

テスト項目作成時のテストベース理解戦略の分析

佐々木方規¹ 森崎修司²

概要: 受け入れテストやシステムテストは、開発担当者のチームから独立した組織で実施されることが多い。テスト担当者は開発担当者とは異なる背景、技術的視点、マインドセットを持つため、開発担当者とは異なる種類の欠陥を検出できる。一方で、ソフトウェアの内部構造や振る舞いに関して知見が無い状態でテストベースの理解を深めなければならないことも多い。テストのエキスパートは、仕様書に記述された内容以外のソフトウェアの利用シーンや環境などからテストベースの理解を進めるが、その理解戦略は明らかになっていない。そこで、豊富なテスト知識を有する3名のエキスパートが与えられたテストベースをどのような戦略で理解しているかを分析する。

キーワード: ソフトウェア理解, 知識管理, テストレベル

An Analysis of Test Base Comprehension Strategies for Test Item Creation

MASAKI SASAKI¹ SHUJI MORISAKI²

Abstract: Acceptance testing and system testing are often performed by an independent team from the development team such as testing team. Testers have different backgrounds, technical perspectives, and mindsets from those of developers, so the testers can detect different kinds of defects from those detected by the developers. On the other hand, it is often necessary to comprehend the test base without knowledge on the internal structure and behavior of the software. Test experts comprehend the test base from software usage scenarios and environments, which are not described in the specifications. However, their comprehension strategies have not been studied well. This paper empirically analyzes the comprehension strategies used by three test experts with a unknown test base and a well-known test base.

Keywords: Software comprehension, Knowledge Management, Test level

1. 背景

テストの実施にはテスト対象であるテストベースを理解し、知識として活用する必要がある。文献[3][6][7]では、そうした知識を知識管理(Knowledge management)のフレームワークにより扱っている。文献[3]では、一般的な知識管理のフレームワークをテストに必要な知識に対応づけ、知識管理の手法を活用できることを示している。文献[7]では、26組織を対象としてテストにおける実践活動をサーベイし、テストをアウトソースしている場合を含め、テストベースの情報を含むテストに関する知識をどのように管理しているかを調査した結果を報告している。文献[6]では、テストに必要な知識として熟練者の知識を含め、実施すべきテストやテスト対象の識別を定義している。しかし、これらの研究ではテスト対象に関する知識はすでに得られたものとして定義されており、理解の方針や戦略に関する言及はない。

テストに必要な知識をオントロジーとして表現し、ソフトウェア開発全体での位置づけを明確にしたり研究[8]や

テストを自動生成する際の入力情報としたりする研究[2]がある。そうしたオントロジーを expert knowledge model や behavioral model のように細分化し、その表現形式を定義した研究[5]もある。これらの研究もテストベースに関する知識を活用した研究であるが、その知識の獲得方法には言及がない。

ソフトウェアテストには、コンポーネントテスト/統合テスト/システムテスト/受け入れテストの4つのテストレベル[3]があるが、理解が必要なテストベースはテストレベルによって異なる。受け入れテストやシステムテストは開発担当者のチームから独立した組織で実施されることが多い。独立した組織のテスト担当者は開発担当者とは異なる背景や技術的視点などのマインドセットを持つため、開発担当者とは異なる種類の欠陥を検出する可能性が高くなる[3]。一方で、ソフトウェアの内部構造や振る舞いに対して知見が無い状態でテストベースの理解を深めなければならないことも多い。

コンポーネントテストや統合テストでは、アルゴリズムやモジュール間インターフェースの整合性を確認するなど、

¹ 株式会社ベリサーブ
Veriserve Corp.
² 名古屋大学
Nagoya University

テスト対象となる開発成果物に記述されている通りに動作することを確認するテストが多い。この2つのテストレベルでは、テストベースの対象となるソフトウェアの詳細設計書やプログラム仕様書など、ソフトウェアの内部構造や振る舞いが明示的に定義されているためテスト対象の知見が少ない状態でも理解が容易である。受け入れテストやシステムテストでは、暗黙的な“非機能的振る舞い”を確認する非機能テストのテストタイプが含まれる。例えば、利用者の視点で応答性能が十分であるか、使い勝手として利用方法や習熟度が容易であるか、システムやソフトウェアの使用性、性能効率性といった特性を評価する。非機能テストは、コンポーネントテストや統合テストを含むすべてのテストレベルで行うことができるが、要求仕様書や要件定義書などソフトウェア開発の上流工程で作成された成果物をテストベースとする受け入れテストやシステムテストは、仕様書には記述されていない要求および要件を確認する仕様書以外のテスト項目をより多く作成する。そのためテストの対象となるソフトウェアの背景などを含めたテストベースを理解する必要があり、テストベースを理解する難易度は高くなる。ソフトウェアテストのエキスペートは、仕様書以外にソフトウェアの利用シーンや環境および前提条件なども考慮してテスト項目を作成している。これらの豊富なテスト知識を有する多くのエキスペートは、品質保証組織やテストを専門的に請け負う企業で活動している。

テストプロセスの上流工程では、テスト項目を設計するためにテストベースの理解を深めるタスクが存在する。しかし、タスクとして存在していてもテストベースの理解を進める方法は定義されておらず、担当するテスト技術者の技量に依存している。ソフトウェアテストのエキスペートは豊富なテスト知識を利用してテストベースの理解を深めていると考えられるが、エキスペートが行うテストベースの理解戦略を調査した研究はない。ソフトウェアテストのエキスペートはテストベースを理解する方法を属人的に保有していると考えられるが、テストベースに対して、知見の有無で異なる可能性も否定できない。エキスペートが実施しているテストベースの理解方法の調査は、テストベースの知見の有無も実施する必要がある。

本調査では、独立した組織で活動するテストのエキスペートが、テスト対象の知見が無い状態で受け入れテストまたはシステムテストを実施する場合に行っているテストベースを理解するための戦略を調査する。

2. 調査の方法

2.1 対象テストプロセス

テストプロセスは、“テスト計画”、“テストのモニタリングとコントロール”、“テスト分析”、“テスト設計”、“テスト実装”、“テスト実行”、“テスト完了”が主な活動のグル

仕様の理解についてどのようにアプローチをしているかを調査し形式知化するための課題です。(課題のテスト対象) イオンクロマトグラフの調達仕様書の一部について仕様理解を実施してください。仕様理解にあたり、テスト対象に対しての知識が無いと想定したシステムを対象にしましたが、知見や経験がある人は調査結果の取り扱いが変わりますので、お知らせください。仕様理解に際し、調査方法(Web 検索など)はすべて OK です。ただし、どのように調べ理解したかと、なぜその方法を考えたかが追跡できるようにしてください。課題の条件ですが、この仕様理解は他の方と意見交換はしないでください。理解に利用するツールや課題の成果物のフォーマットもフリーです。

図1 調査依頼文

ープとして定義されている[3]。テスト分析プロセスでは、テスト可能なフィーチャーを識別し、テスト条件を決めるためにテストベースを分析するために実施する。テスト分析の主な活動として、テストレベルごとに以下の分析を行っている。

- ・ビジネス要件、機能要件、システム要件、ユーザーストーリー、エピック、ユースケースの他、コンポーネントやシステムに期待される機能および非機能の動作を指定する類似の作業成果物など、要件仕様を調査する。
- ・システムやソフトウェアに関するアーキテクチャー図もしくはドキュメント、設計仕様、コールフローグラフ、モデル図(UML や ER 図など)、インターフェース仕様、コンポーネントもしくはシステムの構造を指定する類似の作業成果物など、設計および実装情報を調査する。
- ・コード、データベースのメタデータやクエリー、インターフェースなど、コンポーネントまたはシステム実装そのものを調査する。
- ・コンポーネントやシステムの機能、非機能、構造の各側面を考慮したリスク分析レポートを調査する。

2.2 調査対象と手順

ソフトウェアテストのエキスペートが実施しているテストベース理解戦略の調査は次の通り実施した。

(1) 調査の目的

- ・ソフトウェアテストのエキスペートがテストベースの理解するための戦略や手順を調査する。
- ・テストベースに知見が無い場合や過去の知見が利用できない場合においてテストベースを理解するアプローチ方法を調査する。
- ・テストベースの調査方法から、知見の再利用方法や知見利用の適用基準を調査する。

(2) 調査の対象

- ・ソフトウェアテストのエキスペート
- ・知見のない製品(システム)のテストベース

表 1 仕様理解のアプローチの整理

分析軸 1	分析軸 2	分類した目的	分析結果の期待値	備考 (参考技術など)
1.1 システム 構成	1.1.1 過去の知見 を利用	テスト対象に含まれる要素 を明らかにする	システム構成要素の 一覧	クラシフィケーションツリー, シ ステム構成図, Issue TM(関連ト レースマトリクス)
	1.1.2 カバレッジ	要素が網羅されていること を明らかにする	システム構成要素の 一覧の期待値	構成要素一覧 システムブロック図
1.2 リスク分 析	1.2.1 ビジネス	市場リスクなどリリース後 のリスクを明らかにする	リリース後のリスク が抽出されている	
	1.2.2 使い方	利用用途, リテラシからリ スクを明らかにする	利用者の用途および リテラシからリスク が抽出されている	
	1.2.3 テストの効 率化	優先順位, 重要度を明らか にする	リスクについて RPN が定義されている	
1.3 ポリュ ーム分析	1.3.1 見積り	現実的な実施範囲を明らか にする	テスト要求とする	
1.4 ユーザ 分析	1.4.1 作り方	開発されているテストベ ースの特性を明らかにする	開発体制 (内製, ア ウトソース, 再利 用, 移植) など	ODC 属性/Source

・類似製品に知見のある製品 (システム) のテストベ
ース

(3) 調査手順

①特定のテストベースを設けず, テストベースを理解す
るアプローチ方法を机上で討議し調査方法のカテゴリを抽
出する.

②テストベースの理解戦略アプローチの調査方法は, ソ
フトウェアテストのエキスパートが, 調査手順①で抽出さ
れた調査方法のカテゴリに基づいてテストベースの理解を
進めていることを確認する. また, 調査方法のカテゴリ以
外の調査方法も確認する. また, 類似製品に知見のある製
品のテストベースと知見のない製品 (システム) のテスト
ベースの理解と違うかどうかを調査する.

具体的な調査方法として, 図 1 に示すような調査依頼文
のもとにテストエキスパートに理解戦略を記録してもら
うよう依頼する.

3. 調査結果

本調査の結果は次の通りとなった.

①テストベースを理解戦略のアプローチ方法を整理した結
果

ソフトウェアテストのエキスパートとの討議した結果, テ
ストベースの理解戦略アプローチを次の 3 ステップで分析
していると整理できた.

Step1 テストベースを分析する軸を整理する

Step2 整理した結果と暗黙的なものも含む要求と突き合

わせて取捨選択する

Step3 テストベースが扱う数値やデータを分析する

Step2 および Step3 は, Step 1 整理した具体的な項目を扱う
ためアプローチの方法は明確であるが, Step1 の分析の軸
がどのように整理した結果で抽出できたかをインタビュー
すると「思い浮かんだ」と回答した. そのため, Step1 はソ
フトウェアテストのエキスパートが属人的に保有している
知見であると考えられる. 本調査では, Step1 で判明した属
人的な知見を他の製品でも同様に適用しているかの確認を
するために, 被験者が日常の業務でも利用しているビデオ
カメラについて, 後日調査を実施した. ビデオカメラを対
象とした調査では, 公開されている製品の取扱説明書をテ
ストベースとして利用した. この追加調査では製品固有の
機能は選択せず, 他のビデオカメラと共通している機能を
対象としている. 結果は, 被験者が既に知見をもっている
類似のテストベースを理解する場合であっても, Step1 の
分析の軸を利用したアプローチをしている. この結果から
分析の軸を利用したアプローチ方法は, ソフトウェアテ
ストのエキスパートにとっては確立されていると考えられる.
調査した結果の分析の軸を形式知化すると次の通りとな
った.

②知見のないテストベースを対象とした理解戦略の調査と
結果

ソフトウェアテストのエキスパートがテストベースを
理解するためのアプローチ方法を形式知化するために, 実
証実験を行った. 被験者がテスト対象に対して過去の知見

表2 調査課題の結果 (アプローチ記録)

分類軸1	分類軸2	M氏	H氏	Y氏
1.1 システム 構成	1.1.1 過去の 経 験	<p>未知のシステムのためテスト対象の調査を実施 (MECE, 6W2H)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ なにか→仕様書記述 ・ いつ→水質調査の時? ・ どこでつかわれる?→●●●室 <p>誰がつかう?→検査員?</p> <p>I/O→IN: 溶離液 P: カラム, サプレッサ OUT: クロマトグラフ</p> <p>なぜ→「水質」を評価したい → 無機イオンの分析のため</p> <p>どのように→解析部の WS の波形を読み取り水準を判定する</p> <p>いくら→200万~500万円</p>	<p>未知のシステムのためテスト対象の調査を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ イオンクロマトグラフとは ・ 特徴 ・ 超純水 ・ インライン ・ KOH 溶離液 ・ 41Mpa(6000psi) ・ カラム恒温槽 ・ サプレッサ <p>製品に関する状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ いくらくらいか? ・ いくつ売るのがか? ・ どのくらいの大さの装置か? ・ 誰がつかうのか? ・ 何かあった場合、被害は? ・ ソフトの Update できるのか? ・ すでに世の中に存在するのか? ・ 稼働時間 ・ 対象のイオン種類 	<p>未知のシステムのためテスト対象の調査を実施 (部分的でなく全体把握)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どんな製品? <p>組込み系, 制御→組込み系の特長</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ イオンクロマトグラフとは <p>仕様整理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 構成要素 ・ メカ/ソフト ・ 制御部分 <p>仕様記述の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対象装置の用途 ・ 計測したいもの
	機能の 分析/ 要件 の確 認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 溶解液ジェネレーター イオンクロマト ・ 直列デュアルピストン方式 ・ ポンプ 直列 デュアルピストン ・ 真空脱気装置 原理 ・ "脱気" インライン ・ KOH ・ KOH イオン ・ 水質調査 項目 ・ 水質調査 KOH ・ カラム恒温槽 カラム恒温槽とは 	<p>ア ポンプ部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポンプは, 直列デュアルピストン方式とし, 41Mpa(6000psi)まで耐圧できること. (要件: ハード/ソフト?) ・ 接液部材質は, 非金属材料であること. (要件: ハード) ・ インラインの真空脱気装置を装備していること. (要件: ハード/ソフト?) <p>イ 溶離液ジェネレーター</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 超純水からインラインで KOH 溶離液を自動生成できること. (要件) <p>ウ カラム恒温槽</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 周囲温度+5℃~80℃までの範囲で温度コントロールができること. (要件: 入力, 範囲あり) <p>エ サプレッサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電解再生型イオン交換膜による連続再生方式であること. (要件: 2つの方式のうちの一つ: 分離カラムとサプレッサを組み合わせた方式, 分離カラム単独の方式) <p>オ 電気伝導度検出器</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検出範囲は, 0~15000 μ S/cm (デジタル信号)を満たすこと. (要件: 範囲あり) ・ 周囲温度+7℃~60℃までの範囲でセルの温度設定ができること. (要件: 入力, 範囲あり) 	<p>対象分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポンプ部 直列デュアルピストン方式 pa (パスカル) ・ その他 温度コントロール

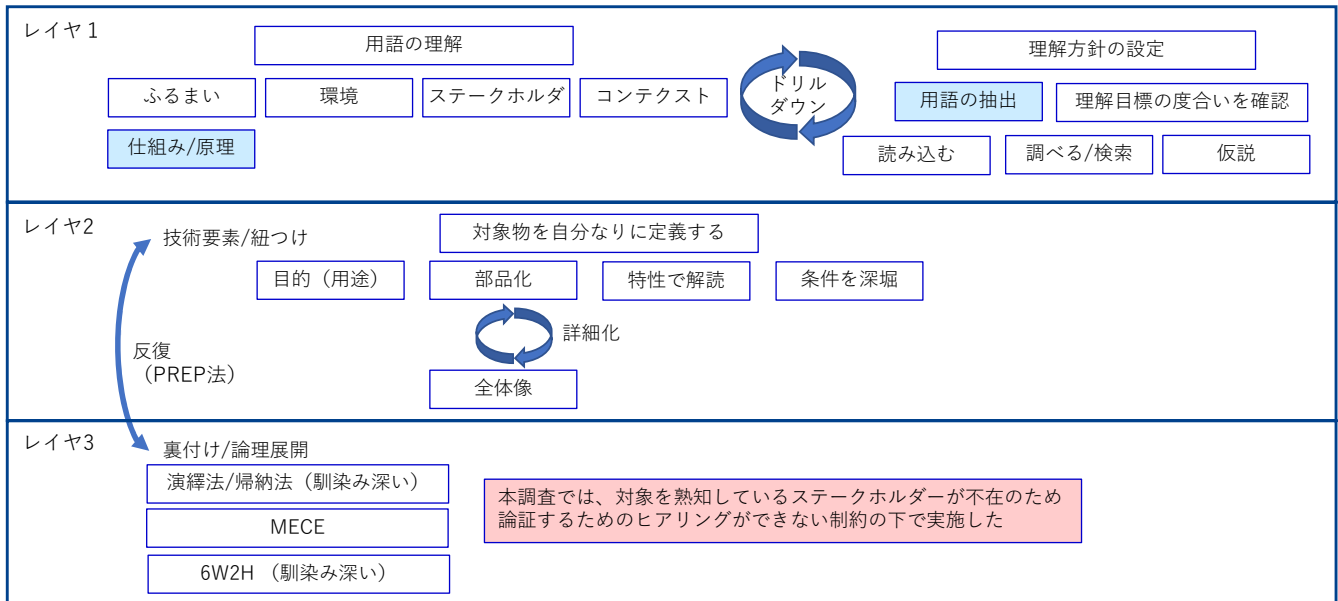


図2 テストベース理解戦略のモデル

た。

■調査課題の結果

ソフトウェアテストのエキスパート3名に調査課題を依頼し、テストベースの理解と分析を実施した。調査課題の分析時間を120分以内と制限したため結果は部分的となったが、調査方法を指定しなくてもStep1で整理した分析軸に沿う形で課題が取り組まれていることがわかった。上記以外の分類軸でも仕様理解のアプローチを実施していた。

■調査目的の結果

- ・ソフトウェアテストのエキスパートがテストベースの理解するためのアプローチを一部整理した。
- ・テストベースに知見が無い場合でもテストベースを理解するアプローチ方法が適用した。
- ・テスト技術者が有している知見を用いられる粒度を調整して、テストベースの理解に利用した。

4. 理解戦略モデル

本調査結果からソフトウェアテストのエキスパートは、開発成果物を熟読する以外にテストベースを理解するためのアプローチをとっていると考えられる。アプローチモデルは調査結果の分析軸を利用する方法の他に、理解を深めるため繰り返して分析をしている。図2は理解戦略をモデル化したものである。図にあるとおり、複数のブロックとレイヤに分けられる。

第1レイヤはテスト対象のユニークな項目の理解と理解方針で構成される。ユニークな項目のブロックは、対象の用語の理解を行うために「振る舞い」「環境」「ステークホルダー」「前提条件」「仕組み/原理」のインスタンスでクラスを構成している。理解方針のブロックは、「用語の抽出」

「理解目標の度合い」「読み込み」「調査/検索」「用語の仮の理解」をインスタンスとしてクラスを構成している。2つのクラスは反復的に行われ、用語の理解を深めテストベースの調査を深掘りする。

第2レイヤはテスト対象の目的の仮説として定義している。テスト対象物の目的を定義するために、「目的/用途」を「特性を用いて解説」「条件の深掘り」し、「部品化」「全体構成」を膨らませている。

第3レイヤは仮説の裏付けを論理展開している。「演繹法/帰納法」「MECE」「6W2H」を利用して、仮説の裏付けを実施する。テストではテストオラクルとするテスト結果の期待値を示すリファレンスが必要となり、仕様理解の中で裏付けは重要な活動となる。レイヤ2とレイヤ3は反復で行われ、テスト対象の「目的/用途」を理解していく。この方法は、P=Point(結論), R=Reason(理由), E=Example(事例, 具体例), P=Point(結論を繰り返す)のPREP法に近い。PREP法は主にビジネスシーンで用いられる文章構成方法であり、簡潔かつ説得力のある文章を作成する際に用いられる。最後に定義した「目的/用途」とレイヤ1の用語と紐付けを行っている。これらのアプローチをとることで、開発担当者でなくてもテスト対象の知見の有無にかかわらず仕様の理解ができることがわかった。

5. まとめ

今回の調査では、テスト対象の知見が少ない品質保証部門やテストの担当者であっても、テストベースの理解をするアプローチが存在し、それを形式知化することに近づいた。ただし、エキスパートが取りうるアプローチであり、テスト経験が少ない若手には過去の知見を利用することは難しい。テストベースの理解は、テスト項目の作成を行う過程

で実施されるためテスト設計の技術が大きく関係していると考えられる。テスト設計では、テスト対象機能を「振る舞いのコンポーネント」として定義し、サブ・コンポーネントとして「機能名」を定義する。定義する機能に対して、「制約」「振る舞い構造 (モデル)」「確認するためのテスト手順 (仮説)」「テスト期待値と裏付け (確証)」の要素を構成していく。この過程でテストベースの理解が深まる。テストを専門的に請け負う企業では、テスト技術者の育成するためにテスト技術の研修を行っている。テスト技術の知見がテストベースの理解に有効であることが判明できれば、テストベースの理解戦略も研修として組み入れられることが期待できる。また、アプローチを実施する段階で曖昧な仕様や要求などをあぶり出すことで、開発成果物にフィードバックすることも期待できる。今後は、テスト技術者の経験値の違いとテストベースの理解度の関係を調査し、仕様理解のアプローチを確立していきたい。

参考文献

- [1] T. Abdou, P. Kamthan, A Knowledge Management Approach for Testing Open Source Software Systems, 2014 IEEE 33rd International Performance Computing and Communications Conference, pp. 1-2 (2014)
- [2] S. Banerjee, N.C. Debnath, A. Sarkar, An Ontology-Based Approach to Automated Test Case Generation, SN Computer Science, vol.2, no. 1, 12 pages (2021)
- [3] International Software Testing Qualification Board, テスト技術者資格制度 Foundation Level シラバス 日本語版 Version 2018V3.1.J02, http://jstqb.jp/dl/JSTQB-SyllabusFoundation_Version2018V3.1.J02.pdf (参照 2021-02-01)
- [4] V. Nasser, W. Du, D. Macisaac, An Ontology-based Software Test Generation Framework, In Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering 2010, pp. 192-197 (2010)
- [5] V. Nasser, W. Du, D. Macisaac, Knowledge-based Software Test Generation, In Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering 2009, pp. 312-317 (2009)
- [6] O. Taipale, K. Karhu and K. Smolander, Observing Software Testing Practice from the Viewpoint of Organizations and Knowledge Management, In Proceedings of The First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007), pp. 21-30 (2007)
- [7] Y. Zhang, X. Luo, Y. Zhao, H. Zhang, An Ontology-based Knowledge Framework for Engineering Material Selection, Journal of Advanced Engineering Informatics, vol. 29, no. 4, pp. 985-1000 (2015)