

ECU機能のテストを開発プロセスのできる限り早期の段階にフロントローディングし、迅速にテストを完了するには、新しいテスト方式が必要です。Volkswagen (VW) 社では、そのため、既存のHIL (Hardware-in-the-Loop) テストに加えて、SIL (Software-in-the-Loop) テストを使用しています。この場合、実 ECU の代わりにバーチャル ECU (V-ECU) を使用して、現実的なテストを早期の段階で行う必要があります。同社において、既存の開発成果物に基づいて V-ECU を作成しシミュレーションを行うためには、効率的なだけでなく、内燃エンジンのエンジン制御ユニットから電気自動車の高電圧充電管理に至るまで、さまざまな分野の ECU や車両タイプに適合できる極めて高度な汎用性を持ったアプローチが不可欠でした。

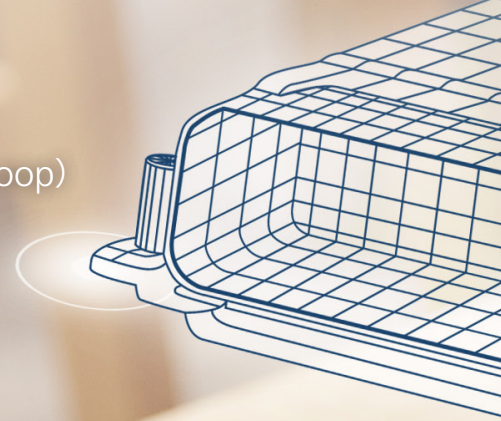
さまざまなソース形式の融合

V-ECU のベースとなるのは、ECU 機能コードとソフトウェアアーキテクチャ用の XML 記述ファイルという、最終 ECU と同じ開発データです。一般的に、この情報は複数の開発部門に展開されています。そのため、VW 社において最初の課題となったのは、必要なすべてのファイルを特定することでした。また、V-ECU の基盤として非 AUTOSAR ベースのコードを使用することも課題となりました。なぜなら、同社では、ECU の各種ソフトウェアコンポーネントが AUTOSAR 規格に従って部分的に開発されていただけであったからです。

V-ECU の生成

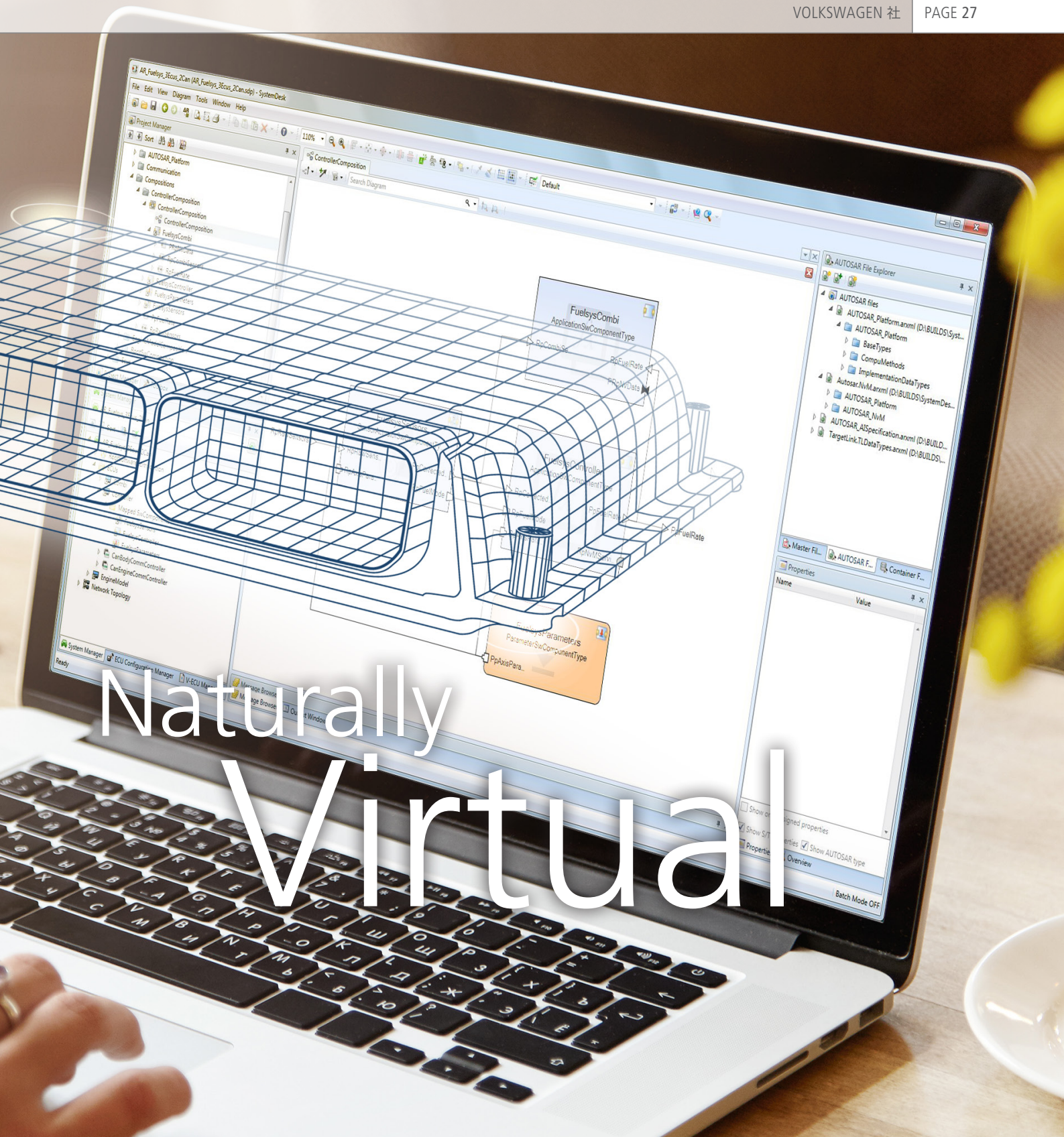
VW 社では、V-ECU の効率的な作成に際し、アーキテクチャツールである dSPACE SystemDesk を使用しました。SystemDesk では、ECU デスクリプションファイルをインポートし、そのファイルを使用して AUTOSAR 準拠のアーキテクチャを構築してから、そのアーキテクチャを既存の機能コード用に準備することができます。ここでは、まず機能ごとにインポートしたデスクリプションファイルからソフトウェアコンポーネント (SWC) を生成します。この機能に関連するコード (C コードまたはオブジェクトコード) は、SWC の実装基盤となります。非 AUTOSAR ベースのコードを使用するには、これらの機能を AUTOSAR エレメン

SIL (Software-in-the-Loop)
を活用した V-ECU の
効率的な妥当性確認



トにバックします。たとえば、SWC での関数呼び出しとそのタイミングを内部挙動によって定義します。これにより、実装、ひいてはコードへの参照をカプセル化することができます。その後、デスクリプションファイルに従って SWC を ECU ソフトウェア

アーキテクチャに接続します。最後に、ランタイム環境 (RTE) を作成し、これを SystemDesk テンプレートを通じてベシックソフトウェアに統合します。これにより、SystemDesk から最終的に V-ECU を生成することができます (図 1)。 >>



Naturally Virtual

新機能を利用できるようになったら直ちにテストするという方法は優れた柔軟性とテストのフロントローディングが可能な環境が求められます。そのため、Volkswagen 社では自動生成した V-ECU を活用しています。開発者はソフトウェアを生成してシミュレートする際に、dSPACE ツールである SystemDesk および VEOS を使用しています。

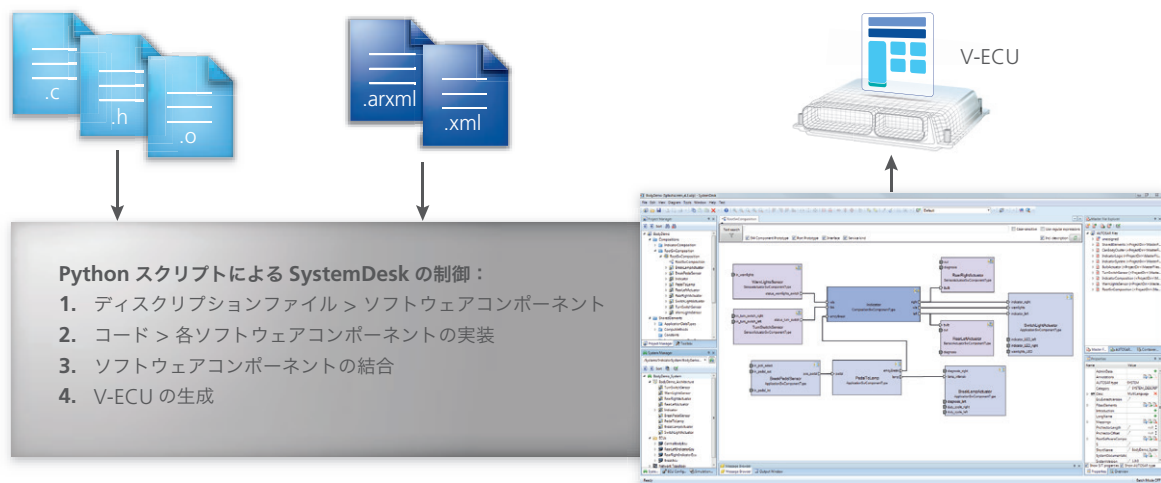


図 1：V-ECU を作成する場合、既存のコードを AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントに統合して、非 AUTOSAR ベースのコードから AUTOSAR 準拠の ECU を生成します。

「SystemDesk の強力な機能と極めて詳細なドキュメントにより、V-ECU の自動生成がもっと簡単に行えるようになりました。」

Kirsten Pankratz 氏, Volkswagen AG

スクリプトにより生成作業を自動化

V-ECU を自動的に作成する場合、手作業だけでなく、その他の効率的なオプションもあります。たとえば、Python スクリプトを使用してディスクリプションファイルを解析し、SystemDesk のアプリケーションプログラミングインターフェース (API) により作業ステップを実行します。自動化の準

備に必要なのは、目的の V-ECU のソフトウェアコンポーネントの名前とコンフィギュレーションファイルのファイル保存パスのみです。このデータをディスクリプションファイルやコードファイルと同時に入手できる場合、スクリプトを使用してわずか 10 分程度で V-ECU を作成することが可能です。

られた知識に基づいて、Python スクリプトを作成しました。また、SystemDesk の詳細なドキュメントを利用できたため、実装をスムーズに進めることができました。

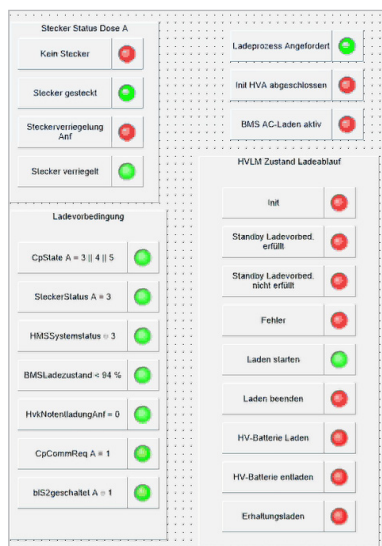
V-ECU と実 ECU との比較

VW 社では、生成した V-ECU の機能と品質を評価する際に、ハードウェアとして標準的な PC があれば十分に機能する dSPACE のシミュレーションプラットフォームである VEOS を使用しました。テスト用のシステムを構成する際には、VEOS を使用して V-ECU を Functional Mock-up Unit (FMU) に接続しました。スティミュラスデータとしては、車両の計測値から得た実際のデータを使用しました。そして、データを Simulink にロードし、FMU 経由で統合して、VEOS を通じ V-ECU にスティミュラス信号を送信しました。V-ECU の出力値は、dSPACE ControlDesk を使用して計測しました。次に、V-ECU と実 ECU の両方の入力変数および出力変数をグラフ化して比較しました (図 3)。テスト結果はほぼ完全に一致しました。これは、V-ECU の品質の高さを示しており、既存のテストを完全に補完できるという意味です。V-ECU のも

最初のプロジェクト経験：エンジン制御

VW 社ではまず、エンジン ECU の仮想検証に重点を置いたプロジェクトを開始しました。特に、正確なエンジン制御に欠かせないクランクシャフト角同期関数呼び出しにも注力しました。同社は、現在のクランクシャフト角を評価する関数をプログラミングし、1 ms のラスタでクランクシャフト角同期ラスタの呼び出しを実行するようにしました。この関数を使用すると、クランクシャフトの現在の位置に応じて SWC 実装の呼び出しをトリガすることができます。同社では、ソフトウェアおよび必要な作業ステップに慣れるため、V-ECU の最初のセットアップを手作業で行い、そこから得

図 2：ControlDesk では、変数の状態の全体像がわかりやすく示されます。



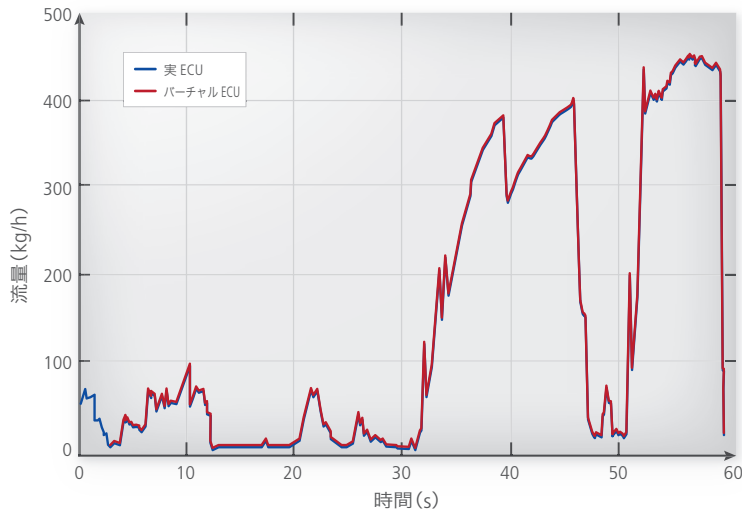


図3：V-ECUと量産 ECU のテストデータの比較において、V-ECU の挙動が極めて現実的であることが示されています。

う1つの利点は、複数の開発プロジェクトで並行して利用できることです。これにより、ハードウェアプロトタイプの入手の有無による影響は一切なくなります。

dSPACE SystemDesk の使用経験

同社は、SystemDesk が V-ECU を作成するための強力かつ柔軟なツールであることを確認できました。SystemDesk を使用すると、AUTOSAR アーキテクチャを容易にモデリングし、RTE やベースックソフトウェアを含む V-ECU を生成することができます。ドキュメントは総合的でわかりやすく、スクリプトを使用すれば API によってすべての作業ステップを容易に自動化することができます。同社では、最初のスクリプトのプロトタイプから最初の V-ECU の完成までに要した時間は、ほんの数週間でした。SystemDesk を用いて ECU アーキテクチャをわかりやすくビジュアル表示すると、既存の機能、インターフェース、および機能的関係の全体像を理解することができます。また、通常はさまざまなチームから提供される各種の機能を開発者間で効率的に連携させて確認することもできます。

まとめと展望

最初のプロジェクト (EECU の妥当性確認) では、量産プロジェクトの開発とテストに必要な成熟度を仮想制御ユニットが有していることが示されました。そのため、

同社は次のプロジェクトで、電気自動車と充電ステーション間の通信を制御する高電圧充電マネージャ用の V-ECU の作成に取り組みました。ここでは、内燃エンジンからモーターに至るまで、モーターとエンジンのすべての範囲を V-ECU の設計プロセスでカバーできることが示されました。現在では、Volkswagen 社における

さまざまな開発グループの SIL (Software-in-the-Loop) テストにおいて、V-ECU が使用されています。これらのテストでは、既存の HIL テストや設定を再利用できるため、テストの作成に要する作業が大幅に減少しています。■

Kirsten Pankratz 氏、Dominik Ott 氏、Volkswagen 社

「ECU アーキテクチャ全体を明確に再現できる SystemDesk の機能により、当社の各開発チーム間における効率的な連携が可能になりました。」

Dominik Ott 氏、Volkswagen AG

Kirsten Pankratz 氏

統合環境の仮想検証担当者、Volkswagen 社、ヴォルフスブルク (ドイツ)



Dominik Ott 氏

統合環境の仮想検証担当者、Volkswagen 社、ヴォルフスブルク (ドイツ)

