



## バーチャル世界での品質管理

### バーチャル車両開発での品質保証をするアプリケーション

自動車が益々複雑化し、その開発工数も増え続けています。特に、ADASや自動運転の機能が普及し、実車両のプロトタイプを使用して関連するすべてのテストケースを実世界でテストドライブすることはほとんど不可能になっています。バーチャルプロトタイプは、車両開発の効率と費用対効果を高め、工数を大幅に削減する可能性をもたらします。スムーズな開発をするためには、シミュレーションの品質を常に確保する必要があります。今回ご紹介する事例では、PSA社によるバーチャル・プロトタイプ開発のための品質保証のフレームワークに関する成功例をお伝えします。

今日のエンジニアは、車両開発に関連するトレードオフな課題に多く直面しています。まず、新型モデルやバリエーションをこれまでより短い期間で市場に投入する必要があります。そして、開発コストは可能な限り低くしていく一方で、複雑化していくプロトタイプの数是最小限に抑えることが期待されています。バーチャル・プロトタイプを実車両での運転試験の代わりとして利用するためには、実際のプロトタイプをシミュレーション上で正確にモデル化する必要があります。モデルの確実な検証をすることが前提条件の一つとなります。ただし、通常は開発工程の最終段階に近くなってから出来上がってくる、実際のシステムが利用可能になって初めて検証が可能になるため、開発者にとって大きなジレンマをもたらします。従って、モデルの検証には、使用可能な領域に関する要件を定義することが不可欠であり、さらに、定義した要件に基づいてシステムシミュレーションを実行して品質保証することが目標とされています。

### 事例概要



### 品質とは

品質マネジメント規格ISO 9000の一般的な定義によると、「品質を種々の本質的なひとまとまりの特質が要求事項を満たしている度合い」とあります。この定義が抽象的な性質であるため、品質基準およびソフトウェア製品の評価のガイドラインとしてソフトウェア製品の品質要求及び評価の規格、ISO 25000があります。この規格により、システムの品質は、製品が顧客の要件を満たす度合いによって測定されます。満たされる品質特性は、効率性（リソースの使用方法）や信頼性（システム障害が発生する頻度）など、ISO規格で定義されている9つの特性で構成されます。満たす必要があるすべての要件は、モデルまたはシミュレーション・フレームワークにアクセスする社内次工程の担当者と話合われます。開発プロセスの過程を通じて、定義された品質特性である程度の品質を確保する対策を講じることができます。これは、どの品質特性が満たされているかを調査することによって実現されます。

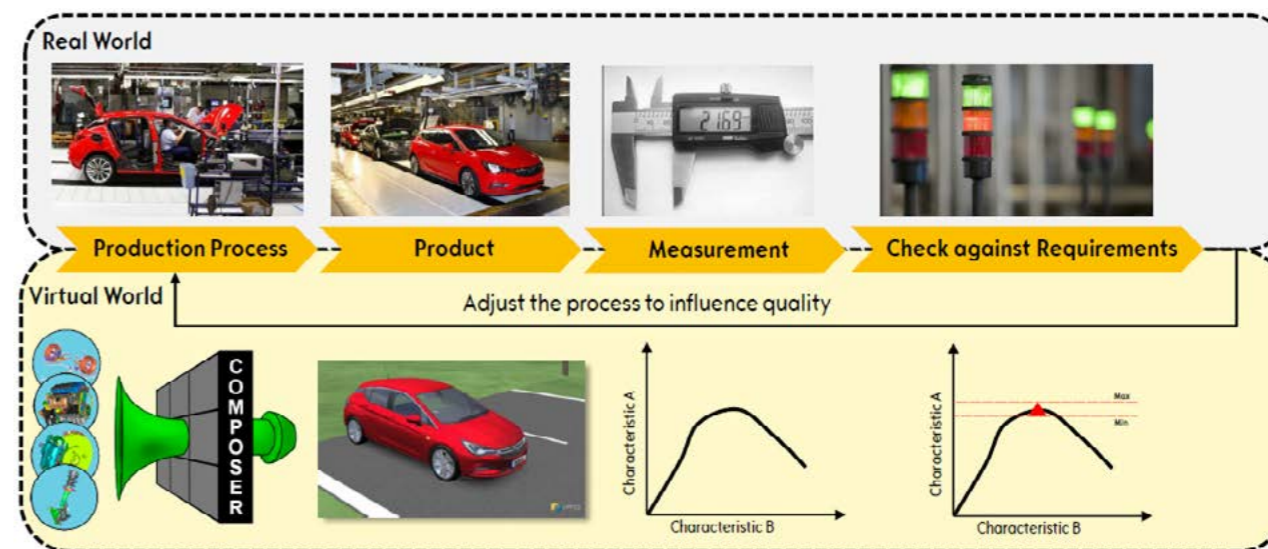
### 品質保証のステップ

品質保証は、様々な段階に分けることができます。第一に、組織の品質保証があります。第二に、最初から不具合の予防に向けたすべての対策を含む積極的な品質保証があります。これは、たとえば、以前に発生した不具合に基づいており、そこから結論が導き出されます。確立された工程、モデル、コンポーネントおよび構造は、積極的な品質保証のための基礎としても利用することが可能です。新しい車両を開発する際に、開発をゼロから開始する代わりに、過去にテスト済みの開発ステージから始めて、それぞれの目的に合わせて調整することが可能になります。第三に、分析的品質保証があります。これは、製品（本事例ではモデル）が作成された後に実行できる手段を備えています。その時点で、特定の基準を分析および測定し、目的の品質レベルを確保することができます。この方法は、開発者と間接業務担当者の両方で利用できます。

## PSA社の積極的な品質保証

PSA社は、積極的な品質保証の方法を採用しています。オープン統合性のあるIPG Automotiveのテストプラットフォーム、CarMarkerに基づき、MATLAB Simulink®といくつかのインターフェイスを備えているフレームワークを開発しました。PSA社では、このフレームワークをAXIOM(Automotive X in the Loop Object-oriented Model framework)と呼んでいます。この名前は、単に合意だけでなく、モデルとネーミングルールに基づいています。このフレームワークのおかげで、様々な専門部門の開発者がすべてのデータを読み取り、理解できるようになりました。さらに、異なるドメイン間でライブラリとモデルを交換できます。同じ概念の継続的な使用がベースの考え方です。モデルコンフィギュレータを使用して、モデルの交換とパラメータの適合が可能になります。定義済みのアーキテクチャに基づいたモデルテンプレートを利用します。ここでは、例えば、サブシステム内のコンポーネントは、分離されたコンポーネントと区別されます。プロジェクトは異なる部門に所属しているメンバーで構成されているので、車両のなかでも担当する箇所が異なります。今回の例

で説明したアプローチでは、アプリケーションのすべての領域に対して個別のテンプレートを作成できます。これを行う際に成功の鍵となるのは、すべてのテンプレートが同じライブラリにアクセスし、常に同じモデルが使用されるようにすることです。モデルは初期段階（MIL）だけでなく、新しいECUのコード検証段階（SIL）および開発プロセスの最終（HIL）に使用できます。これにより、同じモデルをベースにして開発プロセス全体を通じて継続的なフローが実現できます。この場合、バージョン管理は、複数のチームが同じライブラリに基づいて同時に作業を行う場合に特に不可欠な品質保証対策の機能です。このアプローチを実施するために、PSA社は異なるツールを採用しています。モデル構造、パラメータ、およびアーキテクチャは、GitHub を使用して集中管理されます。これにより、開発の各段階をオンラインとオフラインの両方で使用できるようになります。サーバーに障害が発生した場合、リポジトリを単純に復元できるため、データが失われることはありません。これにより、実現性と高いユーザビリティの両方が可能になります。ユーザーはさらに、日時に関するメモや変更理由など、すべての変更履歴を確認でき、並列作業の基礎の一部を構築できるため、非常に詳細なトレーサビリティを利用できます。この方法で、モデルの開発全体をトレースできます。



バーチャル・プロトタイプで行う分析品質保証

## PSA社における分析品質保証

製品の完成後、分析品質保証が実施されます。実際の車両の生産工程では、ステーションごとに品質保証が行われます。車両が定義された仕様および公差に入っていることを確認するために測定を行います。バーチャルの世界でも全く同じアプローチが可能です。バーチャルワールドとも呼ばれているシミュレーションでは、バーチャル・プロトタイプの「測定」を行うことで可能になります。バーチャル・プロトタイプは、サプライヤーが提供するモデルと内製のモデルで構成されています。バーチャル・プロトタイプを「測定」する場合、特性、すなわち客観的特性値を分析することができます。その後、これらの要件を使用して、車両の特性が目標範囲値内にあるかどうかを識別できます。そのためのアプリケーションには ToolCityというツールを使用しています。バーチャル世界でのこの方法では、開発者が実行した変更をサーバー上で利用可能にすることが含まれます。その結果、TeamCityがトリガーされ、次の品質保証ステップが開始され、特定の定義済みのマヌーバまたは指定された解析が実行されます。この解析を行うために、上述のAXIOMが採用され、その後シミュレーションが行われます。シミュレーションが完了すると、結果はログファイルの形式で AXIOM から出力されます。このログファイルは、

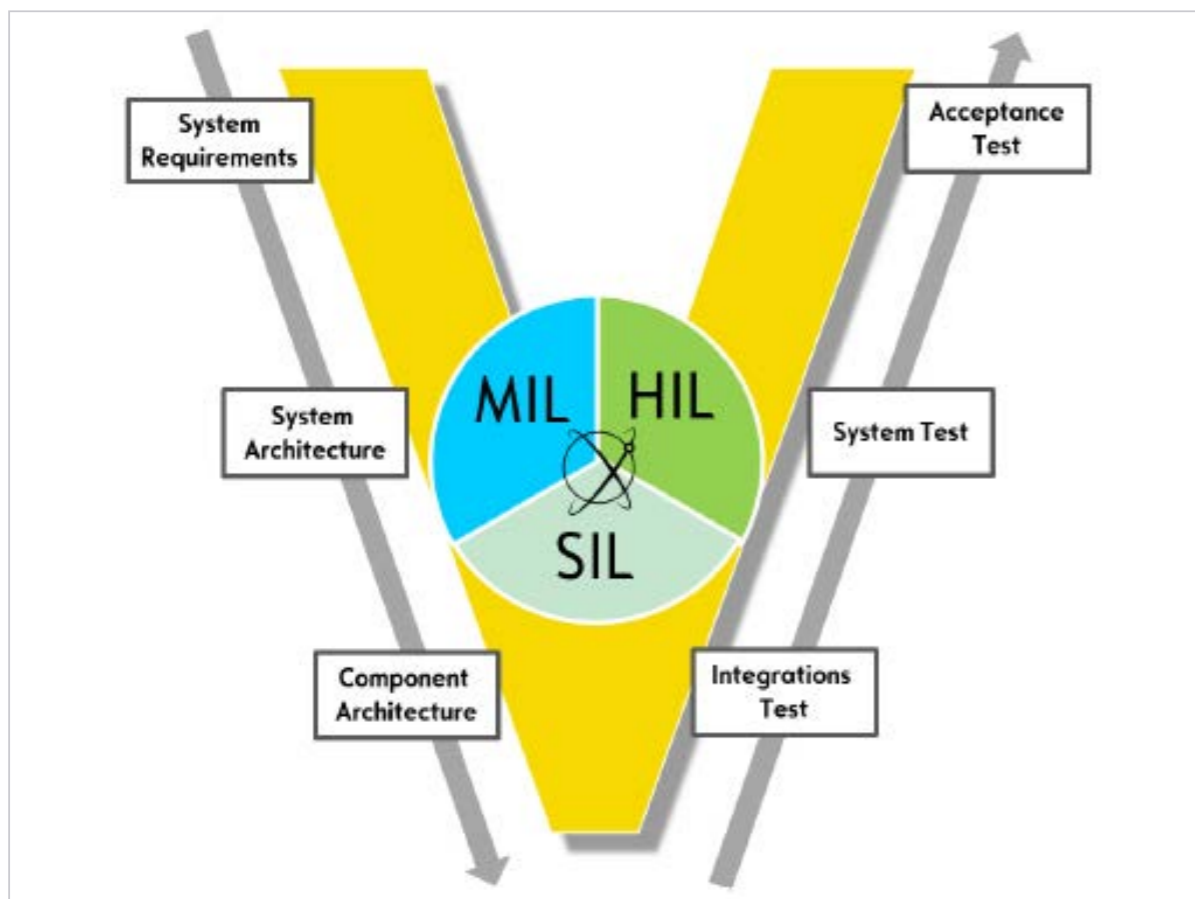
エラーを識別したり、シミュレーションにはエラーがなかったことを示したりするのに役立ちます。後者の場合、ログファイルはモデルユーザー（顧客）に転送され、シミュレーション環境がロバストであるかどうかを確認することなく、実際のプロジェクトを開始できます。その結果、大幅な時間が節約できます。問題が発生した場合は、Jira と呼ばれる 3つ目のツールを使用します。エラーを入力後、このツールが発生した問題をモデル開発者に通知し、モデル開発者がエラー修正をすることが可能になります。最終的には、トラッキングとモニタをするKibanaというツールを使用して結果を可視化します。

## まとめ

すべての品質特性を満たす単一のツールというものは存在しません。さまざまなツールの多様性と相互作用より、PSA社の実機を使った開発プロセスと同等のバーチャル開発プロセスの品質が保証されています。

出典:

- Frerichs, D.: Managing Quality in a Virtual World, Apply & Innovate, Karlsruhe, 2018
- Frerichs, D.; Borsdorf, M.: Quality for Vehicle System Simulation, SIMVEC, Baden-Baden, 2018
- DIN EN ISO 9000:2015-11, Quality management systems - Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2015)
- DIN ISO/IEC 25000:2014-03, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE (ISO/IEC 25000:2014)



「AXIOM」というシミュレーション環境に対する品質保証のフレームワーク