



生産性がカギ – 新しいバッテリーマネージメントシステムの設計から
量産レベルのコード開発まで (Ford 社)

Fusion Hybrid Energized

2010 Ford Fusion Hybrid に搭載されたバッテリーマネージメントシステムの制御ソフトウェアは、モデルベース設計手法と量産コードの自動生成ツールを全面的に使用して開発されました。本プロジェクトの担当者である Jim Swish 氏に、開発がどのように進められ、何が実現されたかについてお話を伺いました。



Jim Swoish 氏は、ミシガン州ディアボーンに本拠をおく Ford 社の HEV HV バッテリー制御およびソフトウェア部門の統括責任者です。



「TargetLink を導入して以来、これまで開発現場でモデルベースの自動コード生成に関する問題は発生していません」

Jim Swoish 氏、Ford 社

バッテリーソフトウェア開発プロジェクトについて簡単に説明して頂けますか？

私たちの主な目標は、2010 Ford Fusion Hybrid のバッテリー制御システムを社内開発することでした。私たちは、制御システムの重要な知的財産を開発し保有したいと考えていました。これにより、バッテリーセルとその他のコンポーネントを別々に調達することができ、Ford 社にとって大きな戦略的利点を実現することができました。また、車両制御システムとともにバッテリー制御システムを最適化することで、エネルギー消費を削減することも可能になります。これが、公式燃費 41 マイル/ガロン (~5.75 l / 100 km) を達成した要因の 1 つとなり、米国においてその時点で最も燃費の良い中型セダンが実現しました。

このプロジェクトのイノベーションは何だったのでしょうか？

Ford 社にとって初めてのことが 2 つありました。1 つは、ハイブリッドバッテリーエネルギー制御モジュール用ソフトウェアの初の社内開発であり（この場合、機能安全が重要となります）、もう 1 つは、初め

てモデルベース開発手法を使用して量産プログラム用ソフトウェアの自動コード生成を行うことでした。

実際の開発プロセスはどのようなものだったのでしょうか？

モデルベース設計 (MBD) と自動コード生成機能を全面的に使用して開発を行いました。これにより担当エンジニアは、手動によるコード作成に多大な時間を要することなく、セーフティクリティカルなシステムの開発とその正常な動作のテストに専念することができました。また、開発全体の迅速化が図られ、リソースが節約できました。私たちはコードを新たに開発するため、バッテリー制御システムのあらゆる側面を最初から開発しなければなりませんでした。レガシーコードは使用しませんでした。ほとんどのコード (約 80 ~ 85 %) は、低レベルのルーチンを除き、自動コード生成によってコーディングを行いました。私たちのターゲットハードウェアでは、このタスクに十分に適している 32 ビット浮動小数点マイクロプロセッサを利用しました。



HEV HV バッテリー制御およびソフトウェア部門の統括責任者である Jim Swoish 氏とそのプロジェクトチームは、2010 Ford Fusion Hybrid 用バッテリーソフトウェアの開発功績が認められ、権威あるヘンリー・フォード賞を受賞しました。

「私たちは、できるだけ少ない時間でより多くの開発を行うために、TargetLink を使用したモデルベース設計と自動コード生成機能を選択しました。目標は達成されました！」

Jim Swoish 氏、Ford 社

チームの規模と開発期間の長さはどれくらいでしたか？

平均すると、モデルベース設計の担当者が 4 人、それ以外のチームメンバーが 10 人おり、要件、手作業によるコーディング、および HIL (Hardware-in-the-Loop) システムに取り組んだり、モデルベースの開発プロセスやベストプラクティスの開発に従事しました。

このプロジェクトは 2006 年初に開始され、2009 年初には 2010 Ford Fusion Hybrid の量産化が行われました。フュージョンは、Motor Trend 誌の 2010 年カー・オブ・ザ・イヤーに選ばれ、その他にも多くの賞を受賞しました。私たちのプロジェクトチームは、ヘンリー・フォード優秀賞 (Henry Ford Excellence Award) を受賞しました。

これはすべて TargetLink を使用して実現されたのでしょうか？

その通りです。バッテリーチームは、機能設計からソフトウェア実装に至るまでプロセス全体にわたって TargetLink を使用しました。モデルベース開発の利点の 1 つは、シミュレーションを使用して初期検証を行

えることです。また TargetLink は、MIL (Model-in-the-Loop) および SIL (Software-in-the-Loop) テストの両方にシームレスなシミュレーション環境を提供することにより、テストプロセスを大幅に簡素化しました。特にモード間の切り替えと結果の比較は非常に便利で、生成されたコードが意図した通りに動作したかどうかを把握するのに役立ちます。

どのようなモデリングガイドラインを使用しましたか？

最初の頃は既成のガイドラインドキュメントをいくつか使用しましたが、途中から独自のガイドラインを作成して作業を続けました。これは、モデラーが、類似機能に対して共通の構造を維持するのに役立ちます。また、独自性の高い機能に対しても組織化と構造化が進み、一見しただけでは、さまざまな人が多岐にわたる部分で関わっていることが分からないほどです。

dSPACE Data Dictionary の機能を利用しましたか？

もちろんです。Data Dictionary の保守と適切なチェックアウト/チェックイン手順

を実行することは非常に重要です。また、私たちは厳格な命名規則と組織的な変更管理プロセスを確立しました。

主にどのような課題がありましたか？

最大の課題としては、ソフトウェア管理やアーカイブデータベースアプリケーションなどがありました。このようなツールのほとんどは、テキストファイルの結合と分岐用に設計されています。当初は、モデルをマスターとして使用することが課題となりました。その後、自動コード生成、コンパイル、リンクなどに関係するすべての手順を処理する自動化されたビルドツールを開発することが課題となりました。今ではボタンを 1 つ押すだけでモデル一式を 30 分で hex ファイルに変換できるようになりました。

TargetLink の使用感はどうなものでしょうか？

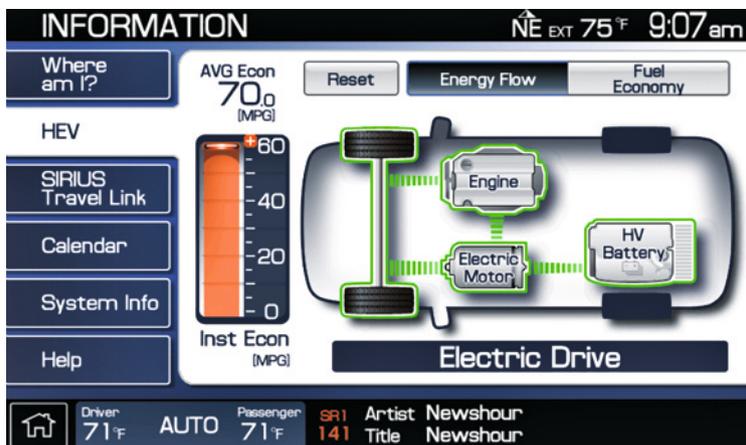
大変素晴らしいです。開発中に些細な問題が少しだけ発生しましたが、いずれも作業を止めるほどの障害にはなりませんでした。非常に行き届いたサポートを受けることができ、問題をすぐに解決すること

TargetLink を用いて、プロジェクトの把握と管理を行う Ford 社員 Michael Schamber 氏



Ford Fusion Hybrid の仕様

- 2.5 L/152 馬力ガソリンエンジン
- 106 馬力永久磁石 AC 同期モーター
- 275V 密閉型ニッケル水素 (NiMH) バッテリー
- フルハイブリッド
- 回生ブレーキ



Ford Fusion Hybrid 内のエネルギーフローを表示する計器パネル

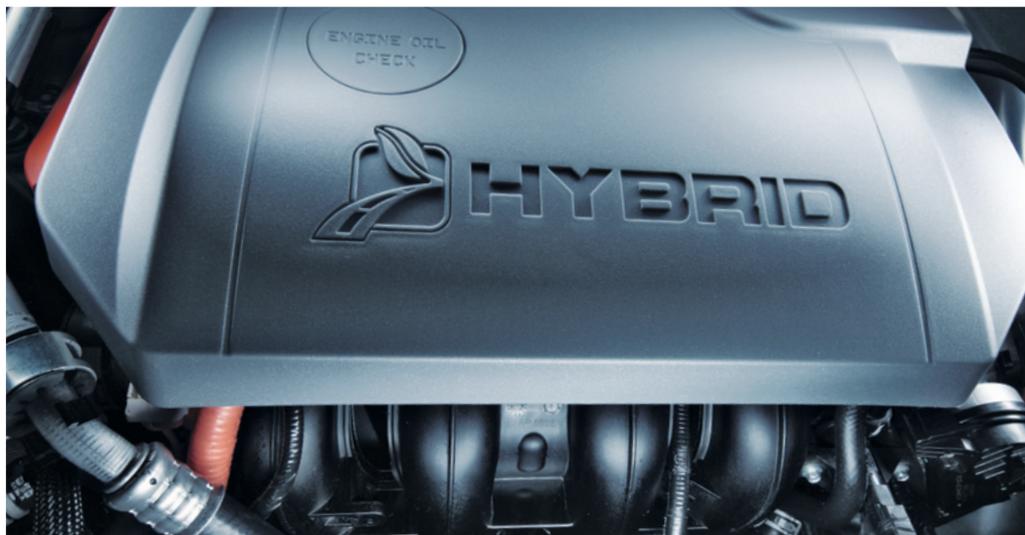
ができました。モデル構造が適切で、名前が可変であることにより、コードが非常に読み易く、分かりやすい構造になっています。コード効率も良好で、ベストプラクティスに注意しながら、さらなるコード効率向上に取り組むことができました。

私たちが自動コード生成機能を使用したモデルベース開発を選択した主な理由は、できるだけ少ない時間でより多くの開発を行うことにありました。目標は達成されました！これまで開発現場でモデルベースの自動コード生成に関する問題は発生していません。

今後のプロジェクトで TargetLink を使用する予定はありますか？

はい、次世代のバッテリーと制御システムは既に開発が進んでおり、すべて TargetLink を使用して行われています。引き続き、プロセスの初期段階において自動化とテストカバレッジをできる限り強化することを目指しています。私たちは、MIL と SIL のテスト機能のさらなる開発の推進に取り組んでいます。私たちの目標は、HIL レベルで見つかる欠陥を初期段階でゼロにすることです。設定したハードルは高いですが、過去 4 年間にわたって大幅な向上が見られました。

Swoish さん、本日は貴重なお話をありがとうございました。



Ford Fusion Hybrid は第二世代のハイブリッド技術に基づいています。