



通信テストを VT システムと vTESTstudioの環境に統合

～テストの効率化とテスト資産の再利用化を推進～

日立 Astemo は、統合テストにおいて、プロジェクトごとに仕様が異なるアプリケーションソフトのテストと、プロジェクトによらず共通する部分が多い通信部分のテストとを分離し、後者をベクターの「VT システム」と「vTESTstudio」で構築した環境に移行して、自動化を含むテストの効率化とテスト資産の再利用化を進めています。

アプリケーションソフトのテストと

通信／BSW のテストを分離して効率を向上

日立オートモティブシステムズ、ケーヒン、ショーワ、日信工業が経営統合して 2021 年 1 月 1 日に誕生した日立 Astemo 株式会社は、日本を代表するサプライヤーの一社として、電動パワートレインシステム、エンジンパワートレインシステム、車両運動統合システム（シャシー）、自動運転・先進運転支援システムなどを自動車メーカー（OEM）に供給しています。

クルマの電子化が進むなか、同社は以前から HILS 環境を導入して、複数の実 ECU を組み合わせた統合テストの効率化と自動化に取り組んできました。ただし、OEM のテスト環境と共通化を図るためにプロジェクトごとに HILS 環境を構築する必要があり、結果としてプロジェクトをまたがる効率化やテスト資産の再利用化（横展開）が課題となっていました。

そこで同社は、プロジェクトごとに仕様が異なるアプリケーションソフトのテストと、プロジェクトによらず共通する部分が

多い通信仕様や AUTOSAR の BSW 仕様のテストを分離することにし、前者は従来どおり HILS 環境を用いる一方で、後者についてはベクターの「VT システム」と「vTESTstudio」で構築したテスト環境に移して、プロジェクトをまたがるテスト資産の再利用化を進めています（図 1）。

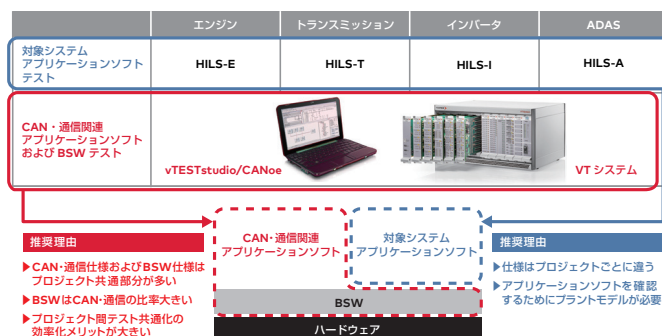


図 1. アプリケーションソフトをテストするプロジェクト個別の HILS 環境と、通信仕様や BSW 仕様をテストするプロジェクト共通の VT システム環境の併用によって、統合テストの効率化とテスト資産の再利用化を推進

通信部分および BSW 部分のテストにベクターのソリューションを選定した理由について、日立 Astemo で設計・テストプロセスやツール環境の整備を担うソフトウェア事業部 ソフトウェア技術部の佐藤陽春氏は次のように述べています。「クルマの電子化に伴って通信メッセージの種類が増大しているほか、CAN だけではなく、FlexRay、LIN、車載 Ethernet などの導入も拡大しています。ベクターの VT システムは、HILS とは違って大規模なプラントモデルには適しませんが、異常状態を含む通信機能のテストに強く、また、vTESTstudio を使えばテストの自動化を推進できることなどを評価し、選定しました」。

ベクターの VT システムは、実 ECU の入出力信号の模擬および測定、断線や短絡など信号異常の再現、および、実センサーや実アクチュエータとの接続などが可能なモジュール型のテスト装置で、ECU の開発・テストツールであるベクターの「CANoe」によって制御されます。さまざまな通信仕様をサポートしており、CAN、CAN FD、LIN、FlexRay、Ethernet などに対応したモジュールが用意されています。

vTESTstudio はテストの自動化を実現するツールです。テストスクリプトの記述言語であるベクターの CAPL などを使ったテストシナリオの作成、バリエーションを含むテストシナリオの管理、テストシーケンスの管理などの機能を備えています。

およそ 1,000 件のテスト資産を蓄積 統合テストの自動化も推進

ベクターの VT システムを用いて構築されたテスト環境は、車載ソフトウェア開発におけるプロセス参照モデルやプロセスアセスメントモデルを定めた Automotive SPICE において、「SWE.5 ソフトウェア統合と統合テスト」および「SWE.6 ソフトウェア適格性確認テスト」で主に用いられています。

テストシステムの構成例を図 2 に示します。複数の実 ECU の I/O 信号を VT システムに接続し、vTESTstudio からテストシナリオが与えられます。本図には記載されていませんが、テストの実行と VT システムの制御は CANoe が担っています。おおまかなテスト項目は図 2 の左上にあるとおりで、ECU 入出力チェック、CAN 送受信チェック、診断機能チェック、リプログラミング機能チェック、ゲートウェイ機能チェック、セキュリティ機能チェック、実負荷切替 自動キャリブレーション

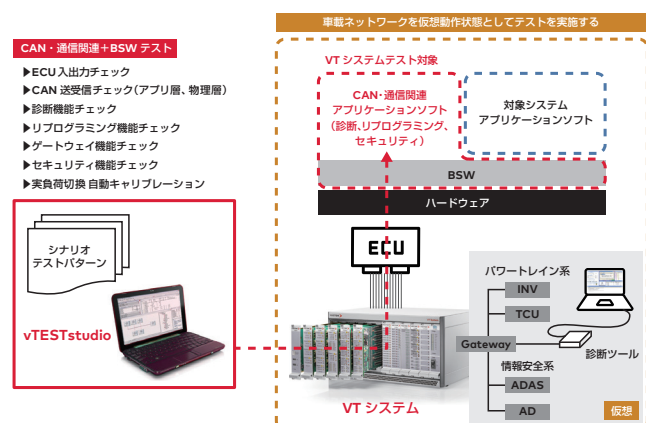


図 2. VT システムと vTESTstudio を用いたテスト環境の構成

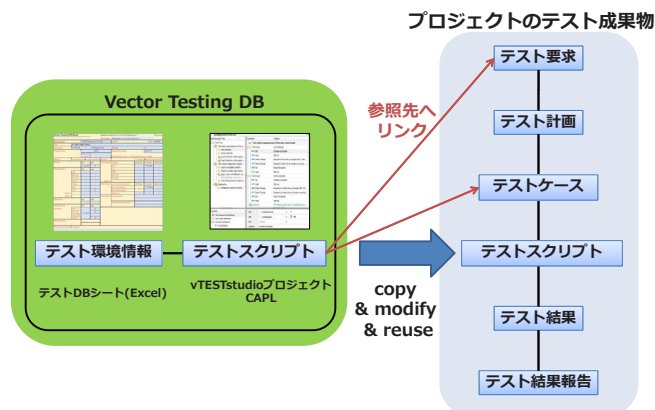


図 3. テストスクリプトの再利用を促すテストスクリプトのデータベースの構成

現在までに作成されたテストスクリプト件数はおおよそ 1,000 件で、再利用に備えて「Vector Testing Database」という名称でファイルサーバーに格納されています（図 3）。「テスト設計者とテスト実施者が異なった場合でも効率的に再利用できるように、どのテスト要求に対するスクリプトなのか、どのテストケースに対するスクリプトなのか、といった紐付けの情報も管理しています」（佐藤氏）。

同社は vTESTstudio を使ったテストの自動化にも取り組んでいて、一部の ECU の通信テストにおいては、テスト全体のおおよそ 80%の自動化を実現済みとのことです。「vTESTstudio で構成したテストシーケンスをスタートさせた後は他の業務を進めることができるため、とても効率的です」と佐藤氏は述べています。

また、佐藤氏らのチームでは、全テストケースのサブセットで構成されるスモークテストや、バスや信号の異常を模擬した異常系テストなどをテストスイートとして作成しておき、ソフトウェアのリリース前に実行して品質の確認に活用しているそうです。複数の OEM の複数の車種を扱っているため、ソフトウェアのリリースが頻繁に発生することが多く、こうした工夫はテストの効率向上に有効と言えるでしょう。

テストシナリオとパラメーターを分離 通信仕様の変更に要する工数を 1/5 に

同社におけるテスト実行の流れを要約したものを図 4 に示します。図にあるように、まずテスト要件①からテスト仕様③を作成し、続いてテストシナリオ④を作成。並行して、OEM から提供されたインターフェイスドキュメント②から内製ツールを使ってパラメーターファイル⑤を自動的に生成し、テストシナリオ④とパラメーターファイル⑤を vTESTstudio でコンパイルして実行用テストパターン⑥を作成したのち、CANoe 上で実行して⑦、最後にレポート⑧を出力する、というのが一連の流れです。

「OEM から提供される通信インターフェイス仕様には数千件のメッセージ定義が含まれるため、テストシナリオにパラメーターとしてそのまま組み入れてしまうとメンテナンス性が悪くなってしまいます。そこで、テストシナリオ④とメッセージパラメーター⑤と

を分離することにして、通信メッセージの仕様変更にも速やかに対応できるように工夫しました」と佐藤氏は説明します。

OEMによって通信メッセージ仕様変更された場合、従来はテストシナリオを都度修正していましたが、作業量が多く、かつ、手作業によるミスが入り込む余地があったと、佐藤氏は以前の課題を説明します。そこで、シナリオ本体とパラメーターとの分離に加え、軽量のスクリプト言語である Python を使ったパラメーターファイル⑤の自動生成により、効率の向上とミスの排除を図っています。「仕様変更されたときの修正工数を、従来のおよそ 5 分の 1 にまで削減できました」と佐藤氏は評価しています。

なお、インターフェイスドキュメント②のフォーマットは OEM ごとに異なっているため、パラメーターファイル⑤の自動生成ツールを OEM ごとに用意するなどの工夫で対応しているそうです。

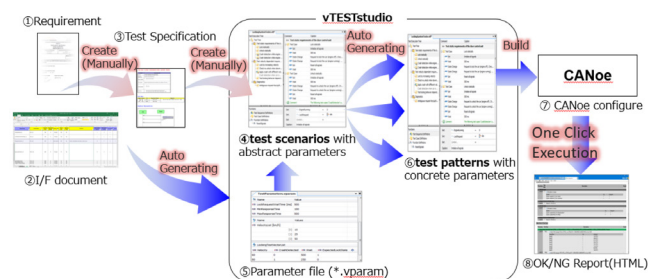


図 4. テスト仕様およびインターフェイスドキュメントからテスト実行までのファイルの流れ

CI/CT や仮想 ECU でのテストにも取り組む ベクターのツールでテストの深化を目指す

佐藤氏のチームでは、新たに二つの取り組みを進めています。一つが VT システムを用いた CT (Continuous Testing) です。ソフトウェアをビルドしたときに、続けてテストを実行して、開発(修正)、ビルド、テストというサイクルを短くする、いわゆる「CI/CT」(Continuous Integration/Continuous Testing)の試行を進めています。GitLab CI や Jenkins など、ソフトウェア開発の自動化を実現するツールと組み合わせる環境を検討中です。

もう一つが仮想 ECU の取り組みです。実 ECU の台数に制限があることも多く、仮想 ECU で統合テストを実施できれば、複数の環境を用意して並行でテストを進めることができます。「実 ECU と仮想 ECU が機能的に同一という保証が得られれば、たとえば CI/CT のサイクルでは仮想 ECU を用いたテストを実施し、リリース前には実 ECU を用いたテストを実施する、といった棲み分けが可能と考えました」(佐藤氏)。

AUTOSAR 互換であるベクターの「MICROSAR」の BSW 部分(および SW-C 部分)を Microsoft Windows 10 上に仮想的に実現するベクターの「vVIRTUALtarget」を用いて、MICROSAR ベースで構築された ECU の通信機能をエミュレー

トし、実 ECU 用に作成したテストスクリプトを仮想 ECU 上で動かしてテストを実施しようという試みです(図 5)。

すでに、実 ECU 用のテストスクリプトのうち、VT システムを通じて電源や信号を直接操作する箇所や実通信ポートを定義する箇所などを修正するだけで、vVIRTUALtarget の仮想 ECU でもテストを実行できることを確認しているそうです。

佐藤氏は、「これら VT システムを用いた CI/CT および仮想化については引き続き試行と評価を進め、実際の開発プロジェクトへ適用したいと考えています。」と述べています。

日立 Astemo は以上のような取り組みを通じて、統合テストの一層の効率化を進めていく考えです。佐藤氏は、「ベクター・ジャパンには、環境の選定、導入、運用に際し、多くのご協力を頂きました。結果として、統合テストの効率化や自動化で大きな成果を得ることができたと考えています。ただし、VT システムや vTESTstudio が持つ豊富な機能をまだ十分には使いこなせていないところもありますので、引き続き、技術サポートや提案を頂ければ幸いです」と述べています。

クルマの複雑化と高度化が進むなか、ベクターでは効率化や自動化を推進するソリューションを通じて、日立 Astemo をはじめとするお客様の課題解決に取り組んでいきます。

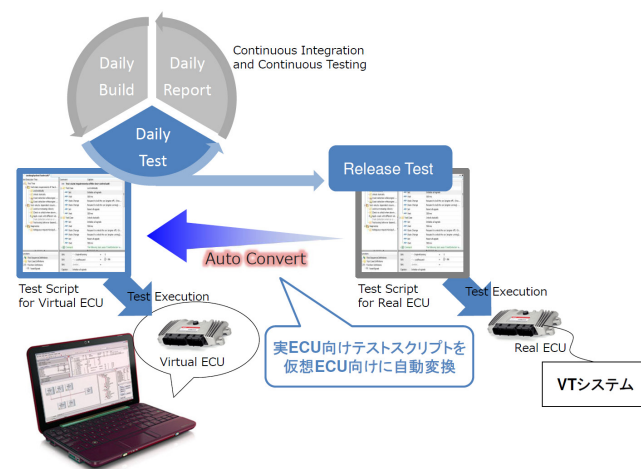


図 5. vVIRTUALtarget を用いた仮想 ECU によるテストの概要と、テストスクリプトの流れ

画像提供元

表紙画像：ベクター・ジャパン株式会社

図 1、2：日立 Astemo 様よりご提供の図を基にベクター・ジャパンにて加工

図 3、4、5：日立 Astemo 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: 03-4586-1808 (名古屋) TEL: 052-770-7180

E-mail: sales@jp.vector.com