



# WABCO

# Smart Software, Smart Trucks

安全性、効率性、可用性は、商用車の必須要件です。テクノロジーサプライヤーである WABCO 社では、セーフティクリティカルかつ信頼性の高いシステムを最適に開発できるようにするため、一貫したプロセスを導入しました。SystemDesk と TargetLink に基づく総合的なツールチェーンにより、AUTOSAR および ISO 26262 に準拠した開発環境を実現しました。



## セーフティクリティカルな運転支援システムの開発をサポートする効率的なプロセスと手法

トラックやバスの効率性と安全性を向上させるためには、適正速度で正しい車線を走行し、適切なタイヤ空気圧を確保し、最先端の衝突回避システムを使用することが重要です。WABCO社の運転支援システムを使用すると、これを確実に行うことができます。こ

のシステムは、さまざまなメーカーの商用車の複雑な電気/電子 (E/E) システムに組み込まれており、車両のセンサやアクチュエータと通信を行うことでドライバーをサポートします。ただし、セーフティクリティカルなシステムの開発や実装には多数の課題が伴います。そして、それらは

ツールチェーンの設計や開発プロセスのプランニングの時点で考慮すべき問題です。さらに、開発者にとって、ISO 26262 や AUTOSAR などの主要な規格への準拠だけが重要な要素ではありません。製品においては競争上の優位性だけでなく革新性も必要のように、開発においては時間の削減とコストの最適化も重要です。そのため、継続性、トレーサビリティ、自動化、変更管理、およびテストのフロントローディングという基準に対応できるツールチェーンが必要となります。WABCO社が2段階のV字モデルを持つ設計プロセスを採用しているのはそのためです(図1)。このプロセスを使用すると、開発中にいつでもすばやくテストを実行することができます。

### AUTOSAR 構造の開発

同社では、PTC Integrity で指定された要件ベースで開発を行っています。この環境では、要件が十分に詳細かつ定型化されていることが設計ガイドラインにより保証されます。そのため、カスタムプラグインを使用して基本的なAUTOSARコンフィギュレーションファイル (ARXML ファイル) をエクスポートすることが可能です。コンフィギュレーションファイルは、アーキテクチャツールである dSPACE SystemDesk にインポートされます。これにより、構造体コンポーネントの名前が付いたソフトウェア構造が作成されます。SystemDesk では、開発者が実装の詳細、データタイプ、および AUTOSAR 通信メカニズムを構造に追加し、それを TargetLink Data Dictionary に渡します。次に TargetLink を使用して AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントのフレームモデルを生成し、機能モデルを挿入します(図2)。これらのプロセスは直接リンクされており、スクリプトを使用して自動化すれば、効率性の向上やエラーの防止が可能です。ツールカップリングを使用すると、要件管理と開発環境の間で要件を追跡することもできます。コメントはモデルにも記載されます。

### モデルベースの制御設計

WABCO 社では、コントローラの開発に Simulink/TargetLink を使用しています。これらのモデルベースのツールを使用すると、要件を機能モデルに変換することができます。最初のステップでは、モデリング >>

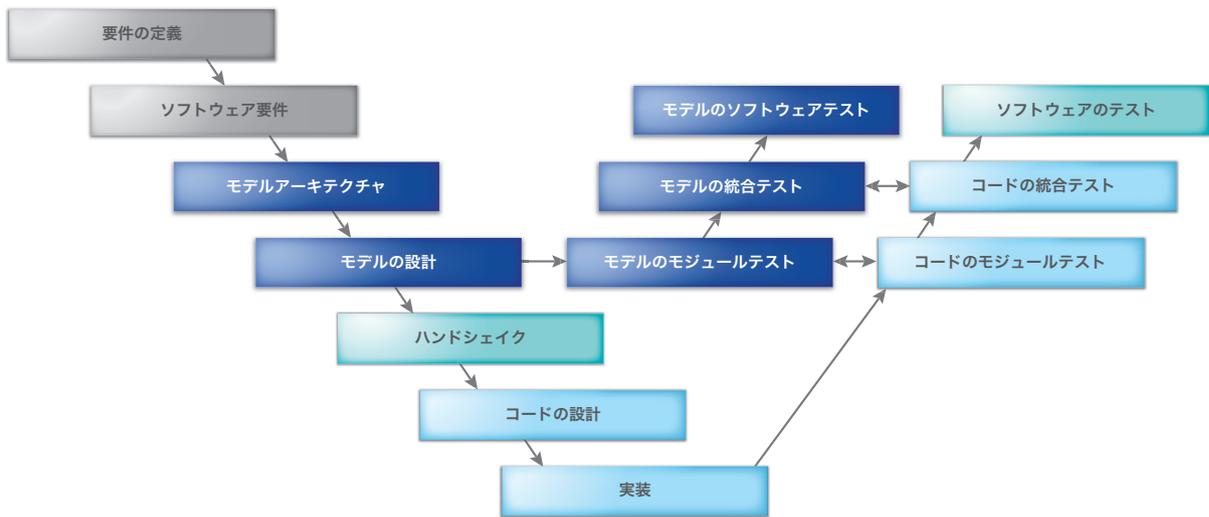


図1：WABCO社で確立されているプロセスはVモデルを参考に設計されており、これをダブルVモデルに拡張しています。これにより、仕様策定および設計段階でもSIL (Software-in-the-Loop) テストを実行できるようにしています。これは、すべてのプロセスステップ間の移行をシームレスに行えるようにするために、ツールを統合することで実現されています。

した機能がすべての機能要件を満たしている必要がありますが、ターゲットハードウェアの制限に関する考慮はこの時点では不要です。機能要件については、TargetLinkのMIL (Model-in-the-Loop) シミュレーションの際に確認されます。比較機能テストで対象となるのは、要件や手法がISO 26262に準拠しているからです。次のステップでは、機能とモデルをターゲットハードウェア用に最適化し、その後、TargetLinkを使用して量産コードを生成します。さらに、BTC Embedded Systems社製のBTC EmbeddedTesterでコードとモデルのバックトゥバックテストを実施し、コードを検証します。

#### ソフトウェアの実装

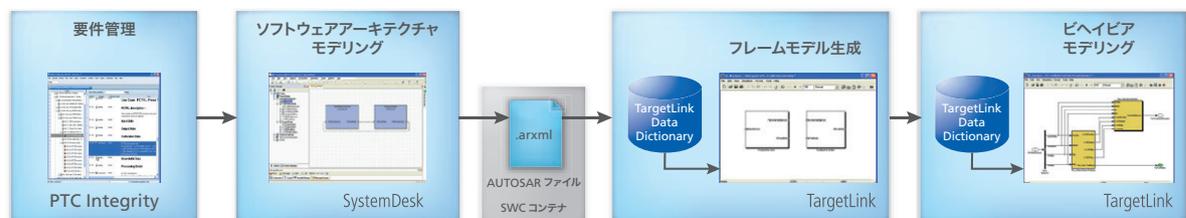
WABCO社のソフトウェアを形成するAUTOSARソフトウェアコンポーネントは、個々の機能が含まれた複数のモジュールで構成されています。ここでは、TargetLinkのインクリメンタルコード生成により、モデルごとに個別のコードが生成されます。これにより、分散型の開発環境でも作業が可能になります。また、テストした個々のモジュールのコードをAUTOSARソフトウェアコンポーネント(SWC)に統合することもできます。インクリメンタルコード生成では、モジュールのコードを毎回生成する必要がなく、コード生成の時間を大幅に短縮できるため、特

に複雑なSWCに有用です。組み合わせたSWCは、テストを行った後、電子制御ユニット(ECU)のソフトウェア全体に統合されます。

#### 効率的なソフトウェア検証

ソフトウェア品質を決定付ける要素は、開発プロセス全体で継続的にテストを行っているかどうかです。早期の段階で総合的なテストを行うことで、より迅速かつ効率的に成熟度を高めることができます。WABCO社の開発者は、一貫性および妥当性チェックに独自のツールを使用することで、プロジェクトの当初から設計上のエラーを検出および修正できるようにしてい

図2：要件から制御設計まで。運転支援システムなどの複雑なソリューションを効率的に開発するうえで、ツール間のシームレスな移行はそのベースとなります。



「量産コード生成ツールである TargetLink は、安全関連規格の ISO 26262 および IEC 61508 に準拠したソフトウェア開発に関する認証を取得しているため、非常に有用です。」

Holger Jakobs 氏、WABCO 社

ます。また、開発プロセスにおいては、次の TargetLink Ecosystem のツールも活用して、ソフトウェア検証を行っています。

**BTC EmbeddedTester**：インテリジェントなテストケースの生成。全自動かつ ISO 26262 認定済みのバクトゥバックテストを行えるようにします。

**MES MXAM**：関連するガイドライン（モデリングガイドライン、MISRA、TargetLink モデリングガイドライン）への適合性を判定するための自動チェック。このツールは、ガイドラインに従って初期設計が行われているか確認します。そのため、開発プロセスの早期の段階でも使用されます。ソフトウェアはリリース前にチェックされます。

**MES M-XRAY**：モデル構造と複雑度の分析。このツールは、ソフトウェアの安全性に関連する複雑度や潜在的な致命度を評価するための基準を提供します。このツールを使用すると、ISO 26262 に準拠して開発を行うことができます。また、社内のレポートツールを活用すれば、テスト

の開始を支援したり、結果を要約したり、さらにはプロジェクトの進捗を継続的にモニタリングしたりすることができます。

#### まとめと展望

WABCO 社では、ツールチェーンの実装により、最先端の ADAS プロジェクトを完了することができました（図 3）。すべてのシステムは量産段階へと展開され、さまざまなメーカーのトラックやバスで使用されています。WABCO 社は現在、dSPACE シミュレータを ECU の妥当性確認に使用しており、さらに PC ベースのシミュレーションプラットフォームである dSPACE VEOS を使用して、より早期の段階でエラーを発見することを計画しています。■

Holger Jakobs 氏、WABCO 社

図 3：ADAS プロジェクトの成功例：自動車線維持システム OnLaneASSIST™、ターンアシスト OnCity™ Urban Turning Assist、自動緊急ブレーキシステム (AEBS) OnGuardMAX™。



#### 目標達成：シームレスなツールチェーン

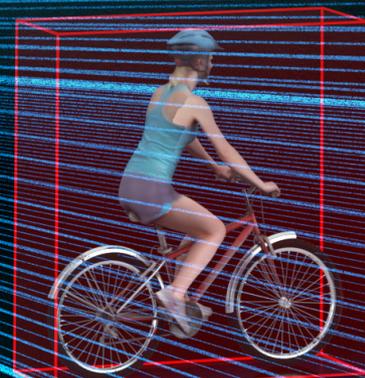
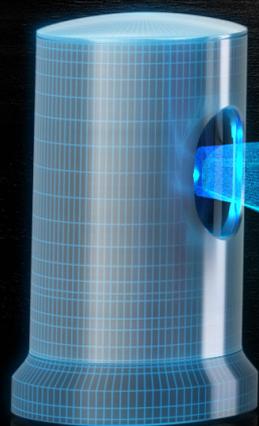
連続する開発ステップ間やツール間でデータを直接交換することにより、ツールチェーンをシームレスに連携させることができます。WABCO 社では、次の標準ツールと独自の自動化スクリプトを使用してこれを実現しました。

- 要件管理：PTC Integrity™
- アーキテクチャ設計：dSPACE SystemDesk
- 制御設計：Simulink®/dSPACE TargetLink
- コード実装：TargetLink
- ソフトウェア検証：BTC EmbeddedTester、MES MXAM、MES MXRAY、独自のカスタムツール

Holger Jakobs 氏

Simulink および TargetLink を使用したモデルベースソフトウェア開発のエキスパート、アプリケーションソフトウェア能力センター、WABCO 社、ハノーバー（ドイツ）





Objective

# Capture

現実的なセンサシミュレーションによる  
自動運転機能の妥当性確認

自動運転車両は、センサを使用して周囲の状況を認識します。早期の段階で車両の機能を効率的に検証するには、環境、センサ、および車両を仮想的な走行テストで現実的にシミュレートしテストする必要があります。この目的のため、dSPACEでは強力なハードウェアおよびソフトウェアで構成された統合ツールチェーンを提供しています。