

デジタルツイン環境を活用した リアルワールドエミッション低減技術開発*

Development of Real-World-Emission Reduction Technologies Utilizing Digital Twin Environments

20264494

峯尾 健太郎¹⁾
Kentaro Mineo

池本 雅里²⁾
Masato Ikemoto

加藤 美江³⁾
Mie Kato

塚越 崇博⁴⁾
Takahiro Tsukagoshi

西岡 寛真⁵⁾
Hiromasa Nishioka

川口 文悟⁶⁾
Bungo Kawaguchi

This study develops robust exhaust emission reduction technologies under real-world driving conditions, which involve complex factors like traffic, driver behavior, and environment. The authors created a digital twin environment to simulate realistic driving scenarios for efficient evaluation. Using this platform, NOx emission hotspots and driver behavior impacts were identified. Control adjustments reduced average NOx emissions and variability. Compared to conventional road tests, the digital twin approach improved development efficiency and reproducibility, advancing emission reduction technologies toward a zero-emission future.

KEY WORDS Heat Engine, Emission Gas, Digital Twin
Driving Simulator, Traffic Simulation

1 はじめに

近年、自動車の排出ガス規制を取り巻く状況として、欧州Euro 7のRDE (Real Driving Emission) 規制強化やOBM (On Board Monitoring) 規制⁽¹⁾が施行されるなど、実路走行時のエミッション浄化への要求が高まっている。また、実路走行時のエミッション計測に必要となる車載型計測システムPEMS (Portable Emission Measurement System) においても小型・軽量化された計測器が登場し、計測が従来と比べ容易になってきた⁽²⁾⁽³⁾。

一般的に、三元触媒と排ガスセンサで構成される内燃機関のエミッション浄化制御システムでは、センシング情報をECUにフィードバックし、三元触媒の浄化機能を発現できる空燃比範囲 (浄化ウインドウ) に燃料噴射量を調整している⁽⁴⁾⁽⁵⁾。実路走行時のエミッションを検討するには、他車を含めた交通状況、道路状況、ドライバーの運転特性、天候、気温、気圧など数多くの因子を考慮したさまざまな走行場面において安定して浄化機能を発現できる空燃比制御と触媒温度場の確保が重要となる。

2050年のCN実現に向けて、世界のさまざまな地

域のエネルギー事情を踏まえ、すべての人に移動の自由を提供することを目指し、マルチパスウェイを軸に多様な選択肢でCO₂の着実な削減に取り組んでいる⁽⁶⁾。内燃機関を搭載するHEVやPHEVは、モータとエンジンの最適なパワーマネジメントにより、燃費とエミッションの大幅な低減を実現している。さらに将来、BEVやFCEV同等の実路走行条件下でのゼロエミッション実現を目指す上では、先述の各因子を考慮してロバストなエミッション低減技術の開発を推進する必要がある。しかし、あらゆる評価や検証実験をすべて実路走行試験で実施することは現実的には難しく、開発効率や試験走行時の安全面の観点からも望ましくない。

そこで筆者らは、交通流シナリオの自由度と再現性が高く、実路相当の評価が可能なデジタルツイン開発環境を構築した⁽⁷⁾。さらにこの環境を活用し、実路走行模擬条件下でエミッション低減検討を実施した。実路走行におけるエミッションに対する影響因子はさまざまある中で、今回は特にドライバーの運転特性と交通流に着目した。再現性のある交通流シナリオの前提条件のもと、NOx成分に着目した排出傾向の確認や、排出低減に向けた検討制御を織り込んだ効果を報告する。

2 実験装置および試験方法

表1 エミッション評価方法の比較

Evaluation environment	Traffic flow reproducibility	Work hours for exam	Emission accuracy
Actual vehicle on-road test	Random traffic flow	Movement Preparation	PEMS
Full vehicle simulation	Traffic simulation	Driving simulator	Emission model
Simulation & actual vehicle	Traffic simulation	Driving simulator	PEMS

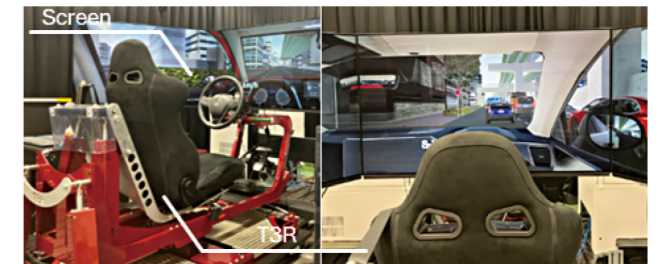


図2 iROC製ドライビングシミュレーターT3R

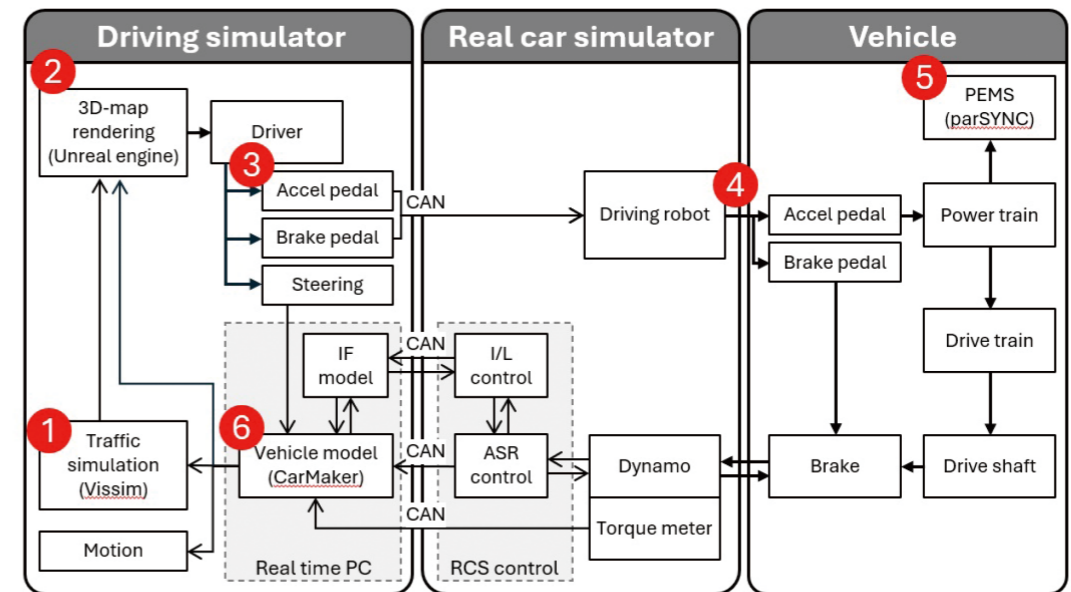


図1 デジタルツイン環境のシステム図