

講演 5

重量車燃費試験法に関する国内外の動向

自動車研究部 主席研究員

川野 大輔

重量車燃費試験法に関する 国内外の動向

自動車研究部

主席研究員
上席研究員
主任研究員
研究員

※ 川野 大輔
鈴木 央一
水嶋 教文
山口 恭平



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

1

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

講演内容

1. 重量車の燃費を取り巻く現状
2. 欧米における動向
 - ・ 欧州 (LOT 3)
 - ・ 米国 (Phase 2)
3. 国内における新たな試験法の策定
4. まとめ



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

2

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

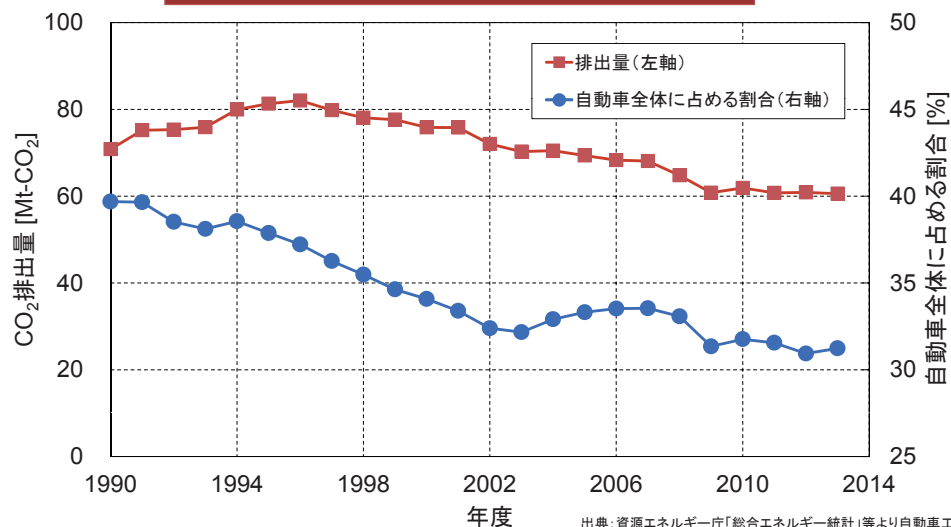
講演内容

1. 重量車の燃費を取り巻く現状
2. 欧米における動向
 - ・ 欧州 (LOT 3)
 - ・ 米国 (Phase 2)
3. 国内における新たな試験法の策定
4. まとめ

重量車の燃費を取り巻く現状

—重量車からの二酸化炭素排出量—

- 重量車からの二酸化炭素排出量は減少傾向
- 近年では自動車全体の約3割で推移

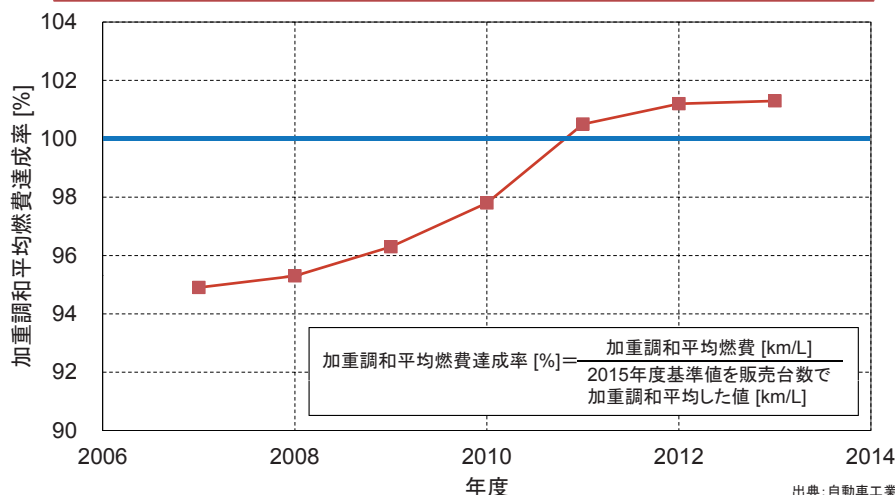


出典: 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」等より自動車工業会が推計

重量車の燃費を取り巻く現状

ー重量車の平均燃費の推移ー

- 2011年に2015年度重量車燃費基準の目標値を達成
- 平均燃費と目標値との差は1%程度で、その後の増加も少ない
- 次期燃費基準策定に向けた準備が必要



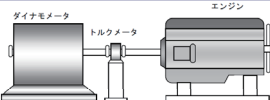
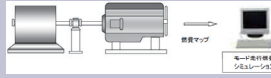
交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

5

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

重量車の燃費を取り巻く現状

ーシミュレーション法の採用ー

評価項目	車両ベース実測法	エンジン単体実測法 (標準車両諸元を用いる場合)	シミュレーション法
	 車両をシャシダイナモメータ上でモード運転し、燃費を実測	 エンジン単体をエンジンベンチでモード運転し、燃費を実測	 実測したエンジン燃費マップを用いて、モード運転をシミュレーションで再現し、燃費を計算
新たな試験設備の導入	大型シャシダイナモメータの導入が必要	排出ガス試験設備との兼用が可能	新たな試験設備の導入は必要なし
試験工数	重量車は車種が多いため、測定に膨大なコスト・時間が必要	排出ガス試験時に同時に測定可能	エンジン燃費マップを作成する工数のみが発生
リアルワールドの反映	最もリアルワールドに近い燃費を計測可能	過渡特性を反映できるが、実在諸元との燃費値の乖離が大	過渡特性を反映できないが、エンジン以外の効果を容易に評価可能

リアルワールドの反映能力では車両ベース実測法に劣るものの、コストや試験工数が圧倒的に少ないため、日米欧が採用



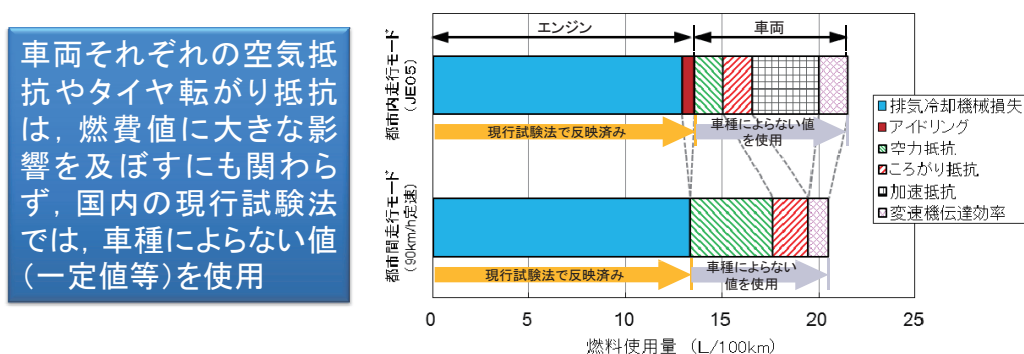
交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

6

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

重量車の燃費を取り巻く現状 ーリアルワールドを反映した試験法に向けてー

燃料消費寄与内訳

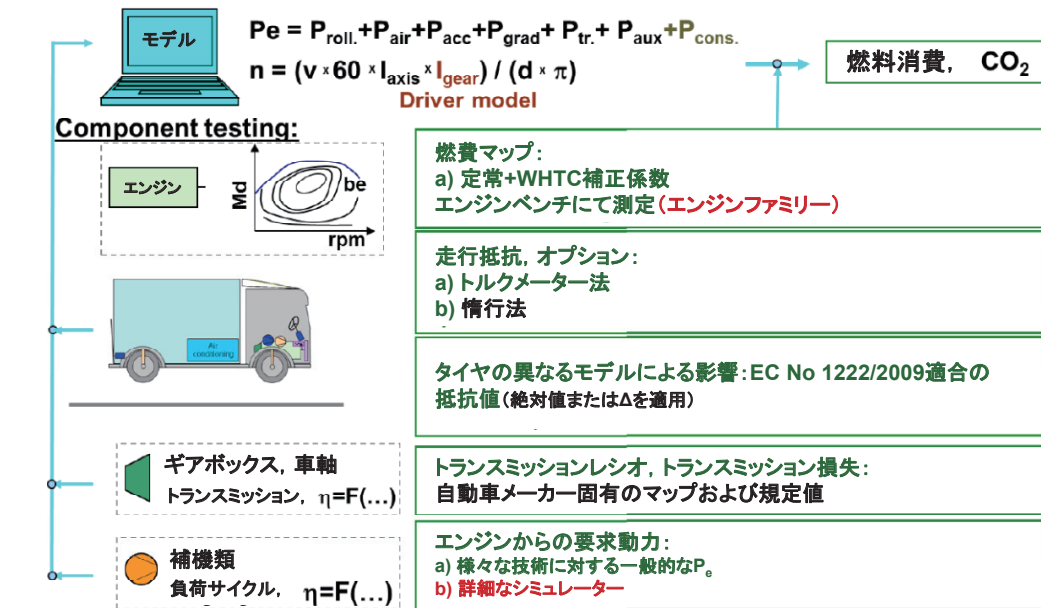


- 燃費の計算値をリアルワールドの燃費値に近づけるには、シミュレーションのための車両諸元に関する入力値(特に、燃費値に大きな影響を与える空気抵抗係数、タイヤ転がり抵抗係数等)をリアルワールドを反映した値にすることが重要
- 海外の重量車燃費試験法に関する動向を注視しつつ、国内の燃費試験法においてリアルワールドを反映できる手法を検討

講演内容

1. 重量車の燃費を取り巻く現状
2. 欧米における動向
 - ・ 欧州 (LOT 3)
 - ・ 米国 (Phase 2)
3. 国内における新たな試験法の策定
4. まとめ

欧米における動向 —欧州LOT 3(燃費の計算方法)—



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

9

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

欧米における動向 —欧州LOT 3(カテゴリー分けと試験サイクル)—

車軸数	車両クラスの特定				セグメント (車両形状・サイクル割り当て)					標準ボディー		
	駆動方式	シヤンシー形状	最大GVW [t]	車両クラス	長距離	地域配送	市街地配送	公営事業	建設	標準ボディー	標準トレーラー	標準セミトレーラー
2	4x2	リジッド	>3.5 - 7.5	0 ^{**}		R	R			B0		
2	4x2	リジッド or トラクター	7.5 - 10	1		R	R			B1		
		リジッド or トラクター	>10 - 12	2	R	R	R			B2		
		リジッド or トラクター	>12 - 16	3		R	R			B3		
		リジッド	>16	4	R+T	R		R		B4	T1	
		トラクター	>16	5	T+S	T+S						S1
	4x4	リジッド	7.5 - 16	6				R	R	(B3)		
		リジッド	>16	7					R	(B5)		
		トラクター	>16	8					T+S			(S1)
3	6x2/2-4	リジッド	全重量	9	R+T	R		R		B6	T1	
		トラクター	全重量	10	T+S	T+S						S2
	6x4	リジッド	全重量	11					R	(B7)		
		トラクター	全重量	12					R			(S2)
	6x6	リジッド	全重量	13					R	(B7)		
		トラクター	全重量	14					R			(S2)
4	8x2	リジッド	全重量	15					R	(B8)		
	8x4	リジッド	全重量	16					R	(B9)		
	8x6 & 8x8	リジッド	全重量	17					R	(B9)		

R=リジッド(荷箱が固定されたもの)+ボディー R+T=リジッド+ボディー+トレーラー T+S=トラクター+セミトレーラー

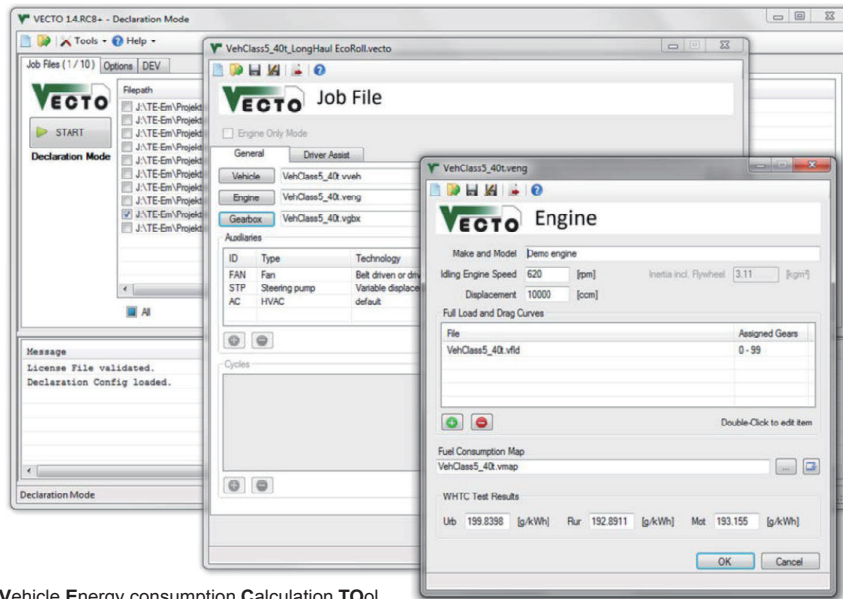


交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

10

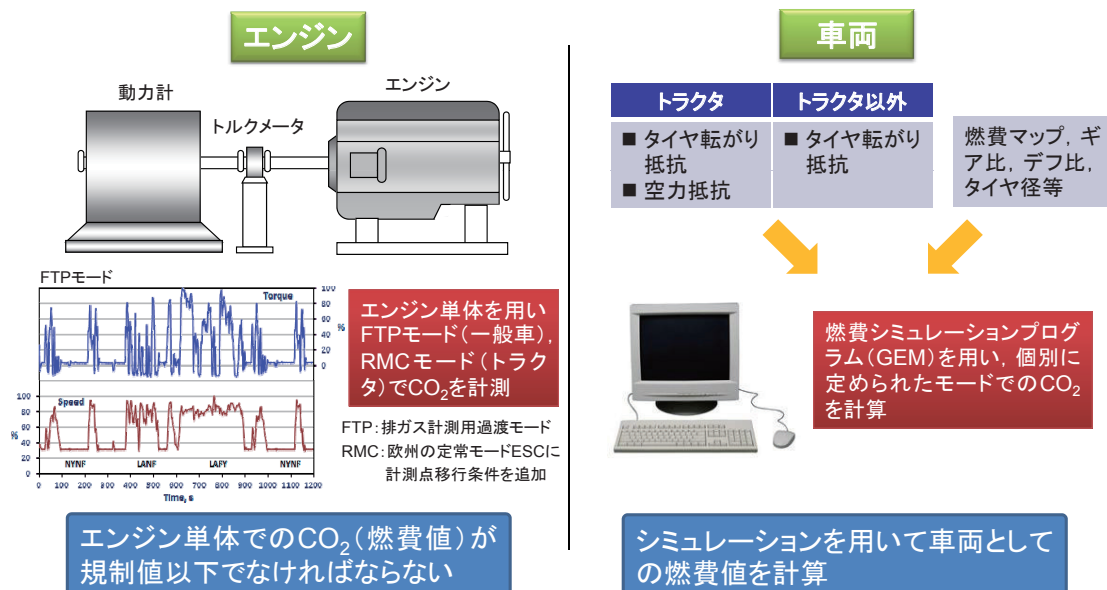
平成28年度
交通安全環境研究所講演会

欧米における動向 —欧州LOT 3(VECTOの入力画面)—



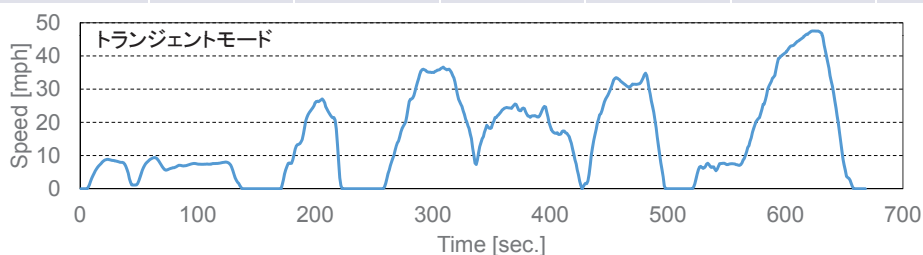
VECTO: Vehicle Energy consumption Calculation TOOL

欧米における動向 —米国Phase 2(エンジン試験と車両シミュレーション)—



欧米における動向 —米国Phase 2(カテゴリー分けと試験サイクル)—

		距離配分			時間配分		平均車速 [mph]
		トランジェント [%]	55mph一定 [%]	65mph一定 [%]	アイドル [%]	アイドル以外 [%]	
トラック	デイキャブ	19	17	64	—	—	—
	スリーパーキャブ	5	9	86	—	—	—
	重量牽引トラック	19	17	64	—	—	—
トラック	トラック(多目的)	82	15	3	15	85	20.9
	トラック(都市間)	50	28	22	10	90	28.1
	トラック(都市内)	94	6	0	20	80	19.2



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

13

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

欧米における動向 —米国Phase 2(GEMの入力画面)—

転がり抵抗係数,
空気抵抗係数等の入力

Greenhouse Gas Emissions Model (GEM)

Identification

Manufacture Name: Vehicle Configuration: Date:
 Vehicle Family: Vehicle Model Year:

Regulatory Subcategory

- ☒ Class 8 Combination – Sleeper Cab – High Roof
- ☐ Class 8 Combination – Sleeper Cab – Mid Roof
- ☐ Class 8 Combination – Sleeper Cab – Low Roof
- ☐ Class 8 Combination – Day Cab – High Roof
- ☐ Class 8 Combination – Day Cab – Mid Roof
- ☐ Class 8 Combination – Day Cab – Low Roof
- ☐ Class 7 Combination – Day Cab – High Roof
- ☐ Class 7 Combination – Day Cab – Mid Roof
- ☐ Class 7 Combination – Day Cab – Low Roof
- ☐ Heavy Heavy-Duty – Vocational Truck (Class 8)
- ☐ Medium Heavy-Duty – Vocational Truck (Class 6-7)
- ☐ Light Heavy-Duty – Vocational Truck (Class 2b-5)

Simulation Inputs

Coefficient of Aerodynamic Drag:
 Steer Tire Rolling Resistance [kg/metric ton]:
 Drive Tire Rolling Resistance [kg/metric ton]:
 Vehicle Speed Limiter [mph]:
 Vehicle Weight Reduction [lbs]:
 Extended Idle Reduction:

Simulation Type

☒ Single Configuration
☒ Plot Output
☐ Multiple Configurations

RUN

サブカテゴリの選定



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

14

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

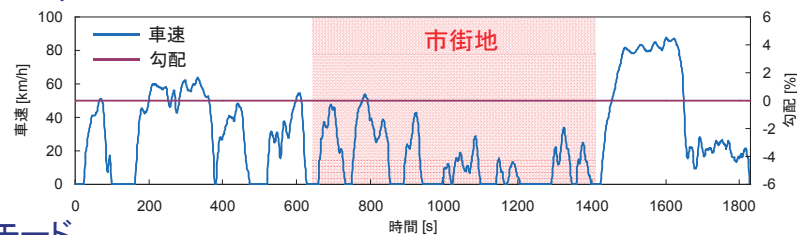
講演内容

1. 重量車の燃費を取り巻く現状
2. 欧米における動向
 - ・ 欧州 (LOT 3)
 - ・ 米国 (Phase 2)
3. 国内における新たな試験法の策定
4. まとめ

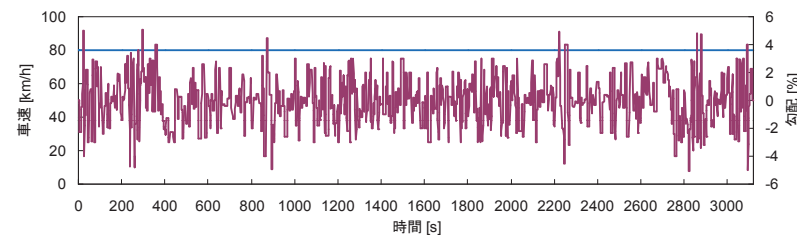
国内における新たな試験法の策定 ー 現行試験法における走行モードー

■ 半積載状態で、下記のモードを走行した際の車両燃費 [km/L] をシミュレーションにより評価

都市内 (JE05) モード

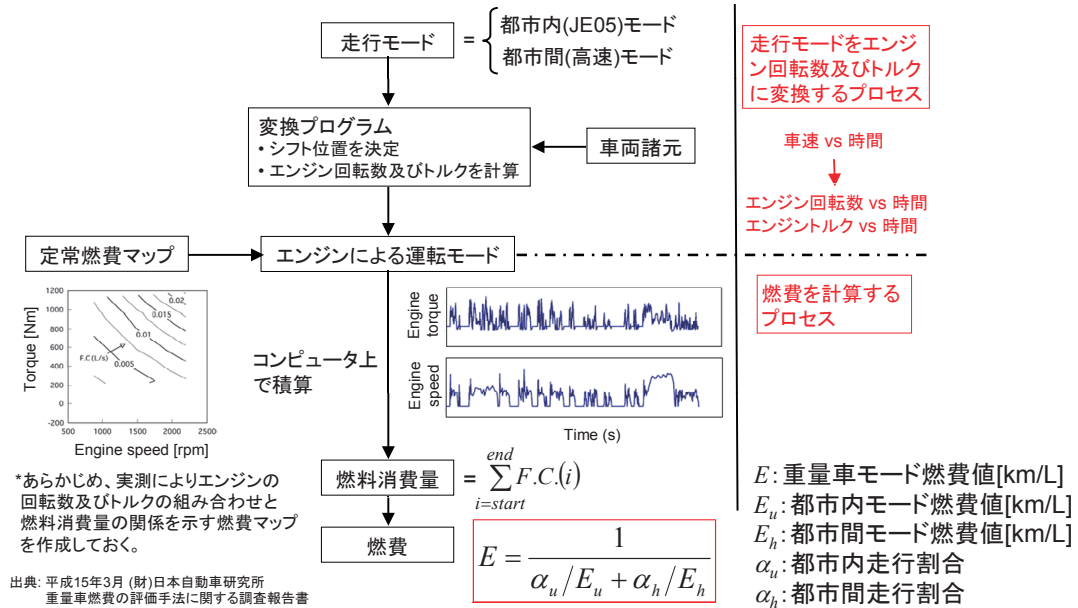


都市間 (高速) モード



国内における新たな試験法の策定

ー現行試験法におけるシミュレーションの流れー



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

17

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

国内における新たな試験法の策定

ー現行試験法におけるカテゴリー分けー

カテゴリー			走行割合		燃費基準値 [km/L]
			都市間 [%]	都市内 [%]	
トラック	T1	PL ≤ 1.5t	10	90	10.83
	T2	1.5t < PL ≤ 2t	10	90	10.35
	T3	2t < PL ≤ 3t	10	90	9.51
	T4	3t < PL	10	90	8.12
	T5	7.5t < GVW ≤ 8t	10	90	7.24
	T6	8t < GVW ≤ 10t	10	90	6.52
	T7	10t < GVW ≤ 12t	10	90	6.00
	T8	12t < GVW ≤ 14t	10	90	5.69
	T9	14t < GVW ≤ 16t	10	90	4.97
	T10	16t < GVW ≤ 20t	10	90	4.15
	T11	20t < GVW ≤ 25t	30	70	4.04
トラック	TT1	GVW ≤ 20t	20	80	3.09
	TT2	20t < GVW	10	90	2.01
カテゴリー			走行割合		燃費基準値 [km/L]
			都市間 [%]	都市内 [%]	
路線バス	BR1	6t < GVW ≤ 8t	0	100	6.97
	BR2	8t < GVW ≤ 10t	0	100	6.30
	BR3	10t < GVW ≤ 12t	0	100	5.77
	BR4	12t < GVW ≤ 14t	0	100	5.14
	BR5	14t < GVW	0	100	4.23
一般バス	B1	3.5t < GVW ≤ 6t	20	80	9.04
	B2	6t < GVW ≤ 8t	10	90	6.52
	B3	8t < GVW ≤ 10t	10	90	6.37
	B4	10t < GVW ≤ 12t	10	90	5.70
	B5	12t < GVW ≤ 14t	10	90	5.21
	B6	14t < GVW ≤ 16t	35	65	4.06
	B7	16t < GVW	35	65	3.57

PL: 最大積載量 GVW: 車両総重量



トラック



トラック



路線バス



一般バス



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

18

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

国内における新たな試験法の策定

—各国の試験法との比較—

	日本 	欧州 	米国 
空気抵抗	空気抵抗係数(Cd値)は一定値	ホイールトルク法による実測, およびCFDによる計算	惰行法, 風洞による実測, およびCFDによる計算
タイヤ転がり抵抗	タイヤ転がり抵抗係数は一定値	ISO28580に基づくタイヤ単体試験による実測	ISO28580に基づくタイヤ単体試験による実測
AMT車の変速マップ	適用なし(MT車用変速アルゴリズムを使用)	反映できる方法を検討中	パワートレーン試験法による実測(予定)
過渡補正	適用なし	WHTC correction factorを算出	過渡補正係数5%
燃費マップ計測点数	30点以上(+アイドル1点)	100点以上	133点以上
ミッション・デフの伝達効率	一定値	実測も含めて導入を検討中	実測値の反映が可能
補機効率	エンジン装着部品以外は考慮しない	バスを対象に導入を検討中	エンジン装着部品以外は考慮しない

国内における新たな試験法の策定

—現行試験法の課題—

- 前回策定時における課題を引き継ぎ, 走行抵抗値およびAMTによる燃費改善効果が燃費値に反映できる試験法を検討
- 走行モードについては, 引き続き, 従来の都市間走行モード(JE05モード)と都市間走行モードを採用する。

燃費改善技術のうち走行抵抗の低減については、車両毎の車両諸元に基づき走行抵抗を個別に評価する方法が確立していないことから、今回定める測定方法では各区分毎に一律の走行抵抗値を設定し、走行抵抗低減による燃費改善分を反映させない形で目標基準値を設定した。また、AT・AMT(オートメティッドマニュアルトランスミッション)車については、AT・AMT車を対象とした一般的な燃費シミュレーションが現時点では確立していないことから、同一ギア段数・ギア比のMT車と見なしてシミュレーション計算した燃費値をベースとして算定することとした。しかしながら、重量車の燃費改善において、走行抵抗低減は主要かつ高い効果が期待できる燃費改善技術の一つであり、また、AT・AMT車についても、将来、技術革新等により燃費改善が想定される。このため、製造事業者等による走行抵抗低減やAT・AMT車の燃費改善のための更なる取組効果が燃費値に適切に反映できるよう、今後、適切に評価できる手法の確立の可能性について引き続き検討を行うこと。

出典：総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会重量車判断基準小委員会・重量車燃費基準検討会 最終取りまとめ

国内における新たな試験法の策定

一重量車燃費試験法検討会の設置一

- 平成27年度より、新たな重量車燃費試験法案の作成のための技術的検討を目的とした「重量車燃費試験法検討会」を設置し、これまで計3回開催
- より詳細な技術的検討を行うため、検討会の下部に3つのワーキンググループ(WG)を設置し、これまでそれぞれのWGを計3回開催
- 交通安全環境研究所は、本検討会の運営や試験データの提供等で貢献

重量車燃費試験法検討会

検討事項：新たな重量車燃費試験法の導入に向けた技術的な課題等に関する検討等

空力WG

検討事項：空力Cd値の計測法、および試験法への反映方法等に関する検討等

タイヤ転がり抵抗WG

検討事項：タイヤ転がり抵抗の試験法、および試験法への反映方法等に関する検討等

その他WG

検討事項：AMTの変速マップ、標準車両諸元、過渡補正方法、燃費マップ計測点数等に関する検討等



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

21

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

国内における新たな試験法の策定

一空力抵抗(空力WG)一

目的

- 空気抵抗係数(Cd値)の改善を燃費計算値に反映する。

検討経緯

- 空力WGにおいて、欧米で提案されている空力抵抗係数の計測法等を参考に、Cd値の実測値の燃費計算値への反映方法を検討した。

検討結果

- 「キャブファミリー」を設定し、最多企画台数の仕様を計測車両として選定する。
- 荷箱については、走行車両の実態を踏まえ、T11カテゴリーは架装をバンとし、それ以外は平ボディを選定する。
- Cd値の計測方法として、乗用車と同じ「**情行法**」「**ホイールトルク法**」を採用する。
- **Cd値は各ファミリー代表車の計測値**、**前面投影面積は各カテゴリーの標準車両諸元値**を使用して空力抵抗値を算出する。



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

22

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

国内における新たな試験法の策定 —タイヤ転がり抵抗(タイヤ転がり抵抗WG)—

目的

- 車両全体の転がり抵抗の大半を占める、タイヤ転がり抵抗係数の改善を燃費計算値に反映する。

検討経緯

- タイヤ転がり抵抗WGにおいて、タイヤ転がり抵抗係数の実測値を燃費計算値に反映するため、ISOに基づくタイヤ転がり抵抗係数の計測法やランク分け等について検討した。

検討結果

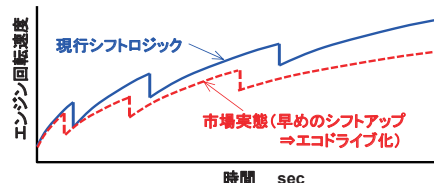
- ISO28580に基づきタイヤメーカーでの単体試験により実施する。
- 各自動車メーカーの燃費届出型式ごとの最多企画タイヤサイズを、タイヤ転がり抵抗を求める際の代表サイズとして設定する。
- 各タイヤの転がり抵抗係数は、測定結果に基づくランク分けのランク中央値とする。届け出時の全銘柄における転がり抵抗係数の平均値を、転がり抵抗係数の代表値とする。
- タイヤメーカーの試験機(ドラム形状)で計測した値は、換算式により平坦路走行相当に補正する。



国内における新たな試験法の策定 —MT車用変速アルゴリズム(その他WG)—

目的

- 近年浸透しているエコ運転の効果を燃費計算値に反映する。



検討経緯

- その他WGにおいて、2013～14年度の日本自動車研究所による調査結果に基づき、下記の最低常用エンジン回転速度の修正案を検討した。

検討結果

- GVW8tの上下で分けてそれぞれで最低常用エンジン回転速度を設定する案2を採用する。

	対象車両	発進ギヤ	発進+1速ギヤ	発進+2速ギヤ	発進+3速ギヤ
案1	全車両	1	4	10	17
案2	GVW8t未満	1	4	9	14
	GVW8t以上	1	4	14	22
現行	全車両	5	11	19	26

国内における新たな試験法の策定 —AMT車の変速マップ(その他WG)—

- 目 的** ■ 現行の試験法においてMT車と共通の扱いになっているAMTによる燃費改善効果を燃費計算値に反映する。
- 検討経緯** ■ その他WGにおいて、各社固有のAMTによる変速マップを、燃費計算に反映させる際の運用方法を検討した。
- 検討結果** ■ **各社のシミュレータで1秒毎のギヤ位置を算出し**、燃費計算プログラムに入力して燃費値の計算を行う。
 ■ 自動車各社は燃費申請時に燃費計算時に用いた**1秒毎のギヤ位置やそれを算出するのに用いた全ての変速ロジック等のデータを提出**する。
 ■ 都市内モード、都市間モード運転中以外のシフト条件の変更に関連するロジックを持つ場合には必要に応じて各社個別に説明を行う。
 ■ 輸入AMTを使用する場合など、制御ロジックの詳細を車両製造者が把握出来ずAMTの認証方法を使用できない時は、MT車変速アルゴリズムを使用する。



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

25

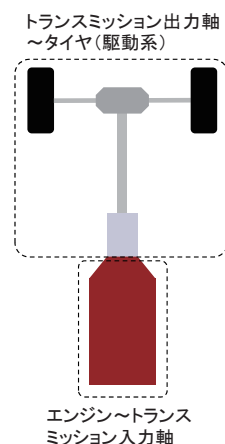
平成28年度
交通安全環境研究所講演会

国内における新たな試験法の策定 —回転部分等慣性重量(その他WG)—

- 目 的** ■ 回転部分等慣性重量を実態に則した値にすることにより、空力計測および燃費計算の精度を向上させる。
- 検討経緯** ■ その他WGにおいて、回転部分等慣性重量に対する各駆動系部品の寄与率の調査結果等に基づいて検討した。
- 検討結果** ■ 惰行試験時の駆動系等慣性質量に最新の実態を反映して精度を向上するため、以下の値に変更する。

$$\text{駆動系等慣性質量} = (\text{タイヤ慣性質量} + \text{ホイール慣性質量}) \times 1.3$$

 ■ 燃費計算時の駆動系等慣性質量についても最新の実態を反映して精度を向上するため、**車両空車重量の7%(現行)から5%に変更**する。



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

26

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

国内における新たな試験法の策定

ー標準車両諸元(その他WG)ー

目的

- 現状の車両諸元を反映することにより、燃費計算の精度を向上させる。

検討経緯

- その他WGにおいて、最新のデータやアンケート調査結果を基に、標準車両諸元の修正案を検討する。

検討結果

- **最新(2014年度)のデータに基づいて見直し**を行う。ただし生産のないカテゴリーや極端に台数や車種の少ないカテゴリーは、従来の標準車両諸元を継続する。
- 高速走行比率、積載率については、第2回検討会にて現行の比率を維持する旨、承認されたが、別途**国交省が実施しているアンケート調査の結果を踏まえ、最終化する。**

国内における新たな試験法の策定

ー過渡補正(その他WG)ー

目的

- 燃費マップによる計算値と過渡運転による計測値との乖離を考慮することにより、燃費値の計算精度を向上させる。

検討経緯

- その他WGにおいて、下表の3つの過渡補正方法の案を検討した。

検討結果

- **過渡補正係数3%を都市内モードに適用する。**

※今後、統計的手法を用いた過渡補正係数の導入を検討する。

	メリット	デメリット	その他WG検討結果
①補正なし	・手法がシンプル ・従来と共通であり継続性あり ・追加試験不要	・日本の試験法が欧米に対して遅れた印象となる ・個々のエンジンの影響を反映出来ない	・次期基準の途中で過渡補正を入れると数値が悪化方向なので、基準値見直しが必要になる。
②一定値補正 (米国Phase- II 案の方式)	・手法が比較的シンプル ・将来精度の高い補正方法が決まった時にスムーズに導入が可能 ・追加試験不要	・個々のエンジンの影響を反映出来ない	・今後の試験法見直しに配慮し、現状のばらつき上限※を考慮し3%一定値を都市内モード(JE05モード)のみに付加する。
③WHTCによる補正 (欧州で検討中の案の1方式)	・エンジン個々の影響を反映出来る ・追加試験不要(認証で取得するデータの範囲で対応可能)	・JE05と運転領域が異なるので、正しい補正にならない可能性あり(検証が必要)	・JE05に適用することに対する妥当性を確認するデータがない。 ・欧州の動向によっては基準調和の可能性はあるが現時点未定。

※「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」において、燃費試験による燃費計算値と追加排出ガス試験での燃費実測値とで許容される乖離について、3%が適当であることが示された。

国内における新たな試験法の策定

—燃費マップ計測点数(その他WG)—

目的

- 燃費マップの計測点数を30点から増加させることにより、燃費値の計算精度を向上させる(参考:欧州では100点以上、米国では133点以上)。

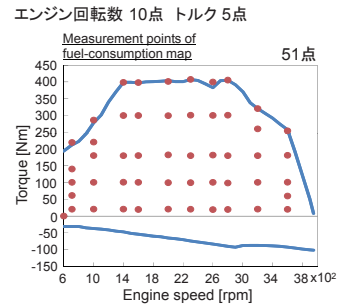
検討経緯

- その他WGにおいて、燃費マップ計測点数が燃費値ばらつきに及ぼす影響について、2機種のエンジンの結果を比較することにより、最適な燃費マップの計測点数を検討した。

検討結果

- 回転数方向の計測点数を増やすことにより計算精度が向上したことから、**回転数方向の計測点数を現状の6点以上から10点以上へ変更し、総計測点数を現状の30点以上(+アイドル1点)から50点以上(+アイドル1点)へと変更する。**

※認証用エンジンの燃費マップデータが現行の31点しかなく、新たにデータを取得することが困難な場合があることから、トップランナー計測の際は、社内での過去のデータを活用するなど運用面で配慮する。



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

29

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

講演内容

1. 重量車の燃費を取り巻く現状
2. 欧米における動向
 - ・ 欧州(LOT 3)
 - ・ 米国(Phase 2)
3. 国内における新たな試験法の策定
4. まとめ



交通安全環境研究所
National Traffic Safety and Environment Laboratory

30

平成28年度
交通安全環境研究所講演会

まとめ

- 試験設備や工数等の観点から、日米欧における重量車の燃費試験法では、シミュレーション法が採用されているが、リアルワールドを高度に反映できていないのが現状である。
- 欧州では、10もの走行モード(トラック:5, バス・コーチ:5)が存在し、用途に応じて使い分けているほか、VECTOに空気抵抗やタイヤ転がり抵抗の実測値等を入力して、燃費値を計算している。
- 米国では、エンジンベンチとGEMを用いたシミュレーション双方で試験を実施しており、シミュレーションの際には、欧州と同様にタイヤ転がり抵抗の実測値等を入力して、燃費値を計算している。
- 日本では、重量車燃費試験法の見直しを行い、欧米と同様に、シミュレーションに空気抵抗やタイヤ転がり抵抗の実測値を反映させるほか、AMTの変速アルゴリズムの反映や過渡補正係数の導入等により、リアルワールドを高度に反映できる試験法案を作成した。今後、次期燃費基準の策定に資するため、この新たな試験法を用いてトップランナー車の燃費データを取得する。