

車載ソフトウェア開発への ZIPC TERAS 適用

三菱電機コントロールソフトウェア株式会社
三田事業所 技術第1部 技術第1課長

森下 修

1. まえがき

近年、カーナビゲーションをはじめとする車載機器は、機器同士の連携だけではなく無線通信を介した車外ネットワーク環境との連携によって付加価値を創出し、快適性や利便性を高めていこうとしている。

一方、車載ソフトウェアは流用開発や開発段階での仕様変更が多く、上流フェーズから下流フェーズへ仕様を詳細化していく過程で、要求仕様からテスト仕様までの一貫性確保を証明することの重要性が、高品質なソフトウェア開発を行う上でますます高まっている。そこで、トレーサビリティ支援ツールを導入し、効率的かつ正確に仕様の一貫性を確保することで、高品質なソフトウェア開発の実現を目指した。

2. ZIPC TERAS 導入の背景

従来は手作業でトレーサビリティマトリクスを作成し、ドキュメント間の一貫性を確認していた。しかし仕様変更が発生するたびにドキュメント間の一貫性を再確認する作業は、確認漏れによる品質悪化を発生させないためにも慎重に行う必要がある。これは工程やコスト面で問題となっていた。そのためツールを用いた自動化の検討を始め、トレーサビリティ支援ツールの情報収集を行った。その結果、客先から様々な形式のドキュメントで提示される最上位仕様からの一貫性確保を考えた場合、対応形式として PDF が標準サポートされている、タグ情報の埋め込みを自動で行うことができるキャッツ株式会社の ZIPC TERAS^{注1}の採用に至った。

3. ZIPC TERAS 適用範囲

今回、C 言語で約 8Kline の機種を ZIPC TERAS 適用対象とした（以下、対象プロジェクト

と記す）。また図1にV字モデルにおける設計詳細化から試験の流れの中で ZIPC TERAS 適用範囲を示す。手作業での一貫性確認粒度と同じく、各フェーズの成果物間の「章・節・項」単位でトレースを確認することを目標としたが、新たな取り組みとして、開発着手段階で客先との仕様整合がとれていなかった機能は、文章レベルでトレースを確認することにした。これは暫定仕様で開発をスタートしておき、開発途中で仕様ที่กำหนดした場合に、暫定仕様からの変更点を確実にトレースする効果を狙ったからである。

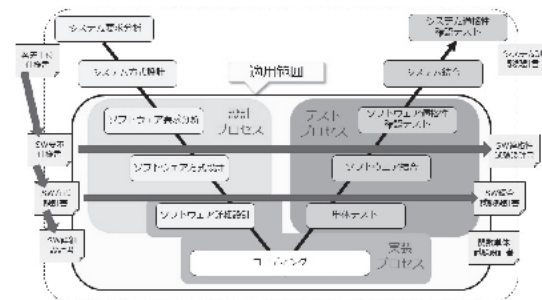


図1 開発プロセス上のZIPC TERAS適用範囲

また対象プロジェクトでは、ソフトウェア詳細設計書にソースコードと1対1レベルのフローチャートを記述している。このためソースコードはトレース対象から除外した。さらにソースコードからツールを用いて関数単体テスト用のテストパターンを自動生成しているため、関数単体テスト設計書もトレース対象から除外した。

4. 当社の導入事例

図2に対象プロジェクトでの ZIPC TERAS 運用フローを示す。

まず、プロジェクト開始時点で ZIPC TERAS に対して必要な初期設定を行う。

次にトレース対象のドキュメントを登録し、ト

レーサビリティ作業を行う。

開発途中に発生した仕様変更やテストで検出した不具合の対応に応じてドキュメントを修正し、トレーサビリティの網羅率や影響範囲を確認する。

4.1 初期設定

図3にプロジェクトで初めて ZIPC TERAS を使用する場合の初期設定手順を示す。

まず、プロジェクト共通ルールを設定が必要である（表1）。

次にプロジェクト毎のアカウントや WorkSpace、リポジトリドメインを作成する。

また、ZIPC TERAS をドキュメント体系に合致したフォルダ構成で運用するために、デフォルトのフォルダ構成からプロジェクトのドキュメント体系に合った形へフォルダ構成を変更する（図4）。これを「TRA モデルを設定する」という。

表1 プロジェクト共通設定

内容	説明
アカウント名	プロジェクトごとに異なるアカウントを設定する。
TRAモデル設定	プロジェクトごとに異なるTRAモデルを設定する。
ルールファイル	プロジェクトごとに異なるルールファイルを設定する。
ドキュメントのTRA要素化の方法	設定するTRA要素化する方法（手動、自動） - 記事レベルでTRA要素化するか（文章レベル、節レベル）を指定する。
結果出力先のフォルダパス	ZIPC TERAS上で実行するコマンドでの出力先を指定する。プロジェクトごとに異なるパスを設定する。
ZIPC TERAS実行時のオプション	ZIPC TERASの実行時に使用するオプションを設定する。
ZIPC TERAS実行時のコマンド	ZIPC TERASの実行時に使用するコマンドを設定する。

4.2 ドキュメント登録

図5に ZIPC TERAS 上にドキュメントを登録する手順を示す。ZIPC TERAS ではトレース対象として識別するタグ情報の単位を「TRA 要素」といい、TRA 要素を埋め込むことを「TRA 要素化する」という。

Microsoft Office Word 2010^{注2} の見出しマップ機能を用いてドキュメントを作成していれば、ツールが自動で章・節・項を TRA 要素化する。

TRA 要素化は以下の3通りの方法から選択可能で、複数を組み合わせても良い。対象プロジェクトでは章・節・項単位に加え、文章単位での TRA 要素化も必要だったため(1)と(2)を採用した。

(1) ZIPC TERAS のデフォルトのルールファイルを使用し、自動で TRA 要素化する。

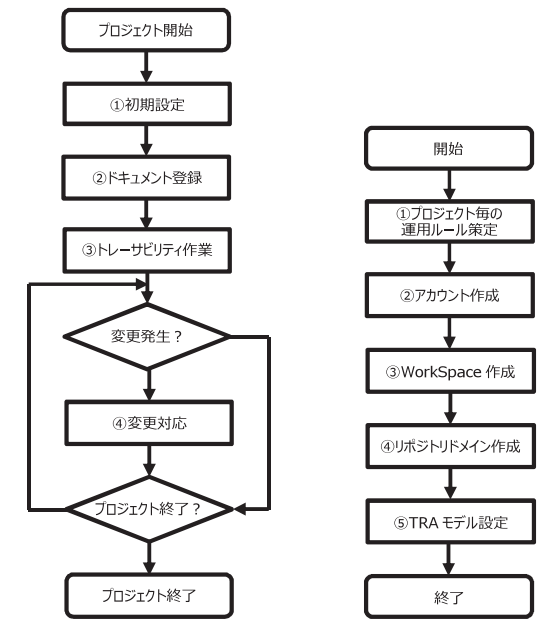


図2 ZIPC TERAS 運用全体フロー

図3 初期設定手順

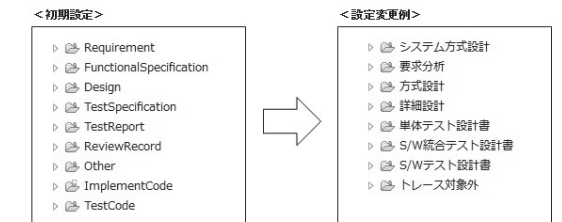


図4 TRAモデル

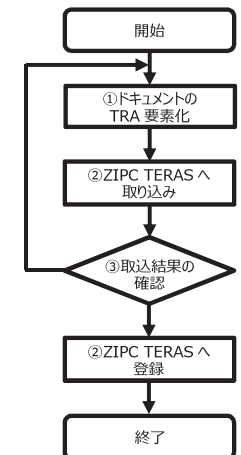


図5 ドキュメント登録のフロー

(2)ドキュメントに合う形でルールファイルを作成し、自動でTRA要素化する。

(3)ルールファイルは使用せず、手動でTRA要素化する箇所を選択しTRA要素化する。

デフォルトのルールファイルの内容を表2に示す。

TRA要素化したドキュメントはTRAエクスプローラ上で、登録したいTRAモデルのフォルダへのドラッグ&ドロップ操作で取り込み可能で

ある。取り込んだドキュメントが意図したとおりにTRA要素化されているかをTRAモデル取り込みウィンドウ上で確認し(図6の枠部分)、問題がなければドキュメント登録は完了である。

表2 デフォルトルール一覧

内容	説明
Word	見出しごとにTRA要素化される。
Excel	シートごとにTRA要素化される。
PDF(しおり付き)	しよりの項目ごとにTRA要素化される。

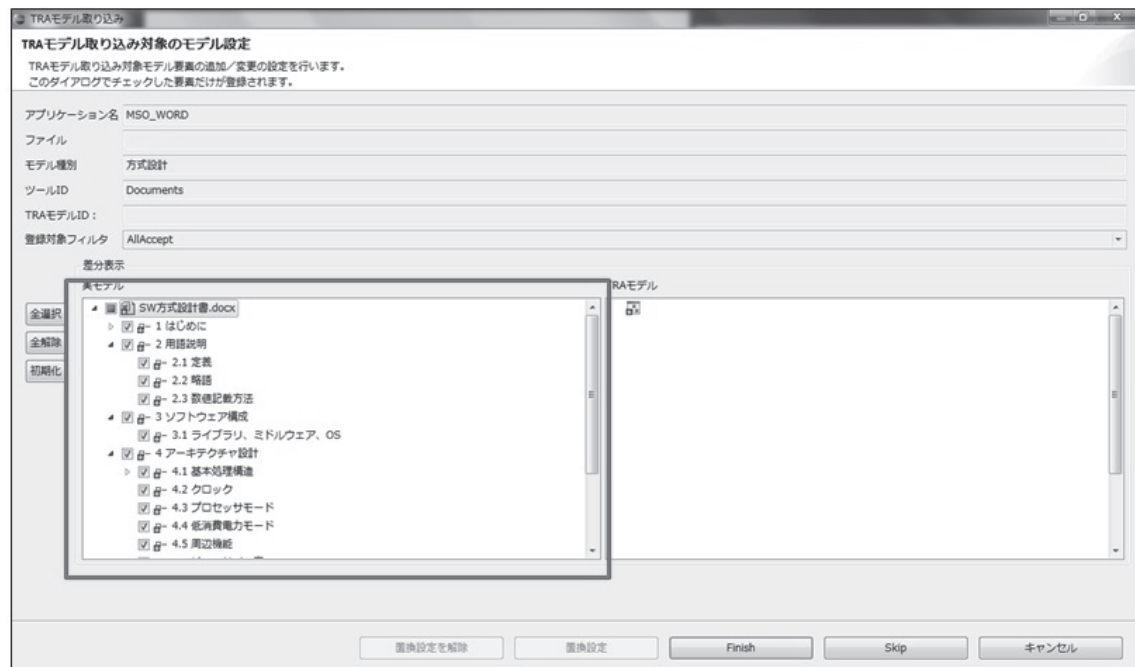


図6 TRAモデル取り込みウィンドウ

4.3 トレーサビリティ作業

図7にトレーサビリティ作業手順を示す。

Microsoft Office Word 2010の見出しマップから自動的にTRA要素化されているものの、各要素のリンク付けは手作業で実施する必要がある。

これを「TRA要素のリンク付け」という。

ここで重要なのは、TRA要素間にリンク漏れがないかを丁寧に確認しながら作業することである。

ZIPC TERASではTRAエクスプローラ上で対象ドキュメントを右クリックし「カバレッジ確認」を選択するとカバレッジ確認ビューが表示され、上流/下流に対してのリンク漏れを検出することができる(図8)。

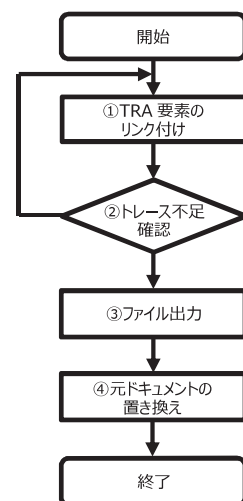


図7 トレーサビリティ作業手順

カバレッジ確認ビューでは、同一 TRA モデルの文書に対して1つでもリンク付けが行われていれば「リンク付けできている」と判断される。例えば下位文書の複数項目とリンクを結ばなければならない箇所に対してリンク付けの漏れがあったとしても認識はできない(図9)。

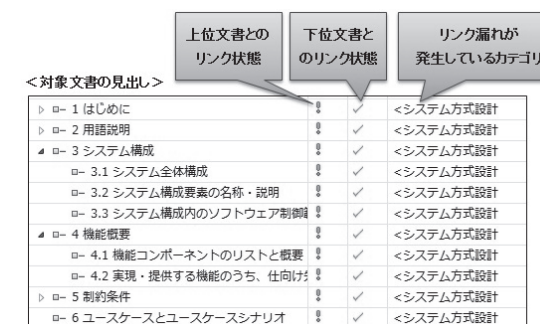


図8 カバレッジ確認ビュー



図9 リンク漏れの判定

最終的な歯止めとして現状はレビューワがレビュー段階で細部まで確認を行っているが、ドキュメントの章構成を見直すことで回避可能か否かは、今後の検討課題と考える。

またドキュメントの章・節・項には「はじめに」「文書の目的」など、設計情報が記載されない箇所も存在する。これらは上位文書からのリンク付け対象外だが、ZIPC TERAS上ではカバレッジが100%とならずリンク付けNGと判断されてしまう。これを回避するためには、リンクエディタ上でトレース対象外の要素を「例外」と設定することでカバレッジ対象外とすることができる。

リンク付けを行った結果は、ファイル出力することでレビュー用のエビデンスとして使用できる。出力形式は「標準」「トレーサビリティマトリクス」「対応表」の3通りあるが、対象プロジェクトでは過去に手作業で作成していたトレーサビリティマトリクスと構成が似ているという理由から「対応表」を選択した。しかし例外設定によってトレース対象外とした章・節・項は、対応表上では空欄で表示されてしまい、レビューワには「トレース漏れ」と判断されかねない。そこで対象プロジェクトでは図10のように、トレース対象外だけをまとめた「トレース対象外.doc」というドキュメントを追加することで、レビューワにトレース対象外であることが明確に伝わるようにした。

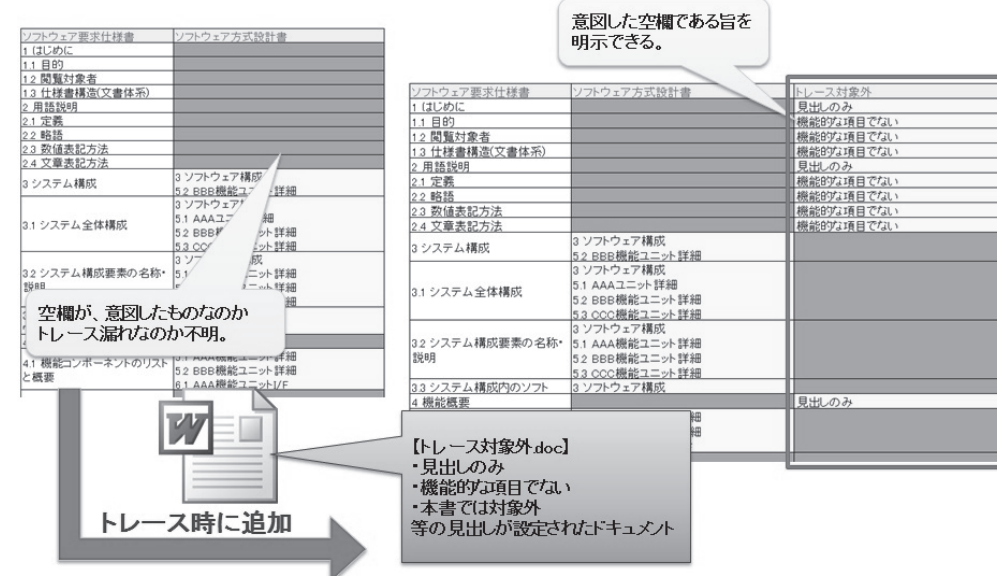


図10 リンク対象外ドキュメント

最後に、TRA 要素化されたドキュメントと元ドキュメントを置き換える作業を行う。

4.4 不具合対応・仕様変更対応

開発中は、不具合対応や仕様変更に対してドキュメント修正の機会が発生する。ドキュメント変更時は、製品カテゴリの複製によって過去のリンク状態を保持した状態で作業を行う必要がある(図11)。

ドキュメントの変更作業終了後は、リンクエディタやリンクビューを用いて対象ドキュメントの変更点から下位ドキュメントへのリンク(=影響範囲)を確認し、関連するドキュメントすべての変更箇所をリスト化する。変更点リストはCSV形式で出力されるため、対象プロジェクトのプロセスに沿った形で成形し、影響範囲確認結果のエビデンスとして用いることができる。

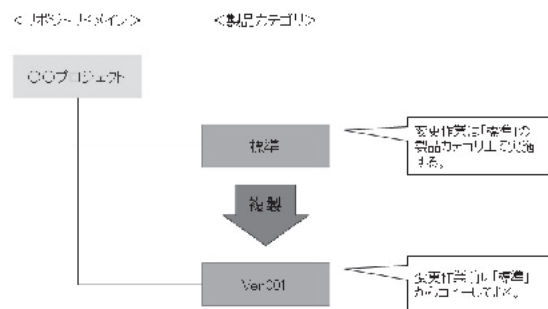


図11 製品カテゴリの作成例

5. ZIPC TERAS の適用結果

今回、ZIPC TERAS を用いて対象プロジェクトのトレーサビリティや影響範囲確認を行った結果をまとめる。

(1) 作業効率

新たな取り組みとして実施した文章レベルのトレーサビリティ確認は、章・節・項レベルの確認と比べて作業効率が低下した。これは見出しマップ情報を用いて自動でタグ情報を埋め込むというZIPC TERASの特徴を生かせず、独自のルールファイル作成で試行錯誤が発生したためである。一方で章・節・項レベルのトレーサビリティ確認はタグ情報の自動埋め込みのメリットが十分に生かされ、非

常に効率よくトレーサビリティ確認を行うことができた。今後はツールの操作にある程度慣れてくるとともに、ルールファイル作成のノウハウが蓄積できてくれば、作業効率の向上が見込めると予測している。

(2) 影響範囲の視覚化

手作業によるトレーサビリティ確認と比較すると、上位ドキュメント変更による下位フェーズへの影響範囲をツール上で視覚的に確認でき、顧客へ安心感を与えるとともに、開発終盤でのデグレ防止など、品質向上面で大きなメリットが得られた。

(3) 他ツールとの連携による効果

ZIPC TERAS と構成管理ツールを連携させることにより、影響範囲外に対する変更(="よかれ変更")を未然に防ぐ手順が構築できた(図12)。

6. 適用上の問題点

ZIPC TERAS を適用するにあたって生じた問題点を挙げる。

(1) ツール導入期の作業効率低下

ドキュメント間のリンクは直感的な操作で実現可能であるが、全体の操作には慣れが必要であり、導入期は作業効率が低下する。これはイニシャルコストとして今回は割り切った。適用によって有識者を育成でき、運用マニュアルを整備したため、次回以降はスムーズな導入が可能である。

(2) 高性能な PC の導入

今回はZIPC TERASの環境を構築したPCの性能が不十分であり、ZIPC TERASの動作が非常に重かった。ストレスなく使用するためには性能の良いPCを準備する必要があり、この点は他ツールメーカーのトレーサビリティ支援ツールに比べて不利な点であると感じる。そもそもトレーサビリティ確認は開発の中で常時発生する作業ではなく、開発進捗を妨げる要因にはなり得ないという割り切りから、今回はコストをかけて高性能なPCを準備することはしなかった。今後もPC性能には拘らない予定だが、キャッツ株式会社には可能な限りパフォーマンス改善にご尽力頂きたい。

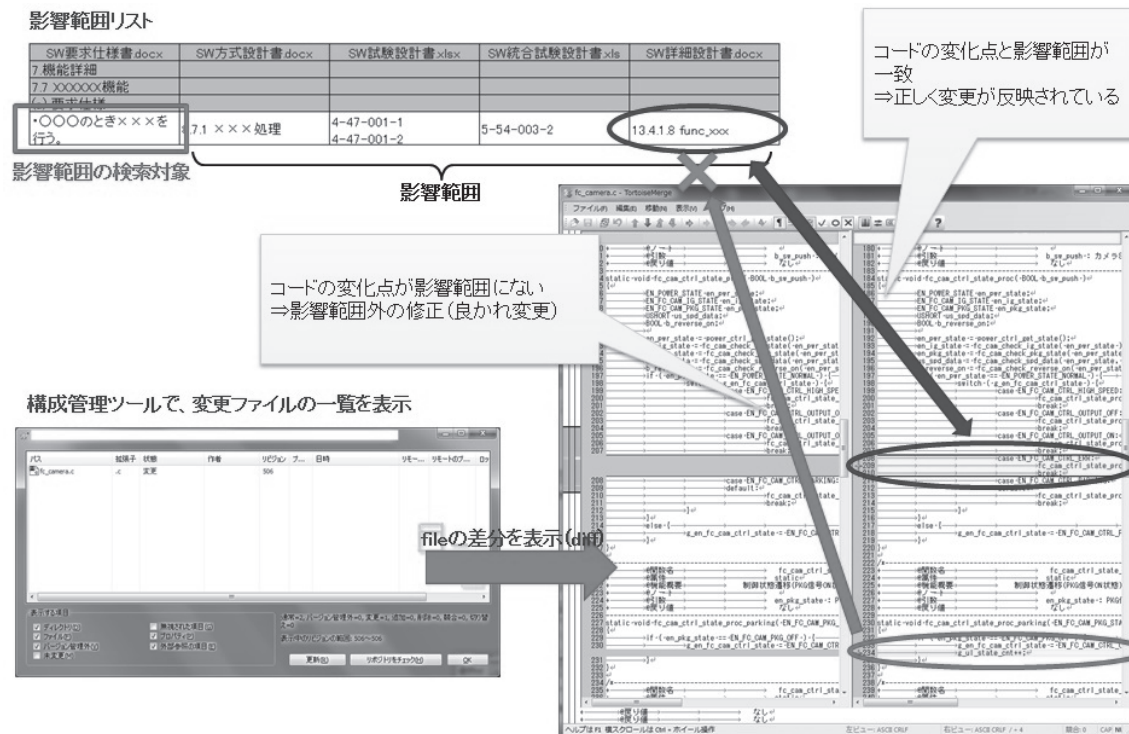


図12 構成管理ツールとの連携

7. 今後の課題

今回、ZIPC TERAS を対象プロジェクトに適用した結果、ドキュメントの改善も可能だということが分かった。ZIPC TERAS に効率よくドキュメントを取り込むためには、Microsoft Office Word2010の見出しマップ機能を正しく使用していることが前提だが、フェーズ毎に対象ドキュメントの作成者が異なることもある。そのためプロジェクト内でドキュメントの記述体裁をしっかりとルール化しておく必要がある。

また今回は、上流フェーズの記載事項に関するリンク先が下流フェーズに点在していたこともあり、トレーサビリティの網羅率を満たすことに苦労した。今までは上流フェーズから下流フェーズへ記載レベルが適切に詳細化されることだけを意識してドキュメントを作成していたが、今後はトレーサビリティの網羅率を意識したドキュメント構成を検討する必要がある。

8. むすび

今回、車載ソフトウェア開発へZIPC TERASを適用し、従来は手作業で実施していたトレーサビリティ確認をツール主体で実施した。確認結果はプロジェクトで定められた形式のエビデンスとして使用可能であり、第三者(品質保証部門や顧客)に対して、上流フェーズから下流フェーズへ仕様を詳細化していく過程で一貫性を確保していることを証明することができた。最後に、今回の適用に際し強力なサポートを頂いたキャッツ株式会社の関係各位に深く感謝を申し上げる。

注1 "ZIPC TERAS" はキャッツ株式会社の登録商標である。
注2 "Microsoft Office Word2010" は米国 Microsoft 社の商品名である。