



極限状態にも対応できる革新的なビークルダイナミクス機能の開発には、車両の挙動を正確に把握する適切なツールが必要です。BMW Motorrad 社は、完全なソリューションを発見しました。

リアリティが重要

BMW Motorrad 社では、新機能の開発にモデルベース開発と実車でのラピッドコントロールプロトタイプング (RCP) を使用しています。開発チームは MATLAB®/ Simulink® を使用して、アンチロックブレーキシステム (ABS)、自動スタビリティ

コントロール (ASC)、ダイナミックトラクションコントロール (DTC)、およびダイナミックダンピングコントロール (DDC) などの新しいコントローラを開発しています。基本的な制御ロジックは、オフラインシミュレーションで解析することができます。しかし、コントローラには、ドライバーの

操作やタイヤ、しばしば極限状態に達するビークルダイナミクスなど、複雑に影響を及ぼす要因が存在するため、その品質は実車でなければ正確に評価することができません。BMW Motorrad 社のブレーキおよび制御システム開発部の機能開発チームでは、専用の RCP システムに加え、



Maximum Tilt

モーターサイクル用ビークルダイナミクスコントローラの開発およびテスト

車載テスト用の特定の開発ソフトウェアバージョンを搭載した量産 ECU を使用しています。この手法にはそれぞれ長所と短所があります。

適切なバランスの発見

RCP システムを最小限の反復サイクルで

迅速かつ容易に開発するためには、高い計算処理能力、柔軟性の高い I/O、および総合的かつ直感的な設定オプションが必要です。しかし、RCP システムの使用が難しい状況も存在します。たとえば、RCP システムを二輪車に搭載すると、それにより車両の重心が変わり、テストドライブ中の

走行動作に影響を及ぼします。そのためビークルダイナミクス開発における極めて重大な問題の原因となります。テスト車両の変更も、RCP システムの設置や取り外しが難しく、容易ではありません。また、RCP システムは極めて悪条件で使用されます。ECU をシャーシに直接搭載する場

二輪車のトップアスリートモデルである BMW S 1000 RR は、ダイナミックトラクションコントロールシステム (DTC) を使用することで、どのような路面状態でも最大のパワーを発揮します。DTC は後輪速度とセンサボックスから送信される情報 (車体傾斜情報など) をモニタします。また、後輪のスリップ量によってエンジントルクを制限し、車体の急カーブや横滑りを防止します。これにより、ライダーが悪路でスポーティな運転操作を行った場合でも安全性が向上します。

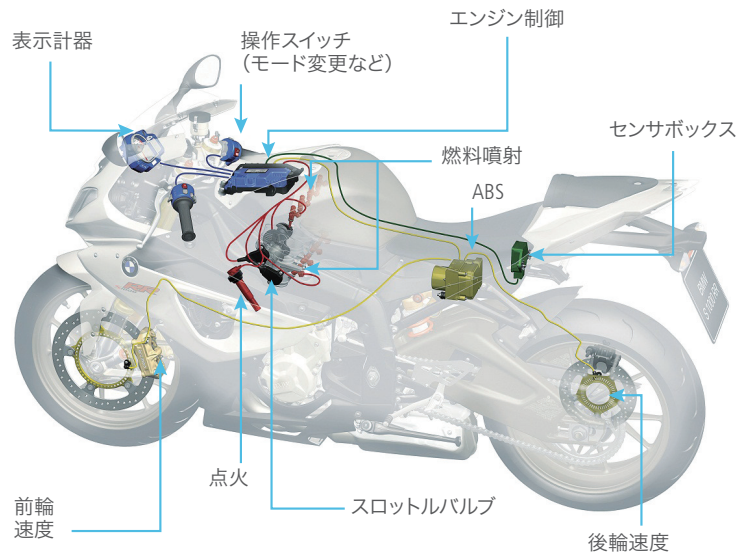


図 1: ダイナミックトラクションコントロールシステム (DTC) のシステム設計

合、最大回転数が 14,000 rpm にも達するエンジンが発生する振動は量産 ECU にとってさえ大きな障害の 1 つになります。二輪車の機能開発におけるテストおよびプロトタイピング環境で量産 ECU が実際に使用されるのはこのためです。

事前開発よりも量産開発が優先

設計技術者は、ECU ソフトウェアの開発

が比較的長くなる点にあります。量産開発は通常、事前開発よりも優先順位が高くなっています。また、開発のために使用可能なメモリによっては、同時に統合可能なコントローラバリエーションの数が制限されます。そのため、複数のコントローラバリエーションを比較することがさらに困難になります。理想的なソリューションは、実績のある RCP ツールチェーンのメリットを活かし

トロールシステム (DTC) (図 1) を開発する新プロジェクトにおいて、このツールチェーンをテストすることを決定しました。

オンターゲットプロトタイピングの実施

量産開発とは大きく異なるこの手法において、設計技術者は MATLAB/Simulink で開発された新機能を、プロジェクトで使用する量産ソフトウェアの 16 進コードに

「dSPACE によるオンターゲットプロトタイピングは、専用のハードウェアに依存しない完全に新しい開発手法であり、作業と時間の両方を削減できます。そのため、私たちは開発に集中することができます」

Martin Heidrich 氏、BMW Motorrad 社

環境やソースコードに直接アクセスできないため、量産開発を担当するソフトウェア部門と協力します。ソフトウェア部門では、機能開発のニーズに合わせたソフトウェアバージョンを開発するために、新しい Simulink 機能の C コードを使用します。この手法の大きな利点は、これらのソフトウェアバージョンをさまざまな ECU タイプに容易に書き込むことができ、テスト車両の迅速な変更も可能であることです。短所は、リードタイムと反復サイクル

ながら、二輪車搭載用に設計された ECU 上で直接開発を行うことです。

新たなアプローチ：オンターゲットプロトタイピング

dSPACE の ECU Interface Manager と RTI Bypass Blockset を使用すると、量産 ECU 上でラピッドコントロールプロトタイピングを行えるツールチェーンが実現します。BMW Motorrad 社は、BMW S 1000 RR のダイナミックトラクションコン

直接統合しました (図 2)。そのためソースコードへのアクセスや開発ソフトウェアのビルド環境は不要でした。ただし、設定情報だけはソフトウェア部門からの提供が必要でしたが、それらの情報も、量産ソフトウェアの開発中に入手できる情報が十分でした。変更されたソフトウェアバージョンは、さまざまなテスト車両の ECU に容易に書き込むことができ、テストドライブ中にそれらの妥当性も確認できました。開発者はテスト結果を使用して機能

を改善したうえで、新しいソフトウェアバージョンを使用してこれらの機能を実車でテストしました。この迅速かつ反復的なプロセスにより、開発者は RCP システムの使いやすさを完全に維持しながら、多数のコントローラバリエーションのテスト、テスト車両のより迅速な変更、および新機能の完成度向上を実現することができました。この柔軟なアプローチにより、経営サイドから短期間での変更が要求された場合でも、迅速な実装が可能になりました。

ターゲットでのホワイトボックステスト

オンターゲットプロトタイピングのメリットは開発だけではありません。設計技術者は、この新しいツールチェーンが新機能の最終的な承認テストでも使用できることにすぐに気付きました。設計技術者は、新機能の開発だけでなく、ソフトウェア部門で実装された量産コードの承認とリリースにも責任を負っています。新機能の入出力値は ECU 上でアクセスできるため、設計技術者はリアルタイムで量産インプレメンテーションのホワイトボックステストを実行することができます。I/O の外部シミュレーションや実際のセンサの使用、面倒なレストバスシミュレーションは廃止され、承認テストの大部分がテストコースではなくラボで実施されるようにな

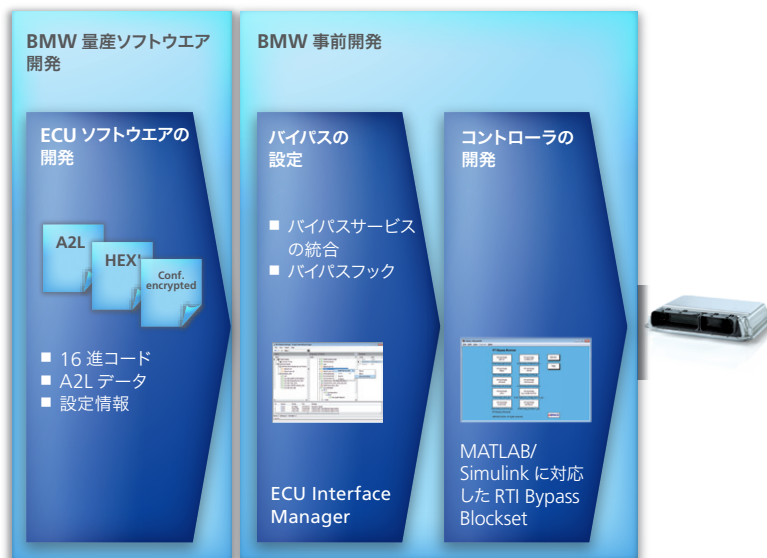


図2: ECU Interface Manager のワークフロー。新機能は量産 ECU ソフトウェアに直接統合することができます。

りました。その結果、検証作業に手間がかからなくなり、検証期間も大幅に短縮されました。 ■

Martin Heidrich 氏、
Josef Rank 氏、
BMW Motorrad 社

まとめ

BMW Motorrad 社は、新しい開発手法であるオンターゲットプロトタイピングを導入して自社の開発プロセスを拡張しました。dSPACE ECU Interface Manager と RTI Bypass Blockset に基づくこの開発手法は、開発プロジェクトで評価され、テストに見事に合格しました。より柔軟性が高いこの開発手法を使用すると、開発サイクルの短縮や製品の完成度向上が可能です。これにより、BMW の開発者は、本来行うべき革新的な技術開発に集中することができました。

Martin Heidrich 氏

車両制御システムの設計技術者およびソフトウェア開発者、BMW Motorrad 社（ドイツ、ミュンヘン）



Josef Rank 氏

ASC/DTC の設計技術者およびアプリケーションエンジニア、BMW Motorrad 社（ドイツ、ミュンヘン）

