

特殊自動車の排出ガス低減対策について（案）

今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第13次報告)

自動車排出ガス専門委員会では、中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第13次報告:平成29年5月31日)」において、今後の検討課題としてガソリン・LPG特殊自動車の対策について報告を行った。

中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第13次報告:平成29年5月31日)」より抜粋

5. 今後の検討課題

5. 1. 8 特殊自動車の排出ガス低減対策

(1) 定格出力が19 kW 以上560 kW 未満の特殊自動車

定格出力が19 kW 以上560 kW 未満の特殊自動車については、大気汚染状況、排出ガス寄与度、技術開発動向及び国際動向等を踏まえ、必要に応じ排出ガス規制の強化について検討する必要がある。また、ガソリン又はLPGを燃料とする特殊自動車(ガソリン・LPG特殊自動車)については、現行試験サイクル(C2 モード)を見直し、過渡サイクルの導入及びブローバイガス対策についてあわせて検討する必要がある。

検討課題と進め方について

平成29年12月の中央環境審議会大気・騒音振動部会自動車排出ガス専門委員会において、今後の優先的な検討課題として、ガソリン・LPG特殊自動車の排出ガス規制の見直しが掲げられた。

主な検討項目及び進め方


1. 定常モードである7モード(C2モード)の見直し
2. 過渡モード導入の検討

→ 環境省調査事業をもとにガソリン・LPG特殊自動車の採用すべき試験モードを検討

- ・ガソリン・LPG特殊自動車の国内代表作業モードを作成し、欧米で採用されているモードとの排出ガス量等を比較し、導入すべきモード等規制の見直しについて検討

3. ブローバイガス対策導入の検討

→ 関係業界へのヒアリングを参考に導入を検討



日本・米国・欧州の特殊自動車の 規制について

日・米・欧の特殊自動車の試験モード及び規制値について(ガソリン・LPG)

(g/kWh)		定格出力(kW)			
		19 ^{※1} ≤ P < 56	56 ≤ P < 75	75 ≤ P < 130	130 ≤ P < 560
日本 (2007～)	CO	20.0	20.0	20.0	20.0
	HC	0.6	0.6	0.6	0.6
	NOx	0.6	0.6	0.6	0.6
	PM	—	—	—	—
	PN	—	—	—	—
	サイクル	7M ^{※2}			
米国 ^{※4} (2007～)	CO	20.6 ^{※3} 又は4.4	20.6 ^{※3} 又は4.4	20.6 ^{※3} 又は4.4	20.6 ^{※3} 又は4.4
	HC	2.7	2.7	2.7	2.7
	NOx				
	PM	—	—	—	—
	PN	—	—	—	—
	サイクル	7M(又はRMC)及びLSI-NRTC			
欧州 ^{※4} (2018～)	CO	20.6 ^{※3} 又は4.4	5.0	5.0	3.5
	HC	2.7	0.19	0.19	0.19
	NOx		0.4	0.4	0.4
	PM	—	0.015	0.015	0.015
	PN	—	1 × 10 ¹²	1 × 10 ¹²	1 × 10 ¹²
	サイクル	7M及びLSI-NRTC	8M(又はRMC)及びNRTC		

・日本は定常モードのみ採用
 ・欧米は過渡モードと定常モードが併存しているが適用サイクルが異なる

※1: 欧・米では19<Pとなっている。
 ※2: 同じ7モードでも日と米ではモード時間が異なる。
 ※3: 次式を適用した場合の最大値。(HC+NOx) * CO^{0.784} ≤ 8.57
 ※4: 定常モードと過渡モードは同一の規制値

サイクルについてはP7、8参照

(参考) 日・米・欧の特殊自動車の試験モード及び規制値について(ディーゼル)

(g/kWh)		定格出力(kW)				
		19 ≤ P < 37	37 ≤ P < 56	56 ≤ P < 75	75 ≤ P < 130	130 ≤ P < 560 ^{※1}
日本	CO	5.0	5.0	5.0	5.0	3.5
	NMHC	0.7	0.7	0.19	0.19	0.19
	NOx	4.0	4.0	0.4	0.4	0.4
	PM	0.03	0.025	0.02	0.02	0.02
	PN	—	—	—	—	—
	サイクル	8M(又はRMC)及びNRTC ^{※2}				
米国	CO	5.5	5.0	5.0	5.0	3.5
	NMHC	4.7	4.7	0.19	0.19	0.19
	NOx			0.4	0.4	0.4
	PM	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
	PN	—	—	—	—	—
	サイクル	8M(又はRMC)及びNRTC並びにNTE ^{※3}				
欧州	CO	5.0	5.0	5.0	5.0	3.5
	NMHC	4.7	4.7	0.19	0.19	0.19
	NOx			0.4	0.4	0.4
	PM	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
	PN	1 × 10 ¹²	1 × 10 ¹²	1 × 10 ¹²	1 × 10 ¹²	1 × 10 ¹²
	サイクル	8M(又はRMC)及びNRTC				

※1: 欧米はP ≤ 560

※2: NRTCのC:H比率は、日欧0.1:0.9、米は0.05:0.95

※3: NTEについてはTier4開始後3MYまでは適合しなくてもよい

5.5 : 日本と差異がある個所 6

調査を行う試験モード(定常モード)

7モード:

日本、EU(56kW未満)、US(全)ガソリン・LPG特殊自動車用試験サイクル。

※ISO8178で、ガソリンエンジン・LPG試験サイクル(C2)として設定されている(ホットスタート)。

Ramped-Modal Cycle (RMC):

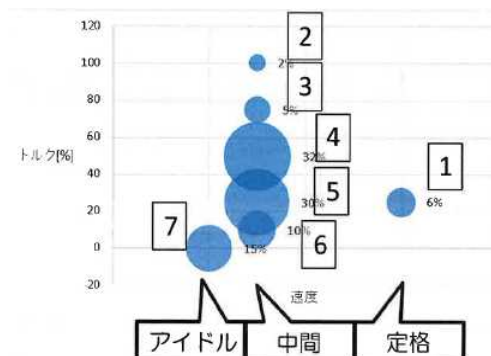
US(全)ガソリン・LPG特殊自動車用試験サイクル。

7モードと選択制。

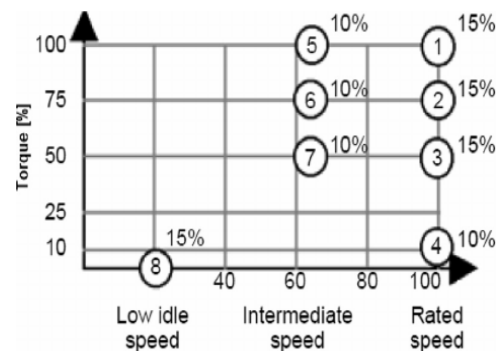
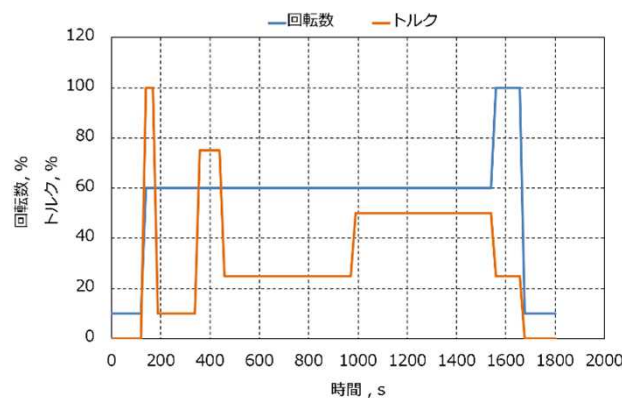
8モード:

EU(56kW以上)ガソリン・LPG特殊自動車用試験サイクル。

※ISO8178では、ディーゼルエンジン試験サイクル(C1)として設定されている。



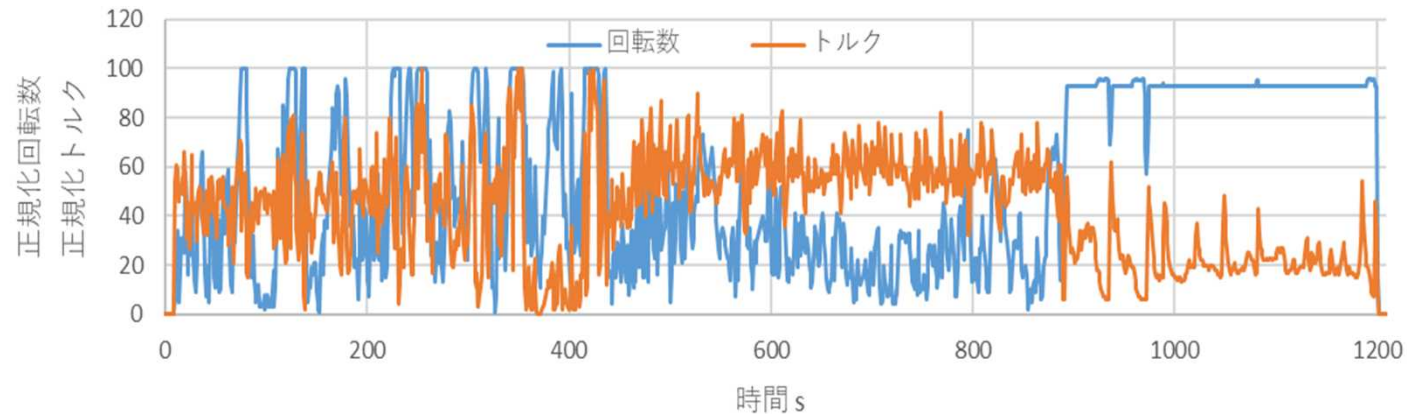
%:重み係数(Weighting Factor)
中間:全負荷軸トルク回転速度
(8モードに同じ)



調査を行う試験モード(過渡モード)

Large spark ignition engine(LSI) Non-load transient cycle(NRTC):【LSI-NRTC】
EU(56kW未満),US(全)ガソリン・LPG特殊自動車用試験サイクル。

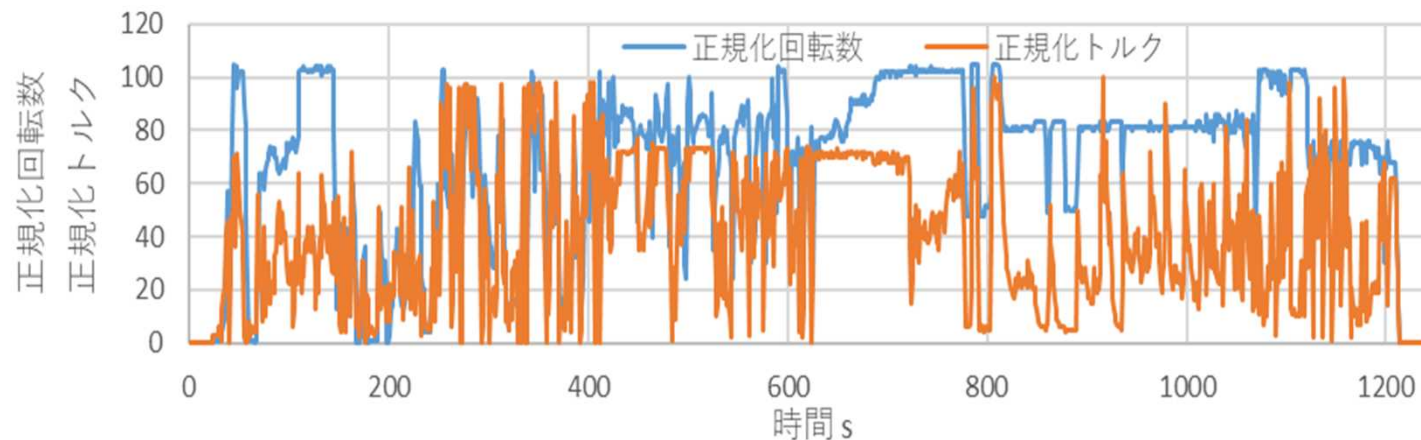
※ホットスタートサイクル




Non-load transient cycle:【NRTC】

日本,EU,USディーゼル特殊自動車及びEU(56kW以上)ガソリン・LPG特殊自動車
で採用されている試験サイクル。

※コールド0.1、ホット0.9の重みで評価





ガソリン・LPG特殊自動車の採用すべき 試験モードの検討

ガソリン・LPG特殊自動車の現状

国内

- 業界ヒアリングの結果、ガソリン・LPG特殊自動車は一部の農機を除きほぼフォークリフトとなっている。
- 近年は、電動式フォークリフトが増加傾向にあり、2016年度の出荷台数比は内燃機関が39.3%まで低下し、電動式が60.7%と増加している。
- ガソリン・LPGフォークリフトは原則国産エンジン搭載であり、エンジンを製造しているのが2社に限られている。

輸出

- 欧州・アジアへの輸出はディーゼル車が多く、米州向けは、ガソリン車が多い。
- 業界ヒアリングの結果、定格出力が56kW以上のガソリン・LPG特殊自動車を欧州に輸出をしている国内エンジンメーカーはない。

- ・国内ガソリン・LPG特殊自動車のほとんどを占める、フォークリフトの使用実態を調査する必要がある。
- ・欧州への輸出は、出力が56kW未満であり、NRTCが適用されるエンジンの輸出実態はない。

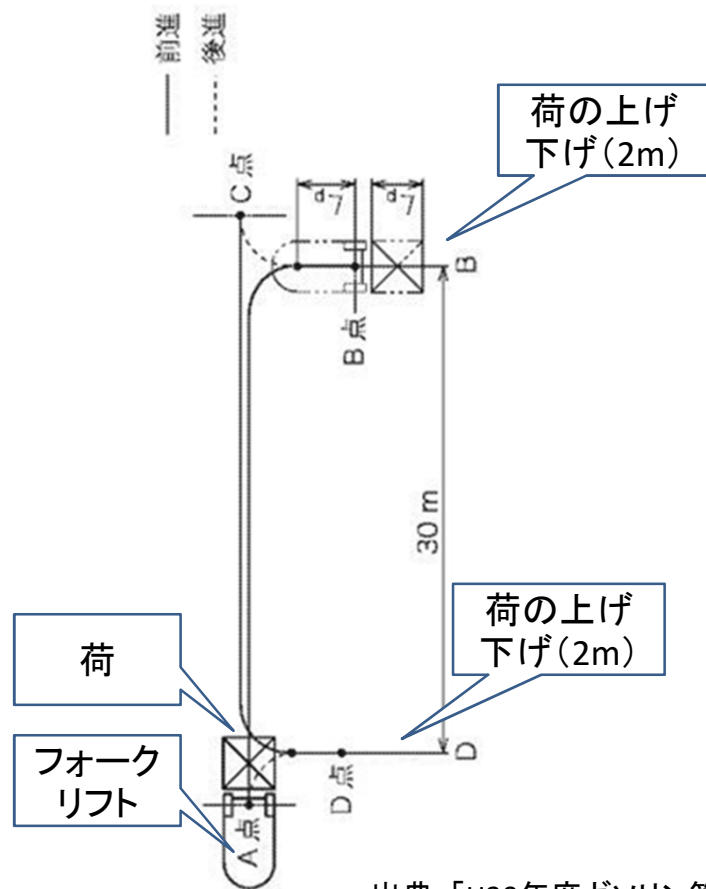
国内代表作業モード(JTC)の作成等(1/2)

(1) 平成30年度及び平成31年度環境省調査事業概要

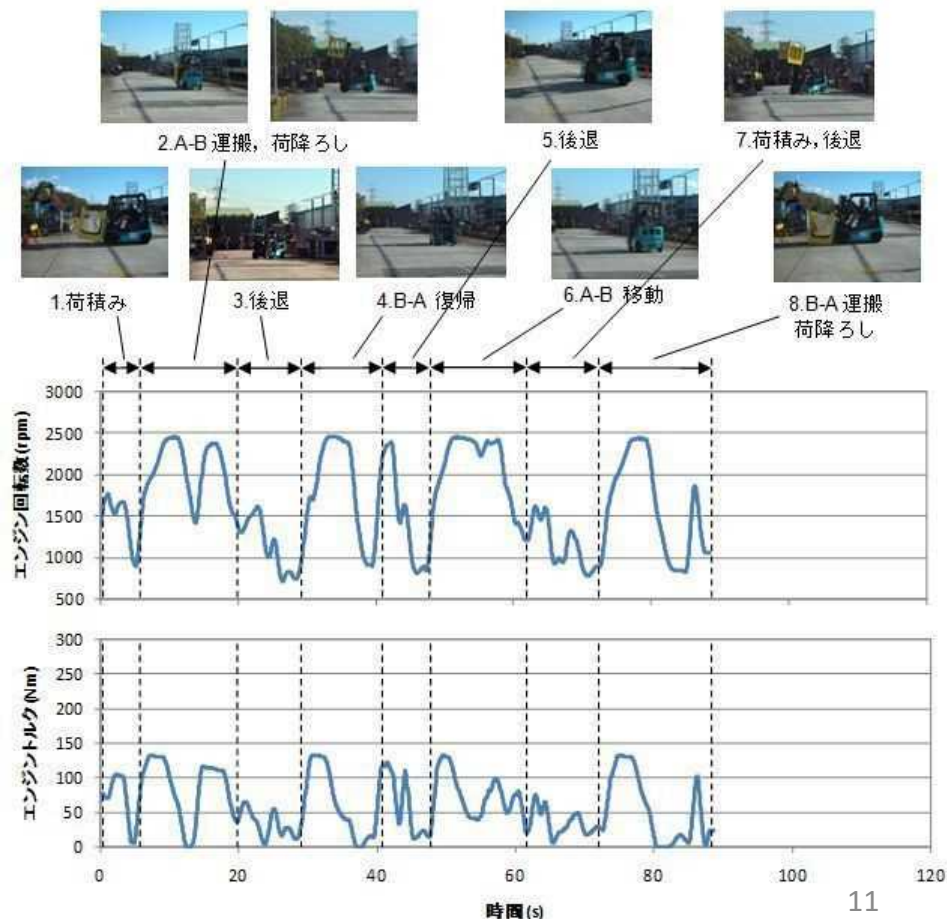
- ① 国内代表作業モード(JTC)の作成(平成30年度環境省調査において作成)
フォークリフトの実作業モードによるエンジン回転数とトルクデータの測定

実作業モード: JIS D6202-2011

(燃料消費率試験法)



実作業モード測定イメージ

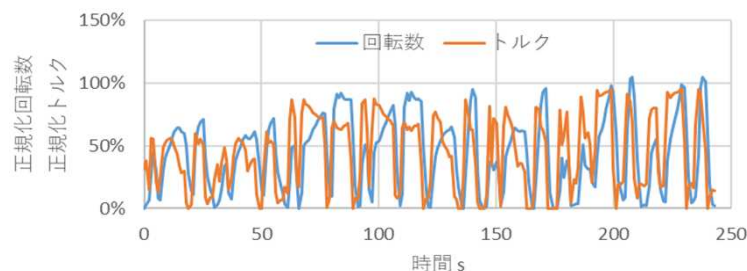


出典: 「H30年度ガソリン等特殊自動車排出ガス規制見直しに向けた調査委託業務報告書」を元に作成

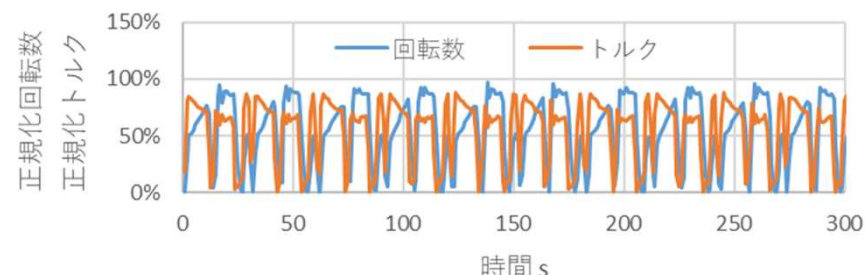
国内代表作業モード(JTC)の作成等(2/2)

② ①のデータをもとにエンジンベンチ用国内代表作業モード(JTC)の作成

作成した候補代表作業モード(JTC及びJTC-HD)



※4機種フォークリフトの測定データから作成



※※最大出力(43kW)のフォークリフトの作業サイクルのみからJTC-HDを作成

③ ②で作成した国内代表作業モード(JTC)と欧米で採用されているモード(LSI-NRTC等)における排出ガス量を比較し、相関関係等を調査

調査対象エンジンと調査対象モード

エンジンメーカー	エンジン型式	排気量(L)	定格出力(kW)	燃料	試験サイクル	調査年度
A社	A型	2.2	44	ガソリン LPG	LSI-NRTC、JTC、7モード	平成30年度
B社	B型	2.1	38	ガソリン	LSI-NRTC、JTC、7モード、RMC	平成31年度
	C型	2.5	43	ガソリン	LSI-NRTC、JTC、7モード、RMC	
	D型	4.5	71	ガソリン	LSI-NRTC、JTC、7モード、RMC NRTC、JTC-HD、8モード、RMC	

出典:「H30・31年度ガソリン等特殊自動車排出ガス規制見直しに向けた調査委託業務報告書」を元に作成

NRTC及び8モードの導入についての検討

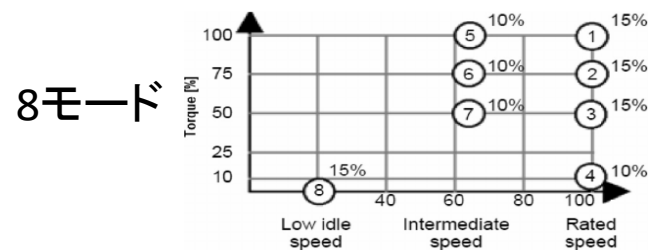
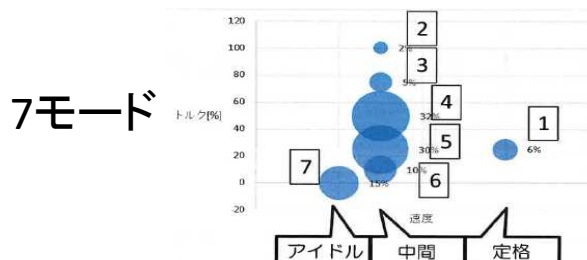
(2) 平成30年度及び平成31年環境省調査事業結果

- ① 欧州56kW以上560kW未満で採用しているNRTC及び8モードについて
- ・NRTCとLSI-NRTCの出力比を求めたところ、NRTCの方が1.5倍高い出力となっている。
 - ・ガソリン特殊自動車用エンジンを用いてNRTCで測定を行った結果は、LSI-NRTCに比べ、CO及びNO_xで2.7倍、HCで1.9倍と全ての物質で多い排出量となった。

出力比	LSI-NRTC	平均	標準偏差	NRTC	平均	標準偏差
	パワー(%)	20	17	30	24	
	回転数(%)	54	33	68	30	
	トルク(%)	42	22	39	26	

出典:「H31年度ガソリン等特殊自動車排出ガス規制見直しに向けた調査委託業務報告書」を元に作成

- ・ディーゼル特殊自動車用として策定されている8モードは、ガソリン特殊自動車用として策定されている7モードと比較して高負荷・高回転域となっている。
- ・ガソリン特殊自動車用エンジンを用いて8モードで測定を行った結果は、7モードに比べ、COで4.3倍、HCで2.1倍、NO_xで17.2倍と全ての物質で多い排出量となった。



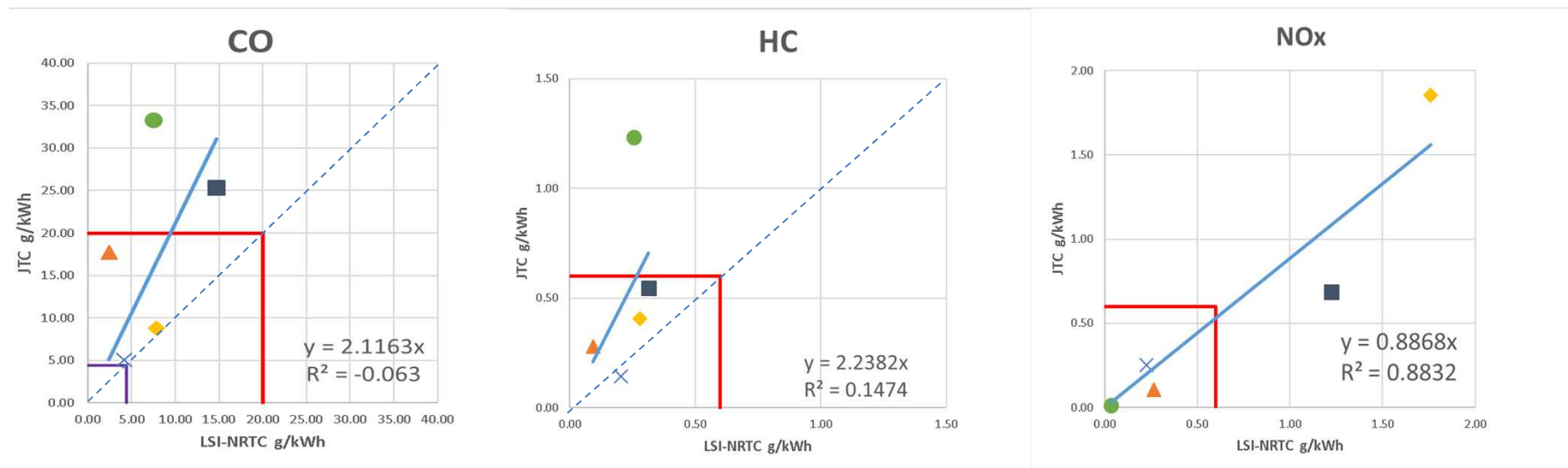
NRTC及び8モードについてはディーゼル特殊自動車用として作成されたモードのため、出力が高いことからガソリン特殊自動車用の試験サイクルとして用いると適切な評価が行えない可能性がある。

LSI-NRTCの導入についての検討

② 米国19kW超え560kW未満及び欧州19kW超え56kW未満で採用しているLSI-NRTC及び7モードについて

- ・国内代表作業モードとして作成したJTCとLSI-NRTCの相関は、NOxに強い相関が得られたことから、NOxについては我が国の使用実態に即した結果となっていると考えられる。

JTCとLSI-NRTCの相関



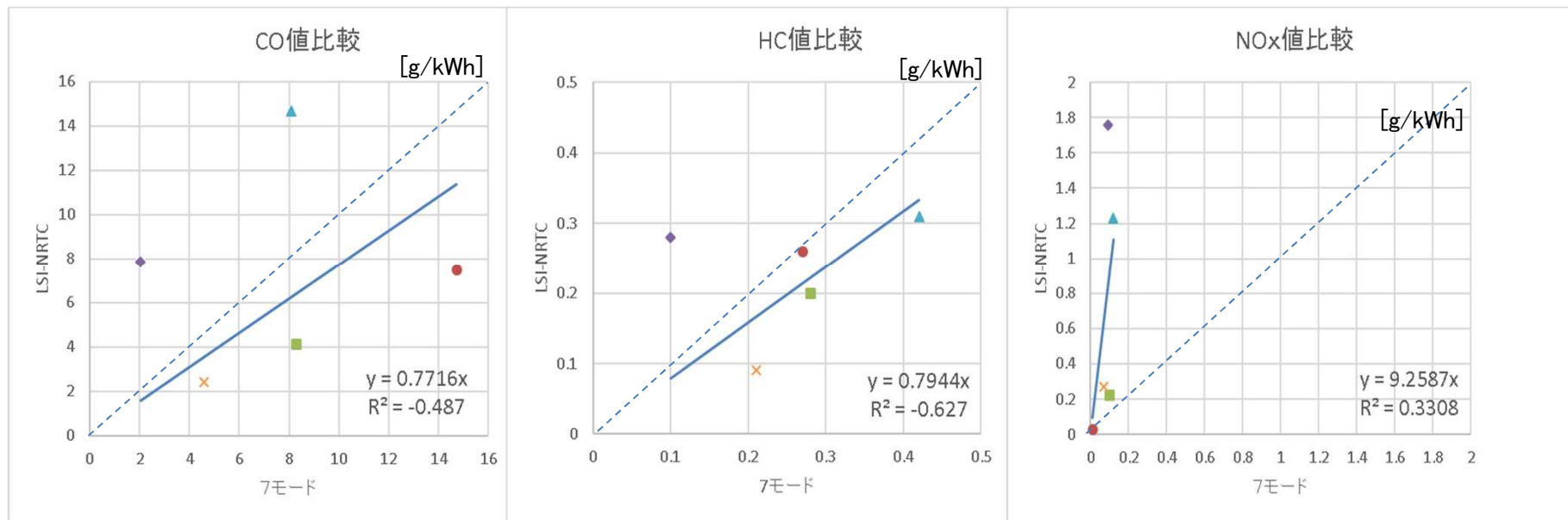
— : 国内7モード規制値

出典:「H30・31年度ガソリン等特殊自動車排出ガス規制見直しに向けた調査委託業務報告書」を元に作成

7モードの見直し及びRMCの導入についての検討

③ 7モード(C2)の測定結果は、CO及びHCでLSI-NRTCより大きい排出量となった。

7モード・LSI-NRTC比較



④ RMCの測定結果についても国内7モード規制値をクリアしている。

7モード・RMC比較

		[g/kWh]					[g/kWh]				
		定格出力	CO	HC	NOx			定格出力	CO	HC	NOx
RMC		38(kW)	3.13	0.25	0.37	7モード		38(kW)	2.03	0.10	0.09
		43(kW)	6.69	0.43	0.27			43(kW)	8.10	0.42	0.12
		71(kW)	2.47	0.11	0.57			71(kW)	4.60	0.21	0.07
		規制値	20.0	0.6	0.6			規制値	20.0	0.6	0.6

出典:「H30・31年度ガソリン等特殊自動車排出ガス規制見直しに向けた調査委託業務報告書」を元に作成

メーカーヒアリングまとめ

ガソリンエンジンにおける試験サイクルの対応可否(メーカーヒアリングまとめ)

		出力(kW)					
		19-37		37-56	56-75	75-130	130-560
		19-30 1000cc以下					
米国 Tier2	試験サイクル	6M又は6M-RMC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC
	対応可否	該当エンジンなし	○	○	○	○	○
欧州 StageV	試験サイクル	6M又は6M-RMC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC	7M又は7M-RMC 及び LSI-NRTC	8M又は8M-RMC 及び NRTC	8M又は8M-RMC 及び NRTC	8M又は8M-RMC 及び NRTC
	対応可否	該当エンジンなし	○	○	×	×	×

ガソリン・LPG特殊自動車の採用すべき試験モードの検討(案)

- ① 8モード及びNRTCについてはもともとディーゼル特殊自動車用の測定モードであり、環境省調査の結果からも負荷が高すぎる可能性があるため採用することは難しい。
- ② LSI-NRTC については、JTCモードとLSI-NRTCのNO_xの排出量の試験結果では強い相関があり、また、現行の7モードよりも排出量が多かったことから、LSI-NRTC の導入によりNO_xの低減を図ることができると考えられる。
- ③ 7モードについては、CO及びHCでLSI-NRTCよりも排出量が多いことから規制緩和とならないよう、引き続き採用することが適当である。
➡ ②及び③の結果から、過渡モード(LSI-NRTC)と定常モード(7モード)を併用することにより、大気環境の改善につながると考えられる。
- ④ RMCにおける排出量については、国内7モード規制値を満たしていることから、7モードと選択制として導入しても問題ないと考えられる。



以上の結果から、LSI-NRTC及び7モード(RMC含む)で規制することが適当



ブローバイガス対策導入の検討

ブローバイガス対策導入の検討(メーカーヒアリング結果等)

ブローバイガス規制の導入について、技術的な対応の可否、技術導入に伴う車両価格の変動及び対策に必要な期間(まとめ)

【技術的対応の可否】

対応可能。

【対応技術開発コスト】

クローズド方式を既に採用しており、新たなコストアップや開発費の発生はない。

【対応に必要な期間】

クローズド方式を既に採用済みで有り、必要ない。

ブローバイガス規制導入の問題点及びその理由について(まとめ)

特に問題点はない。



各社既に採用済みであることから、導入について問題はない。



許容限度目標値及び適用時期の検討

許容限度目標値及び適用時期の検討(メーカーヒアリングまとめ)

欧米における認可について

採用している試験モード		認可値[g/kWh]				
定常モード	7モード	仕向地	CO	HC	NO _x	HC+NO _x
		欧州	4.16~13.17	0.00~0.13	0.00~0.53	0.08~0.53
		米国	1.64~13.05	0.15~0.48	0.00~0.03	0.18~0.48
過渡モード	LSI-NRTC (HC+NO _x)*CO ^{0.784} ≤ 8.57	仕向地	CO	HC	NO _x	HC+NO _x
		欧州	1.16~14.86	0~0.05	0~0.10	0~0.03
		米国	3.76~7.20	0~0.15	0.04~0.34	0.18~0.46

導入に必要な期間について

採用する試験モード	設定する許容限度目標値	必要な期間
LSI-NRTC 及び 7モード	現行の国内許容限度目標値	4年から5年
	欧米並みの許容限度目標値	4年から5年
	欧米より強化した許容限度目標値	4年から7年

許容限度目標値及び適用時期の検討

検討事項

【許容限度目標値】

- 米国及び欧州(56kW未満に限る)の規制値は以下の式の通りであるが、我が国においては物質毎の許容限度を定めている。

$$(HC+NOx) * CO^{0.784} \leq 8.57 \quad \text{但し、HC+ NOx:2.7g/kWh以下、CO:20.6g/kWh以下}$$

- メーカーヒアリングの結果

- ・COについては、7モード及びLSI-NRTCともに最大値で15g/kWh以下の結果となっており、平均値は10g/kWhを下回っている。
- ・HCについては、7モードの最大値で現行の許容限度目標値に近い値となっており、平均値は許容限度目標値の半分程度の値となっている。LSI-NRTCについては最大値でも非常に低い値となっている。
- ・NOxについては、7モードの欧米認可値の最大値は現行の許容限度目標値に近い値、LSI-NRTCの最大値で現行の許容限度目標値の半分程度の値だが、平均値は非常に低い値となっている。

[g/kWh]		7モード			LSI-NRTC		
		CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
欧米認可値	最大	13.17	0.48	0.53	14.86	0.15	0.35
	平均	6.81	0.24	0.06	5.86	0.06	0.14
現行国内規制値(参考)		20.0	0.6	0.6	—	—	—

- 同様の技術を採用しているガソリン・LPG自動車(乗用車等)のNOxの許容限度目標値は、HCの1/2程度の値となっている。

【適用時期】

- 特殊自動車に関して、過去の答申から規制開始まで4~6年(7年から短縮あり)となっている。
- 設定する各物質の許容限度目標値によるが、欧米並みの許容限度目標値でLSI-NRTCを導入する場合については、車両開発も考慮して4~5年で対応可能との回答あり。
- 欧米の規制値より強化する場合は4~7年の回答あり。

許容限度目標値及び適用時期(案)

採用すべき許容限度目標値及び適用時期

- 各物質の許容限度目標値については、定常モード(7モード(RMCを含む))と過渡モード(LSI-NRTC)を同じ規制値とすることとし、下表のとおりとする。

CO	HC	NOx
15.0g/kWh	0.6g/kWh	0.3g/kWh

- 適用時期については、LSI-NRTCを導入し、上表の許容限度目標値の対応に必要な期間のヒアリング結果(4~7年)を考慮するとともに、特殊以外のガソリン・LPG自動車ですでに採用されている排出ガス低減技術の実態を踏まえ、令和6年末(準備期間4年)までに開始することが望ましい。