

Ambitious Climate Goals

運転室の温度を正確に制御することは、車両の空調システム開発における究極の目標です。Bergstrom 社では、これまで長い期間が必要だったシステム適合にかかる時間を 80% 削減することを目指しています。そのため、開発者はさまざまな dSPACE ツールを使用してモデルベースでのシステム開発に取り組んでいます。

商 用車や特殊車両は、過酷な気候条件でも常に厳しいタスクを確実に実行しなければなりません。ドライバーが冷静さを保ち、作業に集中するためには、運転室は常に最適な作業環境である必要があります。Bergstrom 社は、これらの車両における信頼性の高い空調システムの実現に大きく貢献しています。

意欲的な目標

Bergstrom 社は、運転室の空調システムの分野において、2つの製品を販売しています。1つは従来のエンジン駆動式空調システム、もう1つは駐車時にアイドリング不要で空調を行うための NITE (No-Idle Thermal Environment) と呼ばれるバッテリー駆動式空調システムです。自動で温度

>>

Bergstrom 社は制御ソフトウェアの 85% を仮想環境で開発する目標を設定



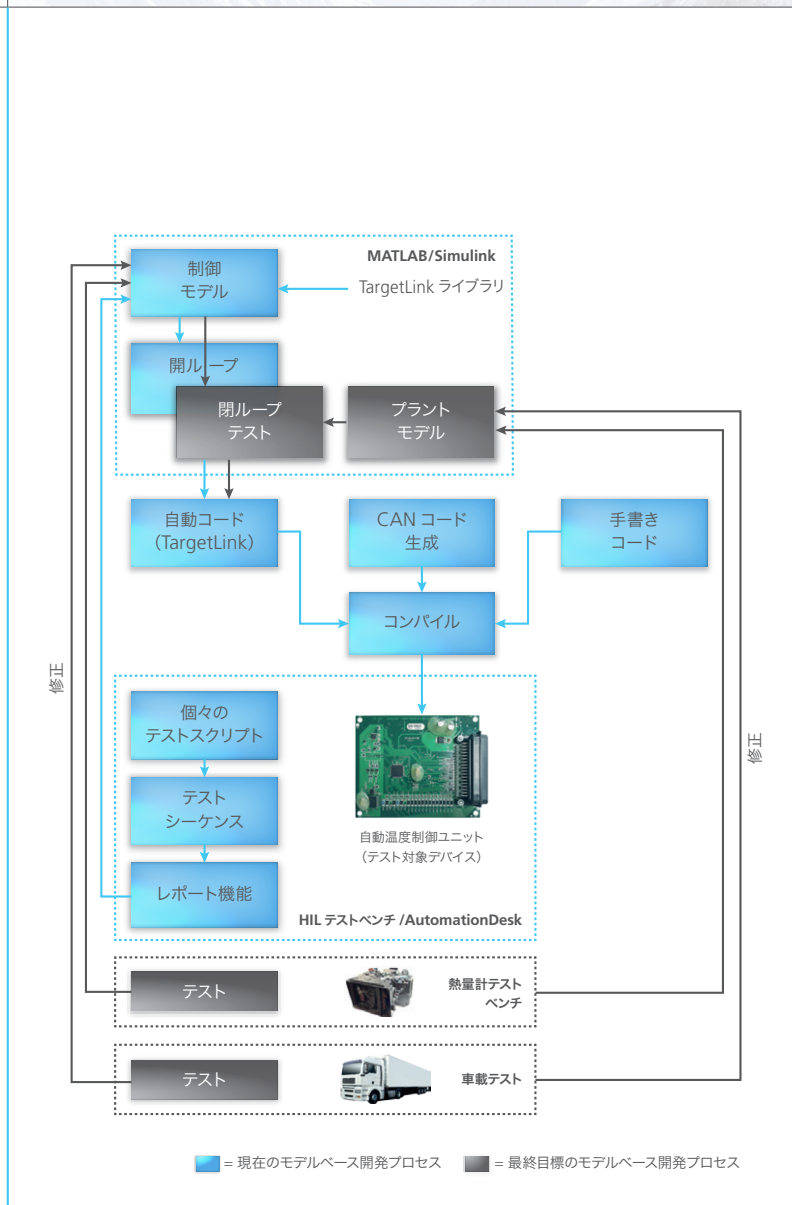


図1: Bergstrom社のモデルベース開発プロセスにおける現状（青）と最終目標（グレー）

を制御する電子制御ユニット（ECU）は、Bergstrom社のすべてのシステムの中核となるコンポーネントであり、ECUのテストとシステム適合には長期にわたる反復的な作業が必要となります。そのため、Bergstrom社では、長期的な視点から、ECUの開発を新しいモデルベースの手法で行い、より多くの適合ステップをオフラインで実行できるようにするという取り組みを行っています。同社は、当初からこの

取り組みに非常に意欲的でした。近い将来、Bergstrom社は制御ソフトウェアの85%を仮想環境で開発し、適合にかかる時間を80%削減することを目指しています。

強力なツールチェーンが必要

Bergstrom社では、モデルベース開発の導入プランを立てた後、それに適したツールを使用できる環境を構築する必要があ

りました。この環境では、効率的なプロセスと実績のある強力なツールチェーンを利用できる必要があったため、同社は、以下を含む最先端の開発ツールを採用しました。

- すべてのデータ（モデル、ドキュメント、仕様、ソフトウェア、数値、テストなど）を整理して保管し、更新することが可能で、世界中の開発チームが中央となる1つの場所からそれらにアクセスできるデータ管理システム
- 製品のライフサイクル全体のトレーサビリティを提供するソフトウェアバージョン管理システム
- 要件に関するドキュメント作成、分析、トレース、および優先順位付けが可能な要求管理システム
- モデルベースでのソフトウェア開発を行うためのモデリング環境（MATLAB®/Simulink®）
- モデルから量産向けコードを効率的かつ自動的に生成するための量産コード生成ツール（dSPACE TargetLink®）
- dSPACE HILシミュレーションシステムと組み合わせてソフトウェアのテストを自動化するためのテストオートメーションソフトウェア（dSPACE AutomationDesk）

開発プロセスのための新しい構造

Bergstrom社がモデルベースの開発プロセス（図1の青い部分）にこれらのツールを初めて導入した際にまず行ったのが、既存製品の要件をリバースエンジニアリングを用いて把握し、文書化することでした。同社では、こうして得られた設計情報に基づいて、MATLAB/Simulinkでの制御アルゴリズムのモデリングを開始しました。開発者は、これまでと同じプラットフォームを使用して制御ユニットのモデル化と開ループでの機能テストを迅速に行うことができたため、設計フェーズでのECUアルゴリズムの実際の挙動を一目で確認できるようになりました。開発者は、テストが完了すると、TargetLinkを使用して制御モデルを量産コードに変換しました。次

「当社では、マーケットリーダーとして最先端の製品を提供するため、dSPACE ツールを使用したモデルベースの開発環境を導入しました。」

Bjorn Hansson 氏、Bergstrom 社

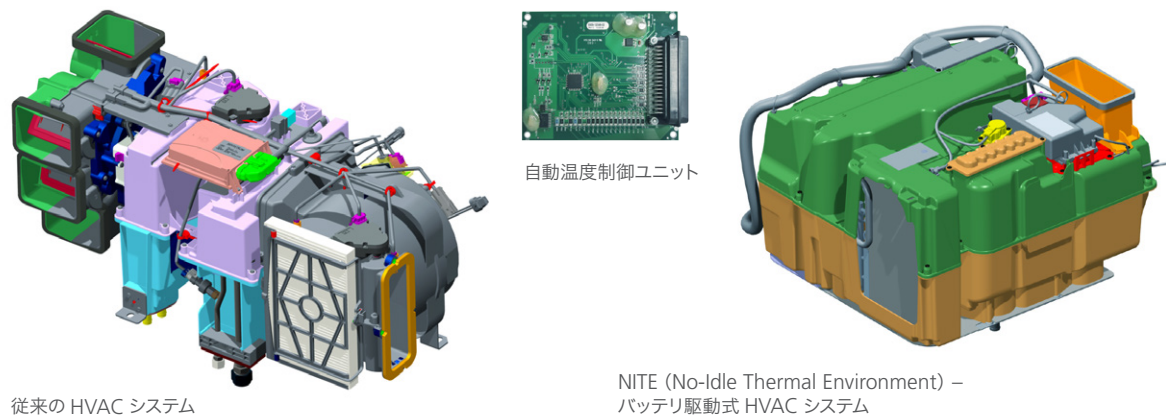


図2：自動温度制御ユニット（中央）は、Bergstrom 社の従来の HVAC（ヒーター、換気、エアコン）システム（左側）と NITE バッテリー駆動式 HVAC システム（右側）の両方において中核となるコンポーネントの 1 つです。

に、この量産コードをコンパイルし、通信インターフェース（CAN コード）、適合プロトコル（XCP）、および手書きコードを追加して ECU に実装しました。さらに、HIL シミュレータ上で ECU テストを徹底的に実行しました。Bergstrom 社では、AutomationDesk を使用して一連のテストケースを自動化することにより、これらのテストを容易に行えるようにしました。これにより、開発者は、テストレポートを活用して制御モデルの修正と調整を行うことができました。

最初の車載テスト

Bergstrom 社では、HIL シミュレータによるプロトタイプテストが完了した後、実際のトラックの運転室にプロトタイプを実装しました。ECU には、TargetLink で量産コードに変換されたコントローラとインターフェースのモデルが組み込まれました。開発者は、適合システムを使用して、XCP プロトコル経由で車載 ECU の微調整を行いました。この結果、プロトタイプ全体を車両で適切に機能させることに成功し、統合テストは完了しました。

有望な中間結果

車載テストの成功は、事前に策定された要件をソフトウェアコントローラが既に満たしていたことを示しています。しかし、機能モデルについては、まだ最初の一步に過ぎません。機能モデルを適合させ、正常に機能させるためには、さらなる開発作業が必要となります。Bergstrom 社のエンジ

ニアは現在、車載環境で得られた改善点をモデルに反映する作業を行っています。

究極の開発プロセスへの道のり

Bergstrom 社では今後、確立されたモデルベースのワークフローを微調整しながら、その他のテスト手順を追加していく予定です（図 1 のグレーの部分）。たとえば、モデルのさらなる改善を行うための修正ループにおいて、熱量計テストベンチや車載テストのテスト結果も考慮できるようにする予定です。将来的には、実際の熱量計や車両も MATLAB/Simulink でモデル化し、コントローラ上で閉ループテストを実行することを目指しています。これにより、モデルの機能の妥当性確認をより早い段階で、より広範囲に実行することができます。長期的には、これらの方法により、制御ソフトウェアの 85% を仮想環境で開発し、妥当性確認を行ったうえで車載テストを行うことで、機械レベルでの適合にかかる時間を 80% 削減することが目標です。これにより、Bergstrom 社では時間とコストの大幅な削減が可能になると予想しています。モデルベース開発手法の活用は、最終的には商用車のドライバーの利益になるだけでなく、Bergstrom 社の財務管理にとっても重要になります。 ■

Bjorn Hansson 氏、
Bergstrom 社

Bjorn Hansson 氏

チーフメカトロニクスエンジニア、Bergstrom 社
(米国イリノイ州ロックフォード)

