

量産用 TargetLink モデルの  
産業化統合および妥当性確認

# Continuous Software Production

革新的な新しい運転支援機能の開発が進むに従って、車載ソフトウェアシステムの複雑性も増大しています。EB Automotive Software Factory は、この問題を解決する鍵として、反復作業プロセスを生産ラインとしてソフトウェアで実装しています。これは、AUTOSAR または ISO 26262 に準拠したプロジェクトや従来のプロジェクトでも、統合および妥当性確認ステップをいつでも再現して追跡できることを意味します。



### ソフトウェアの複雑化

今日、車両に統合される新しいテクノロジーの中でソフトウェアの占める割合がこれまで以上に増えてきています。さまざまなサプライヤから提供される個々のシステムが増加し、これらを相互に接続することが大きな課題となっています。また、アクチュエータとセンサのネットワークも拡大しています。新しいアプリケーションシナリオの出現により、安全関連の機能の割合も増えています。さらには、自動車の機能安全を規定する ISO 26262 などの規格への対応が必須となり、品質要求の水準はこれまで以上に引き上げられています。今日、多くの高級車メーカーが直面しているのは、数百のソフトウェアモジュールで構成された 60 にも及ぶソフトウェア機能が、複数のサプライヤによって生産された十数個の電子制御ユニット (ECU) プラットフォーム上に搭載され、そのプラットフォームが 25 の量産シリーズで使用されているという事実です。このような状況により、開発中のプロジェクトや新規プロジェクトの管理は非常に複雑化しています。とはいえ、この複雑化に合わせて開発チームの規模を拡大することはもはや不可能です。しかし、革新的技術は各シリーズに対して迅速に適用する必要があるため、さまざまな課題が生じています。

### 「コンポーネント」としてのソフトウェア

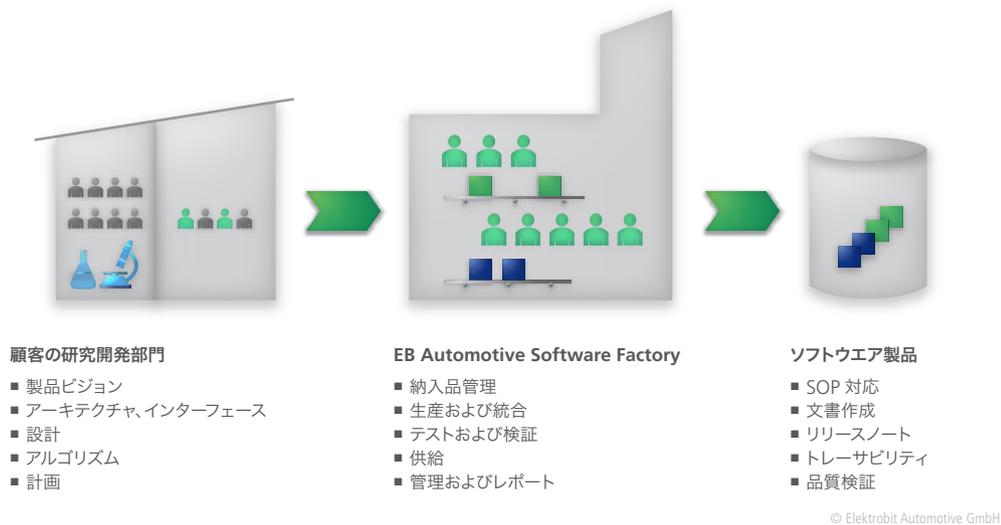
あるドイツの高級車メーカーは、この複雑な状況を考慮し、2010 年に運転支援シ

ステムのソフトウェア開発パートナーとして Elektrobit 社と提携しました。この自動車メーカーの目標は、自社の開発チームが中核業務、すなわち、MATLAB®/ Simulink® を使用した革新的な運転支援システム機能の開発に集中できるようにすることでした。

Elektrobit 社のソフトウェア開発技術者は、さまざまな ECU、複数のシリーズ、およびバリエーションにわたって TargetLink® モデルに機能を実装し、それを Tier-1 プラットフォームに統合した上で、機能安全の妥当性確認を行うことになりました。このビジネスモデルでは、Elektrobit 社はソフトウェア製品を「コンポーネント」のように統合する必要がありました。そのため、ソフトウェア製品にそれぞれ ID 番号を付与した上で、それを世界中の生産ラインに供給しました。Elektrobit 社では、このビジネスモデルの可能性を最大限に活用できるように、車両の生産ラインで行われているのと同様に、EB Automotive Software Factory を確立し、モデルベースのツールチェーンに対応することになりました。このプロセスは、モデルから実行可能なコードを生成し、ガイドラインが遵守されているかどうかの確認やソフトウェアのテストを行うものです。

### 仮想プロジェクトハウス

Elektrobit 社では、自社内で Software Factory を操作して、実行されたすべてのタスクを独自に実装できるようにするた



#### EB Automotive Software Factory の生産ライン

め、安定したネットワーク接続が可能な仮想プロジェクトハウスをカスタマーガイドラインに沿って確立しました。これにより、成果物の交換やプロジェクト管理システム間のバランスを調整できるようになりました。顧客のプロジェクトチームには、これらの専用開発サービスをプライベートクラウドで提供します。

#### EB Automotive Software Factory の基本構想

Software Factory は、連続的な統合と供給を保証するモジュール型のビルド方式によって構成される、協調的マルチステップワークフローです。このワークフローは、さまざまなタイプのリリースで使用できます。たとえば、変更の発生ごとに中間結果を生成し、変更の統合の可否を

できる限り早い段階で開発者にフィードバックします。量産リリースは、選択されたソフトウェア設定に基づいて手動で開始され、リリースされます。次の手順では、連続供給に関する上記のコンセプトを具体的に示します。

- 供給されたコンポーネントのテストを行い、ソフトウェア品質要件への適合を検証し、統合の可否を確認する
- 評価指標の連続モニタリング (ソフトウェア品質、要件またはテストカバレッジ、発行回数など)
- Software Factory 自体の連続モニタリング (CPU 使用率、ビルドキューの長さなど)
- リリースと統合されたソフトウェアバージョン間などのトレーサビリティ

- 完全なドキュメントの自動生成
- 計算能力を拡張するためのビルドマシンを必要に応じて自動プロビジョニング

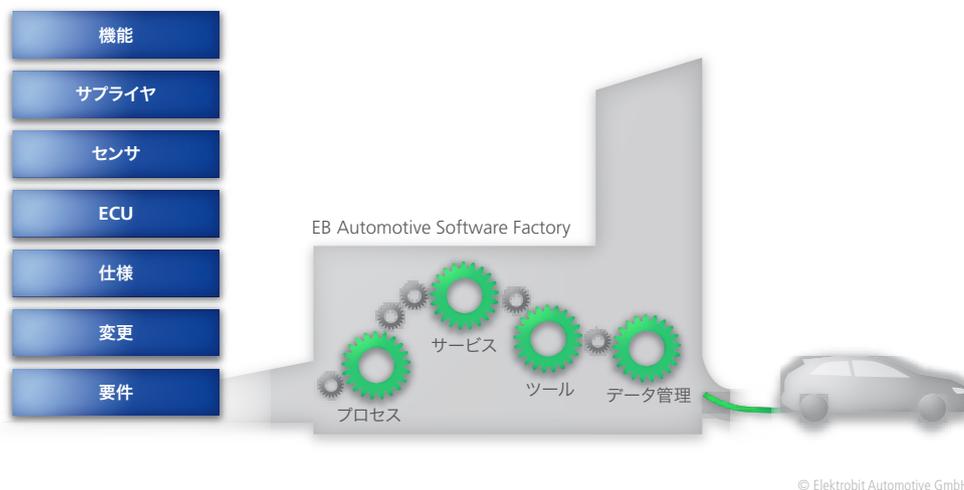
#### Software Factory での重要な要件

Software Factory をセットアップして複雑なシステムを統合する場合、次の要件が必須となります。

- ソフトウェアアーキテクチャによって、統合コストを削減でき、有益かつ効率的なテストができること
- 設定管理によって、ビルド環境、ソフトウェア、およびテストなどから一貫性のあるバージョンを供給できること
- バリエーション管理によって、統合および検証するバージョン数を削減できること

「当社では、ISO 26262 に準拠した安全関連機能のソフトウェア開発プロセスにおいて、dSPACE の量産コード生成ツール TargetLink を使用しています」

Robert Holzwarth 氏, Elektrobit 社



EB Automotive Software Factory のコンセプト

- 実際的なエラー防止方法によって、エラー検出のための作業を軽減できること

Software Factory では、メーカー /OEM のツールランドスケープおよびプロセスランドスケープを開始段階で分析することにより、包括的かつ均質なソフトウェア開発プロセスを実現するのに必要なインターフェースを作成する場合に使用可能な要素を確認します。

#### ツールランドスケープ

この分析に基づいて作成されるツールチェーンは、次のコンポーネントで構成されます。

- MATLAB/Simulink/Stateflow® (他のツールボックスと共に使用)
- dSPACE TargetLink (コード生成ツール)
- MES Model Examiner® (静的モデル検証)
- Polyspace® (静的コード解析)
- MTest および TPT (モデルのモジュールテスト)
- Mini HIL システムおよび自動車メーカー /OEM が提供するツール
- Jenkins (連続的統合システム)
- PTC Integrity (OEM での設定、変更およびリリースの管理)

- Subversion および JIRA (Elektrobit 社でのバージョンおよび変更管理)
- pure::variants (バリエーション管理)
- その他のスクリプトおよびツール
  - モデル統合およびシステム統合
  - バリエーション管理
  - Tier-1 固有の適応
  - AUTOSAR インターフェースの生成
  - インターフェーステスト

#### 仮想マシンでのマッピング

実際のビルド環境は仮想マシン (VM) にマッピングされ、インストレーションや、特にツールの設定を管理します。

MATLAB R2007 と TargetLink 3.0、または MATLAB 2011b と 64-bit TargetLink 3.4 のような異なるバージョンとバリエーションは、それぞれのインスタンスにマッピングされます。中央の連続統合システムは、これらの VM をベースに構築されます。ローカルインスタンスは、複数のアプリケーション用の開発環境として提供されます。たとえば、Factory 2 Go は、テストドライブ中にオンライン接続を行うことなく、ソフトウェアバージョンの生成を一貫性のあるビルド環境で行う場合に使用します。

仮想マシンではハードウェアが存在せず、ファイルだけをアーカイブすれば良いた

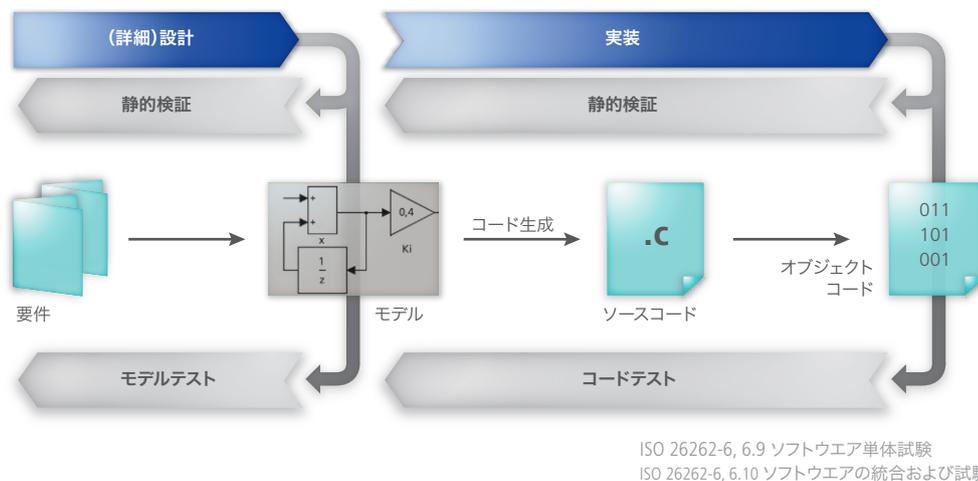
め、プロジェクト全体を長期的にアーカイブする場合にも好都合です。

#### ビルドプロセス

設計されたプロセスは、明確な入力および出力成果物を使用して各ステップを自動化し、モジュール化することで完成します。たとえば、OEM メーカーおよび Elektrobit 社間では、MATLAB/Simulink モデルおよび C コード向けの成果物について、自動テストが行われます。このテストには次のタスクが含まれます。

- モジュールの複雑性の計測
- 該当するモデリング規則と設計ガイドラインが遵守されているかどうかの確認
- 指定された設計に関して内部および外部インターフェースの整合性の確認
- 結果および評価指標に関するレポートの生成

モデル統合ステップでは、入力成果物としてモデル、コンポーネント、および OEM のバリエーションモデルが必要となります。バリエーションで指定されたモデルモジュールは、全体モデル内で生成されたインターフェースフレームワークで使用され、空のモジュールに接続されるか、または置き換えられます。TargetLink によるコード生成は完全に自動化されています。ポストブ



TargetLink リファレンスワークフローは、モデルベース開発手法およびツールを使用した環境で機能安全要件を満たす際のガイドラインとなります。

ロセシングの段階では、フック関数を使用して、出力された C コードの Tier-1 固有の変更を行います。さらに、計測ファイルとパラメータファイルが生成され、生成後のヘッダファイルのレイアウトがスタイルシートによって指定され、パラメータが TargetLink Data Dictionary によって設定されます。このように、自動車メーカー/OEM が作成した AUTOSAR フレーム生成およびポストプロセッシング用のツールの構成は、dSPACE のサポートにより大幅に簡略化され、TargetLink 3.4 の新機能に反映されました。

### TargetLink リファレンスワークフロー

安全関連ソフトウェアの開発に使用するソフトウェアツールは、ISO 26262 の Part 8、Section 11 に規定される要求を満たす必要があります。

つまり、ツールの信頼性は、具体的なプロジェクト環境で評価する必要があります。またその結果を反映した品質レベルを備えている必要があります。

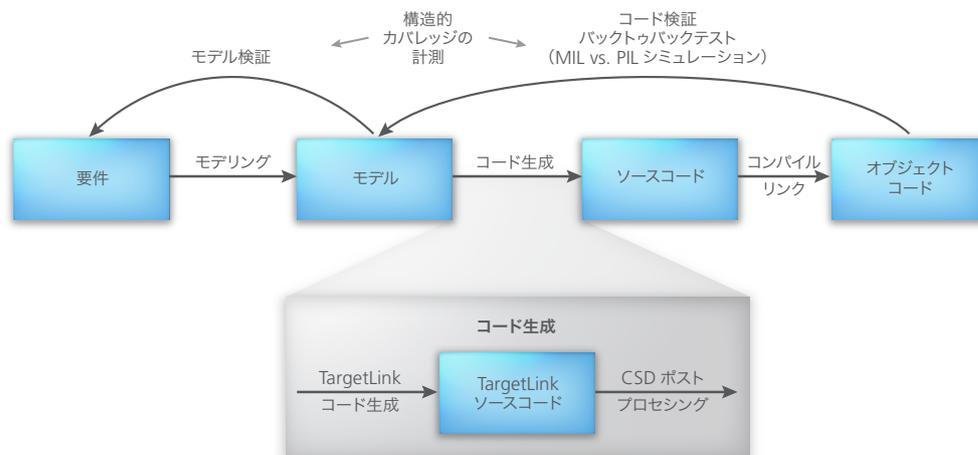
量産コード生成ツール TargetLink はそれ自体、TÜV SÜD 社により安全関連システムの開発用ツールとして認定されています。この認定では、ISO 26262 の最高

レベル ASIL-D、IEC 61508 の最高レベル SIL 3、およびその派生規格に準拠するソフトウェア開発に TargetLink が適合していることが認められています。dSPACE では、安全関連システムにおけるモデルベースのソフトウェア開発に TargetLink を使用する際の基準となるリファレンスワークフロー文書も提供しています。この文書も TÜV SÜD 社により審査されており、安全関連のプロジェクトで必要な安全規格要求を満たす際のガイドラインとなります。リファレンスワークフローを使用すれば、TargetLink でその他の認証

## まとめ

Elektrobit 社は、OEM における複数の製品ラインおよび製品世代向けの量産ソフトウェア開発の分野で優れた実績を持っています。「ソフトウェアコンポーネント」は、ユーザ固有のプライベートクラウドで作成され、量産チームに供給されます。そこで、プロセスおよびソフトウェアの品質を保証するためにソフトウェアの連続的な統合が行われ、強化されます。Elektrobit 社は TargetLink リファレンスワークフローを拡張して

自社ツールに適用することに成功しました。Elektrobit 社では、革新的な量産ソフトウェアを開発するための複雑なプロジェクトを実行するメーカーに対し、EB Automotive Software Factory における経験と専門知識に基づいた支援を行っています。2010 年以降、Elektrobit 社はソフトウェアの量産と供給を自動化することにより、75 以上の個別の量産リリースを含む、230 を超えるリリースを顧客に期日通りに供給してきました。Elektrobit 社では、EB Automotive Software Factory



リファレンスワークフローによる妥当性確認の強化

## 「量産コード生成ツール TargetLink により、AUTOSAR に準拠したコードの生成が非常に容易になります」

Robert Holzwarth 氏、Elektrobit 社

手続きを行う必要はありませんが、Elektrobit 社では、TargetLink リファレンスワークフローのさらに詳細な検証を行うことで、自社開発のポストプロセッシング手順について、下流工程の評価を行いました。この評価により、推奨作業手順であるバックトゥバックテストなども下流工程でカバーされていることが分かりました。ここでもまた、TargetLink リファレン

スワークフローを使用すれば、その他のツール認証手続きは不要ということになります。Elektrobit 社は、dSPACE と緊密に協力してリファレンスワークフローを実装し、特に推奨されたバックトゥバックテストを実行しています。■

Robert Holzwarth 氏、  
Elektrobit (EB) Automotive GmbH

のコンセプトを引き続き拡大しています。たとえば、サプライチェーンプロセスの透明性を高めて、モデリングをさらに簡単に行えるようにしています。乗用車、商用車、および部品の各サプライヤは、プライベートクラウド経由で世界中から Software Factory のプロジェクト固有のインプリメンテーションにアクセスすることができます。

Robert Holzwarth 氏

技術開発リーダー、ソフトウェア統合およびサービス部門、Elektrobit Automotive GmbH (ドイツ、エアランゲン)

