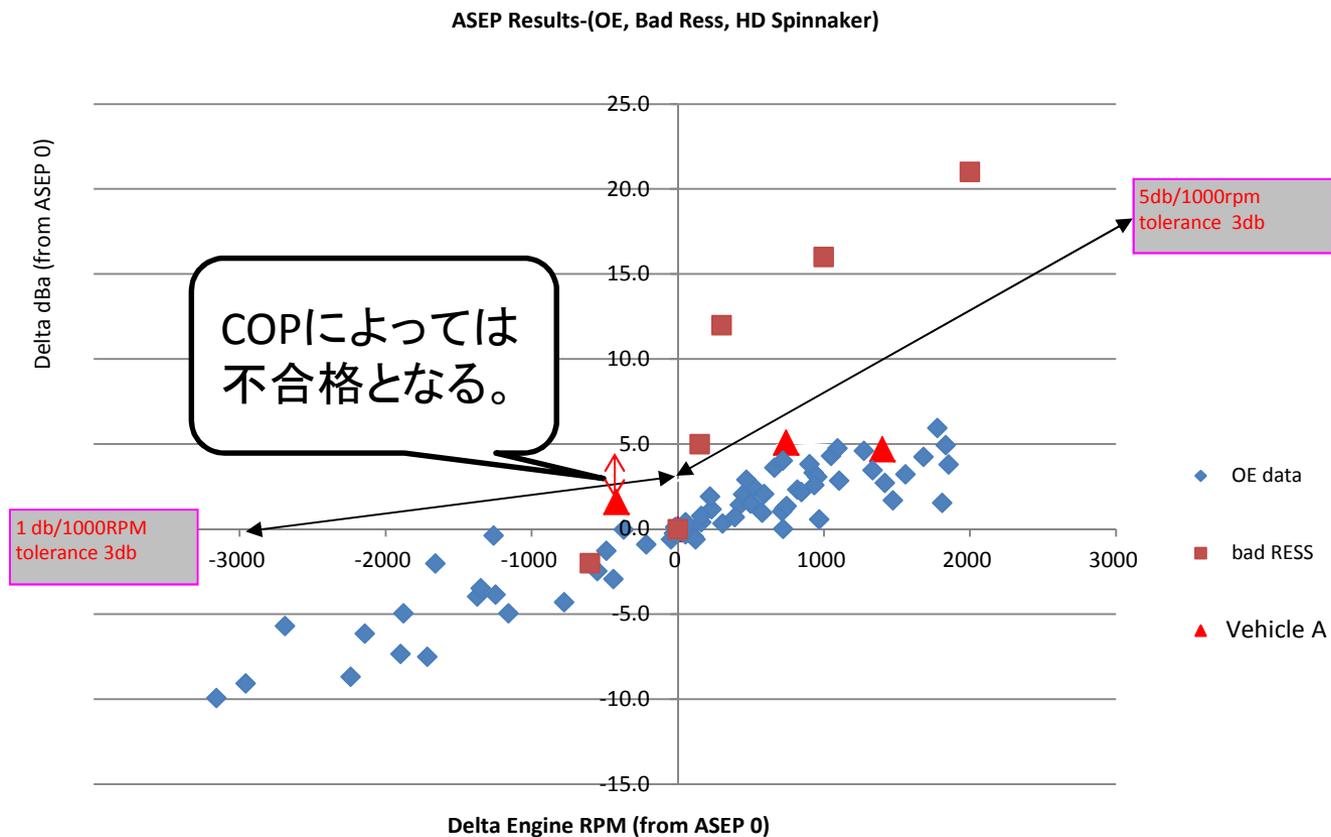
※ $PMR > 66$ の場合、 $3.4 * PMR^{-0.33} * (S - n_{idle}) + n_{idle}$

- GRBにおいて、ASEPデータキャンペーンを実施し、Class 3の車両25台のデータを収集。これらの中には、4台のCVT車及び1台のBad RESS車(交換マフラー装着車)を含む。
- 各車両について、以下のポイントでエンジン回転数・騒音レベルを計測

	MT車	CVT車
ASEP0	$V_{pp'}=50[\text{km/h}]$	$V_{pp'}=50[\text{km/h}]$
ASEP1	$n_{BB'}=3.4*PMR^{-0.33}*(S-n_{idle})+n_{idle} [\text{rpm}]$	$V_{AA'}=30[\text{km/h}]$
ASEP2	$V_{AA'}=20[\text{km/h}]$ or $n_{AA'}=0.1*(S-n_{idle})+n_{idle} [\text{rpm}]$	$V_{AA'}=40[\text{km/h}]$
ASEP3	$n_{pp'}=(n_{pp',ASEP0}+n_{pp',ASEP1})/2 [\text{rpm}]$	$V_{AA'}=50[\text{km/h}]$
ASEP4		$V_{AA'}=80[\text{km/h}]$ or $0.071*PMR+55[\text{km/h}]$

- 25台分の測定結果から、通常の車両ではASEPをクリアするよう規制値を検討し、IMMA(国際二輪車工業会)は0.95/5/2※を提案したが、検討の結果、1/5/2にCOPの+1dBを考慮し、1/5/3とすることで決着した。ただし、2016年末までは0/5/3とする。

※基準点(新加速試験法でのnPP')以下のエンジン回転数での1000rpmあたりの傾き/
 基準点超のエンジン回転数での1000rpmあたりの傾き/
 新加速試験法でのLwotからのトレランス

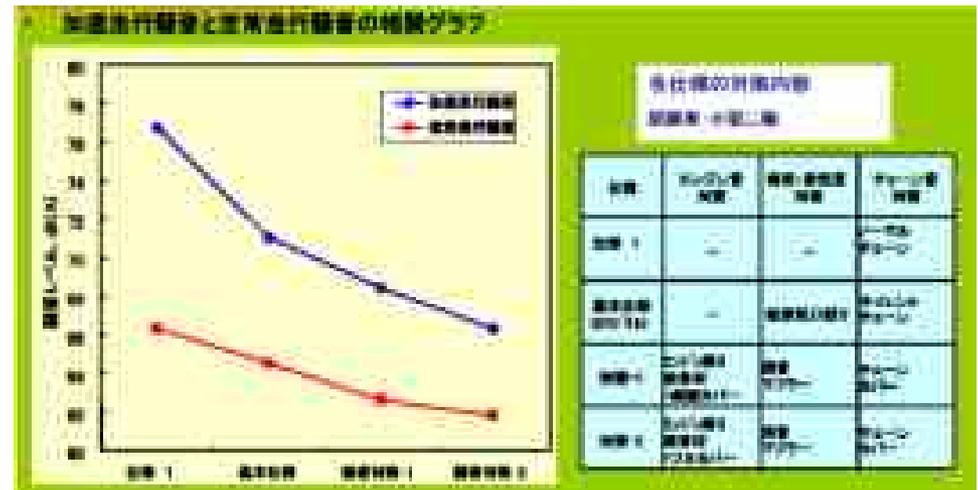
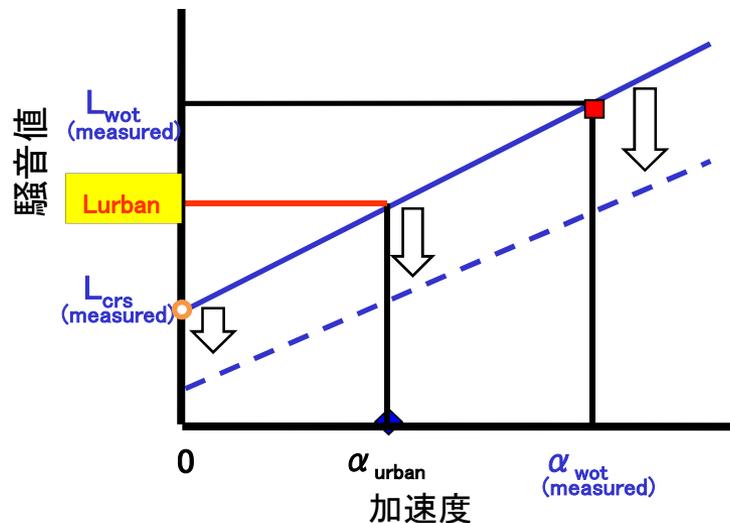


- 通常の車両であれば1/5/3のASEP上限ラインをクリアするが、加速走行試験法条件では騒音レベルを抑えているような車両や交換マフラーなどはクリアできないレベルと考えられる。
- ASEP上限ラインについて、2016年末まで0/5/3、2017年以降1/5/3とすることが適切である。

【審議事項3】 ECE R41-04で導入される追加騒音規定(ASEP)では、エンジン回転数に対し上限騒音レベルが定められている。ASEPで対象となるエンジン回転数は市街地のみならず郊外での走行でも使用される領域であり、加速試験法の試験条件のみ騒音を抑えるような車両はクリアできない上限ラインである。このため、新加速試験法の試験条件以外において騒音レベルが極端に大きくなる車両を排除することを目的として、Class3車両(ただし、CVT車のうち、ASEP試験条件における出口エンジン回転数が新加速試験法での出口エンジン回転数から±5%を超えないものは適用除外とする。)に対しASEPを導入することが適切である。

二輪車の定常走行騒音規制の廃止の検討

- これまで二輪車に対し、加速走行騒音規制に加え、定常走行騒音による規制を実施している。
- 一方、新加速試験法では、全開加速走行騒音 (L_{wot}) 及び定常走行騒音 (L_{crs}) の両方を測定し、市街地加速走行騒音 (L_{urban}) により評価するため、 L_{urban} を低減するためには、 L_{wot} と L_{crs} の両方の低減が必要となる。
- また、加速走行騒音への低減措置を行うことで定常走行騒音でもほぼ同比で効果が出るということがわかった。
- なお、加速走行騒音に比べ定常走行騒音ではタイヤの寄与度が増えるものの、タイヤ検討会において、二輪車用タイヤ騒音は道路沿道騒音への影響は小さいと考え、現時点では二輪車用タイヤに対するタイヤ単体騒音規制は必要ないという結論を出している。



加速走行騒音と定常走行騒音の騒音レベル比較

(出典) 日本自動車工業会資料

【審議事項4】 新加速試験法により市街地加速での騒音を規制することで定常走行騒音の低減にも寄与することから、規制合理化の観点から二輪車の定常走行騒音規制を廃止することが適切である。