



# Virtual Vehicle Test Drives

コンポーネントテストとバーチャルビークルテストに対応する効率的な  
テストプロセスの開発（スズキ株式会社）



スズキ株式会社では、2000年から、dSPACE 製シミュレータの使用を推進し、電子制御ユニット (ECU) の安全な開発を効率的に進めています。スズキでは、これまで、エンジン、トランスミッション、AWD はもとより、ボディ、エアコンの ECU にいたるまで ECU 個別の HIL シミュレータを使用してきました。しかし、「キザシ」および「スイフト」の両モデルでは、すべての車両制御機能を効率的に検証するために、dSPACE バーチャルビークルが導入されています。

電子制御テクノロジーは、アダプティブクルーズコントロール (ACC)、車両安定化プログラム (ESP)、プリクラッシュセーフティシステムなどの機能とともに進化しています。また、1台の車両に使用する ECU の数を減らすために、ますます多くの機能が単一の ECU に統合されるようになってきました。さらに、複雑な機能が、ネットワークで接続された複数の ECU に分散されるようになってきました。このように分散された機能の車両全体にわたる包括的な妥当性の検証は、ECU 個別のコンポーネントシミュレータでは不可能であ

り、また、このように複雑なシステムの、各機能間の接続および依存関係を、実車によるテストドライブを行ってテストすることは危険です。ECU ネットワーク全体のテストには、バーチャルビークルシミュレータが必要です。

#### バーチャルビークルの要件

分散された車両制御機能を効率的に検証するには、dSPACE バーチャルビークルシミュレータが次の前提条件を満たしている必要があります。



## コンポーネントシミュレータ vs. バーチャルビークル

エンジン制御などの単一の ECU をテストするにはコンポーネントシミュレータが必要です。このシミュレータはテスト対象の ECU 専用で設定されています。

複数の ECU や、すべての通信状況が含まれている ECU ネットワーク全体のテストを行うには、バーチャルビークルシミュ

レータが必要です。バーチャルビークルシミュレータでは、車両全体を表現するために、複数のシミュレータが密接に統合されています。バーチャルビークル 1 台で、さまざまな車種を構成することができます。

- 各 ECU とその機能が、HIL (Hardware-in-the-Loop) システム全体で共有されていること。
- すべての ECU が揃っていない場合でも、ネットワークテストが可能であること。
- 実負荷を含めることができ、負荷とモデルの切り替えが自動化されていること。
- スズキ株式会社のエンジニアが、テストではなく本来の機能設計に集中できるように、テストを簡単に実行できること。
- HIL システムのダウンタイムを少なくするために、車両モデルの切り替えによる車種の変更やパラメータの設定を簡単に行うことができること。
- 診断ツールや RAM モニタツールなどのスズキ株式会社の内製ツールを dSPACE バーチャルビークルに接続できること。

### バーチャルビークルの構成

このシミュレータには 5 つの統合型ラックシステムが使用され、それぞれのラックは、エンジン、ボディエレクトロニクス、運転支援システムなどの個別の車両コンポーネントとして構成されています。制御されるシステムモデルには、すべて、dSPACE の自動車用シミュレーションモデル (ASM) が使用されています。ドライブトレインとビークルダイナミクスのモデルだけでなく、ACC 機能をテストするための電気システムと周囲の道路交通のモデルも用意されています。dSPACE AutomationDesk® と Real-Time Testing (RTT) 拡張を使用して、テストの自動化が実現されています。このバーチャルビークルシミュレータは、スズキの「キザシ」および「スイフト」のさまざまな車種や仕様に合わせて、構成およびパラメータ設定を行うことができます。

### バーチャルビークルの柔軟性

このバーチャルビークルシミュレータは、ターゲット車両や車両の構成を変更するなど、時間のかかる作業を効率的に処理するように設計されています。たとえば、テスト対象エンジンをガソリンエンジン



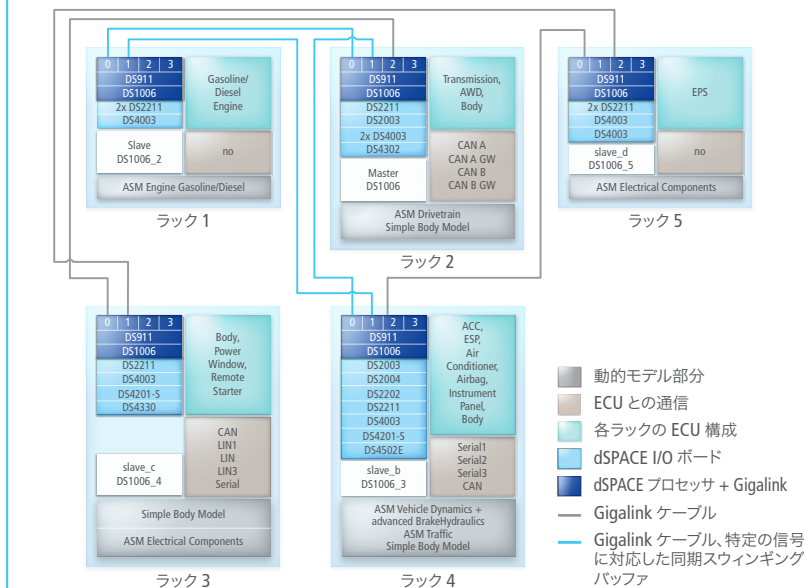
バーチャルビークルの構成：  
dSPACEのプロセッサとI/Oボードが5台のラックに設置されています。

ECUからディーゼルエンジンECUに変更する場合、5分足らずの時間で作業を完了することができます。

手作業で行わなければならないのは、ECUのハーネスの取り外しと取り付けだけです。クラスの違いによるACCやエアコンなどのオプション装備変更も、試験ソフトウェアであるdSPACE ControlDesk®の設定を変更するだけで済みます。

### テストプロセス

バーチャルビークルによって検出された問題を、コンポーネントシミュレータ上で詳細かつ入念に検証することができます。た



「dSPACEバーチャルビークルシミュレータを設置した結果得られた最大のメリットは、これまでに実行できなかった重要なテストが簡単に実行できるようになったことです」

スズキ株式会社、堂畑 氏

例えば、クローズループシミュレーションの自動テストで夜間に発見されたクローズループ上の問題を、その翌日にコンポーネントシミュレータ上で調査および修正することができます。問題が解決すると、改修後の機能をバーチャルビークルに戻して、自動テストによる動作検証を続けることができます。コンポーネントシミュレータとは異なり、バーチャルビークルには動的な多数のパラメータが用意されているため、掘り下げたテストを行うことができます。バーチャルビークルシミュレータとコンポーネントシミュレータで同じテスト環境を使用することにより、共通のパラメータ、共通の環境条件、共通のテストを実行することができます。日常的にテストケースを追加していくことにより、制御機能をさまざまな条件で徹底的に検証することができます。

### レストバスシミュレーションの利点

レストバスシミュレーションとCANゲートウェイ機能を使用することにより、計画中のECUや、まだ使用できないECUの機能を実装することができます。レストバスシミュレーションは、通常は実ECUが使用できない場合に、仮想的なECUを

CAN通信に接続させる方法です。CANゲートウェイ機能は、バス上のデータ化けや不正な値などの異常な状態を模擬的に発生させる機能ですが、使用可能なECUが別の車両プラットフォーム用に開発されたものであっても、この機能を使用してECUメッセージを改変および修正することができます。スズキ株式会社では、このような機能を組み合わせることにより、ECUネットワーク全体がまだ使用できない状況にあっても、新しい機能を開発することができました。ECUに一部未実装な機能があっても、この2つの方法を使用して実装されました。このようにして、実装の全体が最適化され、他のECUの動作のテストが行われ、新しい機能およびECUで発生する可能性がある、ECUネットワーク全体に影響を与える問題が除去されました。

### dSPACE製品の使用

スズキ株式会社は以前からdSPACE製品を使用しているため、これまでに蓄積したテストケースをバーチャルビークルに移行することができました。テストオートメーションソフトウェアであるAutomationDeskを使用することにより、ハ

#### 林 泰弘 氏 (左)

同氏はスズキ株式会社 四輪技術本部 四輪電装設計部の部長です。

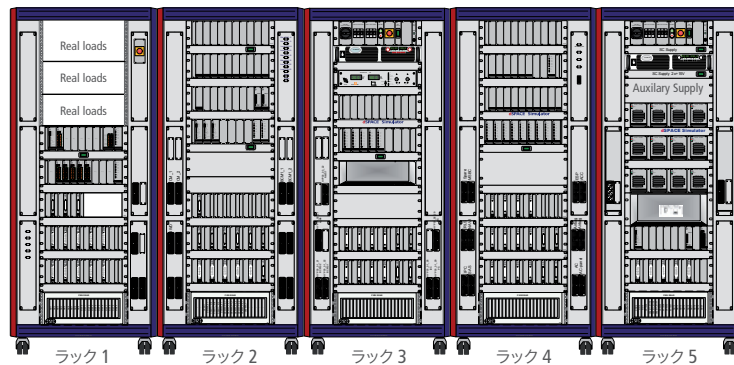
#### 堂畑 克彦 氏 (右)

同氏はスズキ株式会社 四輪電装設計部 第5課の技術専門職です。



## dSPACE 製品を採用した感想

スズキ株式会社は、かねてより、テスト対象の ECU およびネットワークのテスト開発に専念したいと考えていたのですが、テスト装置の設計作業に多くの時間が費やされていました。このような時間を削減するために、dSPACE エンジニアの協力のもとにバーチャルピークルシミュレータが構築されました。スズキ株式会社のエンジニアはパラメータの収集を行い、バーチャルピークルをスズキ株式会社の既存のシミュレータと連携して使用できるようにしました。このような努力の結果、新しいシミュレータが完成すると、直ちに完全な ECU 機能テストとネットワークテストを開始することができました。導入後現在に至るまで、高い稼働率が維持されています。このように、dSPACE だけで、ターンキーエンジニアリングをはじめ、さまざまなシミュレータ開発ツールが揃い、スズキ株式会社の作業負担の削減に大きく貢献しています。



スズキのニューモデル「キザシ」と「スイフト」の ECU ネットワーク全体のテストに使用するバーチャルピークルシミュレータの構成

「実車と比較して、dSPACE シミュレータでの検証は容易であり、再現可能なテストを自動的に反復して実行できるようになった効果は非常に大きなものでした」

スズキ株式会社、堂畑 氏

イレベルのライブラリ機能を使用して、テストシーケンスをグラフィカルに容易にプログラミングおよび拡張することができました。これまでテストデータの処理に使用してきた Microsoft Excel® のファイルから、テストデータの読み取りが行われています。時間的な制約が厳しい操作は、AutomationDesk を使用してパラメータ設定を行い、Python コードを制御することにより、Simulink® モデルと並行してリアルタイムで実行されます。

自動車用シミュレーションモデル (ASM) のパワートレイン、ピークルダイナミクス、電気システム、環境の各モデルを組み合わせることにより、バーチャルピークル用の車両シミュレーションシステム全体が構築されます。ESP、トラクションコントロール、アダプティブクルーズコントロールなどの機能を開発するための車両走行制御に必要な条件は ASM によって提供されます。dSPACE ModelDesk は、ASM のパラメータ設定と設定管理用の、直感的

に使用できるグラフィカルユーザーインターフェースです。ModelDesk のパラメータ設定を変更することにより、さまざまな車種を極めて簡単に処理することができます。さまざまなエンジンタイプと、排気量や ACC の距離などのパラメータは、グラフィカルに定義され、パラメータセットとして処理されています。

バーチャルピークルダイナミクステストを実行して、実車テストの結果と比較するために、スズキ株式会社のテストコース全体が ModelDesk 内に再現されました。これは、夏や冬など、さまざまな路面状況でのテストを行うためです。

車両の走行状況を MotionDesk の 3D アニメーションで可視化することにより、検証が簡単になりました。

### 今後の展開

燃料消費量と消費電力の削減に取り組むために、それぞれのシステムの動作シミュレーションを早期に実行することが





「dSPACE ModelDesk を使用して、仮想テストコース、エンジン、トランスミッション、その他のパラメータをスムーズに切り替えることができ、バリエーション変更を想像以上に容易に実施することができました」

スズキ株式会社、林 氏

重要です。スズキ株式会社では、今後開発予定の電気デバイスの消費電力の正確な計算を行うために、すでにインストールされている ASM に加えて、ASM Electric Components モデルが使用される予定です。

スズキ株式会社は、HIL を使用して、電気コンポーネント部門だけでなく他の部門との連携も進めています。さまざまな部門を横断的に実装できるテストが増えることにより、データの実用性と妥当性も向上します。■

スズキ株式会社  
林 泰弘  
堂畑 克彦

## まとめ

多数の ECU のテストに dSPACE パーチャルピークルを使用することにより、機能および負荷を効率的にテストすることができました。パーチャルピークルは、PC を通じて操作するリレーを使用し、交換可能な部品をシミュレータ前部のテーブル上に配置し、データベースを通じてパラメータの処理ができるように合理的に設計されています。たとえば、ACC シミュレーションの精度の確認が行われました。距離や減衰度が、実車の値と比較して十分な精度であることが確認されています。

「AutomationDesk のグラフィカルユーザーインターフェースでのテストの作成は非常に便利です」

スズキ株式会社、林 氏