



## CI/CT 環境に CANoe4SW Server Edition を採用 併せて SIL Kit を導入して他社ツールと連携

Astemo 株式会社（以下、Astemo）は、ECU および車載ネットワークの開発・テスト・解析ツールである CANoe のヘッドレス版である CANoe4SW Server Edition を用いて、vVIRTUALtarget で生成した仮想 ECU を対象とする CT 環境を構築しました。テストによっては体感で 30% 程度の効率化を得ています。また、サードパーティ製の ECU 仮想化シミュレーションツールをベクターの SIL Kit を使って CANoe に連携させた環境の評価も進めています。

### 2018 年から段階を経て CI/CT を導入

ソフトウェアの開発手法は時代とともに変化してきました。2010 年代半ばからウェブアプリケーションの開発を中心に広まったのが Continuous Integration/Continuous Delivery（または Deployment）を略した「CI/CD」です。

CI/CD は、ソースコードの変更、インテグレーション（ビルド）、テスト、およびデリバリー／デプロイメントのサイクルを、頻度高く、かつ、自動的に回して品質と開発効率の向上を図る手法であり、インテグレーションとテストを自動化した CI/CT（Continuous Integration/Continuous Testing）と合わせて、自動車業界でも活用が広がっています。

CI/CT の段階的な導入に取り組んできたのが、日本を代表するサプライヤーの一社である Astemo です。パワートレイン ECU の場合で次のようなステップを踏んできました。

- (1) 2018 年頃～：ベクターの vVIRTUALtarget を導入して AUTOSAR Classic 互換の MICROSAR Classic（BSW レイヤー）を仮想化し、CANoe（通常版）を組み合わせて、実 ECU を用いることなくテストを高速かつ自動的に実行する環境を構築（テストの自動化に向けた仮想化）
- (2) 2020 年頃～：ソースコードを管理する GitLab や、リポジトリを管理する Artifactory を導入し、コンフィギュレーション、コード生成、ビルドなどの処理を一括で行う環境を構築（CI の試行）
- (3) 2022 年頃～：コマンドで制御できるベクターの CANoe4SW Server Edition や、自動化ツールである Jenkins を導入して、インテグレーションからテスト実行までを自動化するとともに、適用範囲を拡大（CI/CT の実現）

このうちの (1) と (2) については、2021 年 11 月公開の導入事例「vVIRTUALtarget によるエンジン ECU の仮想化で BSW テストの効率化を実現」にまとめてありますのでご参照ください<sup>[1]</sup>。今回は (3) を中心に取り上げます。

## 開発課題解決のため CI/CT のスキームを確立

Astemo で、社内の開発・検証環境の標準化や自動化などを共通的に担当しているのが、SDV プラットフォーム統括本部 SDV プラットフォーム開発本部です。同本部が確立した手法や選定したツールは、社内の製品ソフトウェア開発部門に展開されます。

SDV プラットフォーム開発本部 ソフトウェアプラットフォーム開発部の鈴木凱喜氏は CI/CT の標準化に取り組んできた狙いを次のように説明します。「ソフトウェア開発はビルドやテストなどさまざまな工程で構成されています。処理の途中で人の手を介さずに一気通貫で処理できるのが CI/CT のメリットであり、問題があった場合に速やかに手戻りができて効率も高まります。そうした主旨のもと、CI/CT フローの確立に取り組んできました」

また、シニアマネージャーの佐藤陽春氏は、外部コントラクターと共同でソフトウェアを開発する際の課題も CI/CT での解決が期待できると明かします。「外部コントラクターが開発したソフトウェアと Astemo が開発したソフトウェアを最終段階で合わせ込む際に、それぞれの開発環境が異なるためにうまくインテグレーションできないという課題が生じていました。CI/CT 環境を構築して、Astemo と外部コントラクターが共通的に利用できるようにすれば、そうした課題を解決できるとともに、品質向上も図れると考えました。同様の課題は OEM（自動車メーカー）と共同でソフトウェアを開発するケースでも考えられます」

同本部が構築した CI/CT 環境の概要を図 1 に示します。構成要素は次のとおりです。

- (1) GitLab などの構成管理ツール（開発プロジェクトにより異なる）
- (2) 「CI Runner」と呼ばれる CI ジョブの実行環境（物理サーバー）
- (3) テストジョブを自動的に起動する Jenkins
- (4) 「Test Runner」と呼ばれるテストの実行環境（物理サーバー）

CI/CT の流れは次のとおりです。

- (a) 開発者は変更したソースコードや作成したテストシナリオを構成管理ツール（GitLab など）のリポジトリに登録する
- (b) リポジトリへのファイル登録や予め定められたスケジュールにより CI ジョブがトリガーされ、CI Runner 上でビルドやテストに必要な情報が収集・加工される
- (c) テストケースやテスト対象ソフトが Test Runner に転送されたのち、Jenkins を介して CT ジョブがトリガーされ、Test Runner 上でテスト処理が行われる
- (d) ビルドやテストの結果が開発者にレポートされる

構成管理ツール（リポジトリ）は開発プロジェクトごとに用意され、Astemo の担当者や外部コントラクター等が使用しています（実際の運用はそれぞれの開発プロジェクトで決められています）。

「CI Runner と Test Runner の間に Jenkins を挟んでいる理由は、構成管理ツールの違いに柔軟に対応するためです。Jenkins を呼び出すところまでを構成管理ツールごとに作成して、Test Runner の手前で違いを吸収するように工夫しました」と、鈴木氏は説明します。

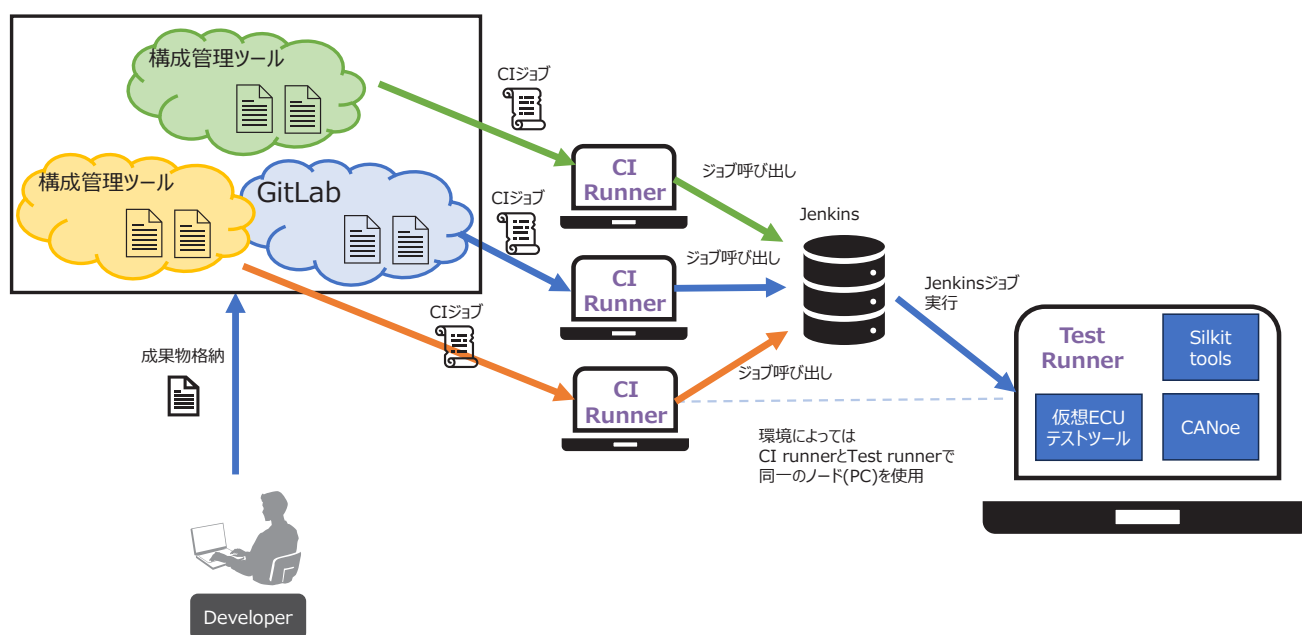


図 1. Astemo における CI/CT の構成

なお、図 1 では CI Runner が 3 台、Test Runner が 1 台となっていますが、必ずしも実際の台数を表すものではありません。プロジェクトによっては、ファイル転送のオーバーヘッドを削減するために、CI Runner と Test Runner を同じ物理サーバー上に構築する場合があります。

## CANoe4SW Server Edition を導入して CT 環境を構築

Astemo は Test Runner 環境にベクターの CANoe4SW Server Edition を導入しました。ECU および車載ネットワークの開発・テスト・解析用ツールとしてさまざまなプロジェクトで使われている CANoe には 4 種類のバリエーションがあり、そのうちの CANoe4SW Server Edition は SIL (Software-In-the-Loop) や CT を対象にしたグラフィックユーザーインターフェイスを持たないソリューションです (図 2、図 3)。「テストの自動化や CI/CT をベクター・ジャパンに相談していたときに CANoe4SW Server Edition の紹介を受けたのが導入のきっかけでした」と佐藤氏は説明します。

手順としては、まず通常バージョンの CANoe を用いて通信およびテスト環境を構築。おおむね完成した段階で、社内のオンプレミスサーバーにインストールした CANoe4SW Server Edition への移行作業を進めました。「環境設定用の YAML ファイルの書き方や、テストに使用する CAPL ファイルの記述変更に関して、ベクター・ジャパンのサポートも受けながら進めました」(鈴木氏) なお、テストシナリオの作成にあたっては、CAN バスのシグナル仕様が OEM ごとに異なるため、OEM から提供される仕様ファイルを内製ツールで変換し、テストシーケンス作成ツールであるベクターの vTESTstudio にパラメータ(vparam)を与えて、仕様の違いに対応しています。

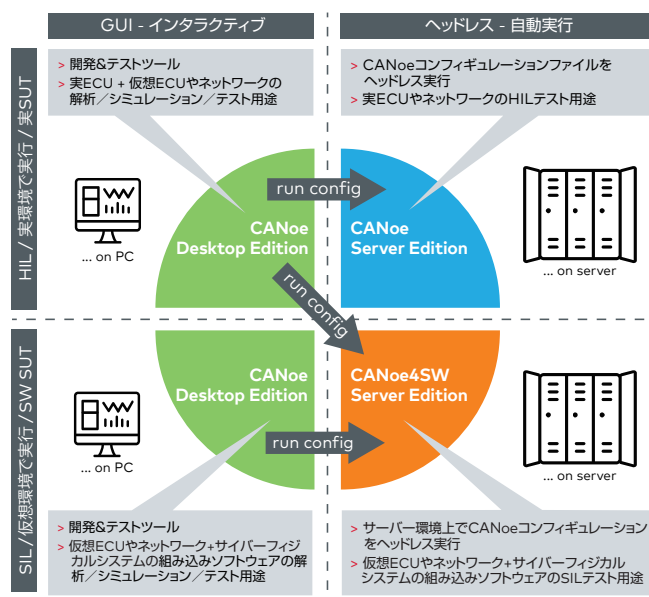


図 2. CANoe 製品エディションと、CT に適した CANoe4SW Server Edition の位置付け (右下)

パワートレイン ECU における CI/CT では、ベクターの vVIRTUALtarget を用いて MICROSAR classic 環境を仮想化し、CANoe4SW Server Edition を CAN 通信の対向にして、テストの自動化を実現しています。主なテスト対象は、MICROSAR Classic を構成する COM (COMMunication) モジュール、DEM/FIM (Diagnostic Event Manager/Function Inhibition Manager) モジュール、および、DCM (Diagnostic Communication Manager) モジュールです。

効果としては、テストの内容にもよりますが、CI/CT の一回のサイクルごとにおおむね 30 分から 1 時間程度の削減が実現されています (図 4)。「テスト工程の合間で人がやらなければならない作業がなくなるとともに、操作ミスによるヒューマンエラーが減る

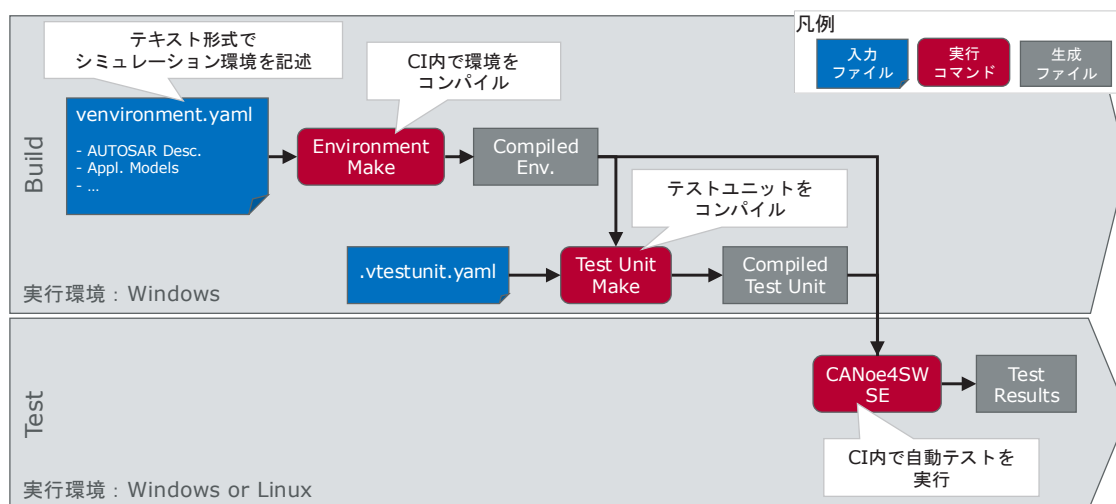


図 3. CANoe4SW Server Edition における CI/CT のおおまかな流れ

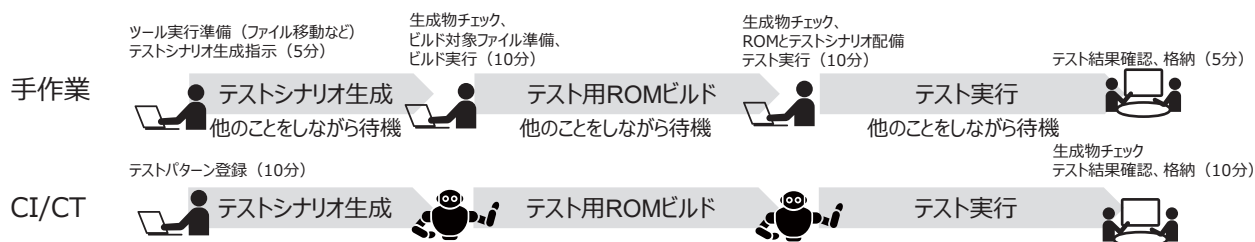


図 4. ビルドおよびテストに関して、手作業による工数（時間）と CI/CT での工数の比較イメージ

など、数字には表れてこない定性的な効果が大い、といった感想を開発プロジェクトから聞いています」と佐藤氏は説明します。また、体感では 30%から 40%の効率アップが得られているとのこと。

なお、Astemo では、ECU ハードウェアの振る舞いを確認するテスト（たとえば CAN バスの断線テスト）に関しては、実 ECU とベクターの VT System とを組み合わせた環境を用意して対応しています。

### 「SIL Kit」でサードパーティ製 仮想 ECU ツールを連携

前述の環境は主に BSW レイヤーを対象にした取り組みですが、Astemo ではアプリケーションレイヤー（SW-C 部分）のテストの効率化を図るために、ベクターの「SIL Kit<sup>[2]</sup>」の活用も始めています。SIL Kit はベクターがオープンソースとして無償提

供しているライブラリで、サードパーティ製のテストツール、マイコンエミュレータやシミュレータ、仮想 ECU、モデル、およびアプリケーションソフトウェアをつなぐ仕組みです（図 5）。

同社は、サードパーティ製の仮想 ECU シミュレーションツールで CAN 通信のテストを実施するために、そのツールと CANoe とを SIL Kit を介して連携させた環境を構築し、評価を進めています（図 6）。このとき、テスト対象ではない BSW の部分は固定値に設定するなどの工夫をしています。

「ツールの連携では設定ファイルの作成に少し苦労しましたが、仮想 ECU シミュレーションツール単体ではできなかった CAN 通信のテストができるようになりました。また、使い慣れた CANoe を活用できるため、CAPL や自動テストパターンなど CANoe に関する経験を生かせるのも SIL Kit のメリットと感じています」と鈴木氏は説明します。

今後の評価を経て、パワートレイン ECU 以外への適用も含め、本格的な活用を進めていく考えです。

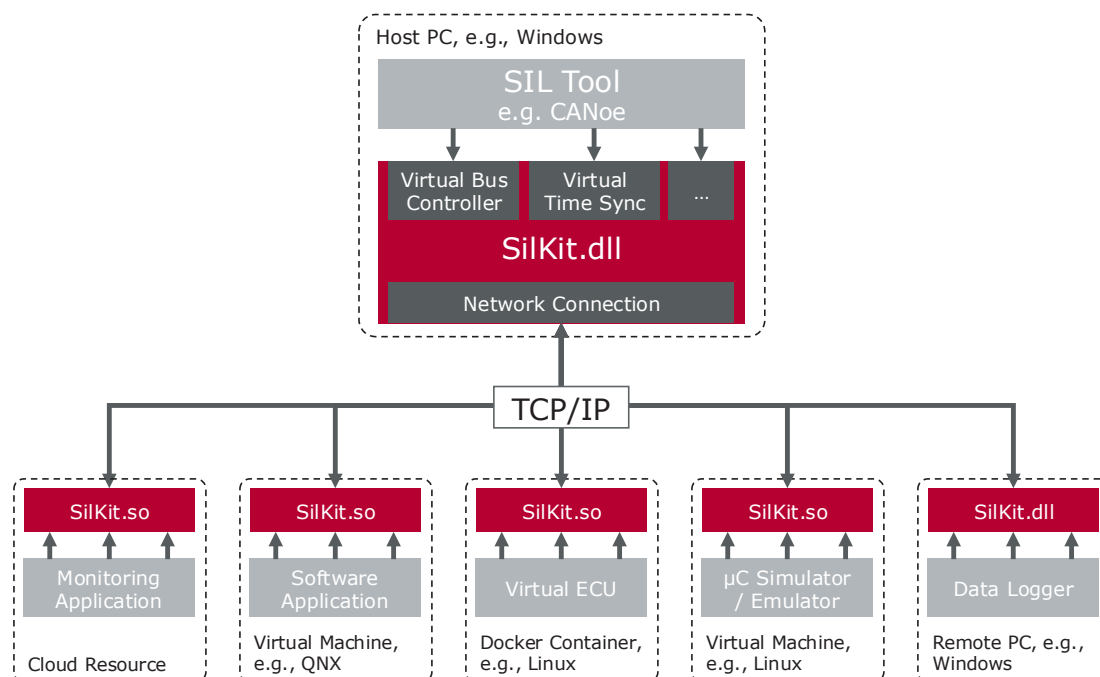


図 5. サードパーティ製ツールの連携を実現するベクターの SIL Kit。「SIL アダプター」（インターフェイス）を備えたツールに対応している

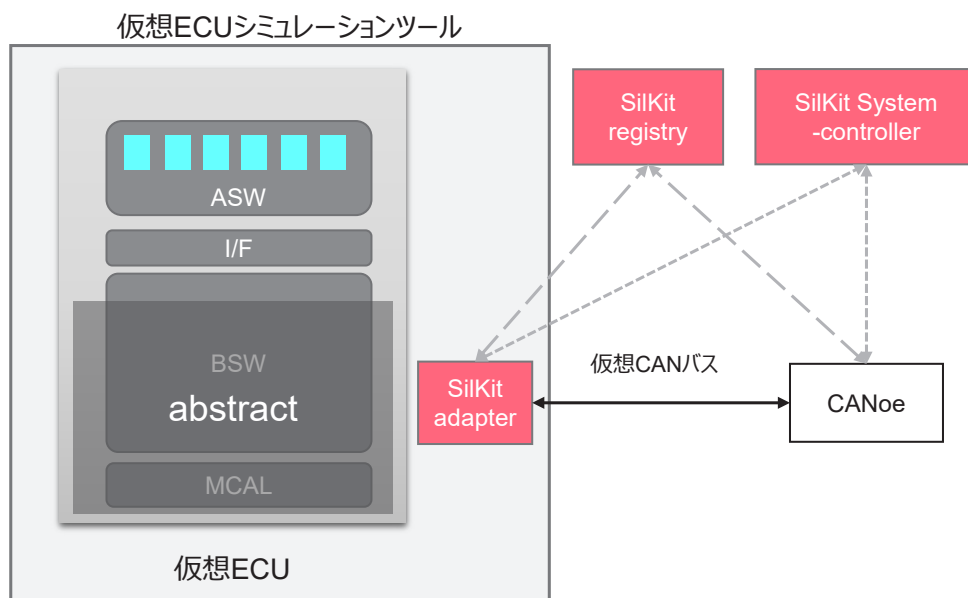


図 6. アプリケーションソフト (ASW) のテストを目的とした Astemo における環境。サードパーティ製の仮想 ECU シミュレーションツールを SIL Kit を介して CANoe に接続し、CAN バスのテストを実施している。BSW (図の abstract の部分) は固定値に設定したり簡易処理に置換している

## SDV の時代に向けて CI/CT の進化に取り組む

佐藤氏は総括として、仮想 ECU 環境での CI/CT が実現できたことで、基本的な機能検証を効率的に実行できるようになったと述べています。また、鈴木氏は、ベクターの CANoe4SW Server Edition に関して、「コマンドラインで制御できるため、自動化に対応しやすいと感じました」と評価しています。現在は、物理 PC の台数削減を目的に、CI Runner をクラウドインスタンス上あるいはコンテナ上に実装するなどの試行を進めているそうです。

今後、自動車が Software-Defined Vehicle (SDV / ソフトウェア・デファインド・ビークル) へと進化していく中で、佐藤氏は「車両開発におけるソフトウェアの重要性がますます高くなり、より高度な機能をより効率的に開発していくことが重要です。仮想化や CI/CT の導入は欠かせないと感じます」と指摘します。将来は、Ethernet など CAN 通信以外の車載ネットワークの CI/CT 化や、車両内部で閉じる in-car 領域のテストだけではなく、コネクテッドなどのいわゆる out-car 領域と連携したテストへの適用拡大も図っていききたい考えです。

ベクターは CT を含む自動化をサポートするツールの提供に引き続き取り組むとともに、通常版の CANoe から CANoe4SW Server Edition へのスムーズな移行など、お客様の要望を実現するため、使いやすさの向上にも注力していきます。

〔\*1〕 導入事例「vVIRTUALtarget によるエンジン ECU の仮想化で BSW テストの効率化を実現」

<https://www.vector.com/jp/ja/download/technicalarticle-hitachiastemo-vtt-jp/>

〔\*2〕 SIL Kit (ベクターが無償提供するオープンソースライブラリ)

<https://github.com/vectorgrp/sil-kit>

画像提供元：

図 1、4、6：Astemo 株式会社

表紙画像、図 2、3、5：ベクター・ジャパン株式会社

記載されている会社名、製品名は、各社の商標または登録商標です。所属、役職、諸元、ソリューション名などは、本記事発行時点の情報です。

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

TEL: 03-4586-1808 E-mail: sales@jp.vector.com