

車載組込みソフトウェア開発のプロセス改善活動

三田事業所 技術第2部
本多 淳二

1. まえがき

近年、車載組込みソフトウェアは、高度な機能が求められている一方で品質要求も高まっている。

そのような状況の中、ソフトウェアの品質を確保する手法として、AutomotiveSPICE(以下、A-SPICE)に沿った開発を実施することが自動車業界では主流となっている。

当部では、A-SPICEギャップアセスメント^(注1)を受診し、ソフトウェアテストにおいて、3段階あるテストフェーズの最終段階にテスト項目が集中し過ぎているとの指摘を受けた。

そこで、各テストフェーズで行うべきテスト項目を定義し、網羅性の高いテストが実施できるようプロセス改善を実施した。

2. 当部のソフトウェア開発の特徴

2.1 システム構成

当部では、すべてのビジネスユニットにおいて、規模の大小(約100~300KSLOC(Source Line of Code))はあるものの図1のような構成で動作するマイコンに組込むソフトウェアの開発を担当している。

自動車メーカーの要求に合わせた新規ハードウェアを直接制御するソフトウェアであり、開発要素の多いことが特徴である。

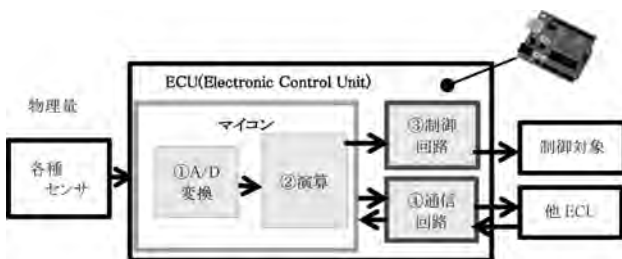


図1. システム構成図

- ①物理量(アナログ量)をA/D変換しデジタル値に変換
- ②デジタル値から制御対象の制御量を算出
- ③マイコンからの制御量を制御対象に出力
- ④制御情報、故障診断結果などを他ECUと相互通信

2.2 開発ライフサイクル

当部では、ソフトウェア開発において、ソフトウェア設計領域~ソフトウェアテスト領域を担当している。図2にA-SPICEで定義されているソフトウェア開発ライフサイクルを示す。

ソフトウェア設計領域とソフトウェアテスト領域で分業し、それぞれ成果物を遅滞なく伝達・共有し、イテレーティブに開発するスタイルである。

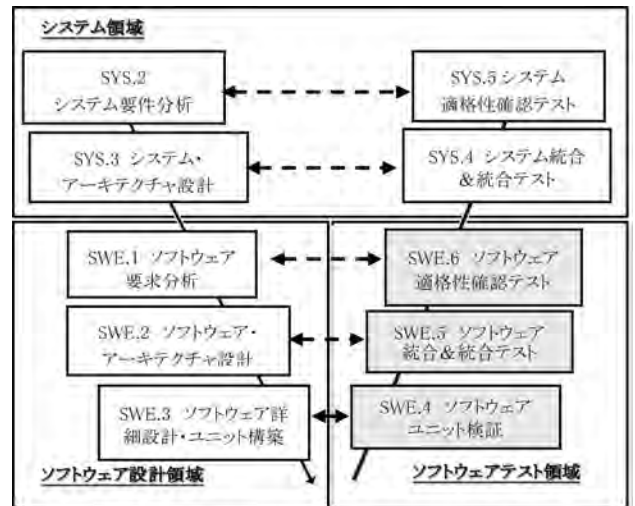


図2. ソフトウェア開発ライフサイクル

3. 活動内容

ソフトウェア適格性確認テストに、テスト項目が集中している要因を分析した結果、以下の課題があることが判明した。

- (1) ソフトウェアの繰り返し開発が多く、分業が進んだ結果、個別の作業レベルの伝達・情報共有は行われているが、本来行うべき全体でのテスト設計が十分できておらず、担当者のスキルに依存したテストになっている。
- (2) ソフトウェアテスト領域の各プロセスで行うべきテスト内容が、事前に定義されていないため、ソフトウェア設計領域とソフトウェアテスト領域のカバレッジが明確になっていない。

この課題を解決するため、以下の対策を実施した。

(注1) 改善活動を具体的に始める前に、プロセスの強み、弱みを調査分析し、改善点を洗い出すために行う。

3.1 全体テスト計画書の策定

全体テスト計画書を作成し、ソフトウェアテスト領域の各プロセスに割り振るテスト項目の基準を定めた。

全体テスト計画書では、体制、スケジュール、役割、責任などととも、各プロセスのテスト方針についても下記(1)～(3)に示す定義とした。図3にイメージ図を示す。

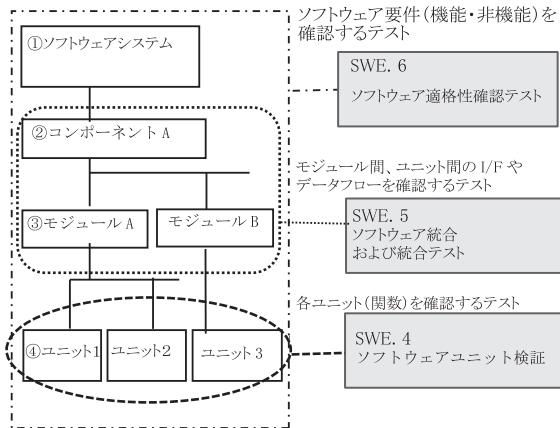


図3. テスト工程ごとのテスト対象

①ソフトウェアシステム

ソフトウェア要件(機能・非機能)を実現するシステム

②コンポーネント

ソフトウェアシステムにおいて、分割した機能を実現するためのモジュールの集合体

③モジュール

ある機能もしくはその一部を実現するために互いに関連を持つユニットの集合体

④ユニット

モジュールを構成する最小単位(各関数)

(1) ソフトウェアユニット検証の定義

システムを構成する最小単位であるユニット(関数)に着目して行なう。ソフトウェアユニット検証の目的は、関数内のロジックやインタフェースと、その関数の外部仕様(機能、入力、出力、および外部への影響)との食い違いを見つけることである。(静的解析も含む)

(2) ソフトウェア統合テストの定義

ソフトウェア統合テストの目的は、ソフトウェアユニット検証の際にドライバ/スタブを用いて行なったコンポーネント間のインターフェーステストを、実際に統合されたコンポーネントを対象に行なうことである。テスト項目としては、ソフトウェアユニット検証において使用したテスト項目のうち、コンポーネント間インタフェースに関するものを選んでテストを行う。また、複数コンポーネント間の動的な検証も行う。

(3) ソフトウェア適格性確認テストの定義

ソフトウェア適格性確認テストの目的は、ソフトウェアシステム全体として、要件定義書に記載された正常系機能のみならず異常状態においても正しく作動することを検証することである。

3.2 機能展開図の作成

機能展開図は、要求項目を要求仕様、詳細設計へと展開していく過程を一覧表にする設計部分と、各項目に対してテスト項目を対応づけていくテスト部分とで構成される。機能展開図は、それらを紐付けることで、要求から設計、テ

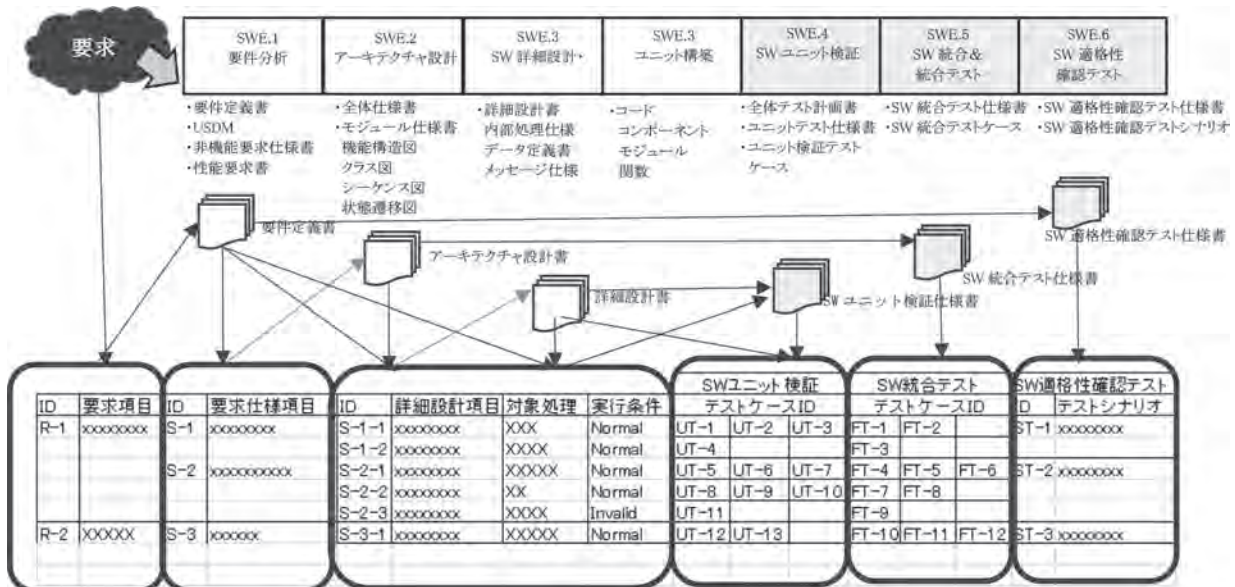


図4. 機能展開図の生成プロセスと各工程での成果物との関係

ストに至る一貫性とトレーサビリティを可視化・検証でき、下記(1)～(3)の利点がある。概念図を図4に示す。

(1) 機能展開図を作成することは、一つ一つの設計項目を詳細化することに役立つ。また、レビュー効率を上げる役割も果たす。

(2) 機能展開図の検討に要した時間は、設計と実装への要求事項を理解するための時間でもあり、結果的に設計と実装の作業効率化ができる。

(3) テストケースを作成する前に、機能展開図上で個々のテストを分解・細分化することで、抜け・重複を防ぎ、要件に対するテストカバレッジの向上が図れる。また、効率的にテスト作業の見積りが行え、実行計画を立案できる。

3.3 機能展開図の作成とテスト設計の実施

今回、組込ソフトウェア開発のソフトウェア設計領域とソフ

トウェアテスト領域において、機能展開図の作成に取り組んだ。機能展開の実施例を図5に示す。

(1) ソフトウェア設計領域の改善点

ソフトウェア要求分析ではソフトウェア要件に対し、要件仕様記述手法であるUSDM(Universal Specification Describing Manner)により仕様の整理を行った。また、機能単位に、ID番号を付与し、トレーサビリティがとれるようにした。

なお、USDMは自然言語で記載される場合が多いが、必要に応じて、ブロック図、タイミングチャート図、状態遷移図を使用し、仕様を分かりやすく表現した。

(2) ソフトウェアテスト領域の改善点

ソフトウェアテスト領域のテスト設計段階では、機能展開図のテスト工程欄にテスト項目No.を記入する。テスト設計を終えた時点で、機能展開図の各項目について、漏れや重複がないことを確認した。

設計仕様		テスト工程(テスト項目No.)		
ID-2	充電メインリレー溶着診断仕様追加	ソフトウェアユニット検証	ソフトウェア統合テスト	ソフトウェア適合性確認テスト
ID-2-1	<ul style="list-style-type: none"> 充電終了時溶着診断が実施できる状況であれば、充電メインリレーの溶着診断を行う。 溶着診断中に実施できない状況になれば、溶着診断を中止する。 	無し		テスト項目ID E01-01 E01-02
ID-2-1-1	充電終了時(溶着判定処理モード中)を検知 溶着判定処理モード中を検知する仕様記述 以下すべて成立 <ul style="list-style-type: none"> 充電動作モード=充電モード 充電動作サブ1モード=充電終了モード 充電動作サブ2モード=溶着判定処理モード 	テスト項目ID A01-01 ~ A01-12	テスト項目ID C01-01 ~ C01-17	
ID-2-1-2	溶着診断が実施できる状況と判断 溶着診断が実施できる状況と判断する仕様記述 以下すべて成立 <ul style="list-style-type: none"> 前回充電終了時の溶着診断実施から4sec以上経過 充電停止1=ON 充電停止2=ON 車両メインリレー溶着確認対応識別子≠0 EV-ECU動作モード=6:充電モード CAN通信異常≠故障(現在) 急速充電器異常≠故障(現在) 急速充電メインリレー駆動回路異常≠故障(現在) 電圧差異常≠故障(現在) 	テスト項目ID A02-01 ~ A02-33		
ID-2-2	<ul style="list-style-type: none"> 充電時以外にもActive Testとして充電メインリレーの溶着診断を行う。 溶着診断中に実施できない状況であれば、溶着診断を実施しない、実施中であれば中断する。 	無し		
ID-2-2-1	Active Test実施・継続判定 Active Test(仕様-2-2-2~5の処理)を開始あるいは継続可能な状態 ----- <遷移条件> 以下条件がすべて成立すること <ul style="list-style-type: none"> QCメインリレーアクティブテスト = 1 ECU動作モード = 4(走行モード) 	テスト項目ID B01-01 B01-02 B01-03 B01-04 B01-05	テスト項目ID D01-01 ~ D01-17	

図5. 機能展開 実施例

4. 活動の成果

従来の方法は、ソフトウェアユニット検証～ソフトウェア統合&統合テストで実施すべきテストをソフトウェア適格性確認テストで実施していたが、今回は全体テスト設計書に基づきテストプロセス毎にテスト項目を分類した。これにより、ソフトウェア適格性確認テストでは、ソフトウェア要件のみ実施することになり、テスト件数は削減できた。

ソフトウェア適格性確認テストに集中していたテストをソフトウェアユニット検証～ソフトウェア統合&統合テストに振り分けることにより、当該プロセスのテスト件数は増加した。しかし、これらの工程では、テストを自動化できるため、テスト工程全体での効率化を図ることができた。

この実施例でのテスト項目数は全235件であり、ソフトウェアユニット検証:162件、ソフトウェア統合&統合テスト:57件、ソフトウェア適格性確認テスト:16件となった。

5. 今後の課題

5.1 システム領域とソフトウェア設計領域の連携

今回、取り組み対象ではなかったシステム領域からインプットされた仕様書をもとに機能展開図を作成する。

また、テスト工程では、作成したソフトウェアテスト領域の全体テスト計画書を、システム領域テストのインプットとして活用していくよう対応部門に働きかける。

特に、機能展開図を用いたテスト計画において、本来、システム領域テストで実施すべきテストをソフトウェア適格性確認テストで実施していることも判明した。システムテスト担当部門との調整を進めていく。

5.2 テストの効率化

全体テスト計画書を運用した結果、テスト項目数を適切に配分できた。今後はテスト工数等のデータを採取し、今回の改善が妥当であったか検証する。

5.3 ソフトウェア要件が多い場合の機能展開図

膨大な量のソフトウェア要件から機能分割、詳細化する際に、この機能展開図のみで網羅しハンドリングすることは困難である。ツール等を活用し要件を管理するなどの工夫が必要である。

6. むすび

本改善活動で全体テスト計画作成によるソフトウェアテスト領域のテスト内容明確化と、要求からテスト項目までをトレースできる機能展開図を作成し、テスト設計を行うことが出来た。

今後も引き続きA-SPICEの要求事項と、業務効率を意識した改善活動を推進する所存である。

最後に、本活動にあたり多くの助力をいただいた関係者各位に深く感謝申し上げます。

参考文献および規格

- (1) VDA QMCワーキンググループ13/Automotive SIG: AutomotiveSPICE プロセスアセスメントモデル/プロセス参照モデル、バージョン3.1(2017/11/1)
- (2) IEEE829 IEEE Standard for Software Test Documentation
- (3) 独立行政法人 情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリングセンター: 改訂版組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド、ESPR(Ver.2.0)
- (4) 一般社団法人 IT検証産業協会 29119研究会解説書WG: 国際標準規格によるソフトウェアテスト解説、Ver.1.0(2015/7/10)

執筆者紹介



本多 淳二 ホンダ ジュンジ
1989年入社。主に車載用ソフトウェアの業務改善に従事。現在、三田事業所技術第2部。