



# Virtual

## Validation in Practice

BMW 社の  
F-SIL ステーション

多くの部門が関係する ECU ソフトウェアの開発では、個々のコンポーネントのテストを早期の段階で現実に即して行うことがますます重要になっています。BMW 社では、同社における PC ベースのシミュレーションプラットフォームの中心として dSPACE VEOS を活用しています。





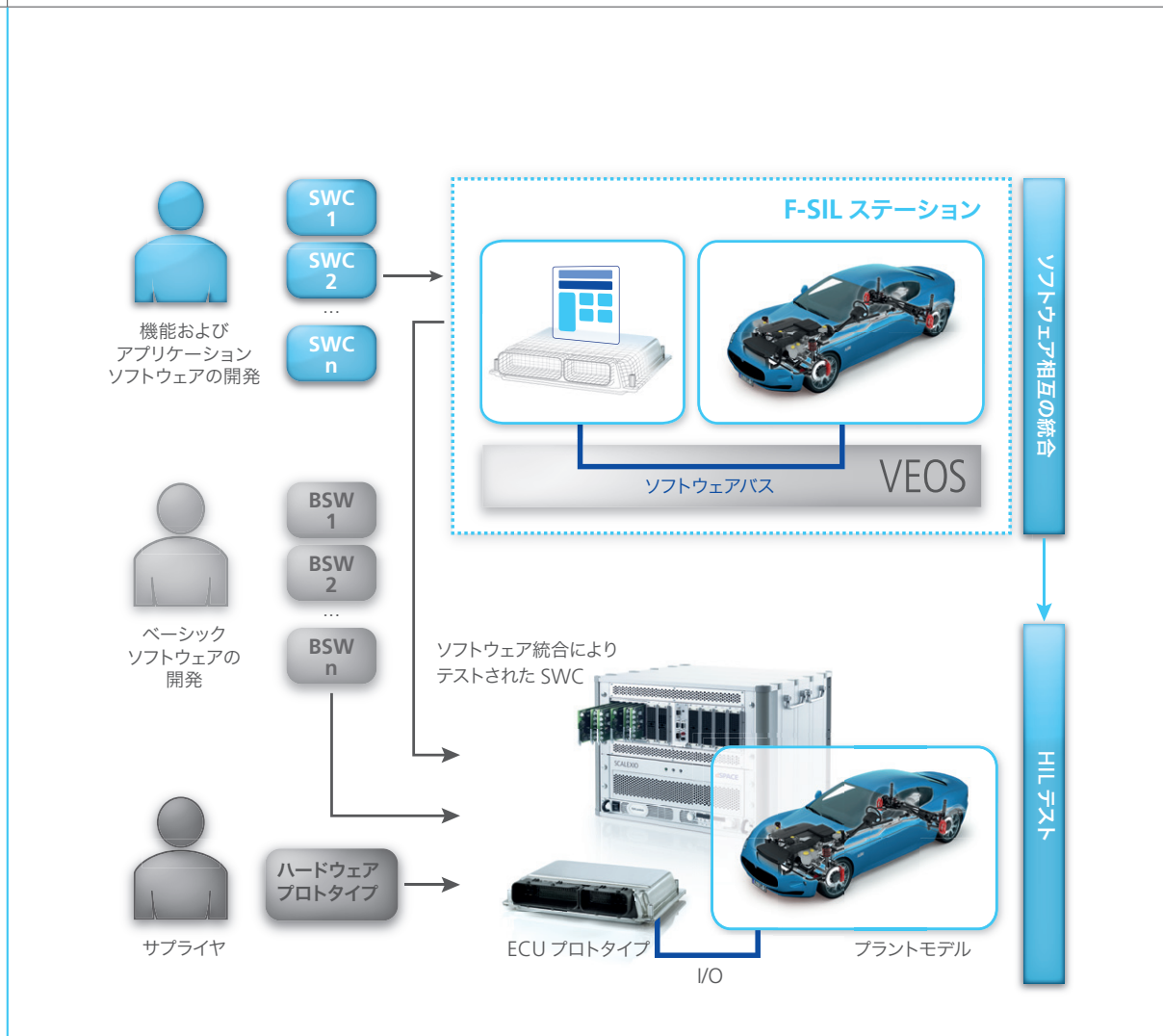


図 1 : F-SIL ステーションでは、ソフトウェアをハードウェアに統合する前の段階として、ソフトウェア相互の統合という新たなステップを追加しています。

**車** 両の仮想化は、開発した新しい制御方式のテストやシミュレーションを行う際の新たな手法です。車両を仮想化することで、2つの主要な課題に対応することができます。

#### 1. 分散型の開発環境に起因するエラーの削減

制御ロジックやアプリケーションソフトウェア、ベーシックソフトウェア、電子制御ユニット (ECU) ハードウェアプロトタイプ

など、個々のコンポーネントはさまざまなチームから提供されます。そのため、統合時にエラーが起きると、その発生源の特定には多大な労力が必要となります。



2. MATLAB®/Simulink® の制限の克服  
AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントとベーシックソフトウェアモジュールを現実に近い状態でシミュレートすると、すぐに MATLAB®/Simulink® の機能的限界に達してしまいます。新しい機能の開発はますます複雑化しているため、関連する作業領域は以前よりも増大しています。開発タスクを分散化すれば市場投入までの時間は短縮できますが、より多くのチームや部門が関係することになるため、開発フェーズのより早期の段階でのテストが不可欠になります。

課題 1 の解決策：F-SIL ステーション

現行の開発プロセスでは、主に次の 3 つのチームが関与します。

- 制御ロジックおよびアプリケーションソフトウェア開発者：ソフトウェアコンポーネント (SWC) を提供します。

- ベーシックソフトウェア開発者：ベーシックソフトウェアコンポーネント (BSWC) を提供します。

- サプライヤ：ECU ハードウェアのプロトタイプを提供します。

ソフトウェアとハードウェアの統合が始められると、その時点ですべての SWC および BSWC が統合され、ECU プロトタイプ上に読み込まれます。次の段階では、総合的な HIL (Hardware-in-the-Loop) テストを行います。BMW 社では、ソフトウェアとハードウェアの統合前の段階において F-SIL ステーションを導入しました。F-SIL (機能的 Software-in-the-Loop) ステーションでは、まずは純粋にソフトウェアベースの統合を実施します (図 1)。これにより、制御ロジックおよびアプリケーションソフトウェア用に開発されたコンポーネントの相互作用を早期の段階でテストすることができます。開発者は、それぞれの

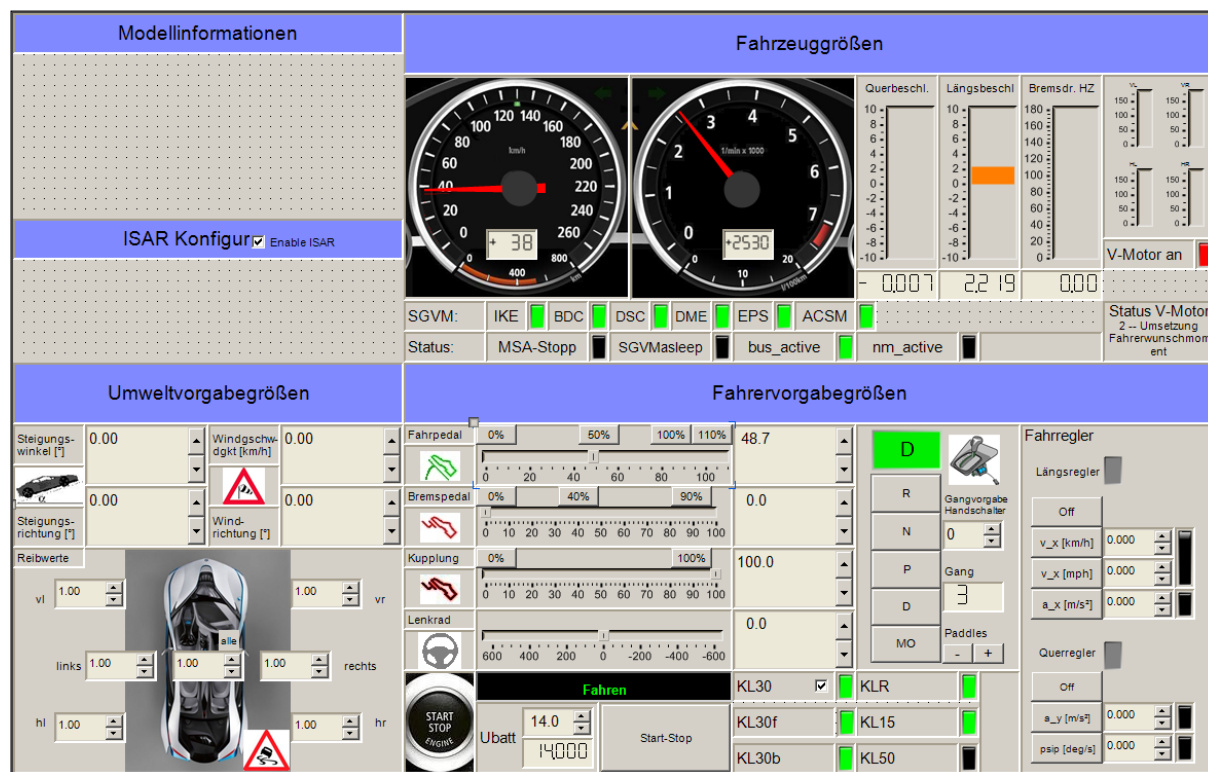
新しい開発状況を確認し、直ちに潜在的なエラーを修正することができます。これらのテストや修正作業により、ソフトウェアの完成度は開発サイクルの早期の段階で向上します。これ以降の統合テストでは、エラーはほんのわずかしかが発生せず、発生源の特定も容易です。

F-SIL ステーションの構成

BMW 社は、同社の統合およびシミュレーションプラットフォームである F-SIL ステーションの基盤として dSPACE VEOS を選択しました。ソフトウェア相互の統合では、ターゲットプラットフォームのハードウェア仕様の影響を受けないことが求められます。そのため、VEOS の使用には BMW 社での日常の作業環境である従来の Windows® PC が理想的でした。AUTOSAR、Functional Mock-up Interface (FMI)、MATLAB®/Simulink®

>>

図 2：ControlDesk Next Generation における BMW 車の仮想コックピット



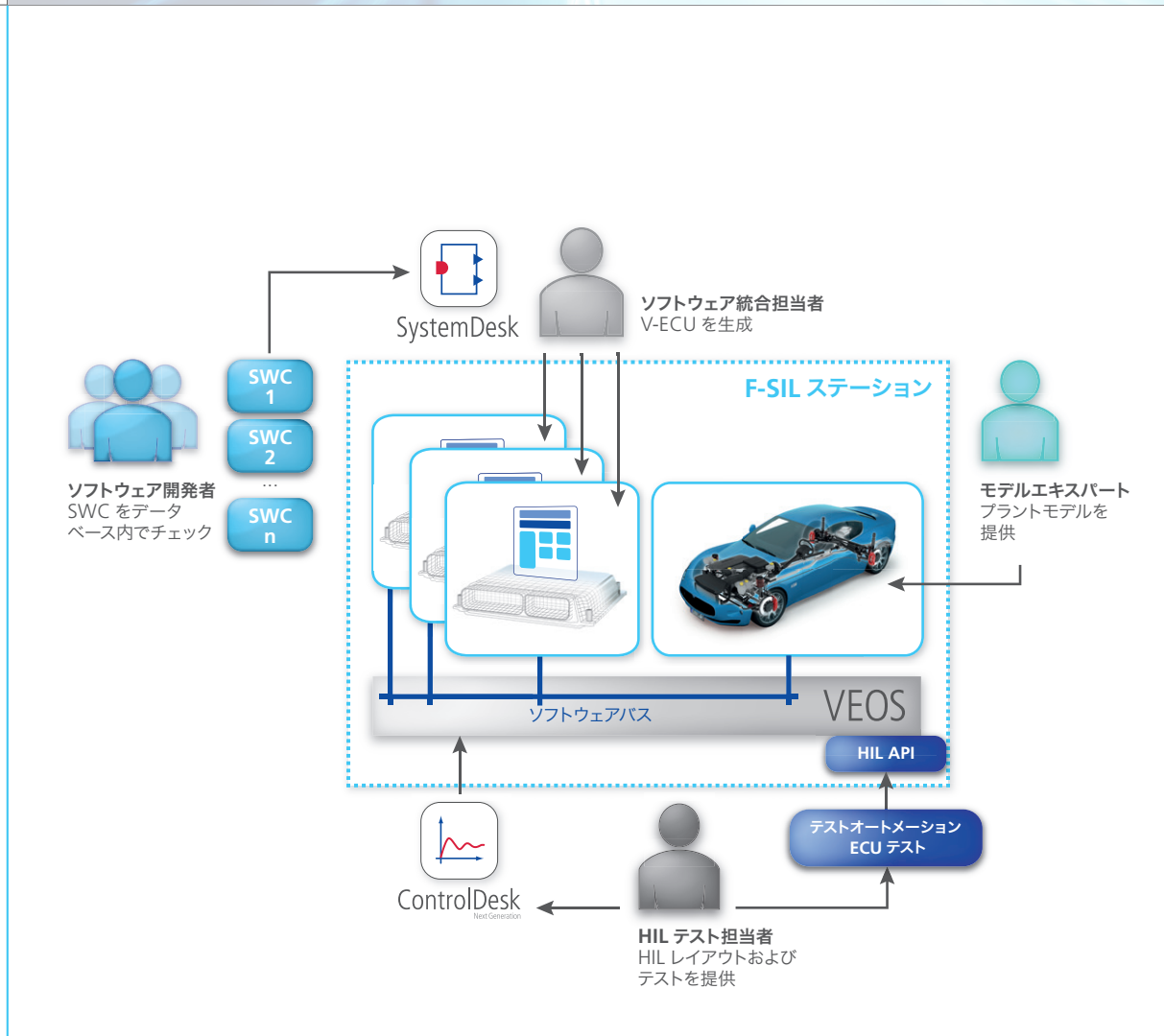


図 3 : F-SIL ステーションにおける製品、成果物、および役割の概要

など、複数のデファクトスタンダードを強固にサポートしていることも VEOS の明らかな利点です。さらに、VEOS は dSPACE ControlDesk® Next Generation や TraceTronic 社の ECU-TEST など、既存の HIL (Hardware-in-the-Loop) テストおよび試験ツールと容易に接続することができるため、既存の BMW ツールチェーンに F-SIL ステーションを統合する作業も容易に行えます。

#### 課題 2 の解決策 : VEOS ベースのワークフロー

F-SIL ステーションを通じて開発を行うと、さまざまな複合的なやり取りが可能になり、多くのチーム間での情報交換が容易になります。ソフトウェア統合担当者は、AUTOSAR SWC が入手できるとすぐに、適切な A2L 記述ファイルを含むパーチャ

ル ECU (V-ECU) を生成します。インターフェースエラーやリンカーエラーは、この段階で容易に除外できます。V-ECU の作成後、ソフトウェア統合担当者は、V-ECU とプラントモデル、あるいは環境モデルとの間のインターフェースを接続します。モデルの提供は、モデル作成チームが行います。これらのモデルは HIL 部門にも支給されます。ここでは数千もの信号が接続されるため、この統合プロセスは完全に自動で行われます。最終段階では、ソフトウェア統合担当者が ControlDesk Next Generation のプロジェクトファイルおよびレイアウトを HIL 部門から受け取ります (図 2)。F-SIL ステーションの閉ループシミュレーションでは、これらを使用して V-ECU の機能をテストします。すべてが問題なく進むと、ソフトウェア統合担当者がプロジェクト設定を発行します。この

設定は、制御ロジックおよびソフトウェア開発者が F-SIL ステーションで行う各テストで使用できます (図 3)。オープンなインターフェースを提供し、多数の規格をサポートする VEOS を開発環境で使用すると、既存の HIL テストシナリオやレイアウトを F-SIL ステーションでのテスト時に再利用することができるため、作業負荷が軽減され、テスト間のシームレスな移行が可能になります。制御ロジック開発者は現実的なテストシナリオを使用することができるため、MATLAB/Simulink のみをベースとしたシミュレーションの機能的限界を回避することができます。

#### BMW 社における F-SIL ステーションの重要性

制御ロジックおよびソフトウェアの開発者は、統合フェーズの初期段階では主に

F-SIL ステーションを使用します。これは、ターゲットプラットフォームがこの時点で存在しない、あるいはユニットの数が少ないかコストが高いために入手できないことが理由です。BMW 社では、現在 60 名を超える担当者が 3 つの F-SIL ステーションを使用して 4 つの異なるプロジェクトの仮想検証を行っています。ソフトウェア相互の統合はソフトウェアとハードウェアの統合前に実施されるため、統合フェーズで発生する負担は大幅に緩和されています。また、ソフトウェアおよび制御ロジックの開発者は、デバッグ、コードカバレッジ分析、パラメータの最適化といった非リアルタイムシミュレーションの機能を活用しつつ、自分の PC 上で HIL シミュレータ上と同様の作業を行うことができます。F-SIL ツールチェーンは、検証プロセスで現在使用されているツールを完全にサポートしているため、同社のさまざまなチームや役割の間で互換性の問題が生じることはありません。そのため、異なる分野にまたがる作業が行いやすくなり、新たな検証手順の受け入れも容易になっています。 ■

BMW AG 社のご厚意により寄稿

## まとめと今後の展望

BMW 社では、開発プロセスにおける新たな検証手順の導入によって大きな効果が生まれていることがすでに示されています。この新たな手順の導入に際しては、さまざまな部門間の連絡による細かな調整が必要となるため、ある程度の労力は要しますが、それを上回る相乗効果が期待できます。また、VEOS をシミュレーションプラットフォームとして使用することには、想像以上の利点があります。たとえば VEOS では、純粋なオフラインシミュレーション時の MATLAB®/Simulink® との互換性や性能に関する問題を大幅に削減することができます。そのため、今後はユーザやプロジェクトの増加が見込まれます。F-SIL ステーションは既に検証プロセスにおけるキーコンポーネントとして確立されており、次の量産シリーズでは重要な一部となっているでしょう。

