

# AIとクラウドによる 低排気パワートレインの 開発

クラウドベースのシミュレーションで高効率を実現する

実路における走行排出ガスの規制が始まったことにより、もともと費用のかかる複雑なプロセスだったパワートレイン開発にまた1つ、複雑な要素が加わりました。ETASでは、これ以上時間とコストを増やさないために、路上テストとベンチテストを仮想化する取り組みを進めています。クラウドベースのシミュレーションと人工知能(AI)を組み合わせることで、開発シーンは新たな局面を迎えており、法規制に適合する低排出ガスパワートレインの開発効率は一段と高まることが予想されています。

今日の車両開発はきわめて複雑なプロセスであり、中でもパワートレインの開発では、数多くの機能との連携を考慮しなくてはなりません。何百人もの開発者が部門や企業の境界を超えて、エンジンコンポーネント、補助コンポーネント、ECU機能等の開発に並行して携わっており、何か1つを変更すれば他の全員の作業に影響を及ぼすことさえありうるのです。運転挙動や機能安全、ガス排出などへの影響を検知・測定するためにテストベンチと路上テストが用いられますが、それには非常に高価なプロトタイプと計測装置が必要です。ところが、ここに1つの問題が浮上します。それは実路での走行テストは再現不可能だということです。通行量、気象条件、運転挙

動その他のパラメータは絶えず変化するうえに、ドライバーの運転の仕方もそれぞれ異なっているからです。したがって、テスト車両の数も熟練した人材も十分に集められない場合には、システム変更の影響を実路で評価することは信頼性が低く、効率もよくありません。ましてや寒冷地や高地でのテストとなると、長距離の移動を伴うことがしばしばです。テスト結果を再現可能なものにして、開発サイクルを短縮し、しかも開発プロセスの複雑さにも対応するには、仮想化こそが鍵となると考えられています。最適な条件が整えば、現実のテストと計測はシミュレーション結果の検証のためにだけ行うことになるでしょう。

図1：車両の妥当性確認に費やす時間ー過去と現在。



## 仮想化による体系的な開発への道

ETASは早くから仮想化の可能性に気づき、個々のコンポーネントや車両全体のシミュレーションを行うためのソリューション製品を、何年もかけてラインナップしてきました。一方、自動車メーカーは、いっそう複雑化し、バリエーションの数も増え続けるパワートレインをEuro 6d-Temp およびEuro 7の排ガス基準に適合させる必要に迫られています。複雑化がもたらしたこの困難な状況の中で、ETASがこれまでに築き上げてきた土台が解決への足掛かりとなることが証明されようとしているのです。排ガスの計測は実走行サイクルで行わなくてはなりません。実路走行排気(Real Driving Emissions: RDE)の計測には車載型排ガス計測システム(Portable Emission Measurement System: PEMS)を使用します。数回計測を行って統計解析を実施し、基準を満たしていることを確認します。この解析の性質上、テストと妥当性確認の作業量が管理しきれないほどに膨れ上がるおそれがあります。そのときにこそシミュレーションが役立ちます! 現実のドライバーとプラントモデルを用いたシミュレーションにより、十分な効果を得ることができるのです。エンジンから補助コンポーネント、シャーシ、タイヤ、排ガス処理に至るまでの各種機能はもちろんのこと、幅広い環境条件下における車両ドメイン間の連携も評価で

き、それでいて作業量は驚くほど少なくなります。このような現実に即したシミュレーション環境には、多くの利点があります。高価な車両プロトタイプの数減らすことができ、時間のかかる準備(車両の温度を安定させる、計測器の校正をする、ECUをリセットするなど)は不要になります。測定誤差やケーブルの緩みが原因でスケジュールが崩れる心配もありません。したがって、妥当性確認フェーズの計画はより確実なものになります。

## クラウドで広がる効率と品質面での可能性

奇妙に聞こえるかもしれませんが、実路での走行排気測定を実施するにあたっては、「現実性」が最大のハードルとなります。現実の世界では忠実に再現可能なテスト走行は行えないうえ、測定誤差のリスクもあり、時間のかかるテストの並列化はほとんど不可能になるからです。事態を一層困難にするのは、さまざまな気候条件や地形的条件でのテストには多大な時間と労力を要することです。さらに費用や組織上の要因から、RDEの測定に起用できるテストドライバーの数も制限されます。そのような理由から、開発プロセスで十分なテスト

データを得られるかどうかは、熟練したエキスパートがいかに綿密なテスト走行計画を事前に作成できるかにかかっています。それでもなお、テスト作業の量が増えれば増えるほど、不確実な要素やボトルネックが生じるでしょう。

それに対し、対応するモデルを用いた高品質のシミュレーションでは、仮想テスト走行を並列に、それぞれ何十万回も繰り返して実行し、必要なだけ再現することができます。最適なワークフローを実現するために、ETAS、Bosch、ESCRYPTの3社が協力して、それぞれが提供可能なシミュレーションのプラットフォーム、ツールおよびモデルをクラウド上で融合させました。そして人工知能と最新のITセキュリティに裏付けられた、スケーラブルで安全なシミュレーション環境を構築しています。クラウドの計算能力のおかげで、パワートレイン開発者は何千回ものテスト走行を並列実行することができます。そして詳細なモデルベースの解析と回帰テストを行うことで、パワートレイン/ECU用ソフトウェアにおける変更をモニタリングし、妥当性を確認します。このことは効率の改善をもたらすとともに、品質の向上にもつながります。

が、実路走行モデルの方は、AIを利用して新たに開発する必要があります。この開発には、実走行時のGPSデータを地図情報によって補完した広範なデータベースを使用します。また、さまざまなタイプのデモ車両とドライバーが、さまざまなルート特性、気象条件、交通状況のもとで測定値を記録した豊富な走行データも取り入れます。当社の開発チームはこれを使ってAIの助けを借りながら、きわめて変化に富んだ実路走行モデルを作成しました。こうして生成された走行軌道は、実際の速度/勾配/ギアシフトなどの特性をベースにしているため、クラウド上で仮想車両を用いたテストを必要なだけ何度でも、並列実行することができます。

### 仮想車両をクラウドで利用可能に

ETASの仮想化ツールキット(図3)を使う準備が整った後、次の目標は、ユーザーがこの新しいオールインワンのソリューションを当社のクラウドサービス上で実際に利用できるようにすることでした。

これを実現するためのステップとして、ESCRYPTによる詳細

開発者はクラウド上で何千何万というシミュレーションを並列実行できると同時に、高性能のソリューションにアクセスすることも可能になり、現実のテスト走行ではとてい(予算的にも)考えられないような包括的なデータベースを利用して、RDEテストを実施できるようになります。このデータベースを使えば、仮想RDE測定データの妥当性確認のために行う実路テストの準備も簡単になります。

この種のソリューションが成功するか失敗するかは使い勝手によって決まります。開発者はシミュレーションをフルクラウドで実行する前に、ローカルワークステーションからシステム全体にアクセスして、モデルが適正に機能するかどうかを検証できます。また、テストの評価を効率的に行うために、目的に応じたテラーメイドのデータ解析を実施できます。素早く、しかも計画的に、統計学的に意義のある走行データを収集できる本ソリューションは、法規制に準拠したパワートレイン制御システムの設計を万全のセキュリティのもとで進めるために不可欠のものとなるでしょう。

### まとめと展望

ETASが提供する、現実の走行軌道と車両モデルに基づいたクラウドベースのシミュレーションは、ますます多様化する走行スタイルとRDE規制に対応するための洗練された革新的なソリューションです。しかし、それだけではありま

せん。この最新のアプローチは品質の大幅な改善も約束します。新しいパワートレイン設計手法を取り入れることで、少数のドライバーが再現性のないテスト走行を行う代わりに、桁違いの数のテスト走行を仮想環境で並列実行することができます。さらにAIの支援によって、あらゆる交通状況を統計学的に意義のある軌道としてシミュレートできます。仮想化という間接的な手順を通して、RDEサイクルに必要な現実に即したテストが実現可能になるのです。

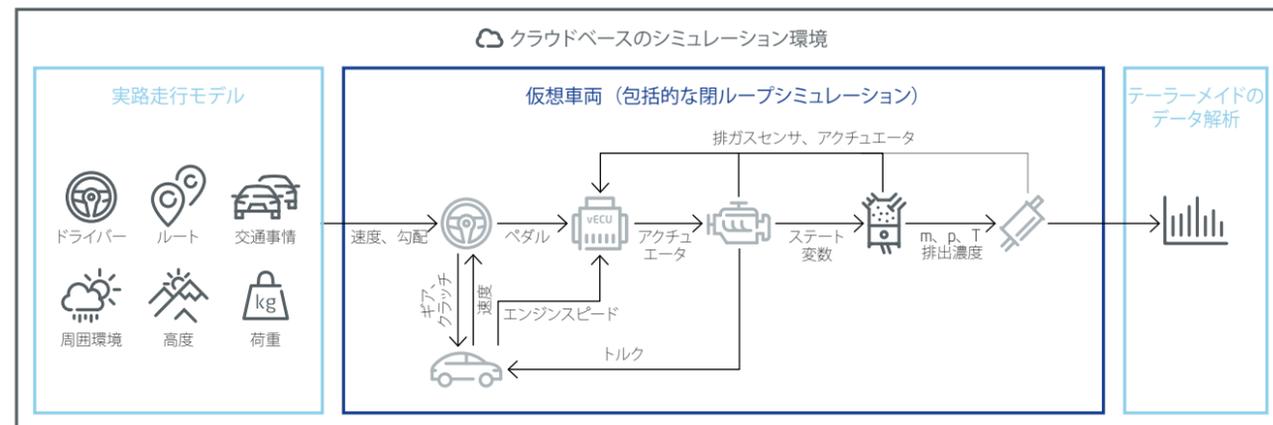
ETASはこの新手法に用いる車両、プラントおよびドライバーのモデルに絶えず改良を加えており、クラウドベースのシミュレーションのためのツールチェーンに組み入れています。完全に仮想化された開発手法は、すでに提供を開始しています。次のステップは、コラボレーションをさらに効率化するクラウドベースのソリューションを利用できるようにすること、そして、仮想テストの評価のためのAIアルゴリズムを進化させることです。ETASはこれらの開発を進めています！

最終的に目指すべきものは、パワートレイン開発の世界を一新する最先端のソリューションです。

### 執筆者

Dr. Nils Tietze, ETAS GmbH

計測・適合・診断分野担当ソリューションマネージャ



- 仮想化サービス: 排ガス対応のパワートレインシステムモデルを、カスタマイズを加えて仮想化します(仮想車両)。
- ETASのソフトウェアサービス: スケーリング可能なクラウドシミュレーションにより、開発の反復ステップを迅速化します。統計学に基づいた運転サイクルモデルをAIによって作成します。
- AIを用いたアプローチ
- 物理モデル

図2: クラウドベースの開発環境

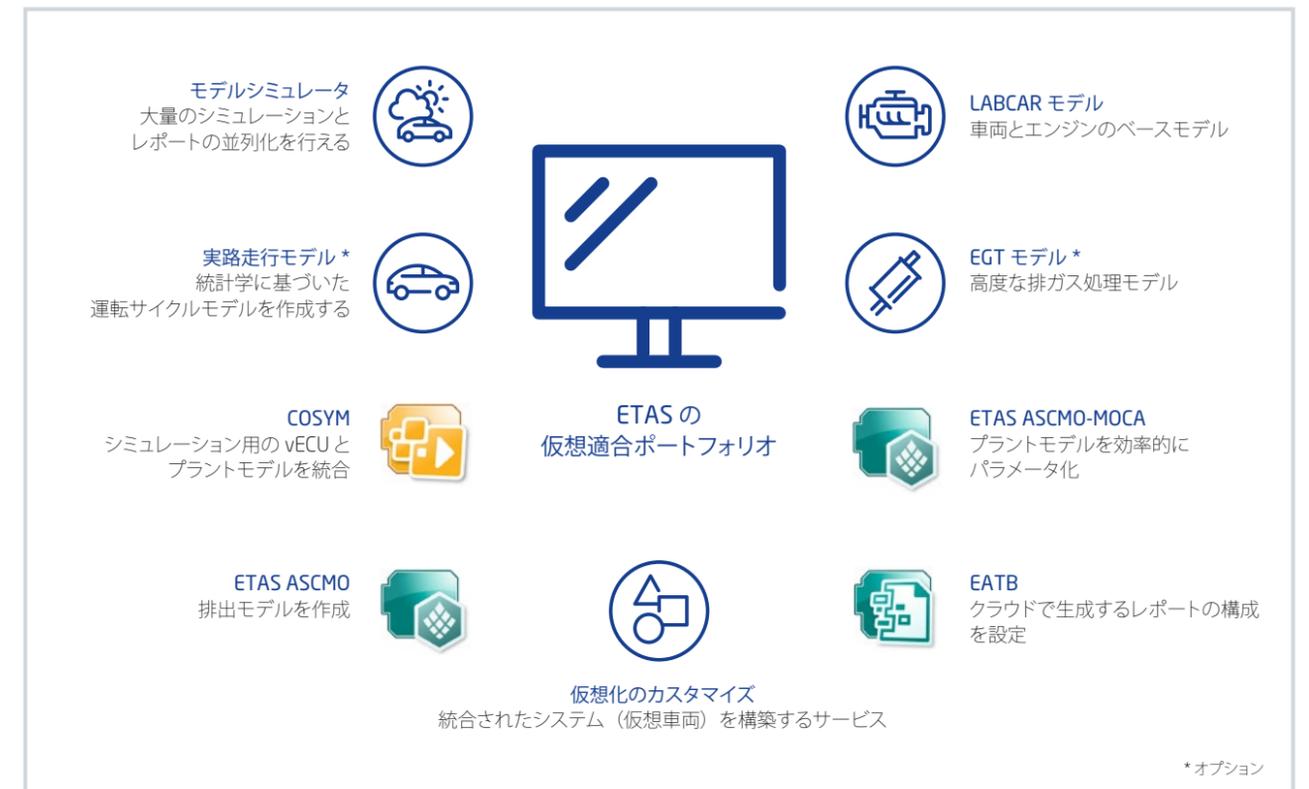
クラウドベースのプラットフォームを活用すれば、部門や企業の枠を超えたパワートレイン開発者同士のコラボレーションを、従来とはまったく違うレベルで行うことが可能になります。ただし現時点では、対処しなければならない課題が残されています。

### 実路走行における課題

仮想車両によるテスト走行で実走行に近いデータを得るには、多様な運転スタイル、ルート特性、気象条件、交通状況などをシミュレートするシナリオを用意する必要があります。この役割を担うのが実路走行モデルです。車両モデル(仮想車両)はETASがすでに提供しているソリューションを利用できます

なりリスク分析を実施し、きわめて機密性の高い開発データを保護するための包括的なセキュリティ概念を確立しました。現在、ISO 27001 認証取得に向けて準備を進めています。Software-in-the-Loop (SiL) メソッドと同じように、仮想車両には仮想ECUが機能モックアップユニット(FMU)として組み込まれています。仮想ECUは標準のバスを介して、各シミュレーションに組み込まれたモデルとデータの送受信を行います。パワートレインプロジェクトでは、仮想車両は排気管からのガス排出を正確に再現します。チームはそのために、内燃機関用の高度な排ガス処理モデルおよび排出モデルを、ETAS ASCMO を用いて作成しました。

図3: 仮想車両開発のための自由にスケーリング可能なモジュール式ソリューション



\*オプション