

エレクトリックパワートレイン開発における ECU テストの効率化

～VT システムと vTESTstudio の導入で自動化を加速～

環境性能や安全性能の向上に伴いクルマの制御システムは複雑かつ高度化しています。そのような中で、複数 ECU の統合的な制御を必要とするシステムが増えており、そのテストでは各 ECU の動作シーケンスの再現や精密な動作タイミングの検証が課題となっています。日立オートモティブシステムズ株式会社（以下、日立 AMS）は、エレクトリックパワートレインのシステム開発に CANoe、VT システム、および vTESTstudio を組み合わせたベクターのテストソリューションを導入して、こうした課題に対処しています。

◆クルマの高度化に伴い統合制御システムが増加

日立 AMS は、ハイブリッド電気自動車 (HEV) やプラグインハイブリッド電気自動車 (PHEV)、電気自動車 (EV) などのエレクトリックパワートレインシステムの開発を手掛けています。エレクトリックパワートレインシステムは、通常、リチウムイオン電池、インバーター、モーターなどと、それらを制御する複数の ECU で構成されますが、HEV や PHEV の場合は、これに加えてエンジン ECU やトランスミッション ECU などの従来のパワートレイン装置が組み合わさることになります。日立 AMS では、HEV システムの開発において、リチウムイオン電池、インバーター、モーター、エンジン用の各 ECU を統合制御するための ECU (以下、ハイブリッド制御ユニット) を用いています。統合制御の役割を担うハイブリッド制御ユニットのテストでは、次の 3 点が重要になると考えられます。

- (a) 単なる接続テストだけではなく、複数 ECU それぞれの動作シーケンスの再現や、精密な動作タイミングの検証
- (b) 接続されている他の ECU や CAN における模擬的な障害発生 (フォルトインジェクション) と、それらの検出および措置
- (c) これらテストの効率化および自動化

◆ CAN バス解析ができないなどの課題があった既存の HILS 環境

同社の情報安全システム事業部 設計開発本部 SI-制御システム設計部でエレクトリックパワートレインシステムのソフト開発を取りまとめている主任技師の藤本欽也氏は、従来のテスト環境を次のように説明します。「他の開発で以前使っていた HILS (Hardware In the Loop Simulation) 環境をハイブリッド制

御ユニットのテストにも適用していたのですが、機能的にさまざまな制約があり、テストが非効率なものとなっていました」

具体的な課題として、既存のHILS環境はCANバスにメッセージは出力できるもののCANバスの解析機能がないこと、および、CANバス、ECU、CANメッセージ、シグナルの特性などを記述したDBCファイルが読み込めないことなどを藤本氏は挙げています。

このように従来のHILS環境ではCANバスの解析ができないため、単体ECUおよび車両ネットワーク全体の開発、テスト、および解析機能を備えたベクターの「CANoe」を併用していました。ただし、「なんらかのポイントを設定しておいて双方のデータのタイミングを一致させるなど、HILSでの入出力とCANoeでの解析とを手作業で対応させて確認しなければならず、余分な手間が発生していました」と藤本氏は指摘します。

◆ベクターのソリューションでテスト環境を一元化

ハイブリッド制御ユニットのテストの効率化を図るために、日立AMSが新たに導入したのが、ベクターが提供する「VTシステム」(図1)と「vTESTstudio」でした。

VTシステムはI/Oインターフェイス用のハードウェアで、CANバスモジュール、抵抗負荷モジュール、アナログ入出力モジュール、電源制御モジュールなどが用意されており、測定したデータをCANoeに取り込んで表示したり、CANoeの指示に従ってメッセージや信号を出力することが可能です。一方のvTESTstudioは、CANoeのテストシーケンスを作成するツールで、ドラッグ＆ドロップで簡単にテストシーケンスが作成できる「Test Table Editor (図2)」やグラフィカルな「Test Diagram Editor (図3)」、プログラミングベースの「Programming Editor」などの機能を有しています。「ベクターからソリューションの紹介があって簡単な講習会を開いてもらったところ、信号の測定が容易になるほか、テストシナリオなどがかなり自由に組めることが分かり、当社の開発に活用できそうとの感触を得て選定しました」(藤本氏)。また、同じくSI制御システム設計部で技師の武藤博之氏は、「ベクターのツールはCANバスとの親和性が高いところを評価しました」と説明します。

以上のように、これまでのサードパーティー製のHILSとベクターのCANoeの組み合わせから、CANoe、VTシステム、およびvTESTstudioの組み合わせに切り替えることで、日立AMSでは自動テスト環境をベクターのテストソリューションで一元化しました。



図1: VTシステム (19インチラック用のバックプレーンにより、1ケースあたり最大12枚のモジュールを搭載可能)

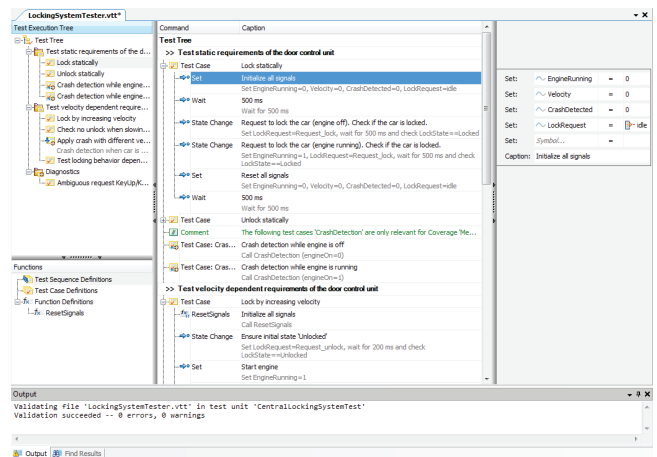


図2: vTESTstudioのTest Table Editor

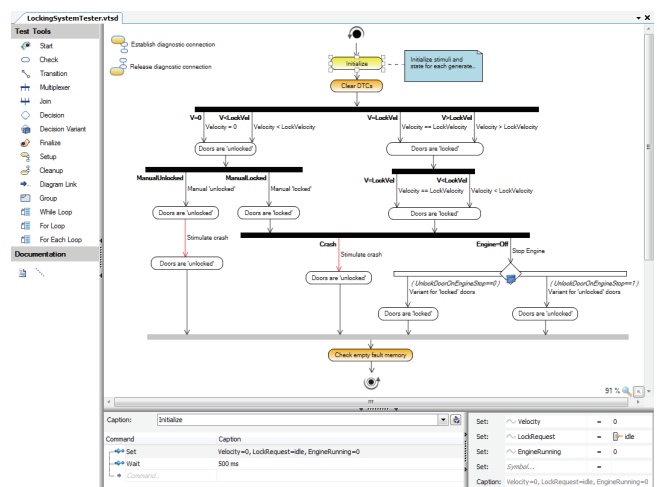


図3: vTESTstudioのTest Diagram Editor

◆ vTESTstudio でシナリオを作成しテストや判定を自動化

日立 AMS での CANoe、VT システム、および vTESTstudio の使用方法から、いくつかのテスト項目を紹介します。

まずは、HEV の「Ready 状態」（イグニッションオン後の走行が可能状態）の再現テストです。「ハイブリッド制御ユニットで Ready 状態を作るには、周囲の ECU から CAN バスを介してさまざまな情報を適切なシーケンスで受け取らなければなりません。そこで vTESTstudio でテストシナリオを作って、そうしたシーケンスを効率よく再現しています」（藤本氏）

ハイブリッド制御ユニットが持つ、CAN メッセージのルーティング機能の検証にも vTESTstudio を活用しています。2 系統あるうちの片方から受け取った CAN メッセージを、正しい順番で、誤りなく、他方の CAN バスに出力していることを確認するテストです。

「バスオフのテストにも活用しています」と武藤氏は述べます。ハイとローとを衝突させたような CAN バス上の障害を発生させ、バスオフへの移行や正常状態への復帰などを確認するテストですが、vTESTstudio と VT システムを併用することで、正確なタイミングとスケジュールで信号の制御と観測を実現できるようになりました。

ハイブリッド制御ユニットの電源オンオフ試験にも適用中です。「電源のオンとオフだけをひたすら繰り返して、正常に起動することを確認する単純な試験ですが、シーケンスで組んだあとはマウスをクリックしてテストを実行するだけなので、夜間も自動でテストが進み、非常に効率的だと感じます」と武藤氏も効果を述べています。

また、CANoe の「XCP オプション (CANoe.XCP)」を用いて、診断結果が格納された RAM 値を XCP を介して ECU から読み出し、その結果に基づいてテストシナリオのフローを切り替える、といった使い方もしているそうです。

◆ 自動化により効率性に加えてテストの精度が向上

同じく SI-制御システム設計部の石井良和氏は、「vTESTstudio でテストシナリオを作成するにはそれなりの時間が必要ですが、一度シナリオを書いてしまえば類似のテストを効率よく繰り返し実行できますので、とくに『N 増し試験』（試行回数を増やす試験）に適していると感じます」と、導入で効率が上がったことを説明します。なおテストシナリオとしては、派生的なものも含めて、500 本近くを作成済みとのこと。

藤本氏も、「ベクターのテストソリューションに切り替えたことで、テストシナリオ作成の工数を考えても総合的には 30%程度の効率化が図れたと感じています。また、自動化により手動ではできない精度でのテストが実現できる環境が整ったことも導入効果だと考えています」と、VT システムおよび vTESTstudio の導入を評価しています。日立 AMS では、ADAS 関連の ECU

でも自動テスト環境の構築を進めており、今後もテストシナリオのさらなる拡充も含めたテストの自動化に取り組んでいく予定です。現在、自動車の分野においては、電動化、安全支援機能、そして自動運転の開発競争が盛んになってきており、自動車メーカーやサプライヤーには、市場の変化や技術の進化へのさらなる対応力が求められています。ベクターは、高度化する ECU 開発を支える先進のソリューションを、これからも提供していきます。

■ 画像提供元：

表紙画像、図 1、2、3：ベクター・ジャパン株式会社

■ 本件に関するお問い合わせ先

ベクター・ジャパン株式会社 営業部
(東京) TEL: 03-5769-6980 FAX: 03-5769-6975
(名古屋) TEL: 052-238-5020 FAX: 052-238-5077
E-Mail: sales@jp.vector.com