

WLTC モード作成方法および ランダムサイクルジェネレータへの適用

Overview of the Development of WLTC and Application for the Random Cycle Generator

羽二生 隆宏^{*1}

Takahiro HANIU

松岡 正紘^{*2}

Masahiro MATSUOKA

伊藤 貴之^{*2}

Takayuki ITO

自動車の排出ガスおよび燃費を評価する試験サイクルは、2018年にJC08モードから国際的に調和されたWLTCモードに切り替わった。また、2022年10月より実走行における排出ガスを評価するRDE試験が導入される。本稿では、WLTCモードの成り立ちを解説するとともにRDE試験に対する車両や排出ガス後処理装置の開発に活用できるJARIで開発したランダムサイクルジェネレータについて紹介する。

1. はじめに

車好きの方や最近車を乗り換えた方であればお気づきだと思われるが、2017年夏頃より自動車のカタログなどに表示される自動車の燃費は、日本独自の走行モードであるJC08モードに基づく燃費値から、国際的に調和された走行モードであるWLTCモードに基づく燃費値に順次切り替わっている¹⁾。WLTCモード燃費は、Fig. 1に示すように、走行モード全体の燃費に加え、市街地モード（Lowフェーズ）、郊外モード（Mediumフェーズ）、および高速道路モード（Highフェーズ）の走行モード毎の燃費が表示されていることから、自動車ユーザーの使用状況に応じて、自動車の省エネ性能を比較することができるようになった。例えば、通勤や買い物など街中での利用が多いユーザーは市街地モードの燃費を比較し、高速道路を頻繁に使うユーザーは高速道路モードの燃費を比較できるようになり、自分の生活スタイルに適した車両を選択しやすくなった。このように、私たちの身近になりつつあるWLTCモードであるが、その成り立ちについて良くは知られていないと思われる。WLTCモードは、国連の自動車基準調和世界フォーラム（WP29）における乗用車等の国際調和排出ガス燃費試験法（WLTP）について検討を進めるWLTPインフォーマルワーキング（WLTP-IWG）にて定められた。そこで、本稿では、一般財団法人日本自動車研究所（JARI）も活動に関わったWLTP-IWGが取りまとめたレポート^{2),3)}やWLTP-IWGの各種資料⁴⁾に基づき、WLTCモードの成り立ちについて解説する。

また、2022年10月よりリアルワールド（実走行時）の排出ガス低減を目的として、試験室内のシャシダイナモメータ上で実施する排出ガス試験に加え、実路走行中の排出ガスを車載型排出ガス分析計を用いて評価するReal Driving Emission（RDE）試験が始まる。RDE規制に向けた車両や排出ガス後処理装置の開発をシャシダイナモメータ設備を用いて効率的に行う手段として、実路における様々な交通状況を模擬した実路走行サイクルをランダムに生成するランダムサイクルジェネレータ（Random Cycle Generator：RCG）を活用した評価が進められている^{5),6)}。そこで本稿の後半では、WLTCモード作成方法を応用しJARIで開発したRCGについて紹介する。

*1 一般財団法人日本自動車研究所 エネルギー・環境研究部

*2 一般財団法人日本自動車研究所 エネルギー・環境研究部 博士（工学）

* 原稿受理 2022年8月5日

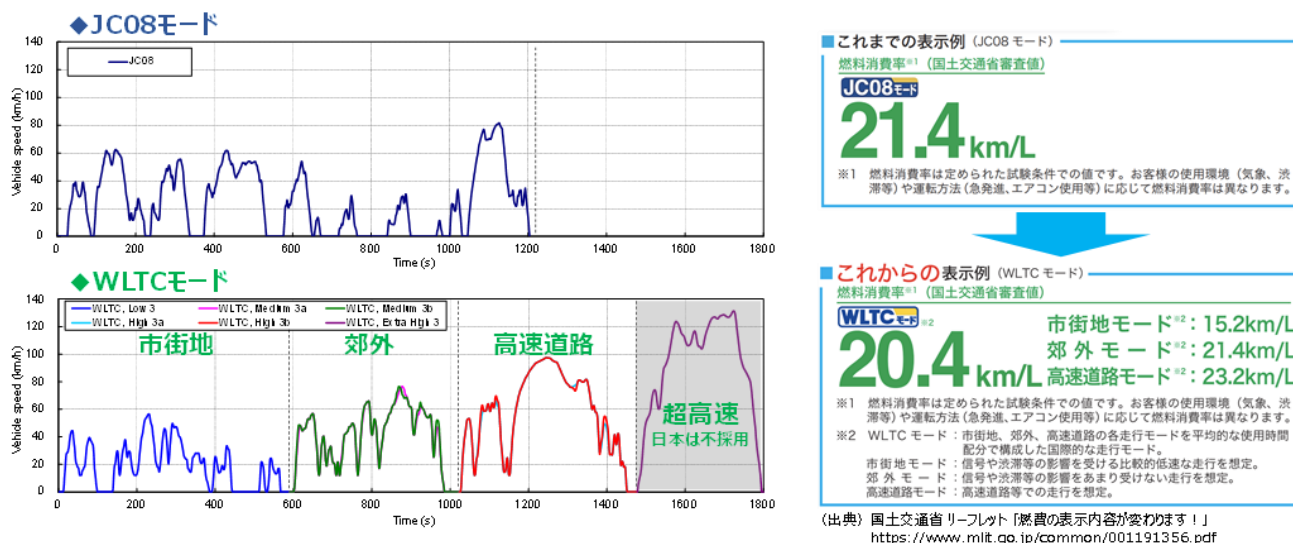


Fig. 1 Examples of the fuel efficiency under the JC08 mode and the WLTC mode¹⁾

2. WLTCモード作成方法

2.1 WLTCモード作成方法の概要

シヤンダイナモメータ上で実施する排出ガス・燃費試験における試験サイクルは、路上での実走行時の排出ガスや燃費と同等となるような市場代表性が求められる。これを実現するために、排出ガス量や燃費に影響を及ぼす因子を特定し、それらの分布が、市場での走行実態と試験サイクルにおいて同等になるようにすることが重要である。Fig. 2 に排出ガスおよび燃費に影響を及ぼす代表的な因子を示す。自動車走行時の排出ガスや燃費は、エンジン負荷（駆動力あるいは出力）によって変化する。駆動力は主に加速度、出力は速度と加速度で表すことができるため、速度と加速度の分布は最も重要なパラメータの一つである。

上記の考えに基づき、WLTC モードは、試験サイクル走行時の速度・加速度分布が世界の走行動態を代表する速度・加速度分布と同等になるように設計された。Fig. 3 および以下に作成手順の概要を示し、2.2 以降に各手順の詳細を記す。

(1) 世界各国・地域の走行動態と統計情報の収集

世界各国・地域で使用される小型車の代表的な走行動態（走行データ）と自動車使用実態に関する統計情報を収集し、重み係数および走行動態参照データベースを作成した。走行動態参照データベースは、各条件別（国／車種／路線種／時間帯）に走行特性や排出ガス・燃費に対する影響因子について、走行特性の平均値や頻度分布などによって整理した。

(2) 世界統一参照データベースの作成

(1) で整理した走行動態参照データベースと重み係数を用いて、各国・各条件における交通量を加味した世界統一速度・加速度分布を作成した。また、同様に各種走行特性値や頻度分布についても、重み係数を用いて参照とする代表的な世界統一値を求めた。

(3) 候補サイクルの作成・比較・選定

(2) で作成した世界統一速度・加速度分布に最も近似する（カイ二乗値が小さい）ようなショートトリップ（発進から停止までの区間）の組合せを選択し、その組合せを WLTC モードの候補とした。WLTC モードの候補は、その他の排出ガス・燃費に影響を及ぼす因子（平均车速や加速強度など）について参照データベースと比較し、特性に大きな差異がないことを確認し、WLTC モードの 1 次案とした。

(4) WLTCモード1次案の検証および修正

WLTC モードの 1 次案は、WLTP-IWG において試験サイクルの運転性や試験再現性などが検証され、速度パターンの修正が行われた。

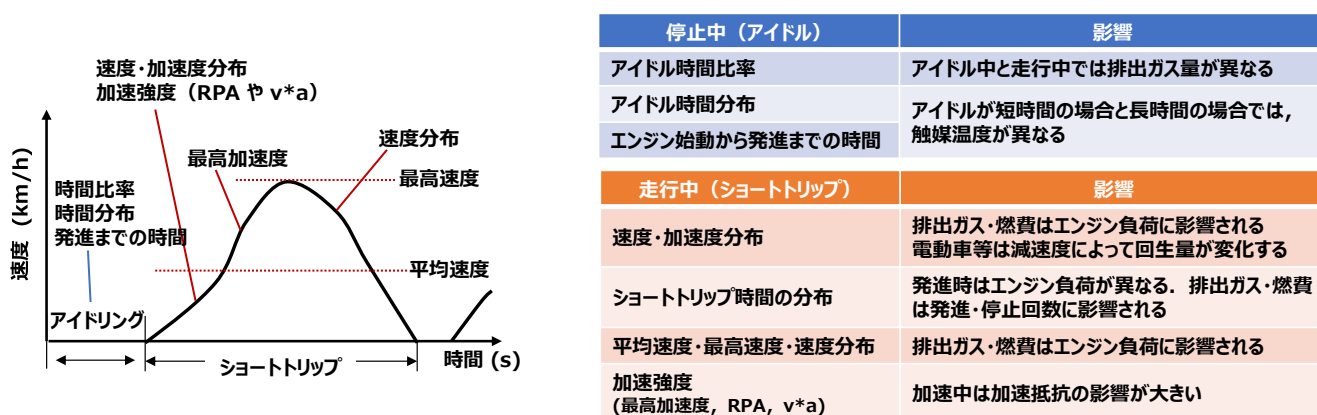


Fig. 2 Influencing factors on fuel consumption and emissions

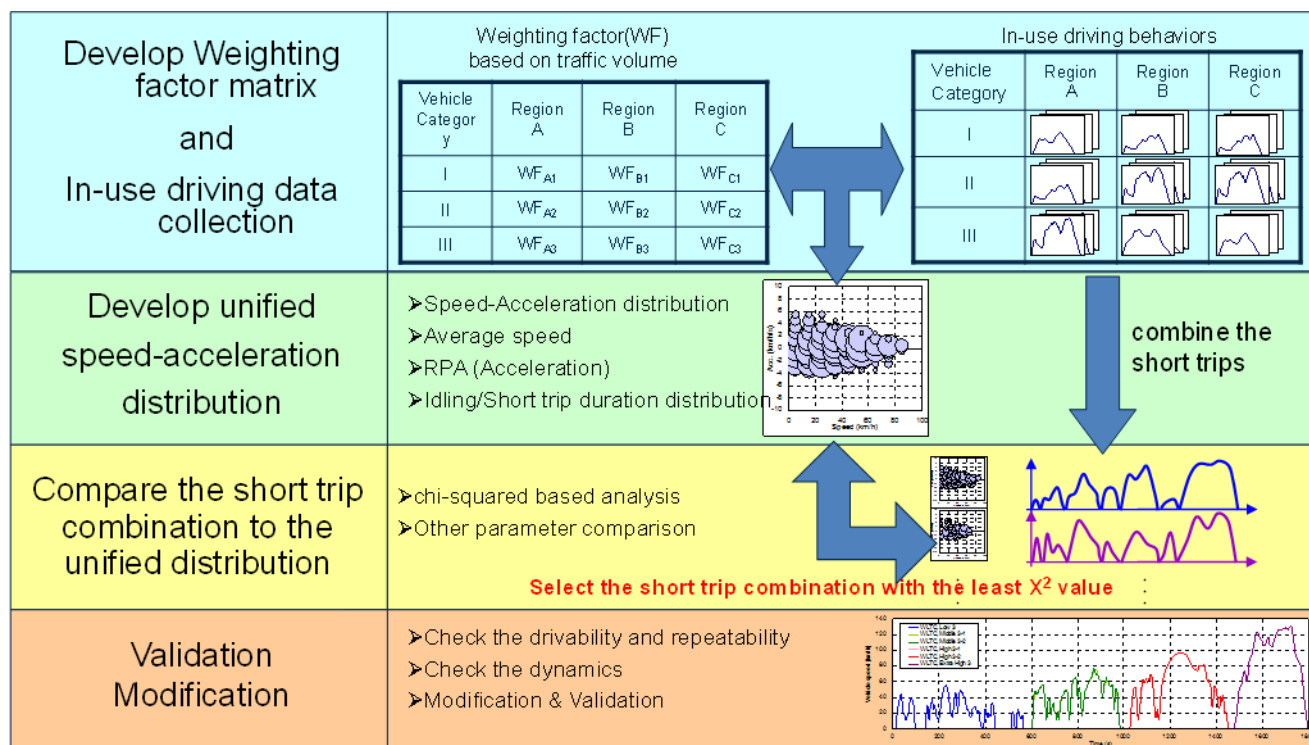


Fig. 3 Overview of the cycle development process

2.2 世界各国・地域の走行動態と統計情報の収集（Step 1）

世界各国の走行動態データは、日本、欧州（ドイツ、スペイン、イタリア、ポーランド、スロベニア、イギリス、ベルギー、フランス、スウェーデン、およびスイス）、米国、韓国、インドの5地域14カ国から合計76万km以上が集められた。走行データは、WLTP-IWGの下に設置されたWLTCモード作成のためのサブグループ（DHCグループ）において合意されたガイドライン⁷⁾に基づき、様々な車種、燃料種、排気量、質量対出力比の車両を用いて収集され、条件別（国別／路線別／速度域別／車種別／時間帯別）に分類し、データ処理が行われた。当初、日本から提案された試験サイクル作成方法では、路線別（市街／郊外／高速道路）にデータを分類する計画であったが、地域によって市街、郊外、高速道路の制限速度や走り方が大きく異なっていたことから、走行データは各国の走行動態がなるべく近くなる速度域別に分類された。最高速度が60 km/h以下の走行データ（ショートトリップと発進前のアイドルをひとつの走行データとした）は低速（Low）、60～80 km/hは中速（Middle/Medium）、80～110 km/hは高速（High）、110 km/h超は超高速（Extra high）に分類された。

世界各国の交通に関する統計情報として、条件別（国別／路線別／車種別／時間帯別）の交通量が各国より提出された。走行データに関するデータベースと区分を揃えるため、各国の交通量は各国より収集された走行データの速度域別のデータ量の比率などを用いて速度域別の交通量に換算され、地域別の重み係数が設定された。地域別の重み係数をFig. 4に示す。低速域においては、アジア圏の交通量比率が半分近くあるが、速度域が高くなるに従い、欧州および米国の交通比率が高くなることわかる。

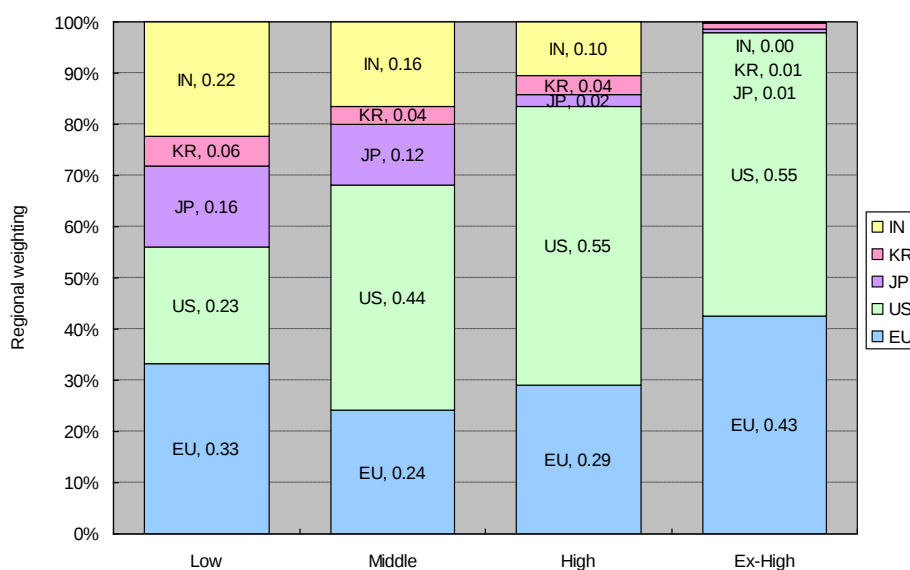


Fig. 4 Regional weighting factors

2.3 世界統一参照データベースの作成（Step 2）

各国地域で収集された走行動態データは、条件別（国別／路線別／車種別／時間帯別）にデータ処理が行われた。走行データは、適切なフィルタ処理が行われ、アイドルとショートトリップごとに分類されデータベース化された。ショートトリップのデータベースでは速度・加速度分布、時間頻度分布、平均ショートトリップ時間などが求められ、アイドルのデータベースでは時間分布や平均時間などが整理された。次に、条件別（国別／路線別／車種別／時間帯別）に作成した速度・加速度分布などが、交通量を基に設定された重み係数によって加重平均され、各種世界統一分布（Unified distribution）が作成された。Fig. 5に、世界統一分布の一例として、速度・加速度分布、ショートトリップ時間分布およびアイドル時間分布を示す。

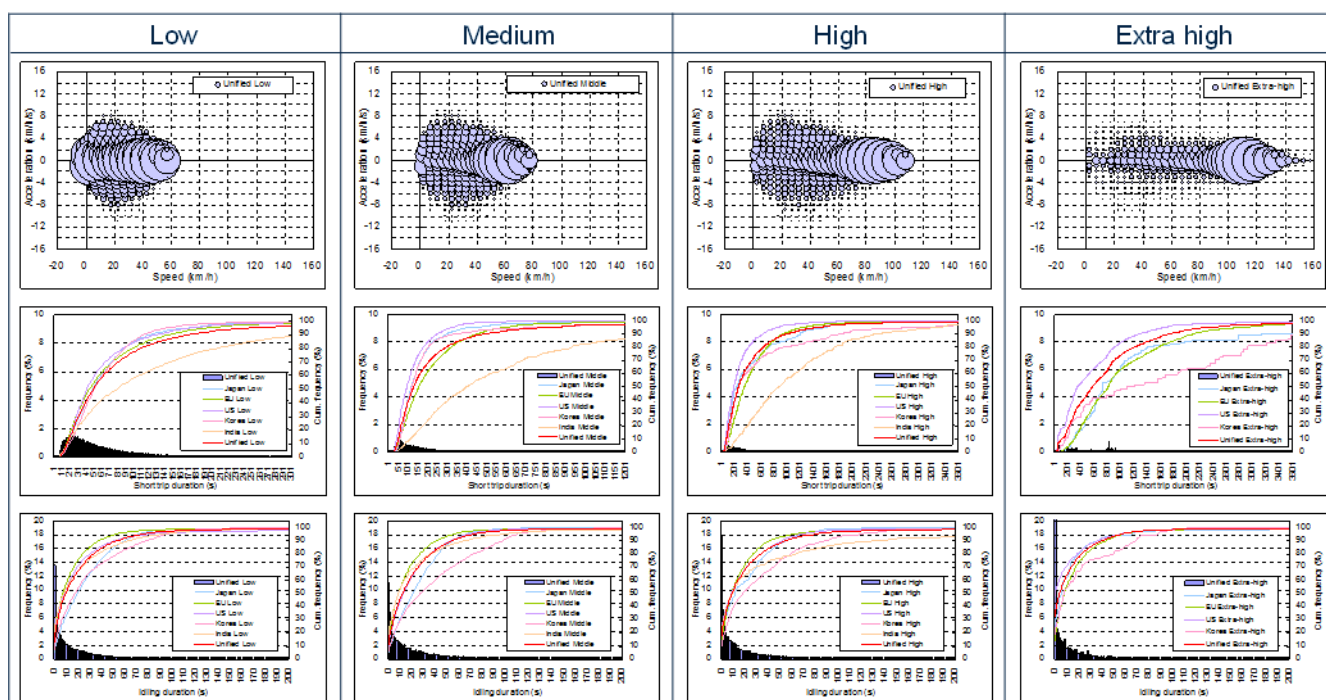


Fig. 5 Example of Unified distributions
(Speed-Acceleration distribution / Short trip duration distribution / Idling duration distribution)

2. 4 候補サイクルの作成・比較・選定 (Step 3)

候補となる試験サイクルは、以下の手順で基本的な条件（サイクル時間、ショートトリップ数・時間、アイドリング時間等）が設定され、該当するショートトリップを組み合わせて作成された。

(1) サイクル時間および各フェーズ時間の設定

試験サイクル全体の時間は、実市場における車の使われ方を試験サイクルに反映させるための必要時間ならびにテストドライバーへの負担などを考慮し、これまでに策定されてきた大型車用試験サイクルである WHTC モードや二輪車用試験サイクルである WMTC モードと同じ 1800 秒とした。また、速度域毎のフェーズ時間は、Table 1 に示す交通量比をもとに低速フェーズは 589 秒，中速フェーズは 433 秒，高速フェーズは 455 秒，超高速フェーズは 323 秒に設定された。

Table 1 Cycle duration based on traffic volume

[Traffic volume in million vehicle-hour]					
	Low	Middle	High	Ex-High	Total
EU	23,338	12,444	15,748	16,380	67,911
US	15,898	22,578	29,541	21,254	89,271
JP	11,126	6,157	1,164	328	18,775
KR	4,053	1,838	2,087	443	8,420
IN	15,629	8,466	5,641	64	29,800
World-wide	70,044	51,484	54,181	38,470	214,178
propotion	0.327	0.240	0.253	0.180	1.000
↓					
Cycle duration	589	433	455	323	1800

(2) ショートトリップおよびアイドル数の設定

試験サイクル中におけるショートトリップ (ST) およびアイドル (IDLE) の出現頻度は, 世界の走行動態を代表させる必要があることから, 参照データベースから求められた平均ショートトリップ時間, 平均アイドル時間および目標とする試験サイクル時間から求められた (式 1) . また, 各試験サイクルは, アイドルから始まりアイドルで終了させるため, アイドル数はショートトリップ数に 1 を足した数とした. ここで, $N_{ST,i}$ は各フェーズにおけるショートトリップ数, T_i は各フェーズにおけるサイクル時間, $T_{L,i}$ は平均アイドル時間, $T_{ST,i}$ は平均ショートトリップ時間とする. Table 2 に各フェーズにおけるショートトリップ数およびアイドル数を示す.

$$\text{ショートトリップ数} \quad N_{ST,i} = \frac{T_i - T_{L,i}}{T_{ST,i} + T_{L,i}} \quad (\text{式1})$$

Table 2 Number of Short trips and Idling

	Target cycle duration	Average ST duration	Average IDLE duration	No. of ST	No. of IDLE
	s	s	s	#	#
Low	589	84	22	5	6
Middle	433	238	22	1	2
High	455	446	23	1	2
Extra-high	323	824	14	1	2

(3) ショートトリップおよびアイドル時間の設定

ショートトリップ時間の組み合わせについても, 市場代表性を考慮する必要がある. そこで, 参照データベースに基づくショートトリップ時間の累積頻度分布と同じ分布になるように試験サイクルのショートトリップ時間の組み合わせが求められた. ショートトリップの累積頻度をショートトリップ数 ($N_{ST,i+1}$) で分割し, 各区間の平均時間を求める. そして, 目標とするサイクル時間にするため, 時間の過不足を各区間の平均時間に応じて比例配分して, ショートトリップ時間を調整した. 試験サイクルは, このショートトリップ時間を持つショートトリップの組み合わせから構成されることとなる. また, アイドルについても, ショートトリップと同様の手法により適切なアイドル時間が選定された. Fig. 6 に, 各ショートトリップ時間の求め方と Low フェーズにおけるショートトリップ時間の一例を示す.

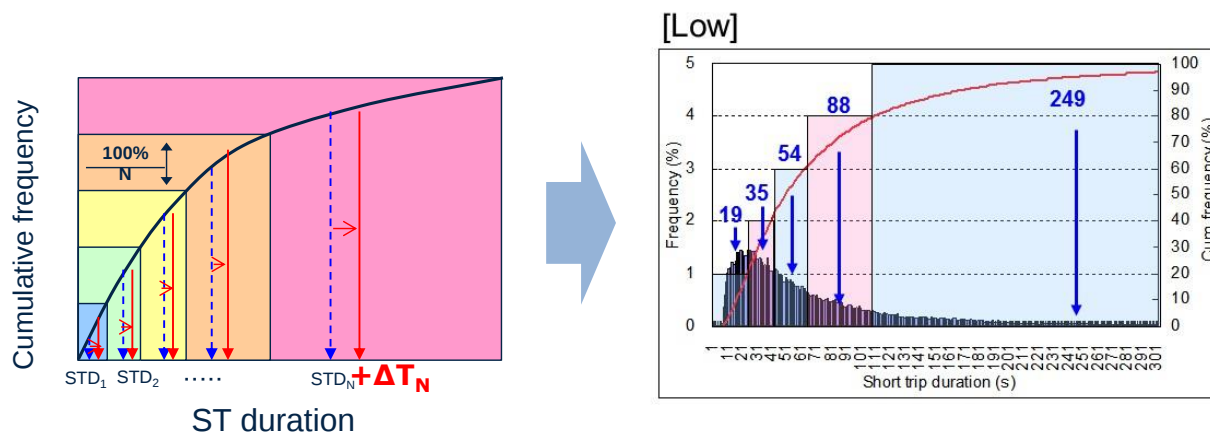


Fig. 6 Determination of Short trip duration

(4) 候補サイクルの作成・比較・選定

ショートトリップに関する参照データベースでは、ショートトリップは走行時間別に分類されている。前述の (3) で求められた各ショートトリップ時間を満足するショートトリップは、データベース中に多く存在しており、組み合わせも非常に多くなるため、各ショートトリップ時間のデータベースの平均速度、加速時間比率、減速時間比率、速度・加速度分布を考慮して、ショートトリップの組み合わせが、おおよそ $10^7 \sim 8$ 個程度に収まるようにスクリーニングされた。スクリーニングされたショートトリップの組み合わせについて、それぞれ速度・加速度分布を作成し、世界統一速度・加速度分布と比較し、カイ二乗値が最も小さくなる組み合わせ、すなわち、最も統一速度・加速度分布に近いショートトリップの組合せが、WLTC モードの候補として選定された (Fig. 7)。

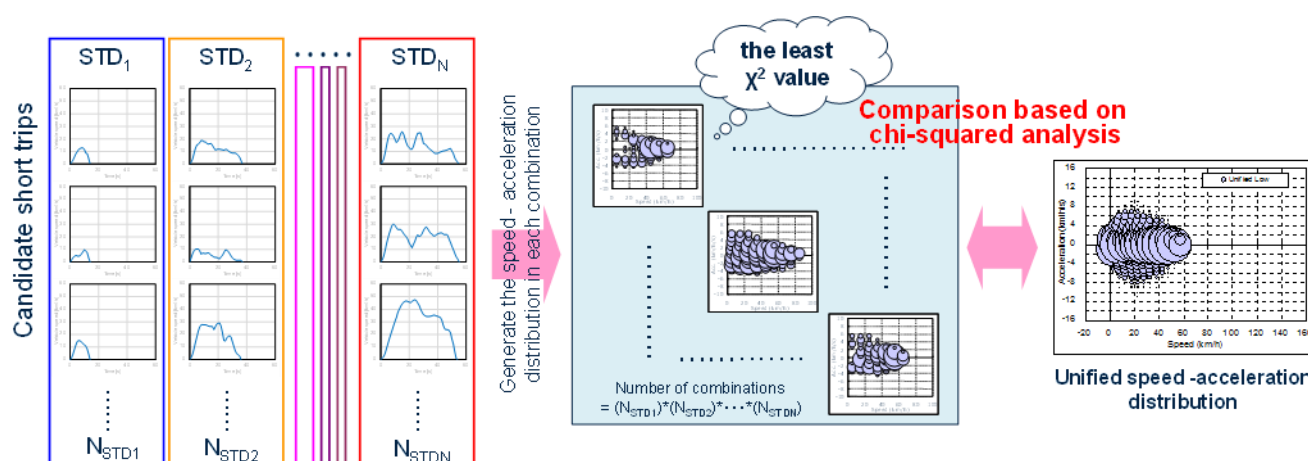


Fig. 7 Image of the Short trip combination

(5) 1stアイドル時間および1stショートトリップの選定

エンジン始動から発進までの時間や発進時の加速の強さは、触媒状態や排出ガス量に大きな影響を及ぼすため、市場実態を代表させる必要がある。そこで、一般ユーザーの車の使われ方を収集した欧州および米国の走行データから、1日の最初のアイドル時間とショートトリップの傾向を解析して試験サイクルの最初のアイドル時間とショートトリップが設定された。WLTC モードの候補では、Low フェーズの最初のアイドル時間はデータベースの平均値である 28 秒が選択され、最初のショートトリップは平均速度などから選定された。

(6) WLTCモード1次案の選定

WLTC モードの候補は、速度・加速度分布の他、排出ガス・燃費に影響を及ぼす各種因子（平均車速、加速強度など）について参照データベースと比較し、特性に大きな差異がないことが確認されてから、WLTC モード 1 次案として選定された。この WLTC モード 1 次案は、第 9 回 DHC 会議にて日本より提案された⁸⁾ (Fig. 8)。

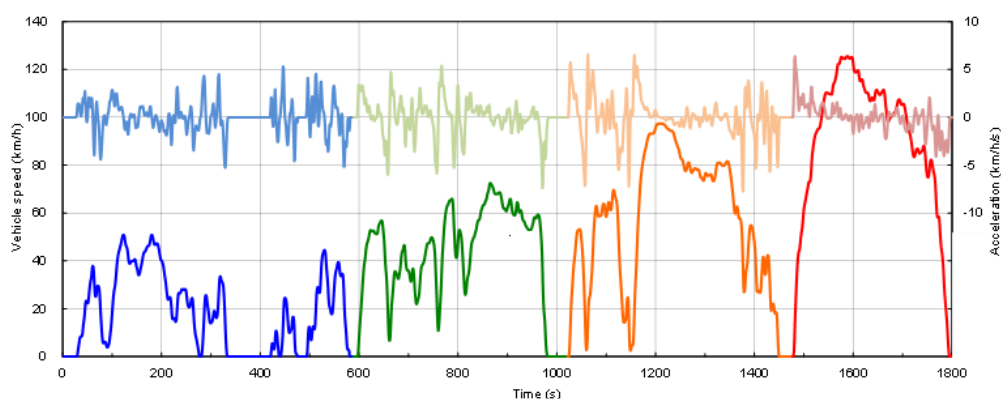


Fig. 8 WLTC driving cycle Version 1

2.5 WLTCモード1次案の検証および修正 (Step 4)

その後、WLTC モード 1 次案は各国によって検証が行われ、Table 3 に示す修正が主に行われた。最終的に第 15 回 DHC 会議にて第 5.3 次案が WLTC モードの最終版として合意され、第 16 回 DHC 会議にて速度パターンが公開された⁹⁾。WLTC モードの速度パターンを Fig. 9 に示す。また、WLTC モードの速度・加速度分布や各種パラメータについて Fig. 10 および Table 4 に示す。

なお、WLTC モードは、世界の平均的な走行動態に合うように設計されて作成されたが、世界には軽貨物車や商用バンのように車両重量に対して出力が低い車両が普及している場合があり、WLTC モードの速度パターンに追従できない車両について考慮する必要があることが指摘された¹⁰⁾。これを受け、低出力車両においても適切に排出ガスや燃費が評価できるように車両クラスが分けられ、低出力車用の試験サイクルとして、Class1 サイクル、Class2 サイクルおよび Class3a サイクル (5.1 次案) が並行して作成され⁹⁾、WLTC モード 5.3 次案は Class3b の車両に適用されることになった。

Table 3 Overview of the cycle modification for the Class 3 WLTC

項目	主な修正内容
1stアイドリング時間	データベースの中央値に近い11秒に変更
1stショートトリップ	データベースの加速強度に近いショートトリップに変更
Extra highフェーズ	走行実態に近いショートトリップへ変更
加速強度	データベースにより近づくため、加速強度を全体的に強化
最高減速度	シャシ上でのタイヤロックを避けるため、減速度は5.31km/h/s以下に制限
運転性・再現性	手動変速機車での試験を安定させるため最低速度は12km/hに設定
微細な速度変動	微細な速度変動を平滑化し、運転性と試験再現性を向上

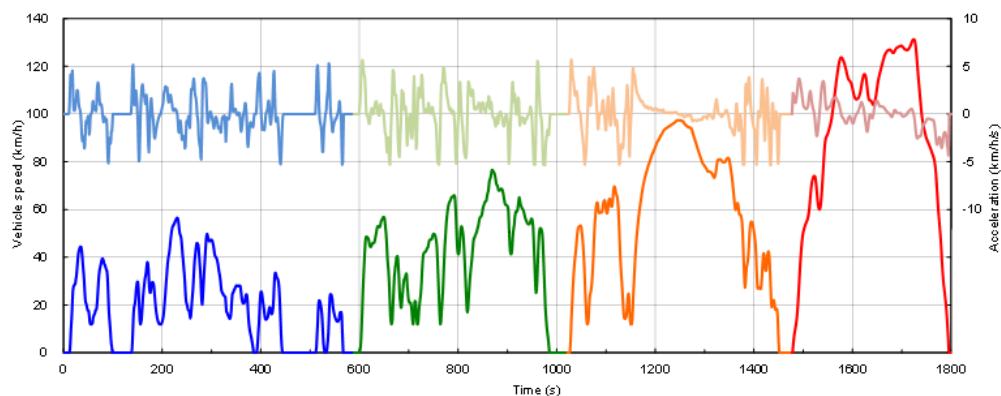


Fig. 9 WLTC driving cycle Version 5.3 (= WLTC Class 3b cycle)

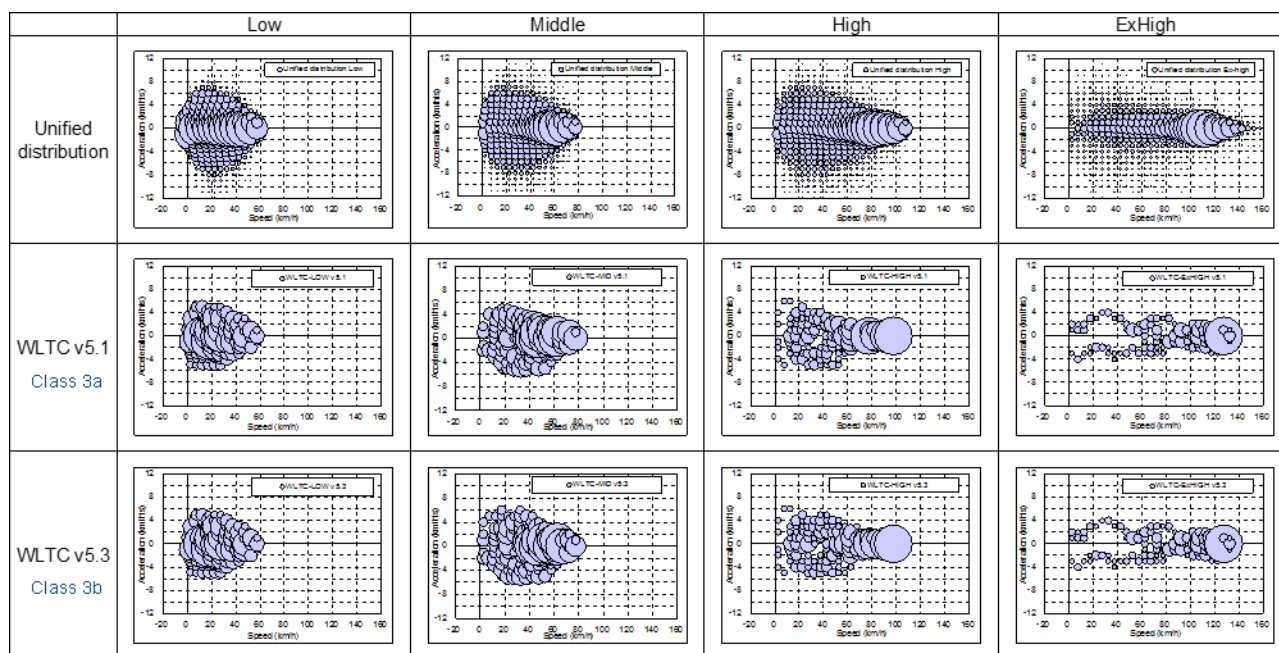


Fig. 10 Speed-Acceleration distribution

Table 4 Characteristics of the WLTC

Parameter		Cycle duration	Driving distance	Average speed	Max. speed	Max. acceleration	Max. Deceleration	RPA	Acceleration ratio	Deceleration ratio	Cruise ratio	Idling ratio	χ^2 value
		s	km	km/h	km/h	km/h/s	km/h/s	m/s ²	%	%	%	%	-
LOW	WWW database	-	-	19.8	60.0	-	-	0.192	27.5	25.4	22.7	24.5	-
	WLTC v5.1	589	3.09	18.9	56.5	5.3	-5.3	0.205	28.4	31.1	15.8	24.8	0.586
	WLTC v5.3	589	3.09	18.9	56.5	5.3	-5.3	0.205	28.4	31.1	15.8	24.8	0.586
MID	WWW database	-	-	38.4	80.0	-	-	0.188	31.4	27.5	28.8	12.2	-
	WLTC v5.1	433	4.72	39.3	76.6	4.6	-5.3	0.189	37.9	29.1	22.4	10.6	0.751
	WLTC v5.3	433	4.76	39.5	76.6	5.7	-5.4	0.196	36.0	30.3	23.1	10.6	0.650
HIGH	WWW database	-	-	58.0	110.0	-	-	0.156	31.3	27.2	35.5	6.0	-
	WLTC v5.1	455	7.12	56.4	97.4	5.7	-5.4	0.122	28.1	27.0	38.5	6.4	1.137
	WLTC v5.3	455	7.16	56.7	97.4	5.7	-5.4	0.132	29.0	27.7	36.9	6.4	1.008
Ex-HIGH	WWW database	-	-	86.8	194.7	-	-	0.108	25.7	23.4	48.9	2.0	-
	WLTC v5.1	323	8.25	92.0	131.3	3.7	-4.4	0.125	37.2	32.2	29.1	1.5	2.678
	WLTC v5.3	323	8.25	92.0	131.3	3.7	-4.4	0.125	37.2	32.2	29.1	1.5	2.678
Total (L-M-H-ExH)	WWW database	-	-	45.9	194.7	-	-	0.167	29.1	26.0	32.1	12.8	-
	WLTC v5.1	1800	23.19	46.4	131.3	5.7	-5.4	0.148	32.2	29.8	25.5	12.6	0.681
	WLTC v5.3	1800	23.27	46.5	131.3	5.7	-5.4	0.152	31.9	30.2	25.3	12.6	0.609

3. ランダムサイクルジェネレータへの適用

2022 年 10 月よりリアルワールド（実走行時）の排出ガス低減を目的とした RDE 試験が始まる。RDE 試験では、一般道路および高速道路における実走行中に、排気管から排出される排出ガスを車載式排出ガス分析計を用いて評価する。RDE 試験を実施する際の課題のひとつとして、再現性の問題が挙げられる。実路試験は周囲の交通状況、気温、天気などの影響を受けるため、同じような条件における評価がいつでも実施できるとは限らない。このため、RDE 規制に向けた開発や評価を利便性の高いシャシダイナモメータ設備を用いて効率的に行う手段として、実路における様々な交通状況を模擬した実路走行サイクルをランダムに生成する Random Cycle Generator (RCG) を活用した評価が進められている。JARI においても WLTC モード作成方法を参考として、RCG の開発を行った⁵⁾ので、その概要について紹介する。

RCG の開発においては、WLTC モード作成方法の考え方を基本として、RDE 試験に適用させるために主に以下の要件や機能が追加された。

- (1) 速度区分の変更（低速：40 km/h 以下、中速：40 km/h 超～70 km/h 以下、高速：70 km/h 超）
- (2) サイクル時間の長時間化対応（90 分～120 分）
- (3) ショートトリップ距離頻度分布の作成機能の追加
- (4) 各速度域の距離比率の調整機能の追加（低速：25±10%，中速：30±10%，高速：45±10%）
- (5) ランダム性の確保（ショートトリップ選択の範囲を拡大）
- (6) 加速強度を表す相対的正加速度（RPA）の調整機能の追加

RCG では、実路走行データベースを低速（40 km/h 以下）、中速（40 km/h 超～70 km/h 以下）および高速（70 km/h 超）の 3 つの速度域に分類し、ショートトリップとアイドルの累積頻度分布を作成する。RDE 試験では各速度域毎の距離比率が定められているため、距離に関する頻度分布を作成する。ショートトリップ数は目標とする走行距離を実路走行データベースの平均走行距離で除することで求める。試験サイクルは、WLTC モード作成方法と同様に各速度域における実路走行データベースから抽出したショートトリップを組み合わせることで生成する。また、累積頻度分布から求めた目標となるショートトリップ距離から±5%の範囲のショートトリップを候補とすることで、選択されるショートトリップの組み合わせを増やし、ランダム性を有した実路走行サイクルとした（Fig. 11）。なお、RCG では、実路走行で実際に出現したショートトリップをランダムに組み合わせることを目的としているため、WLTC モード作成時のように走行特性をデータベースの平均値に近づける操作（カイ二乗値の比較や最小化）は行っていない。

Fig. 12 に開発した RCG を用いて生成した加速強度の異なる 3 種類の実路走行サイクル（RCG1、RCG2 および RCG3）を示す。生成したサイクルはいずれも RDE 試験の成立要件として定められている加速強度（RPA と速度×加速度の 95 パーセンタイル（va95））の要件を満足していることが確認できる。

これらのサイクルをシャシダイナモメータ設備にて走行した際の NO_x 排出量を Fig. 13 に示す。各試験は、WLTC モードの試験温度である 23 °C 環境で暖機（ホット）条件にて実施した。RCG3 については、より現実に近い使用条件を想定し、15 °C の環境温度下で、冷間始動（コールド）、日射あり、エアコン ON の条件においても試験を実施した（図中の RCG3（15°C））。各 RCG サイクルを走行した際の NO_x 排出量は、加速強度が大きいほど増加する傾向がみられることから、走り方によって大きく変化することがわかる。また、RCG3 と RCG3（15 °C）の比較から、環境温度や車両暖機状態、エアコン負荷などが NO_x 排出量に影響を及ぼすことがわかる。

以上のことから、RCG を用いることで、実路を模擬した様々な走行条件における排出ガスをシャシダイナモメータ設備にて効率的に評価できる可能性があることが示された。

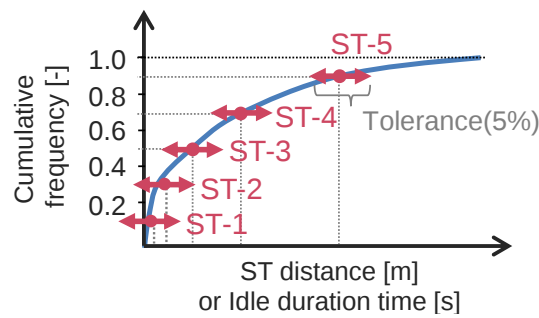


Fig. 11 Techniques for increasing the number of the short trip combinations

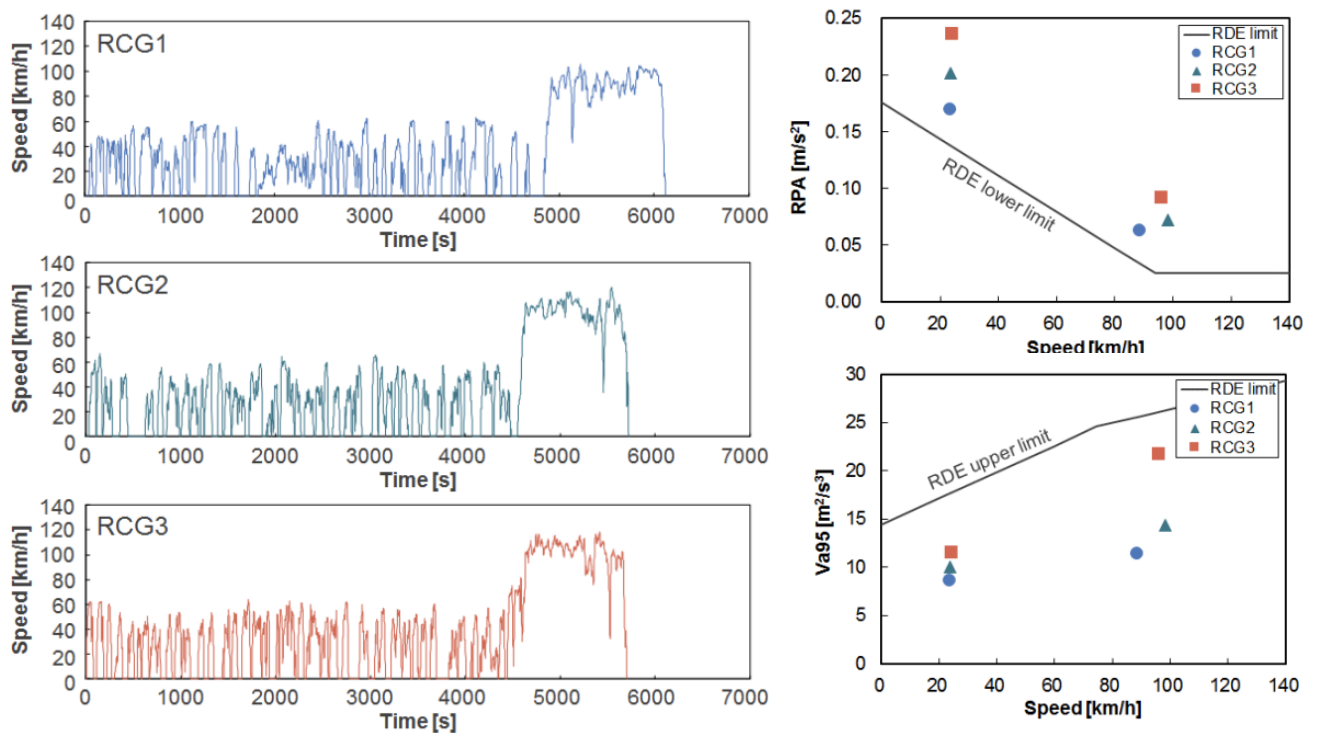


Fig. 12 Three types of RCG cycle generated by the RCG

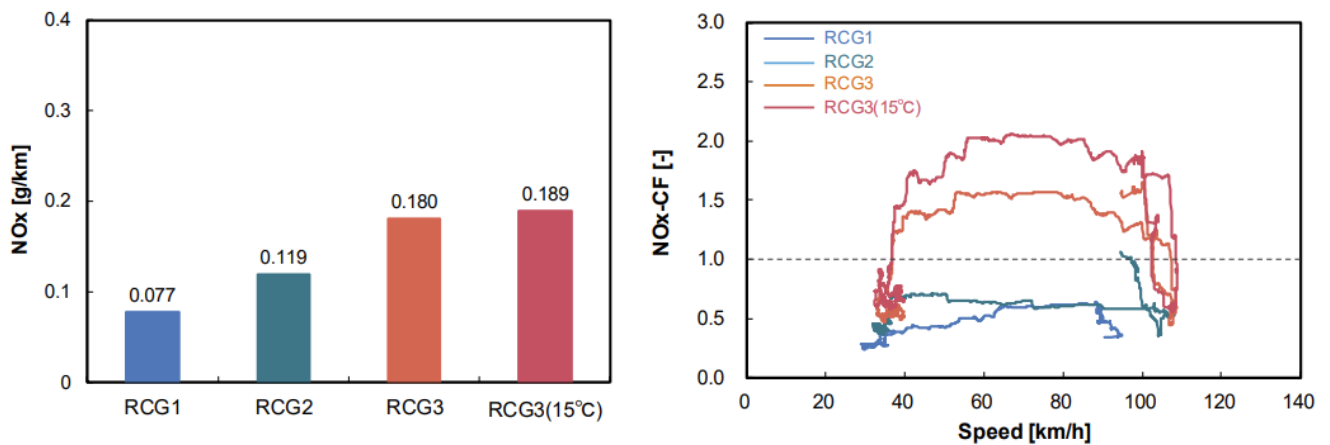


Fig. 13 Comparison of NOx emissions in each RCG cycle

4. まとめ

本稿では、自動車の排出ガスや燃費を評価するための国際的に調和された試験サイクルである WLTC モードの作成方法の概要と、それを活用したランダムサイクルジェネレータ (RCG) の考え方について紹介した。WLTC モードの作成方法を応用した JARI 独自の RCG は、様々な閾値の変更やパラメータの追加など柔軟に変更できる仕様となっている。また、環境型シャシダイナモメータと RCG を組み合わせることで、よりリアルワールドに近い環境での試験を実施することが可能となる。今後も JARI は、研究所内外の関係者と連携して、自動車からの排出ガスを評価するための手法について検討を重ね、Carbon Neutral や Well to Wheel Zero emission に向けて貢献していきたいと考える。

参考文献

- 1) 国土交通省リーフレット「燃費の表示内容が変わります！」
<https://www.mlit.go.jp/common/001191356.pdf> (参照 2022.8.5)
- 2) UNECE GRPE-68-03: Development of a World-wide Worldwide harmonized Light duty driving Test Cycle (WLTC) ~ Technical Report ~,
<https://unece.org/DAM/trans/doc/2014/wp29grpe/GRPE-68-03e.pdf> (参照 2022.8.5)
- 3) Tutuianu M. et al.: Development of the World-wide harmonized Light duty Test Cycle (WLTC) and a possible pathway for its introduction in the European legislation, Transportation Research Part D: Transport and Environment Vol. 40, p. 61-75 (2015) [doi: 10.1016/j.trd.2015.07.011](https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.07.011)
- 4) UNECE documents of WLTP Sub-group on the Development of the Harmonized driving Cycle (DHC),
<https://wiki.unece.org/pages/viewpage.action?pageId=2523434> (参照 2022.8.5)
- 5) Dennis G. et al.: WLTP Random Cycle Generator, 2015 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (2015)
- 6) 松岡正紘ら: Random Cycle Generatorを用いたシャシダイナモメータ上での実路排出ガス評価手法の研究, JARI Research Journal, JRJ20201002 (2020)
<https://www.jari.or.jp/research-database/detail/?slug=33284> (参照 2022.8.5)
- 7) UNECE WLTP-DHC-02-06e: Draft in-use data collection guidelines,
<https://unece.org/DAM/trans/doc/2010/wp29grpe/WLTP-DHC-02-06e.pdf> (参照 2022.8.5)
- 8) UNECE WLTP-DHC-09-02e: Development of World-wide Light-duty Test Cycle ~ Introduction of the WLTC 1st ver.~,
<https://unece.org/DAM/trans/doc/2011/wp29grpe/WLTP-DHC-09-02e.pdf> (参照 2022.8.5)
- 9) UNECE WLTP-DHC-16-06e: Finalized test cycle,
https://wiki.unece.org/download/attachments/5801079/WLTP-DHC-16-06e_rev.xlsx?api=v2 (参照 2022.8.5)
- 10) UNECE WLTP-DHC-10-19e: Minutes of 10th Meeting,
<https://unece.org/DAM/trans/doc/2011/wp29grpe/WLTP-DHC-10-19e.pdf> (参照 2022.8.5)