

最高レベルの ASIL D 規格に準拠したワークフローにより自動運転を実現

It's the Right Strategy That Counts

HELLA 社では、次世代の電動パワーステアリングシステムを開発するため、新しいテスト方式やシステムを活用しています。同社は、ステアリングシステムの開発だけでなく、極めて高度な安全要件を満たす革新的なテスト方式の開発にも取り組んでいましたが、テストシーケンスを完全に自動化するこのようなテスト方式を実現するには経験と専門知識が必要だったため、dSPACE コンサルティングチームのサポートを受けました。



「自動テストの実現に妥協したくないのであれば、絶対に信頼できるシミュレーションツールとテストツールが必要です。dSPACE の専門知識により、当社はそれを導入することができました。」

Biju Kollody 氏、HELLA 社 (リップシュタット、ドイツ)、ステアリング ECU のテスト管理全体の責任者

HELLA 社は、これまで何年にもわたってさまざまな電動パワーステアリング (EPS) 制御ユニットを開発し、世界中の何百万台もの車両に提供してきました。近年、部分自動運転 (レベル 2 以上の自動運転車両) に対応できる ECU の需要が拡大していることを受け、同社は dSPACE コンサルティングチームと連携して妥当性確認ツールチェーンの自動化を図りました。現在では、妥当性確認ツールチェーンは道路車両用 E/E システムの機能安全規格 (ISO 26262) に準拠している必要があり、最高のレベル 4 の高度な自動運転に対応したステアリングシステムの開発基準を満たさなければなりません (図 1)。つまり、ISO 26262 の最高レベルである ASIL D に準拠したテストプロセスやツールチェーンの構築が必要となります (図 2)。ISO 26262 では、セーフティクリティカルな機能、コンポーネント、個々の ECU、および ECU ネットワークのテストを行う場合に、HIL (Hardware-in-the-Loop) テストを活用することを推奨しています。HIL テストとは、これまで常に最先端であり続けてきたテスト環境です。テストを行う際は、テスト方式とテスト環境をシームレスに統合し調整することが不可欠です。それができないと、必要なテストカバレッジを達成しつつセーフティクリティカルなシステムをテストし認定することはできません。ただし、このような統合環境が各種規格に準拠しながら動作していることを証明するには、テストに関係するすべてのコンポーネントやプロセスが適切に機能していることを定期的に検証する必要があります。このような検証では、ISO 26262 に沿って使用するハードウェアの適合方式からソフトウェアツール

チェーンの適格性に至るまで、幅広い範囲をカバーしなければなりません。そこで、dSPACE のコンサルティングチームは HELLA 社をサポートすべく 4 つの分野を速やかに特定しました。

- 技術安全コンセプトの作成
- 複数の HIL システムを含むテストインフラのコンセプト設計と準備
- テストを自動化するためのツールチェーンの開発
- ISO 26262 規格への準拠

同社は、dSPACE のサポートを得ながら、ECU 開発と並行してこれらのタスクを実行しました。さらに、実際のテストに先駆

けて、テストシステムの実用化および既存の設定ツールや要件管理ツールへの接続を含めた検証を行いました。HELLA 社の Andreas Brenttrup 氏は、「このアプローチを活用すると、プロセスが行き詰まったり頓挫したりすることがありません。そのため膨大な時間を節約でき、各種規格に準拠した総合的なプロセスを生み出すことができます。そのため、まったく新しい顧客のプロジェクトや要件が完全に異なるプロジェクトに対してもはるかに容易に対応できるようになります」と説明しています。

dSPACE が最初から関与

HELLA 社の Biju Kollody 氏も、「dSPACE コンサルティングチームは非常に早期の >>

図 1 : SAE International が公表している SAE J3016 に基づく自動化レベル





図 2：Automotive Safety Integrity Level (ASIL) に基づく一般的な分類。ASIL は ISO 26262 規格の重要な要素です。ASIL は、各開発プロセスの開始時点で決定されます。システムの各機能は、発生し得るリスクとの関連に基づいて分析および評価されます。

段階から参加し、当社と迅速に連携してテスト目的の達成をサポートしてくれました」と述べています。同社がプロジェクトを開始した当初は、EPS 制御ユニットははまだプロトタイピングの段階でしたが、dSPACE の関与により、テスト計画は完全に変更されました。ただし、この計画の実現には機能安全とテストの両方に関する詳細な知識が必要でした。そこで同社は、テスト担当者、開発者、システムアーキテクト、テストエンジニアなど、あらゆる技術者をこのプロセスに参加させ、合同で開発を行いました。このようにして開発された妥当性確認方式は、EPS システムのすべての機能安全要件を満たし、容易にテストできるよう配慮した設計となりました (図 3)。

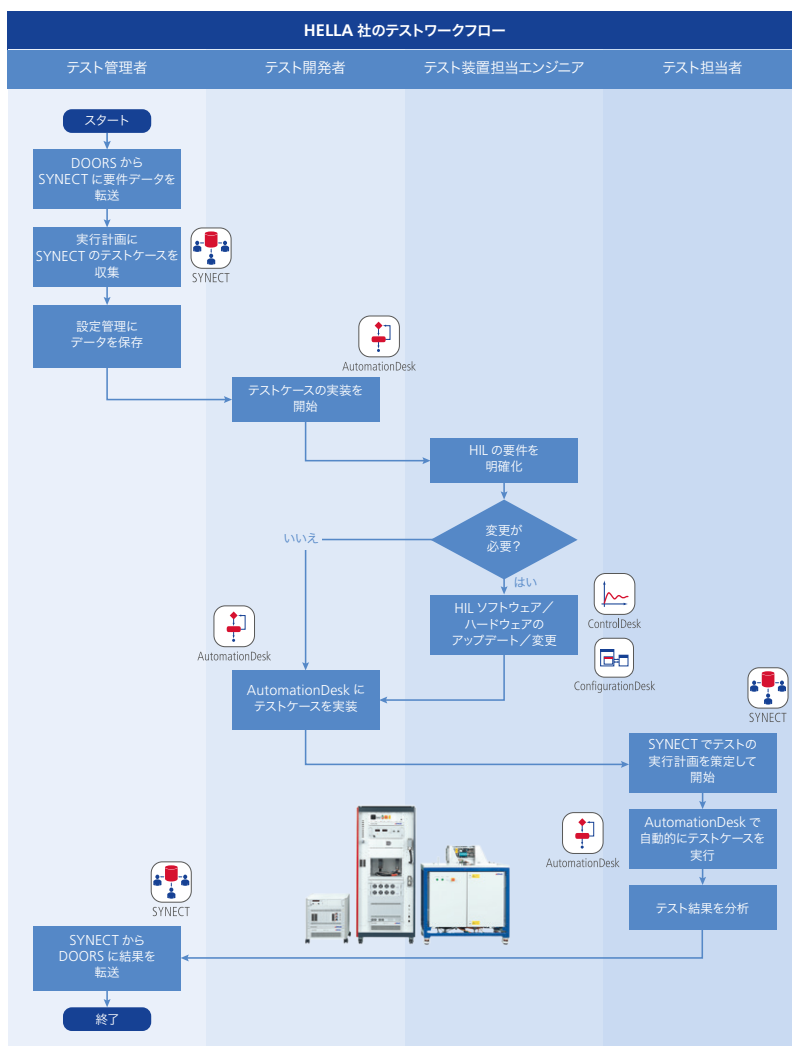


図 3：結果の信頼性とツールチェーン全体の性能を常に保証するため、ワークフローを安全マニュアルに規定し、指示を文書化します。

目的に適合したシミュレータとテストベンチを実現

HELLA 社は、予備作業だけでなく、シミュレータやテストベンチを使用した実際のテストにおいても dSPACE 製品を活用しています。同社は 2 つのシミュレータでテストハードウェアを構成しています。1 つは、特別に用意された ECU に信号レベルでアクセスするための SCALEXIO 標準ラックシステムであり、もう 1 つはパワーレベルで ECU にスティミュラス信号を入力するための SCALEXIO Full-Size シミュレータです。このシミュレータは、dSPACE のステアリングテストベンチに接続することもできます。テストベンチでは、EPS 制御ユニットの実際のエンジンにスティミュラス信号を入力することができます。また、dSPACE の各種の FPGA ベースのモーターモデルを活用して、テストを信号レベルやパワーレベルで行える現実的なモーターシミュレーションを実現できるようにしたり、ECU のクローズドループ操作にも対応できるようにしています。この柔軟なテストインフラにより、同社はさまざまなシステムコンポーネントを個別に、または組み合わせてテストし、ISO 26262 の要件である統合プロセスやテストプロセスを効率的に実装できるようになりました。なお、ISO 26262 ではテストシステムの定期的な適合が必要のため、dSPACE がプロジェクト固有の適合マニュアルを作成しました。

既存ツールの統合

Kollody 氏は、「プロジェクト当初の重要



「妥当性確認手法の開発には、すべての関係者との連携が必要です。開発者、システムアーキテクト、セーフティエンジニア、テストエンジニアなど、誰もが等しく関与する必要があります。dSPACE の専門チームの協力により、当社は全関係者を連携させることに成功し、信頼できる ISO 26262 準拠の妥当性確認手法を実現することができました。」

Andreas Brentrup 氏、HELLA 社 (リップシュタット、ドイツ) のテストラボ室長、ステアリング ECU のグローバルテスト戦略の責任者

な要件の 1 つは、『DOORS から DOORS へ』ソフトウェアツールチェーンを機能させることでした。これが可能になれば、dSPACE ツールチェーンで IBM® Rational DOORS のテスト仕様を検証し、結果を DOORS にインポートして戻せるようになるからです」と述べています。そのため、HELLA 社では DOORS に dSPACE のデータ管理ソフトウェアである SYNECT を接続し、DOORS から dSPACE のテストオートメーション環境へ自動的にテスト仕様を転送できるようにしました。これにより、テスト開発者やテストエンジニアは、要件に対するトレーサビリティを継続的に維持しながら、必要なテストを実装および実行し、要件、テスト仕様、およびテスト結果を常にリンクさせることができるようになりました。一方、SYNECT では昼夜を問わず HIL シミュレータ上で自動的にテストを実行し、結果を表示できるようになりました。このような高度に自動化された方法で ECU をテストすると非常に効率的ですが、この場合、シミュレーション環境や使用するツール (図 4) の信頼性が重要になります。

まとめと今後の展望

Brentrup 氏は、「当社は、dSPACE コンサルティングチームのサポートのおかげで安全関連プロジェクトにおける課題であったプロセス、ツールチェーン、およびテスト装置の問題を早期に克服することができました」と述べています。同社は、dSPACE ツールチェーンを使用することで、プロトタイピングの段階でエラーを発見できるようになったのです。また、同社

は既にテストシステムの自動化を実現していたため、各種のお客様固有の開発環境への移行を極めて容易に行うことができました。dSPACE は、引き続き顧客プロジェクトごとの要件に合わせてツールチェーンを調整し、同社が ISO 26262 に準拠した作業を継続できるようサポートしていきます。

HELLA 社のご厚意により寄稿

機能安全

EPS システムには自動車用 E/E システムで最高の安全性レベルである ASIL D (Automotive Safety Integrity Level D) の要件が求められます。そのため、dSPACE コンサルティングチームは検証プロセスのワークフローを規定した安全マニュアルを作成し、ISO 26262 の要件に対応できるようにしました。ソフトウェアやワークフローは、このようにして目的に適合するよう決定されていきました (図 3)。

図 4: HELLA 社におけるワークフローを示す概略図: 「DOORS から DOORS へ」: DOORS (1) から dSPACE のワークフローにテスト仕様をインポートします。これにより、仕様変更が SYNECT の要件管理 (2) で直ちに可視化されます。SYNECT のテスト管理 (3) では、必要なテストが作成および計画され、AutomationDesk (4) で自動的に実行されます。テスト結果は最終的に元の DOORS (5) へ自動的に転送されます。

