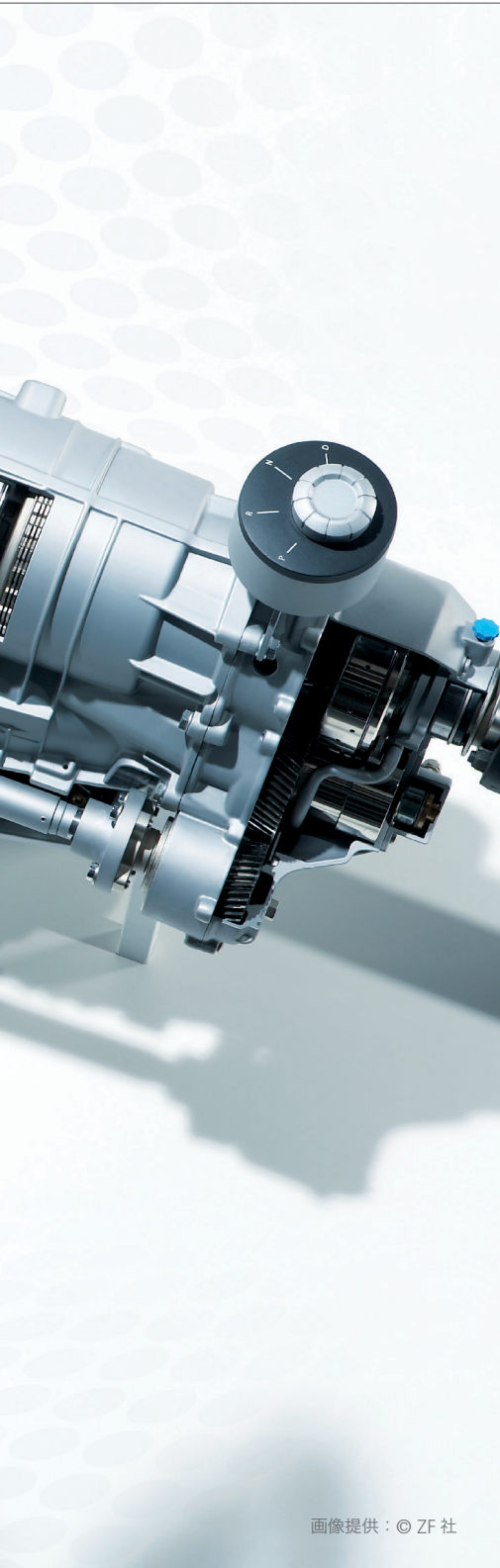




テストドライブと実負荷のシミュレートにより、ZF社のドライブトレインをテスト

Virtual Torque

ZF テクノロジグループでは、新しい実際のドライブトレインのテストや妥当性確認を開発の早期の段階で行うため、仮想ソリューションを積極的に利用しています。同社は、高度に動的なテストベンチを使用することで、テストトラック、車両全体、そしてドライバーさえも現実的にシミュレートしています。ここでは、dSPACE のASM ツールスイートが活用されています。



画像提供：© ZF 社

今 日の車両のドライブトレイン設計は、多数の駆動タイプに適合できるよう、モジュール化が進んでいます。現代の車両のトランスミッションには、オートマチック、デュアルクラッチ、マニュアル、オートメテッドマニュアルに加え、純粋な Electric Drive や、さまざまなハイブリッド構成も採用されています。さらに、セントラルドライブ、アクスル近接ドライブ、およびインホイールドライブなどの区分もあります。そのため、これらの構成のすべてにおいて高い再現性や信頼性でテストを実施できるテストベンチが不可欠となっており、さらにはオープンかつ変更が容易な車両シミュレーションモデルも必要になっています。

ドライブトレイン向けのテストベンチを使用する理由

ZF 社では、高度に動的なテストベンチを使用することにより、可能な限り早期の段階でドライブトレインの機能とライフサイクルのテストを行っています。動的なテストベンチを使用すると、シミュレート対象の車両の実際のドライブトレイン全体をテストすることができます。このようなテストの目的は、さまざまなドライブトレインと車両構成を現実的にシミュレートすることです。ただし、これらのシミュレーションは、実車によるテストドライブで発生するすべての負荷（集合負荷）と、考えられるすべての機能や構成における車両の挙動を完全にカバーし、可能な限り現実に即して行えなければなりません。ドライブトレインを現実的に評価し、テストベンチ上で最適化するためには、それが前提条件になります。解析段階においては、推進エンジンおよびトランスミッション間の相互作用など、車両のアクティブコンポーネントの挙動をシミュレートすることが重要です。これにより、ドライバーの好みに応じて快適かつ動的にシフトできるギアを実現することができます。つまり、ドライバーの運転の仕方が慎重かスポーティかといっ

た運転動作の違いも考慮しなければなりません。さらには、ペダルの操作やステアリングホイールの動きも現実に即して反映する必要があります。

確固たる基盤としてのシミュレーション

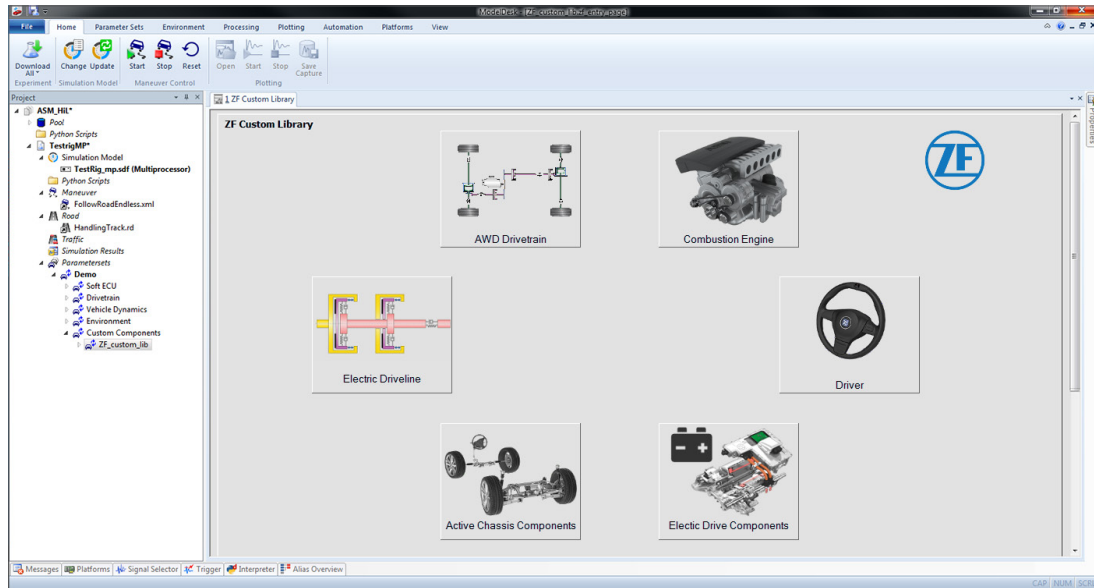
ZF 社では、高度に動的なテストベンチを設計するうえで、まず車両のシミュレーションを行うのに最適なソリューションを見つける必要がありました。つまり、同社のエンジニアはテストベンチの制御に適した動的挙動を持つバーチャルピークルを構築する必要がありました。通常、バーチャルピークルの構築には、必要なすべての車両タイプごとにセットアップやパラメータ化を柔軟に行えるリアルタイムシミュレーションモデルが必要となります。同社では、技術的および経済的な観点、さらにはプロセス関連の各種要因を評価し、Automotive Simulation Models (ASM) ツールスイートが最適な選択肢であると判断しました。ASM の主な利点は、モデル構造がオープンであることに加え、シミュレーション環境を追加しなくても使用できることです。これにより、ライセンスの追加料金が不要になります。

バーチャルピークルのセットアップ

ZF 社が ASM により構築したバーチャルピークルは、前輪駆動、後輪駆動、および四輪駆動のほか、すべてのハイブリッドドライブおよび Electric Drive モデルをカバーしており、同社が使用した ASM Vehicle Dynamics モデルには、必要なピークルダイナミクスの機能が搭載されていました。ZF 社では、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンを搭載したドライブユニットのシミュレーションの際には、独自のモデルをモデル環境にシームレスに統合して使用しました。また、ASM Environment モデルに基づいた環境モデルを使用することにより、道路やその路面条件、傾斜、勾配などのさまざまな属性をシミュレーションに反映し、シミュ >>

「当社では、アクティブドライブトレインを最適な状態で使用するため、ASM ツールスイートを活用して現実に即したテスト走行を実施しています。」

Oliver Maschmann 氏、ZF 社



ModelDesk の概要ページでは、ユーザ固有のモデルライブラリに簡単にアクセスすることができます。

レーションの質を向上させることができました。シミュレーションには ASM Traffic モデルも含まれていたため、周辺トラフィックを考慮することも可能でした。さらに、操舵式リアアクスルやアクティブショックアブソーバなど、ZF 社のライブラリに存在していた他のモデルを車両の全体モデルに統合することもできました。オープンな構造である ASM は、たとえば、開発者は開発済みのコンポーネントで必要となるさまざまな信号に正確にアクセスすることができるなど、利便性に優れていた

め、ZF 社のモデルを統合する作業は極めて容易でした。

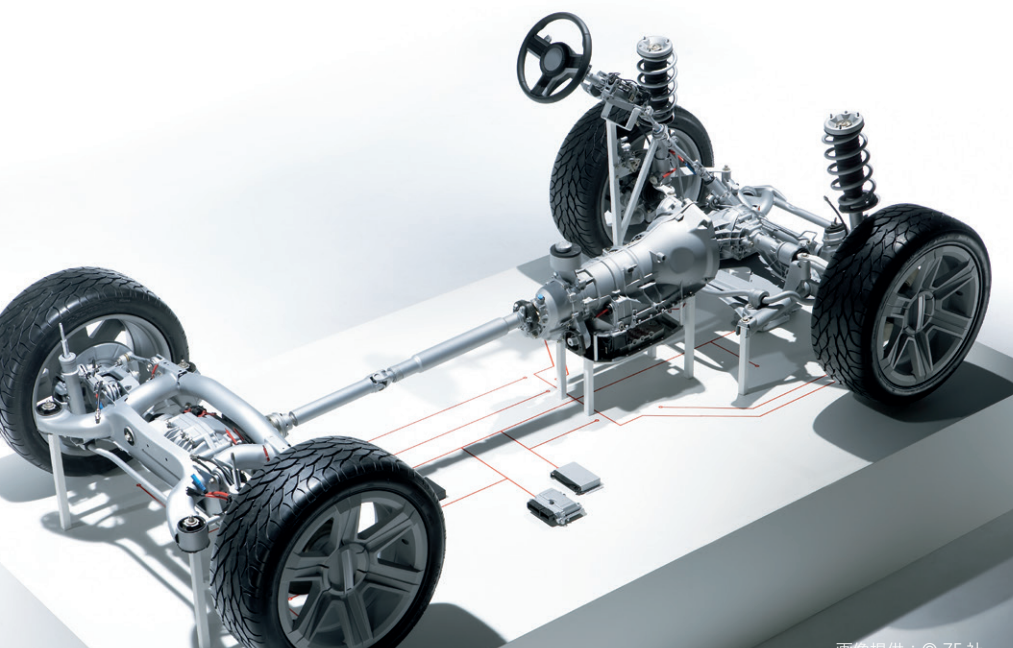
GUI の実装

テストベンチおよびシミュレーション環境は、複数の開発現場で使用されるため、同一の構成であることが求められるだけでなく、容易かつ直感的に使用できる必要があります。この要件に対応するため、ASM には dSPACE ModelDesk が搭載されています。ModelDesk には、モデルをパラメータ化したり設定したりするため

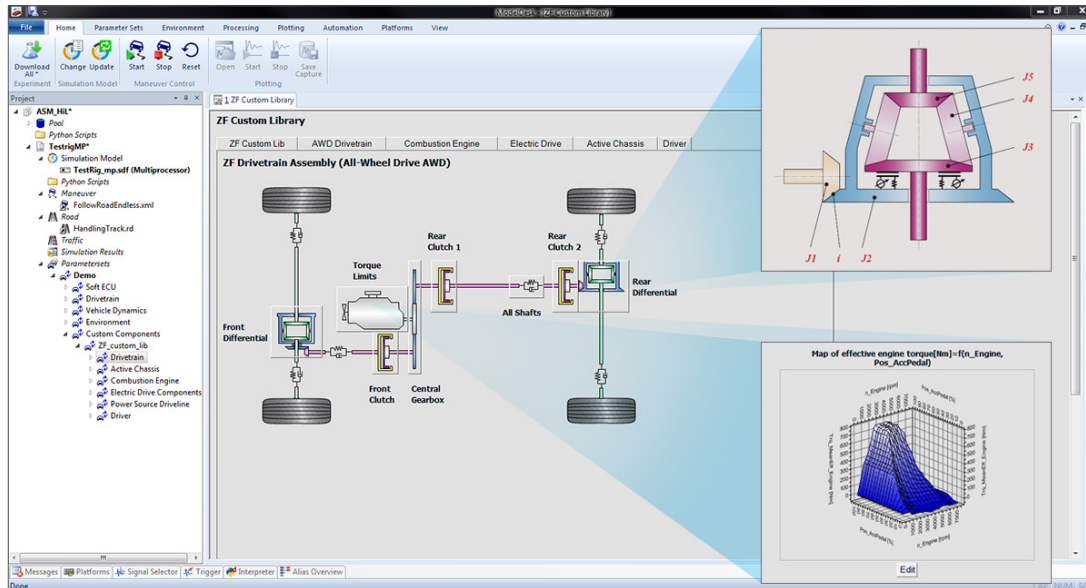
の GUI が用意されています。ZF 社の開発者は、これを使用することで、単一のユーザインターフェースのみから、さまざまな準備済みのテストプログラムやシミュレーションを実行することができます。さらに、一連のプロセスはスクリプトによって容易に制御し、自動化することができます。ModelDesk はすべての ASM ライブラリで使用することが可能でした。また、ModelDesk にはパーサが組み込まれており、これを使用してモデルを解析したり、ツール自動化用のすべてのパラメータマップ、およびインターフェースを含む機能フレームワークを自動的に生成したりすることができます。そのため、開発者は、同社のライブラリに存在する独自モデルに対応した適切なユーザインターフェースを自動で生成することができました。ModelDesk では、このフレームワークを HTML ウェブサイトとして提供します。さらに、Cascading Style Sheets (CSS) を使用すると、作成したすべてのユーザインターフェースを ZF 社の設計要件に従って統一的に実装することができます。しかも、このために必要な手作業はほんのわずかです。そのため、より大規模なライブラリであっても、すべてのページを 1 日で作成することができます。

導入に向けた準備

ZF 社では、シミュレーション環境のセットアップが完了した後、その妥当性を確認する必要がありました。シミュレートし



画像提供：© ZF 社



ユーザ固有のモデルライブラリの内容がわかりやすく表示され、変更も容易に行うことができます。

た車両は、同じ条件下（速度、ステアリング角など）で同じ結果（ヨーレート、縦方向加速度、横方向加速度）を返す必要があります。そのため、開発者は、実車からのベンチマーク計測値を使用しました。また、ペダルやステアリングシステムの妥当性や現実的な操作を確認するため、同社の要件に従って拡張および最適化したドライバーモデルも使用しました。さらには、PCベースのシミュレーションプラットフォームであるdSPACE VEOSも活用しました。これにより、テストベンチでテストを実行する前に、自身のPC上で仮想的にセットアップ全体を始動させることができ、必要な場合は、テストケースだけでなくすべてのプロセスをリアルタイムよりもはるかに高速に実行することができました。VEOSでは何百キロメートルもの長距離のテストドライブでも数分以内に完了できるため、開発者がそうしたテストドライブをシミュレートする必要がある場合には非常に便利でした。また、ASMとVEOSを組み合わせることにより、開発プロセスにおける一貫性と効率性も向上しました。さらに、オープンアーキテクチャであるため、おおまかな案に過ぎないFunctional Mock-up Units (FMU) や機能のアイデアなども、Simulink内で自由に使用することができました。また、処理性能に優れたModelDeskを使用して適宜データを準備することにより、計測データを容易にシミュレーションに組み込むことも可能でした。

評価と次のステップ

ZF社では、ピークルダイナミクスのシミュレーション向けにASMツールチェーンを導入したことにより、テストベンチでのドライブトレインの現実的なテストに向けた重要な一歩を踏み出しました。同社の環境モデルは、高度に動的な4輪テストベンチにおけるサイクルタイムや精度に関する厳しい要件を満たしています。また、テストベンチ上で集合負荷を自動的にクロードループでテストドライブするというシミュレーション手法は、お客様のソフトウェアを使用してドライブトレインのテストを行う場合に適していることも証明されています。これらのテストドライブでは、走行時の快適性の基準を分析することもできます。同社のシステムは継続的に拡張されており、今後はより大規模な道路網や交通流量を利用したテストドライブを自動的に行うこともできるようになります。このツールチェーンは世界中で入手可能であり、世界各地のさまざまなZF社の開発拠点で購入することができます。ユーザは、ZF社独自のライブラリを活用することで、ZFの全拠点で同一構成のテストベンチを作成し、全く同じ方法で利用することができます。■

Oliver Maschmann氏、ZF社

ドライブトレイン向けテストベンチの要件

シミュレート対象のコンポーネント：

- ステアリング搭載のアクティブシャシ
- ハイブリッドモジュール搭載の内燃エンジン
- アクティブリアアクスルキネマティクス
- ピークダイナミクス
- 縦方向および横方向のドライバー
- ソフト ECU

必要な柔軟性：

- 実際のエミュレート済みのドライブトレインを使用
- ドライブトレインのアクティブコンポーネント（アクティブアクスルディファレンシャル、切替式四輪駆動、ディファレンシャルロックなど）
- 追加設定向けのドライブトレイン内のモジュール型インターフェース

Oliver Maschmann氏

高度に動的なテストベンチの担当者、ZF社、フリードリヒスハーフェン（ドイツ）

