



# GO for Quality

テスト網羅率を最大化するための「完全自動テスト」への取り組み  
(Ford 社、電気/電子システム検証グループ)

Ford Motor Company の北米電気／電子システム検証グループは、最近、自動テスト能力を3倍に増強し、最高品質の乗用車とトラックを生産するとともに全体的なコスト構造の改革を行うことによって、グローバルマーケットにおける Ford 社の競争力を強化することに取り組んでいます。



#### HIL シミュレーションラボ

先頃、Ford 社の電気／電子システム検証グループは、dSPACE からフルサイズの HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを8台、購入しました。このグループの最先端ラボに備えられている dSPACE のフルサイズ HIL シミュレータの数は、これで合計13台になりました。すべてが、今後の車両モデル用の Ford 社の電気／電子 (E/E) アーキテクチャに関連した、組み込みシステムの開発およびテスト専用のシミュレータです。同様の dSPACE HIL システムがドイツのケルンに設置された Ford 社の施設と、英国のダントンに設置された最重要拠点の技術センターにも配置されています。

#### テストの自動実行

dSPACE AutomationDesk® ソフトウェアを使用して記述した自動テストスクリプトを追加することにより、この電気／電子システム検証グループは「完全自動テスト」を実行できるようになりました。これ

は、このグループが年中無休で1日24時間 E/E システムのテストを行うことができ、夜間および週末に最小の監視が必要なテストを実施できることを意味しています。「完全自動テストが可能になったため、電気／電子システム検証グループは、さらに徹底的な掘り下げたテストを行えるだけでなく、手作業によるテストにかかるコストを劇的にカットすることができるようになりました」と、dSPACE Inc. の HIL エンジニアリングマネージャである Jace Allen は述べています。また、「車載モジュールおよび電子システムの品質も向上しますから、それが車両の品質と顧客の満足度の向上に直接つながります」

#### 自動化されたテストの利点

「車載エレクトロニクスに使用される複数の ECU に分散されている機能の数は急激に増加しています。サブシステムおよび車両システムレベルでの自動テストは絶対必要であり、Ford 社の開発プロセスの不可欠な部分になっています」と、ESEE





「テストを自動化して年中無休で実行できることが、  
当社の HIL テスト作業の成功と拡張に大きく貢献して  
きました」

Florian Frischmuth 氏、Ford 社

#### 4,000 回以上のテスト実行回数

電気／電子システム検証グループは、この強力な ECU (高機能ジャンクションボックス) が正しく機能していることを確認するために厳密な検証を実施しました。フルサイズの dSPACE HIL シミュレータと dSPACE のテストオートメーションおよびテスト管理ツール AutomationDesk を使用して、この ECU に関するテストが、24 時間無休で 4,000 回以上実施されました。

#### 完璧な実行と起動

「SPDJB は高度に複雑なモジュールであり、多数の車両ラインで横断的に使用されています」と電気／電子システム検証グループの統括責任者である Wajih Chahine 氏は述べています。また、「当社の HIL (Hardware-in-the-Loop) 検証作業は、このコンポーネントの完璧な実行と起動にとって極めて重要でした。私たちはサプライヤと密接に連携して、この ECU ソフトウェアとその機能の検証を行いました。問題の識別、レポート、修正のための応答時間は極めて短時間であり、ソフトウェアに数多くの問題が見つかり何度も作業を繰り返す必要がある場合には非常に効率的でした。この結果には非常に満足しています」

#### E/E システムのテスト

自動テスト能力拡張の一環として、2011 年式車両モデル関係の E/E コンポーネントのテストに、8 台のシミュレータが使用されています。これには下記の ECU のテストが含まれます。

- 拘束装置制御モジュール／乗員識別システム (RCM/OCS)。車両の周囲に配置した電子センサを使用して、RCM が自動的に衝突を検知し、シートベルトプリテンションやエアバッグなどの安全機能を作動させて乗員を保護します。OCS は、体格識別検知を使用して、フ

ロントシートの乗員の体格に基づいて、エアバッグを作動させるか作動させないかを決定します。

- インフォテインメントクラスタモジュール (ICM)。ステレオ CD ラジオ、MP3 プレーヤ、DVD エンターテインメントシステムなどの装置を使用したインフォテインメントとユーザの相互作用を車両に完全に統合します。
- ドライバーシートモジュール
- リモートエアコンモジュール
- 高機能電源分配ジャンクションボックス
- アンチロックブレーキシステム (ABS)
- アダプティブクルーズコントロール (ACC)
- オーディオ制御システム／高機能ディスプレイモジュール
- Ford Sync™ – 業界唯一の Ford 社の音声制御車内通信およびエンターテインメントシステム

ユーザが希望する、これらのテクノロジーの機能間の協調は、今日の自動車メーカーにとって大きな課題になっています。車両電気／電子 (E/E) システムの全領域にわたってシステムの統合テストを実行する必要があります。

#### さまざまなテクノロジーの集中による影響の理解

一般に、電子デバイスは本質的にリアルタイムであり、厳格なタイミング要件に従っている必要があります。また、これらのデバイスは通常は自立型であり、独自のリソースと電源で動作します。これらのデバイスを車両に統合する場合、その機能性は、車両内の他のテクノロジーとの通信および相互作用に依存します (データ、通信、電源など)。

これらのテクノロジーの集中により、コンポーネントレベルと、さらに拡大された E/E アーキテクチャ間の両方で適切な機能性を保証するために、システムの統合テストが非常に重要になっています。

グローバル組込みソフトウェア部マネージャである Florian Frischmuth 氏は述べています。また、「実際の ECU の実際のハードウェアを含む、ソフトウェアの自動化テストを使用することにより、手作業によるテストの場合に比べ、はるかに多くの条件とシナリオに対応することができます」

#### 高機能電源のテスト

HIL シミュレーションによるテストは、電気／電子システム検証グループの以前から実績のあるテスト方法になっています。過去数年間にわたって、この革新的なチームは、「高機能電源分配ジャンクションボックス (SPDJB)」のシミュレーションテストを行ってきました。SPDJB は、車両の多数の電子機能の解析と分散化を行う電子制御ユニット (ECU) であり、Ford 社の E/E アーキテクチャの中核コンポーネントの 1 つとして使用されています。高機能ジャンクションボックスは、車両全体に電源を供給するだけでなく、パワートレイン、安全、トラクション、セキュリティ、コンシューマインフォテインメント、リモートキーレスエントリなどの多くの電子機能を一元的に管理および監視します。

### システムおよびコンポーネントのテスト

HIL シミュレータを使用して、拡張性のある仮想リアルタイムテスト環境が構築されています。それぞれの HIL シミュレータを独立した単一のユニットとして構成することにより特定のモジュールのテストを行うことも、任意の数の HIL シミュレータを組み合わせてシステム試験装置として使用することもできます。

「車両内の CAN ネットワーク全体とすべての電源システムを適切に管理する必要があります。これは、主として電力消費を最適化して、ECU の相互作用が効率的に行われるようにするためです」と Allen は述べています。また、「これらの HIL システムを使用して、ECU 電源の正確な測定、動的なシミュレーション、CAN ネットワークの制御を行うことにより、システム統合テストをサポートしています。Ford 社では、この最先端のテスト機能の実装を継続して行っており、これを今後のプログラムにも活用することができます」



Ford 社では ECU テストの自動化のために 8 台の HIL シミュレータを導入

ようになります。「これらのツールを組み合わせることにより、Ford 社のシステム統合グループが、テスト用リソースのコストを削減し、時間的能力を向上させることにより、エンジニアングリソースをさらに効率的に利用するのに役立ちます」と、Allen は述べています。「車両の電気機器と複雑性が増し、開発と検証をさらに短

時間で、堅牢かつ効率的に行う必要があります」と、Frischmuth 氏が言い添えています。また、「テストを自動化して年中無休で実行できること、車両とその走行環境を正確にシミュレートできることが、当社の HIL テスト作業の成功と拡張に大きく貢献してきました」■

「当社の HIL (Hardware-in-the-Loop) 検証作業は、このコントローラの完璧な実行と起動にとって極めて重要でした。この結果には非常に満足しています」

Wajiha Chahine 氏、Ford 社

### 診断プロセスの自動化

このシステム統合グループのテスト環境は、HIL シミュレーションに使用されるだけでなく、診断プロセスの自動化にも使用される予定です。テストエンジニアは、CAN と Simulink® インターフェースを使用して ECU のデータを読み取り、テストプロセス内にプログラミングされている診断トラブルコードが検出されているかどうかを調べることができるようになります。

### ピークルダイナミクスのテスト

また、このテスト環境には dSPACE 自動車用シミュレーションモデル (ASM) のピークルダイナミクスモデルが含まれているため、仮想ドライブコースとテスト条件を使用して、完全なピークルダイナミクスシミュレーションを実行することができる

#### Wajiha Chahine 氏

同氏は、米ミシガン州ディアボーンに本拠をおく Ford 社の EE 検証グループの統括責任者です。



#### Florian Frischmuth 氏

同氏は、米ミシガン州ディアボーンに本拠をおく Ford 社の電気/電子システムエンジニアリング (EESE) のグローバル組込みソフトウェア部のマネージャです。

