

# Real Tests for virtual ECUs

明確なトレンドとして、開発プロセスから ECU モデルを使用したシミュレーションが一般的になってきました。早い段階でテストと妥当性確認を行えば、多くの時間、コスト、労力が節約できます。dSPACE は、バーチャル ECU のシミュレーションを導入してこれを実現しようとする開発者を支援しています。

初めにバーチャル ECU について簡単にご説明いただけませんか。

最近では、ECU のアプリケーションソフトウェアとベーシックソフトウェアは、ECU 開発の初期段階から利用することができます。この 2 つのレベルを統合して 1 つにまとめることで、バーチャルな電子制御ユニットすなわち V-ECU となります。V-ECU は現実的な ECU モデルであり、PC などのシミュレーションプラットフォーム上で実行することができます。今では AUTOSAR 規格があるため、このような統合は標準化以前と比較して大幅に簡単

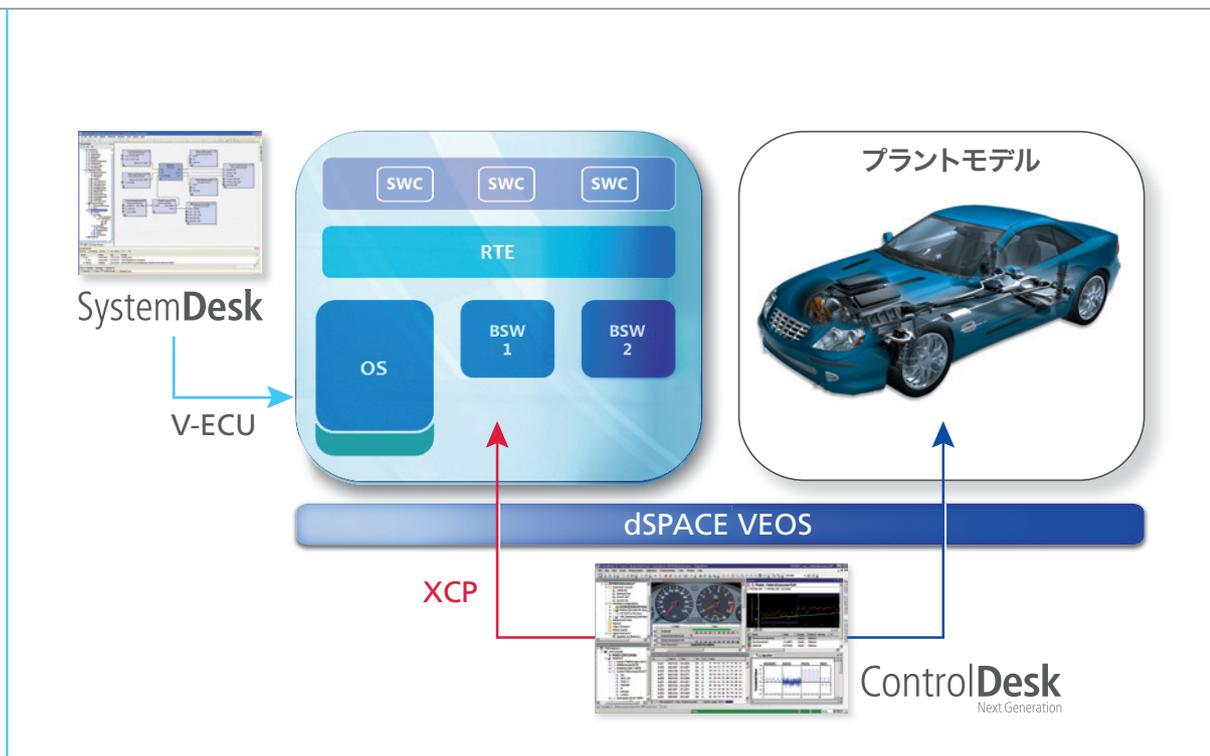
に行うことができるようになりました。そのため、ますます多くのお客様から、このような形の統合やその他の用途についてのお問合せをいただくようになりました。

バーチャル ECU を使用することで、お客様にはどのようなメリットがあるのでしょうか。現在の ECU アーキテクチャはシステムが複雑で、何かを追跡しようとしてもすぐに見失ってしまいます。しかし、V-ECU を生成することによって、お客様は、開発フェーズの早い時期に未来の ECU を現実的に表現して、PC 上で ECU のオフラインシ

ミュレーションを実行できます。

この新しいテスト環境は、非常に早い段階で、一貫性テストを実施、インターフェースの妥当性をチェックし、タスクスケジューリングを検証することができます。また、ECU 機能を早い段階でテストできるため、最初の ECU プロトタイプが入手可能になる前でも検証を行うことができます。

HIL システムのユーザには、別のメリットがあります。ユーザは、既存の V-ECU を使用して実際の HIL テストを先に調べて



VET の使用例：ECU の統合およびバーチャルテスト SystemDesk は、ECU アーキテクチャのモデリング、および実装された SWC と BSWC の統合に使用されます。制御対象システムモデルとオフラインシミュレータ dSPACE VEOS を組み合わせることにより、ECU ソフトウェアの動作をシミュレートできます。ControlDesk Next Generation は、オフラインシミュレーションを表示し、制御します。

## 「早い段階で ECU 機能をシミュレーションしてテストすることは、将来への道を開くことになります」

Dr. Karsten Krügel, dSPACE GmbH

おくことができます。また、たとえば多数のバリエーションテストを事前に実行しておくといったように、HIL シミュレータの利用効率を最適化できます。

バーチャル ECU をこれらの応用事例または他の応用事例の妥当性確認に使用する場合は、「バーチャル ECU テスティング」または略して VET と呼んでいます。

**VET には、どの dSPACE 製品が使用されるのでしょうか。**

当社では、V-ECU が開発プロセスの初めから終わりまで重要な役割を果たすようになると考えているため、これに対応できるようにツールチェーンのほぼ全体の統合を進めています。最初の段階では、TargetLink® が量産コード生成ツールとなり、また SystemDesk® AUTOSAR アーキテクチャツールが V-ECU の生成に使用されます。閉ループシナリオに必要な制御対象システムモデルは、dSPACE ASM によって提供されます。ControlDesk® Next Generation は、ビジュアル表示とさまざまな試験機能を提供します。オフラインシミュレータ dSPACE VEOS は、PC

ベースのシミュレーションに使用されます。また、当社のすべてのソリューションはオープンであるため、開発プロセスのさまざまな時点でサードパーティ製品を統合することができます。当社は既に、バーチャル ECU に関する多数の使用例をサポートしており、HIL およびラビッドコントロールプロトタイピングの分野における豊富な経験を活かして、さらに多くのサポートを追加していく予定です。お客様からの最初の反応は、当社の方向性が正しいことを示しています。

**それ以外に何か開発の計画はありますか。**

当社は、バーチャル ECU のテストの自動化に大きな可能性があると考えています。HIL テストなどは、夜間または週末であっても自動で実行する必要があります。また、これらのテストのシームレスな利用と再利用は、重要な課題となっています。PC 上で実行されたテストと同じテストが、後で HIL シミュレータ上で再利用される必要があります。このことは、モデル、データセット、レイアウトにも当てはまります。そのため当社では個々のツールの拡張だ

けでなく、VET 適用シナリオにおけるツール相互の連携についても最適化を行っていきたくと考えています。

インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。

Dr. Karsten Krügel

同氏 (理学博士) は、dSPACE GmbH のプロダクトマネージャとして、オフラインシミュレーションおよび仮想検証の分野を担当しています。



## バーチャル ECU の作成およびシミュレーション

### 概要

dSPACE のツールチェーンを使用して、AUTOSAR 規格に基づいて、必要なアーキテクチャおよび機能モデルを作成し、それらを統合してバーチャル ECU (V-ECU) を作成します。作成した V-ECU を制御対象システムのモデルに接続してシミュレーションシステムを構成し、PC 上でオフラインシミュレーションを実行し、試験用ソフトウェアを使用して表示およびテストを行います。

下記のアダプティブクルーズコントロール (ACC) システムの例は、dSPACE 製品の TargetLink®、SystemDesk®、dSPACE オフラインシミュレータ VEOS、および ControlDesk® Next Generation を使用した場合のワークフローを示しています。

### ACC システム

ここに参考例として挙げた ACC システムは、距離および速度制御用の機能モデル (後工程で ACC ECU に統合) と、制御対象システムモデルで構成されています。この制御対象システムモデルは ACC ECU に対する車両環境を表し、トランスミッション制御、エンジンを表現するルックアップテーブル、距離測定用レーダーセンサのモデルなどの要素が含まれています。さらに制御対象システムモデルには、さまざまな走行条件、さまざまな速度で走行する先行車が追加として含まれています。

### AUTOSAR 準拠のモデルコードの作成

この開発プロセスの例では、ACC システムの 2 つの制御モデルである「Distance」と「Speed」を TargetLink を使用して開発しています。機能開発者は、これらのモデル用のインターフェースおよびランナブルを AUTOSAR に準拠してモデル化します。それぞれの TargetLink モデルの、AUTOSAR 準拠のモデルコードと、対応する変数記述ファイル (ASAP2) を生成します。各モデル部分を SystemDesk でソフトウェアアーキテクチャに統合するために、これらを AUTOSAR ソフトウェアコンポーネント (SWC) としてコンテンツにエクスポートします。コンテンツには、生成されたコードと ASAP2 ファイルおよび関連のある AUTOSAR デスクリプションファイル (ARXML) が格納されます。

### AUTOSAR ソフトウェアアーキテクチャのモデリング

TargetLink からエクスポートが終われば、「Distance」および「Speed」制御モデル用コンテンツを SystemDesk に直接インポートすることができます。このボトムアップアプローチを使用すると、SWC と、ポート、インターフェース、データタイプ、およびそれらのインターナルビヘイ

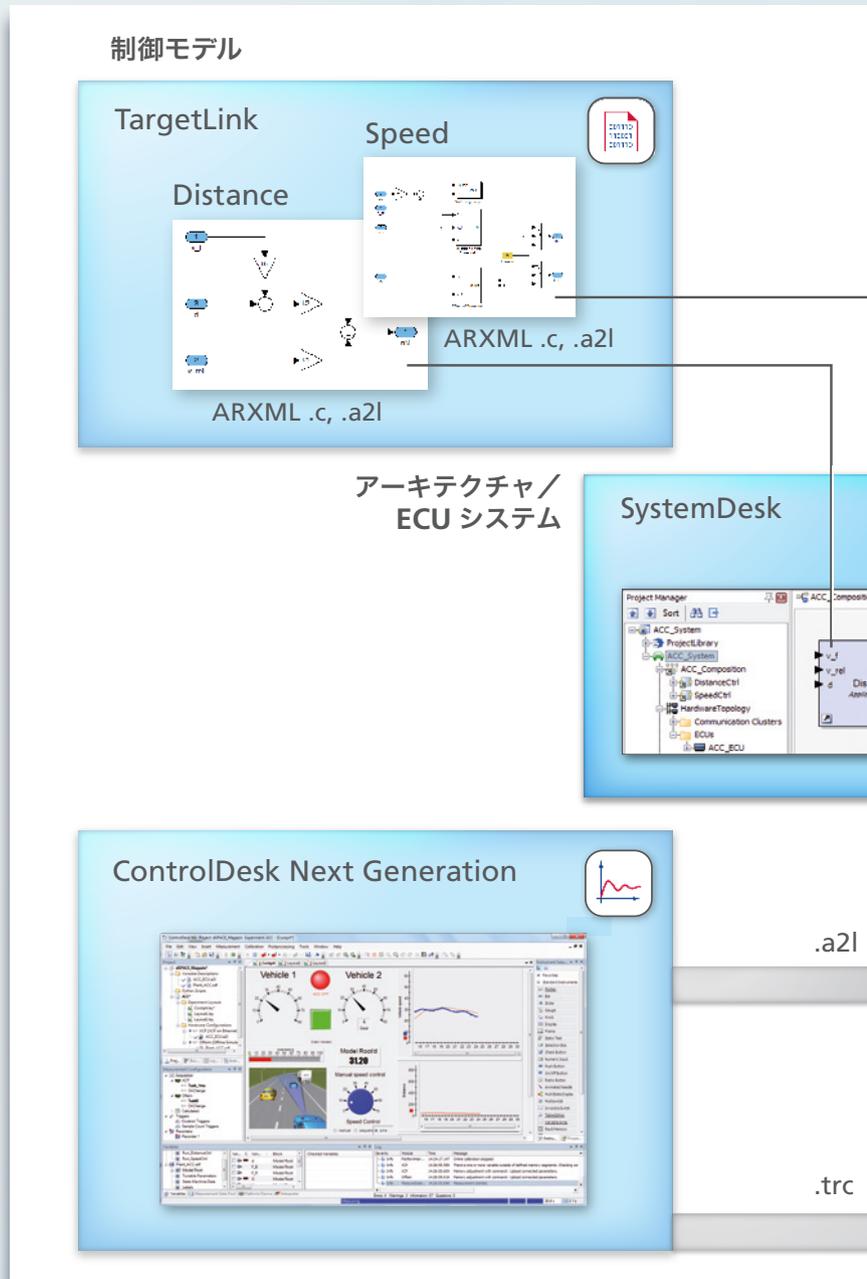
アなど、すべての AUTOSAR 記述エレメントを、SystemDesk 内で使用できるようになります。次に、「Distance」および「Speed」コンポーネントの互換性のあるインターフェースをソフトウェアアーキテクチャ内で接続します。

### バーチャル ECU の生成

ソフトウェアアーキテクチャと、そこに含まれている SWC を、SystemDesk でモデル化された 1 個の ECU で構成されるシステムにマッピングします。ECU コンフィギュレーションを行う

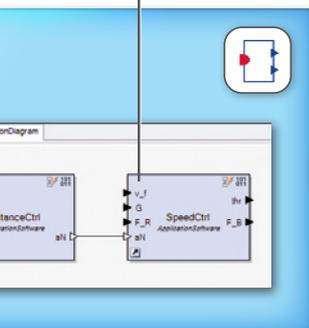
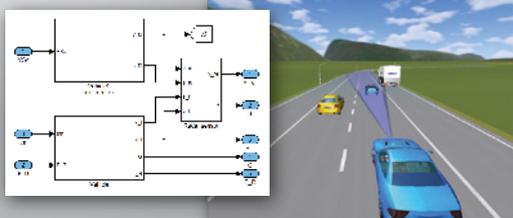
時に OS のタスクを作成し、それぞれのタスクに TargetLink でモデル化されたランナブルを割り当てます。この ECU システムの作成と設定は手作業で行うことも、SystemDesk を使用してプロセスを自動化することもできます。ECU が作成できたら、AUTOSAR ランタイム環境 (RTE) を生成し、このアプリケーションの各コンポーネントとベースソフトウェアとの接続をインストールします。

制御対象システムモデルを使用して、閉ループシミュレーション用の ECU を準備するには、SWC

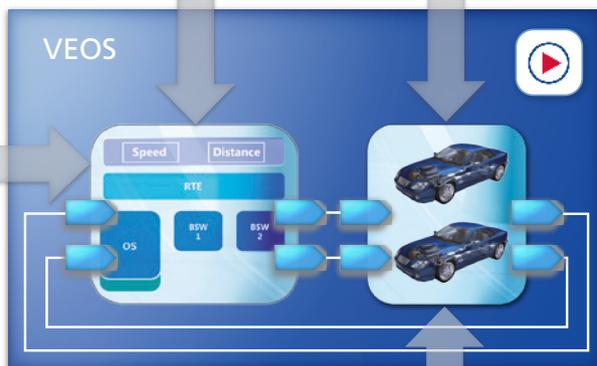


## 制御対象システムモデル

Simulink



シミュレーション  
システム



のオープンインターフェースを ECU の入出力として定義して V-ECU を生成します。

### 制御対象システムモデル、およびシミュレーションシステムの作成

2 台の車両とレーダーセンサの物理的な挙動を反映した制御対象システムモデルを使用して、システム全体のシミュレーションを行います。このようにして、V-ECU での ACC 制御を早い段階で仮想的に試験することができ、ControlDesk Next Generation を使用してシ

ステム全体の挙動を視覚化することができます。制御対象システムモデルは、MATLAB®/Simulink®/Stateflow® を使用して作成し、HIL シミュレーションなど後工程の他の検証ステップで再利用することができます。

ユーザは、V-ECU と制御対象システムモデルをユーザ定義の入出力を介して接続し、シミュレーションシステムを作成することができます。インターフェースの名前が同じであるため、ワンクリックで簡単に接続を定義することができます。

### dSPACE VEOS

リアルタイム分野で長年にわたり確かな実績をもつツールやモデル、転送プロトコル、変数記述ファイルと同じものを PC でも使用できるシミュレーションテクノロジーがあれば理想的です。dSPACE VEOS は、まさにそのための製品であり、PC 上でのオフラインシミュレーションと HIL シミュレータ上でのリアルタイムシミュレーションとの間をシームレスに連結します。オンラインでもオフラインでも、同じ変数記述ファイル (ECU には ASAP2、制御対象システムモデルには TRC) を使用します。VEOS を使用することにより、複雑なシステム全体のシミュレーションを開発者の PC 上で実行することができ、開発プロセスの早期の段階で妥当性確認を行うことができます。

### 試験およびテスト

ControlDesk Next Generation を使用することにより、ユーザは、制御対象システムモデルおよび V-ECU の変数への完全に透過的なアクセスなど、仮想的なシステム全体に対する作業を対話形式で行うことができます。V-ECU の計測および適合変数 (内部的な ACC 制御パラメータなど) および制御対象システムモデルの変数 (先行車との距離や両方の車速など) を、スイッチ、ディスプレイ、スライダなど、さまざまな計器タイプを使用して表示し、調整することができます。ユーザは、これらの計器タイプを使用して実物のようなレイアウトを作成し、オフラインシミュレーション中に、それぞれのソフトウェアコンポーネントが正しく動作しているかどうかを直感的に評価することができます。レイアウト、計測データ、データセットなど、結果として得られたプロジェクトデータを、後工程で HIL シミュレータで簡単に再利用できます。

### 今後の展望

2012 年度末には、AutomationDesk® から直接 VEOS にアクセスして、バーチャル ECU の自動化テストを作成して効率良く実行することができますようになります。また、dSPACE SCALEXIO® を使用して、バーチャル ECU のシミュレーションを行うことができるようになります。これにより、ユーザは、バーチャル ECU を実際の ECU と組み合わせて試験および検証できるようになります。さらに、ControlDesk Next Generation の Real-Time Testing および Signal Editor でのオフラインシミュレーションがサポートされます。