

ET2013 IPAセミナー

# 高信頼な組込みソフトウェアのための テスト事例と最新動向

2013年11月22日

日本電気通信システム株式会社

羽田 裕

[hada.yt@ncos.nec.co.jp](mailto:hada.yt@ncos.nec.co.jp)

# 自己紹介

## ■ 現職

- NEC通信システム(株) 技術管理本部 生産革新推進室  
技術管理本部 ソフトウェア技術センター
  - 社内ソフトウェア開発 コンサルタント
  - 社内ソフトウェア技術研修 講師

## ■ 社内での業務経験

- 1984年に入社。局用電子交換機の評価・検査、携帯電話ソフトウェア開発、等に従事。2009年から現職。

## ■ IPA/SECにおける活動

- 2011.4～ 組込み系プロジェクト委員(テスト部会)
- 2013.6～ IPA/SEC連携委員
- 2013.10～ソフトウェア高信頼化委員  
(未然防止知識WG、障害事例検証WG)

## ■ その他の社外の活動

- 情報処理学会 組込みシステム研究会
- ソフトウェア技術者協会(SEA)
- システム開発文書品質研究会(ASDoQ)、など



# 講演の流れ

## ◆ソフトウェアテストの国際規格

## ◆当社の事例紹介

- 通信機器のテストの知見を欠陥混入の予防と設計レビューに利用

羽田、青木、「テスト視点による上流工程での予防活動と検知活動の成熟度向上」、  
組込みシステムシンポジウム2013



# ソフトウェア・テストの新しい国際標準

## IPAへの期待(アンケート、ヒアリングの結果) *2010年調査*

標準や基準と、その基本となる考え方が欲しい

新たなリファレンス

- ソフトウェアや組織を特定しない、ソフトウェア・テストのための新しい国際標準: ISO/IEC/IEEE 29119  
”Software and systems engineering - Software testing”
  - 5つのパートで構成。1つの関連標準あり。
    - Part 1:用語と概念、Part 2:テストプロセス、Part 3:テストドキュメント、Part 4:テスト技法、Part 5:キーワード駆動テスト
    - ISO/IEC 33063(ソフトウェアテストアセスメントモデル)
  - 2013年9月にPart 1~3が標準化。Part 4と33063は、年内にDIS(Draft International)投票され、来年以降に標準化の見込み。Part 5は、年内にCD(Committee Draft)投票の見込み。
  - IEEE829(テストドキュメント標準)はPart 3の内容で置き換え(29119-3に一本化)。

## ■ 動的テストが対象

- 静的テスト(レビュー、静的コード解析等)、形式手法、シミュレーション、メトリクス評価、など他の検証・妥当性確認に関するアクティビティは対象外。

## ■ 3階層のプロセスモデル

- 組織として運用すべきテストプロセス、管理層として運用すべきテストプロセス、実施者として運用すべきテストプロセスの3つの階層のプロセスモデルで構成。

## ■ リスクベースのテスト検討

- “テストはサンプリング”という概念に基づき、テストの意図や間引きのデメリットを明示的に検討。

## ■ 汎用的なテストプロセス記述

- テストタイプやテストレベルに依存しない、汎用的な構造でテストプロセスをモデリング。

## ■ 豊富なドキュメントサンプル

- Part 3(全140ページ)の半分を占めるドキュメント(Agileと伝統的プロジェクトの2種類)のサンプル。

## ■ 事例により技法適用をサポート

- テスト設計&実装プロセスに沿って各テスト技法を解説し、事例で具体化。

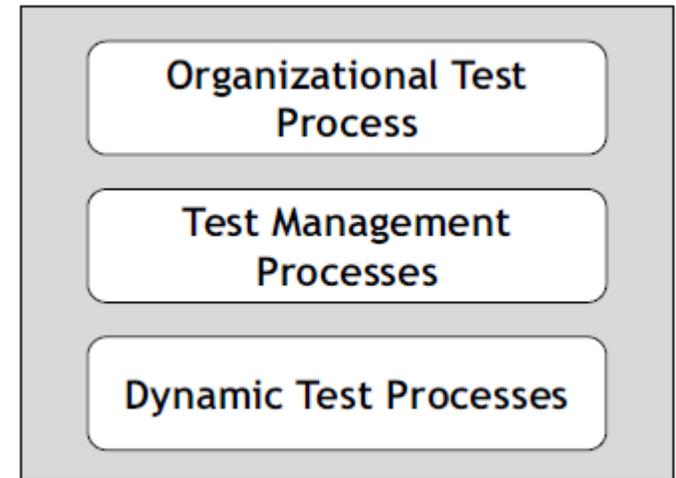


図. The multi-layer testing processes  
(29119-2より引用)

# ISO/IEC/IEEE 29119-2 テストプロセス

## ■ 組織的テストプロセス (Organizational Test Process)

プロジェクト横断的なテスト仕様(テストポリシーやテスト戦略、プロセス、手順、資産、等)の作成・保守のためのプロセス。

## ■ テスト管理プロセス (Test Management Processes)

プロジェクト全体、サブプロセス(テストレベルやテストタイプ等)のためのテスト管理プロセス。

- i. テスト計画プロセス
- ii. テスト監視と制御プロセス
- iii. テスト完了プロセス

## ■ 動的テストプロセス

### (Dynamic Test Processes)

テスト実行のための汎用的なプロセス。

- i. テスト設計と実装プロセス
- ii. テスト環境構築と保守プロセス
- iii. テスト実行プロセス
- iv. テストインシデントレポートプロセス

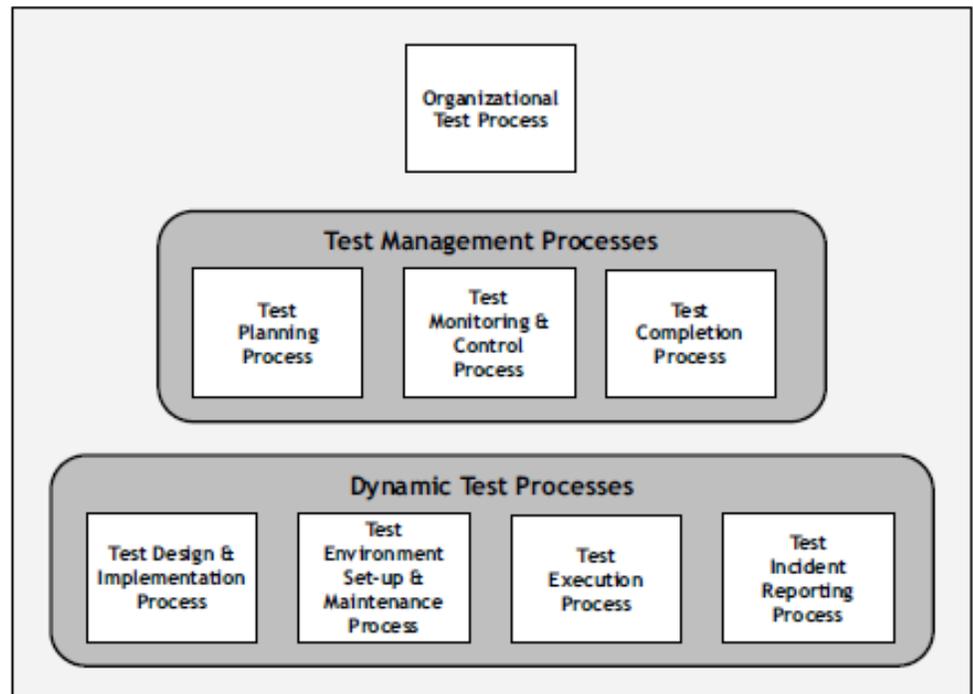


図. The multi-layer model showing all test processes (29119-2より引用)

# ISO/IEC/IEEE 29119-2 組織的テストプロセス

- 組織的なテストポリシーやテスト戦略のようなテスト仕様について、作成・適合の監視・保守を行うプロセス。

## ■ アクティビティ

OT1: 組織的テスト仕様の作成 (Development Organizational Test Specification)

組織の現在のテストプラクティスの確認に基づいた、組織的なテスト仕様(テストポリシー、テスト戦略)の作成。ステークホルダの承認、ステークホルダへの周知。

OT2: 組織的テスト仕様の利用の監視と制御

(Monitor and Control Use of Organization Test Specification)

テスト仕様の適合の監視。ステークホルダへの継続的な利用の働きかけ。

OT3: 組織的テスト仕様の更新 (Update Organizational Test Specification)

テスト仕様の使い方のレビュー。使用効果と管理の検討。効果改善のためのフィードバック・変更。変更管理とステークホルダへの周知。

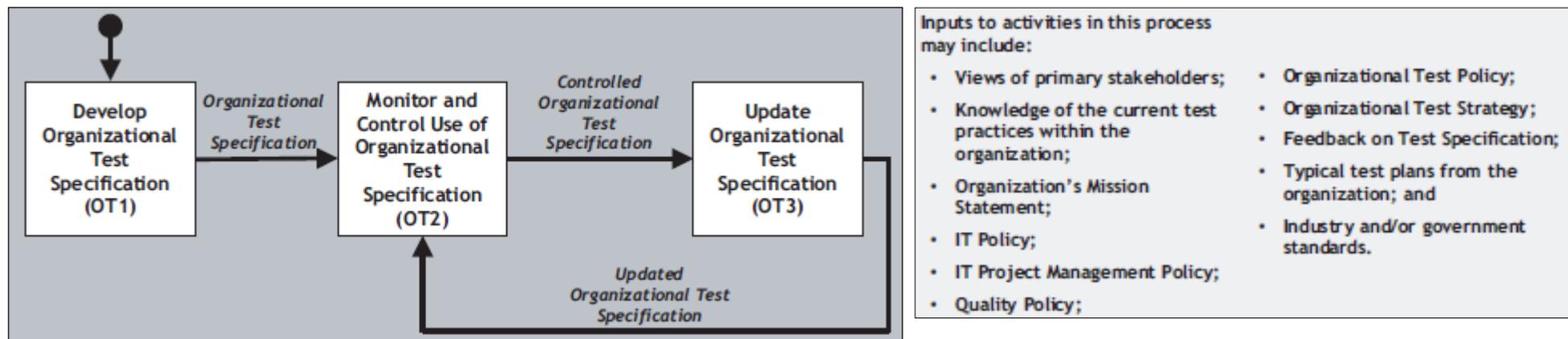


図. Organization Test Process (29119-2より引用)

# ISO/IEC/IEEE 29119-2 動的テストプロセス

- 個々のテストフェーズ(ユニット、統合、システムや受け入れテスト等)やテストタイプ(性能テスト、セキュリティテスト、使用性テスト等)において実行されるプロセス。
- 以下の4つのプロセスが含まれる。
  - テスト設計&実装プロセス
  - テスト環境構築  
&保守プロセス
  - テスト実行プロセス
  - テストインシデント  
レポートプロセス

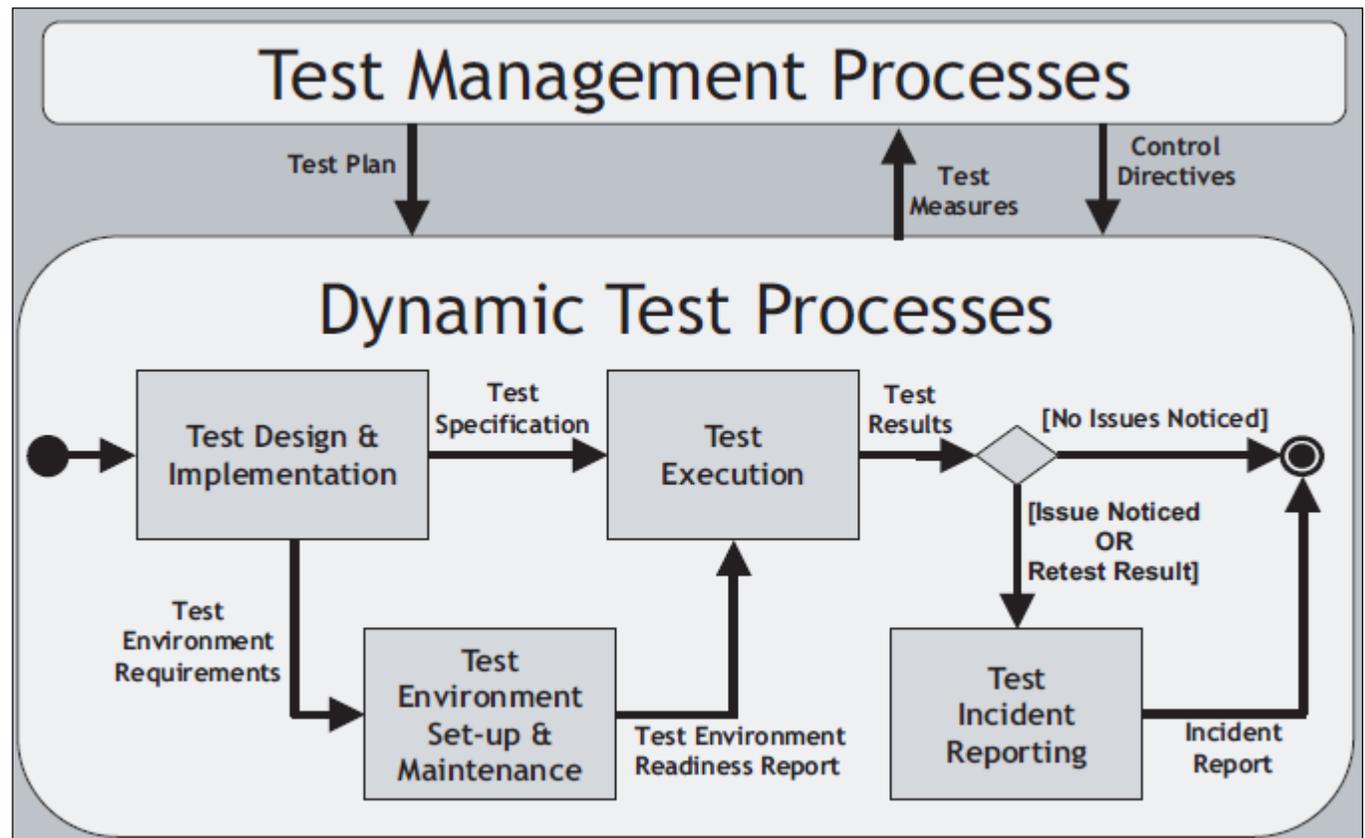


図. Dynamic test process (29119-2より引用)

# ISO/IEC/IEEE 29119-2 テスト設計&実装プロセス

- 動的テストプロセスのサブプロセス。テストケースとテスト手順を抽出するプロセス。

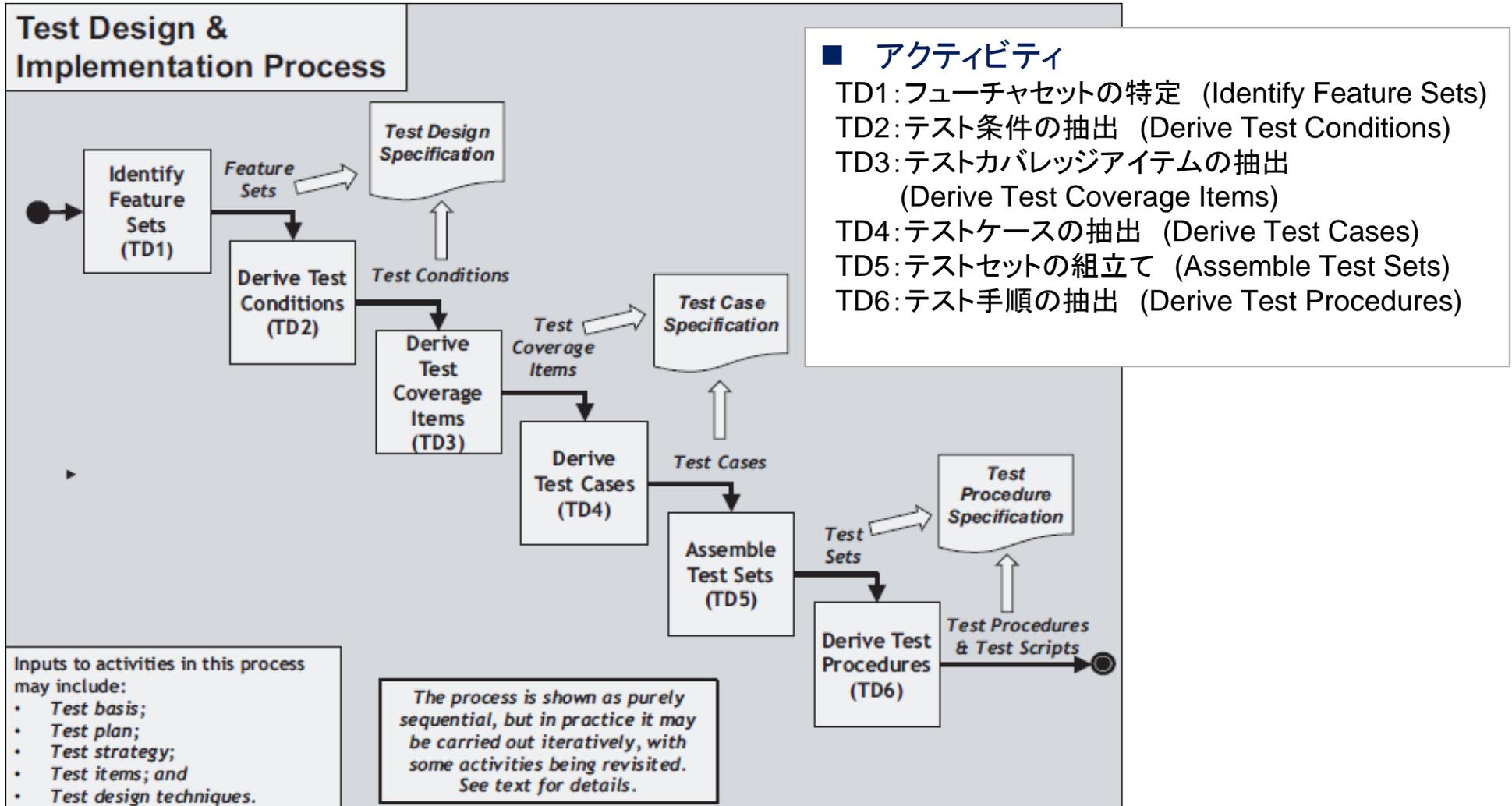


図. Test Design and Implementation Processes (29119-2より引用)

# ISO/IEC/IEEE 29119-3 テストドキュメント体系

## ■ 組織的テストプロセス文書

- テストポリシー
- 1つ以上のテスト戦略

## ■ テスト管理プロセス文書

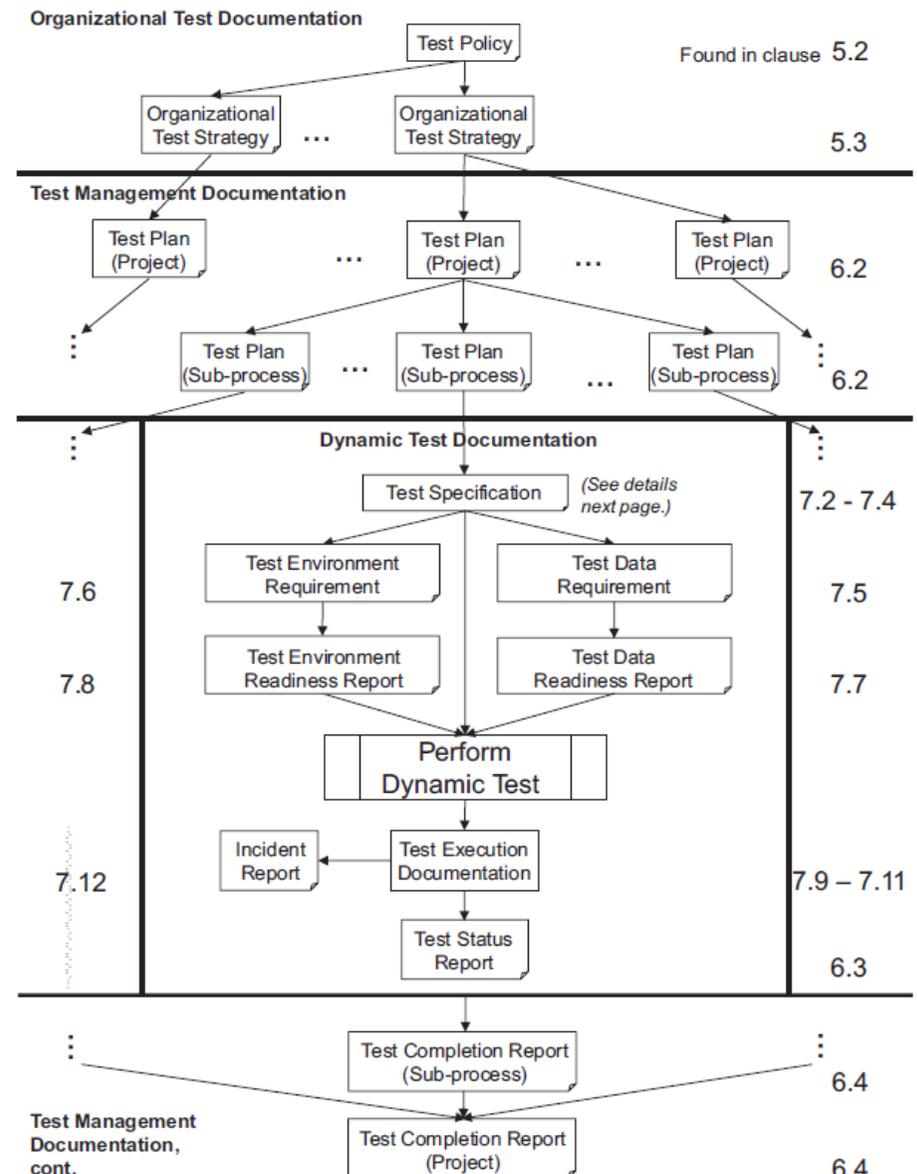
- テスト計画 (プロジェクトごと)
- テスト計画 (サブプロセスごと)

## ■ 動的テストプロセス文書

- テスト仕様 (テスト設計仕様、テストケース仕様、テスト手順仕様)
- テスト環境要求、テストデータ要求
- テスト環境準備報告、テストデータ準備報告
- テスト実行文書 (実行結果、テスト結果、テスト実行ログ)、インシデント報告

## ■ テスト管理プロセス文書

- テスト状況報告 (サブプロセスごと)
- テスト完了報告 (サブプロセスごと)
- テスト完了報告 (プロジェクトごと)



# ISO/IEC/IEEE 29119-3 組織的テストプロセス文書

- 組織的テストプロセスのアクティビティ OT1(組織的テスト仕様の作成)で作成する。
  - テスターの倫理: テスターが守るべき組織的な行動規範を特定する。
  - テスト価値の測定: 組織のテストの対費用効果を決定する方法について記載する。
  - 独立度合: テスト実施者の技術的/経営的/財務的な独立性のレベルについて記載する。  
例. 開発とは別な技術の適用。(参考: JAXAのIV&V)
  - 収集メトリクス: サブプロセスのアクティビティで収集されるメトリクスを記述する。

文書名	概要	構成
テストポリシー	組織内で適用すべきソフトウェアテストの目的と原理。テストで達成すべきことを定義。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報: 概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに: スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. テストポリシー宣言: テストの目的、テストプロセス、テスト体制、テストの訓練、テストの倫理、標準、その他の関連ポリシー、テスト価値の測定、テストアセットの保存と再利用、テストプロセスの改善</li> </ol>
組織のテスト戦略	組織内のテスト方法のガイドライン。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報: 概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに: スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. プロジェクト横断的なテスト戦略宣言: 汎用的なリスク管理、テストの選定と優先度、テスト文書と報告、テスト自動化とツール、テスト成果物の構成管理、インシデント管理、テストのサブプロセス</li> <li>4. テストのサブプロセス特有の組織的なテスト戦略宣言: サブプロセスの開始基準と終了基準、テスト完了基準、テスト文書と報告、独立度合、テスト設計技法、テスト環境、収集メトリクス、再テストとリグレッションテスト</li> </ol>

# ISO/IEC/IEEE 29119-3 テスト管理プロセス文書

- テスト管理プロセスのサブプロセス(テスト計画:テスト計画プロセス、テスト状況報告:テスト監視&制御プロセス、テスト完了報告:テスト完了プロセス)で作成する。
  - プロダクトリスクでは機能の欠陥、性能のような非機能などを登録する。追加のレビューやテストなど軽減策が検討されることもある。プロジェクトリスクではスケジュールやリソースなどを登録する。

文書名	概要	構成
テスト計画	テストの計画と管理の文書。文書の作成単位はさまざま。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. テストのコンテキスト:対象プロジェクトまたはサブプロセス、テストアイテム、テストスコープ、前提と制約、ステークホルダー、テストコミュニケーション、リスク登録(プロダクトリスクとプロジェクトリスク)、テスト戦略(テストサブプロセス、テスト成果物、テスト設計技法、テスト完了基準、収集メトリクス、テストデータ要求、テスト環境要求、再テストとリグレーションテスト、中断と再開の基準、組織のテスト戦略からの逸脱)、テストアクティビティと見積もり、参加者(役割、アクティビティ、責任、雇用ニーズ、訓練ニーズ)、スケジュール</li> </ol>
テスト状況報告	特定の報告期間に対応するテスト状況。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. テスト状況:報告期間、計画に対する進捗、進捗阻害要因、テスト計測、新・変更リスク、次報告期間のテスト計画</li> </ol>
テスト完了報告	実施済みテストのサマリー。文書の単位はテスト計画に対応しさまざま。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. 実施テスト:サマリー、計画との差異、テスト完了評価、進捗阻害要因、テスト計測、残存リスク、テスト成果物、再利用可能テストアセット、教訓</li> </ol>

# ISO/IEC/IEEE 29119-3 動的テストプロセス文書(1)

- 動的テストプロセスのサブプロセス(テスト設計&実装プロセス)で作成する。

文書名	概要	構成
テスト設計仕様	テスト対象のフィーチャと各フィーチャについてテストベースから抽出したテスト条件。	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li><li>2. はじめに:スコープ、参考文献、表記法の規則、用語</li><li>3. フィーチャセット:ID、目的、優先度、特定戦略、トレーサビリティ</li><li>4. テスト条件:ID、内容、優先度、トレーサビリティ</li></ol>
テストケース仕様	テストカバレッジアイテムと、1つ以上のフィーチャセットについてテストベースから抽出した対応するテストケース。	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li><li>2. はじめに:スコープ、参考文献、表記法の規則、用語</li><li>3. テストカバレッジアイテム:ID、内容、優先度、トレーサビリティ</li><li>4. テストケース:ID、目的、優先度、トレーサビリティ、事前条件、入力、期待結果、実行結果とテスト結果</li></ol>
テスト手順仕様	テストセットのテストケースの一連の実行の手順。必要な準備や事後作業のような関連動作を含む。	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li><li>2. はじめに:スコープ、参考文献、表記法の規則、用語</li><li>3. テストセット:ID、目的、優先度、内容(トレーサビリティ)</li><li>4. テスト手順:ID、目的、優先度、準備作業、実施テストケース、他の手順との関連、事後作業</li></ol>
テストデータ要求	テスト手順の実施に必要なテストデータの属性。	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li><li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li><li>3. 詳細テストデータ要求:ID、内容、責任者、必要期間、初期化要否、保存・廃棄</li></ol>
テスト環境要求	テスト手順の実施に必要なテスト環境。	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li><li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li><li>3. 詳細テスト環境要求:ID、内容、責任者、必要期間</li></ol>

# ISO/IEC/IEEE 29119-3 動的テストプロセス文書(2)

- 動的テストプロセスのサブプロセス(テスト環境構築&保守プロセス、テスト実行プロセス、テストインシデントレポートプロセス)で作成する。

文書名	概要	構成
テストデータ準備報告	テストデータ要求の十分性。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. テストデータ状況:ID、状況の記述</li> </ol>
テスト環境準備報告	テスト環境要求の十分性。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. テスト環境状況:ID、状況の記述</li> </ol>
実行結果	テスト手順を実行した際の結果。	(構成なし。公式文書化されない場合あり。)
テスト結果	実行結果と期待結果の比較による、テスト成否(またはテスト実施不可)の判定。	(構成なし。通常はテスト手順仕様の空欄に記載と説明あり。)
テスト実行ログ	テスト手順の実行ログ。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. イベント:ID、時刻、内容、影響</li> </ol>
テストインシデント報告	テスト期間中に発覚した、要記録のインシデント。欠陥報告、バグ報告と同じ。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 文書情報:概要、版数、発行部門、承認、変更履歴</li> <li>2. はじめに:スコープ、参考文献、用語</li> <li>3. インシデント詳細:タイミング情報、発行者、状況、内容、重要度、優先度、リスク、状態</li> </ol>

# ISO/IEC/IEEE DIS 29119-4 テスト技法

- テスト技法を3つに分類。汎用的なプロセス記述に従って26の技法について説明。
  - テスト設計&実装プロセスのアクティビティTD2～TD4の内容。
  - テストカバレッジの計算方法。
  - 技法適用のためのガイドラインと事例(Annex B～E)。

分類	技法	
仕様ベース	同値分割法	
	クラシフィケーションツリー法	
	境界値分析	
	構文テスト	
	組合せテスト	全組合せテスト
		ペアワイズテスト
		単一選択テスト
		ベース選択テスト
	デシジョンテーブルテスト	
	原因結果グラフ法	
	状態遷移テスト	
	シナリオテスト	
	ユースケーステスト	
ランダムテスト		

分類	技法	
構造ベース	ステートメントテスト	
	ブランチテスト	
	デシジョンテスト	
	ブランチコンディションテスト	
	ブランチコンディション組合せテスト	
	改良条件判定(MCDC)テスト	
	データフローテスト	全定義法テスト
		全演算使用法テスト
		全判定述語使用法テスト
		全使用法テスト
全duパステスト		
経験ベース	エラー推測	

# ISO/IEC/IEEE DIS 29119-4 プロダクト品質特性とテストタイプ

- Part 4のAnnex Aでは、17のテストタイプについて説明。テストタイプそれぞれについて、ISO/IEC 25010(JIS X 25010)のプロダクト品質特性・副特性とマッピング。
- テスト技法それぞれについても、プロダクト品質特性・副特性とマッピング。

テストタイプ	品質特性	副特性	テストタイプ	品質特性	副特性
アクセシビリティテスト	使用性	アクセシビリティ	設置性テスト	移植性	設置性
バックアップ/回復テスト	信頼性	成熟性	相互運用性テスト	互換性	相互運用性
		障害許容性	保守性テスト	保守性	すべての副特性(5つ)
		回復性	性能関連テスト	性能効率性	すべての副特性(3つ)
互換性テスト	互換性	共存性	移植性テスト	移植性	すべての副特性(3つ)
変換テスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)	手続きテスト	該当なし	該当なし
ディザスタリカバリテスト	信頼性	成熟性	信頼性テスト	信頼性	すべての副特性(4つ)
		障害許容性	セキュリティテスト	セキュリティ	すべての副特性(5つ)
		回復性	安定性テスト	保守性	修正性
機能テスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)	使用性テスト	使用性	すべての副特性(6つ)

# ISO/IEC/IEEE DIS 29119-4 プロダクト品質特性とテスト設計技法(1)

## ■ 仕様ベースのテスト設計技法

テスト設計技法	品質特性	副特性
境界値分析	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	性能効率性	時間効率性
		容量満足性
	使用性	ユーザエラー防止性
	信頼性	障害許容性
	セキュリティ	機密性
インテグリティ		
原因結果グラフ法	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	使用性	ユーザエラー防止性
	互換性	共存性
クラシフィケーションツリー法	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	使用性	ユーザエラー防止性
組合せテスト設計技法	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	互換性	共存性
	性能効率性	時間効率性
	使用性	ユーザエラー防止性
デシジョンテーブルテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	互換性	共存性
	使用性	ユーザエラー防止性

テスト設計技法	品質特性	副特性
同値分割法	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	使用性	ユーザエラー防止性
	信頼性	可用性
	セキュリティ	すべての副特性(5つ)
ランダムテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	性能効率性	すべての副特性(3つ)
	信頼性	すべての副特性(4つ)
	セキュリティ	すべての副特性(5つ)
シナリオテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	使用性	すべての副特性(6つ)
状態遷移テスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	信頼性	すべての副特性(4つ)
構文テスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
ユースケーステスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
	使用性	すべての副特性(6つ)

# ISO/IEC/IEEE DIS 29119-4 プロダクト品質特性とテスト設計技法(2)

## ■ 構造ベースのテスト設計技法

テスト設計技法	品質特性	副特性
ステートメントテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
ブランチテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
デシジョンテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
ブランチコンディションテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
ブランチコンディション 組合せテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
改良条件判定(MCDC)テスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)
データフローテスト	機能適合性	すべての副特性(3つ)

## ■ 経験ベースのテスト設計技法

テスト設計技法	品質特性	副特性	
エラー推測	機能適合性	すべての副特性(3つ)	
	性能効率性	すべての副特性(3つ)	
	使用性		習得性
			運用操作性
			ユーザエラー防止性
	信頼性	障害許容性	

## ■ 不足しているところを取り入れる

- Part 1～4でも400ページ超の分厚いテストプロセスとテスト文書のモデル
- いっぺんにすべてを適用するのは、かなりのリスク
- 自組織のコンテキストと比較して、不足しているところから適用を進める
- 概念や用語などについて、標準と自分たちの違いを整理し、他のベストプラクティスを自組織のコンテキストに適合するための礎とする

## ■ テスト技法の勉強に使う

- 具体的な事例によりそれぞれの技法を解説
- どの技法も同じプロセス・アクティビティに従って解説しているので理解しやすい
- テスト技法に取り組むきっかけに

## ■ 開発委託元の考えることの参考に

- プロジェクト横断的なテストポリシーやテスト戦略は、委託元が委託先にテストへの意思を伝えるもの
- トレースとブレークダウンの大元とする



## ◆ソフトウェアテストの国際規格

## ◆当社の事例紹介

- 通信機器のテストの知見を欠陥混入の予防と設計レビューに利用

羽田、青木、「テスト視点による上流工程での予防活動と検知活動の成熟度向上」、組込みシステムシンポジウム2013



# 1. 動機・ねらい(1/2)

上流工程の欠陥の予防活動と検知活動(設計レビュー)の質の向上



## ■ 予防活動や設計レビューにおける暗黙知の形式知化

- 残ることの多い暗黙知を形式知化し, より効果的な活動とする
  - 仕様: システムの利用条件, 非機能要件 → 暗黙の要求
  - 過去の障害事例: 影響の小さな障害の対策 → 開発者個人の経験やスキル・ノウハウ
  - 開発のベースシステム・類似システムの成果物: 暗黙の要求と仕様との関係 → 明記されず, 下流工程で変更・追加された仕様 → 暗黙知

## ■ 設計レビューと同じ検知活動であるテストに着目

- 妥当性確認の要素の強さの傾向が同じテストの概念を利用
  - 設計レビューは上流工程になるほど, テストは下流工程になるほど妥当性確認の要素が強くなる



ソフトウェア開発者のテスト観点に関する知見を**テスト観点ツリー**として整理し, 予防活動と設計レビューの道具とする

# 1. 動機・ねらい(2/2)

## ① 予防活動

### ● 欠陥混入の予防

設計着手前にツリーから設計留意点を選定し、それに留意して設計することで欠陥混入を防止。

## ② 設計レビュー

### ● 欠陥の発見

レビューアの指摘の拠り所にツリーを追加。従来なら総合テスト以降に流出する欠陥を設計レビューで発見。

### ● 製品に対する チームメンバーの教育

テスト観点をを用いた設計法の共有やチームメンバー全員でのツリー作成などにより、設計における多角的な視点の育成、製品知識の習得。

表. レビュー手法に期待される主な効果

【引用】IPA/SEC: 高信頼化ソフトウェアのための開発手法ガイドブック  
- 予防と検証の事例を中心に -, 2011

効果 種別	欠陥製品の発見	仕様との適合性のチェック	標準との適合性チェック	製品の完全性と正しさの検証	理解性と保守性の評価	コンポーネントの品質の実証	クリティカルまたは高リスクの プロセス改善のためのデータ収集	文書品質の測定	製品に関する他のチームメンバーの教育	対処法についてのコンセンサスの決定	変更または欠陥修正の正しさの確認	別の対処法の検討	プログラム実行のシミュレーション	レビューコストの最小化
アドホック・レビュー	●													●
ペア・プログラミング	●				●				●	●		●		
ピア・デスク・チェック	●	●	●									●		●
ピア・レビュー	●	●	●	●					●	●	●			
パス・アラウンド	●	●	●		●				●					
チーム・レビュー	●	●	●				●		●	●	●			
ウォークスルー	●			●	●				●	●	●	●	●	
インスペクション	●	●	●	●	●	●	●	●						

## 2. アプローチ 概要(1/2)

### ① 開発者の知見を整理したドメインモデルを作成

- ドメイン分析を適用し, テスト観点ツリーを作成

- 対象を通信機器ドメインに絞り込み
- テスト観点(何をテストすべきかを示す概念)をソフトウェア品質特性(JIS X 0129)を参考に分類

### ② 設計と設計レビューにテスト観点ツリーを適用

- テスト観点ツリーを開発対象システムに合わせてテーラリング

- ドメインモデルで利用者にカテゴリー帰納推論を促し, 開発対象システムのテスト観点の導出を期待

- 設計および設計レビュー時にチェックリストとして使用

- テーラリングしたテスト観点ツリーをリスト化(テスト観点リスト)
- 上記リストのテスト観点のうち, 設計時に留意すべき点(設計留意点)を選定&レビュー後, 設計と設計レビューで利用

## 2. アプローチ 概要(2/2)

### ③ 2つのプロジェクトへ適用し、結果を評価

#### 【評価内容】

#### A) 開発プロジェクトへの効果

- 開発生産性
- 総合テスト以降に発見された欠陥

#### B) 「欠陥混入の予防」に対する効果

- 設計時に反映した設計留意点

#### C) 「欠陥の発見」に対する効果

- 設計レビュー後に設計に反映した設計留意点

#### D) 「製品に対するチームメンバーの教育」に対する効果

- 設計留意点レビュー前後の設計留意点の数の変化

#### E) 改善のための設計者へのヒアリング結果

## 2. アプローチ テスト観点ツリーの作成(1/3)

- ソフトウェア品質特性(JIS X 0129)の分類に従って, 特性・テストの視点をリストアップして整理
  - 社内の開発者の参加を募り,
  - ブレインストーミングで経験知を集め,
  - マインドマップでツリー構造に整理
- 6品質特性, システム独自機能, 動作環境の8つに大別
  - 共通的に現れる特性・テスト視点を, 各々の品質特性に分類
    - モレの削減が狙い
  - 機器・システム独自の機能を, 独立ノードとした
    - 独自機能は, 機器・システム毎に追加することを想定
    - 品質特性に分類するより, まとめておいた方が検討容易
  - ハードウェアを含む動作環境の視点を, 独立ノードとした

## 2. アプローチ テスト観点ツリーの作成(2/3)

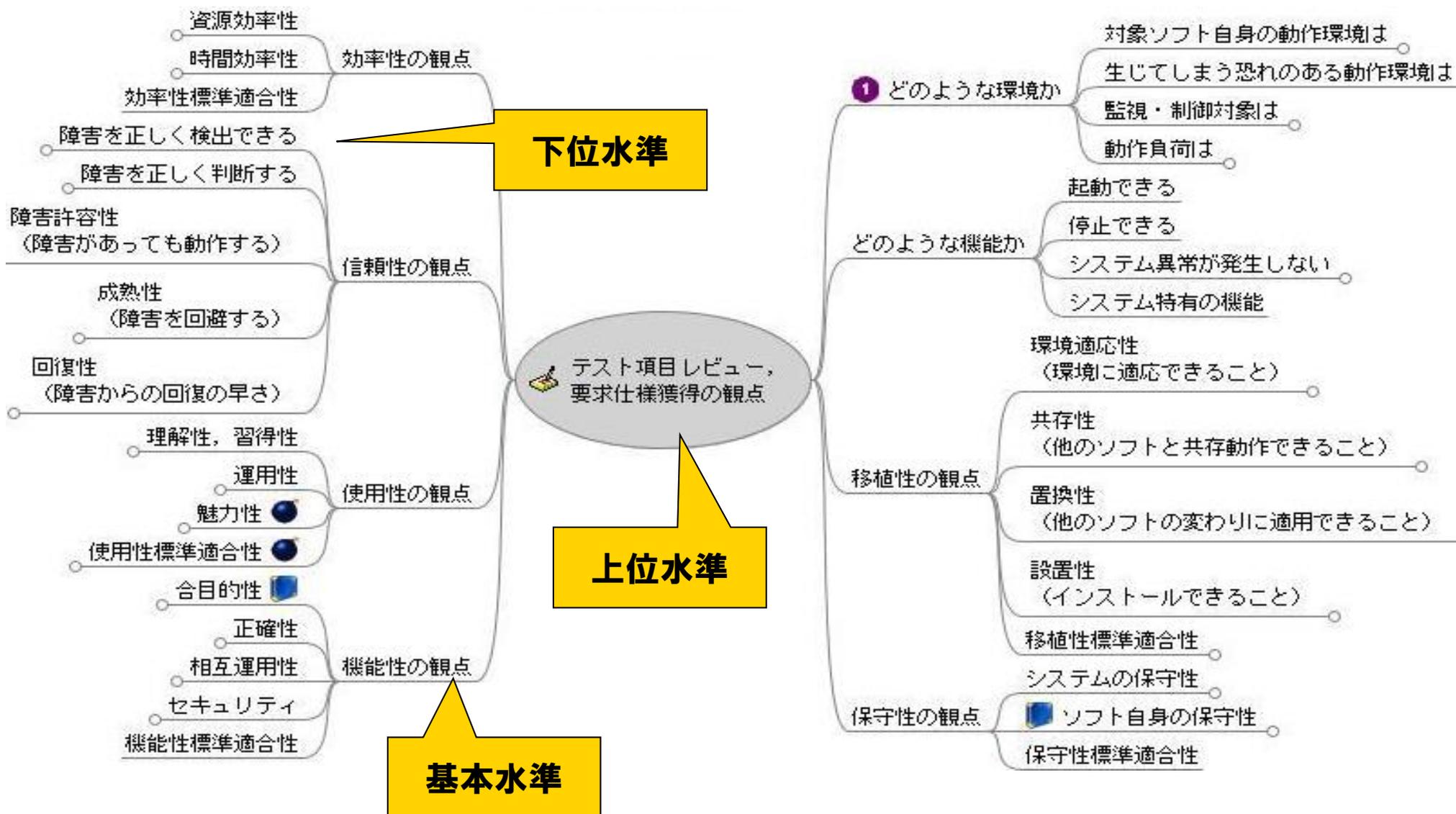


図. テスト観点ツリー(第2階層まで展開)

## 2. アプローチ テスト観点ツリーの作成(3/3)

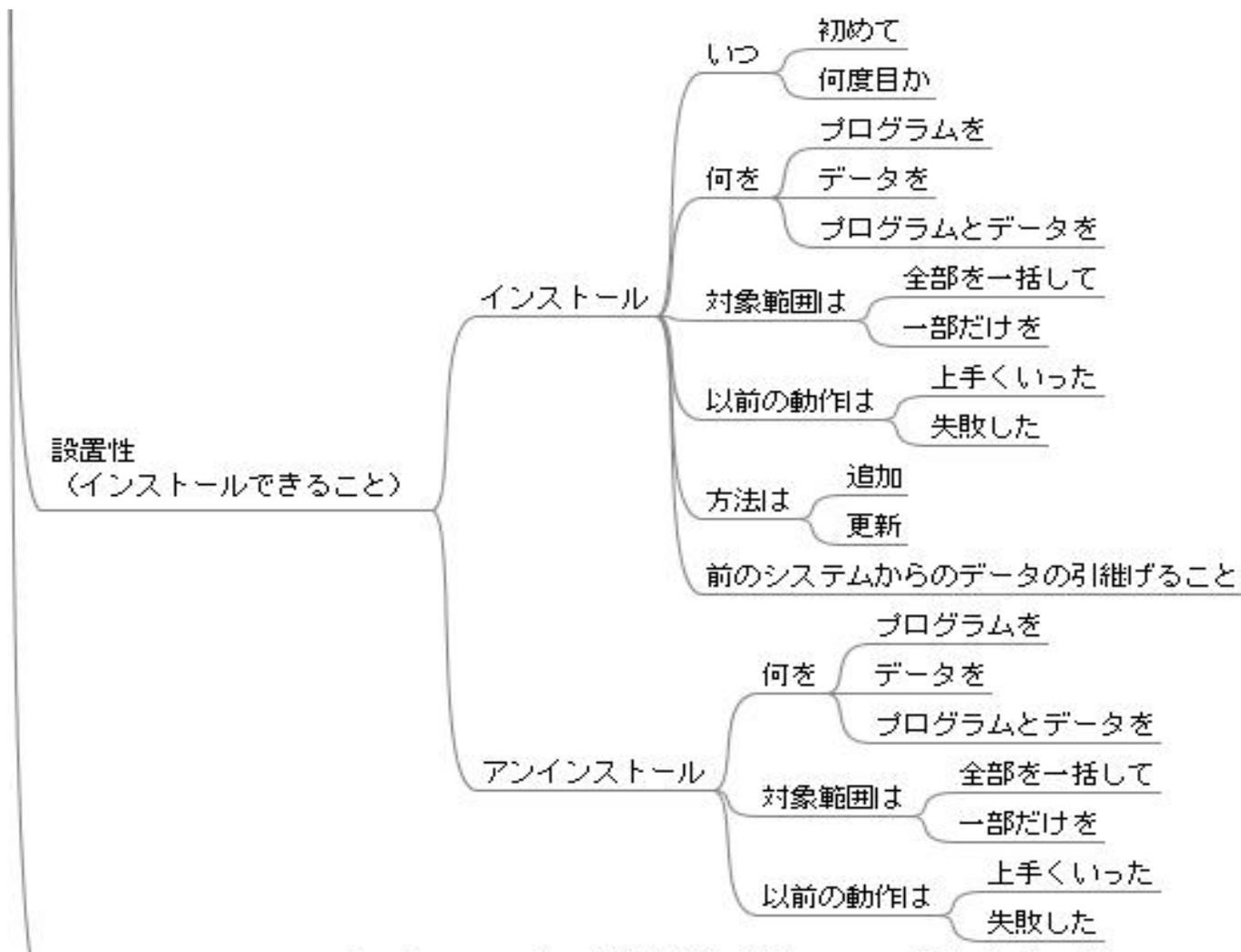


図. テスト観点ツリー(設置性のノード)

## 2. アプローチ テスト観点ツリーの適用(1/5)

- 設計に先立って設計留意点を明確にして、設計品質を向上する

### 【適用手順】

- ① テスト観点ツリーのテーラリング
- ② テスト観点ツリーのリスト化(テスト観点リスト作成)
- ③ リストから設計留意点の選定
- ④ 設計留意点レビュー
- ⑤ 設計留意点レビューの指摘結果をリストへ反映
- ⑥ 設計留意点に留意しつつ、設計作業を実施
- ⑦ 成果物の設計レビュー
- ⑧ 設計レビューの指摘結果を成果物へ反映

## 2. アプローチ テスト観点ツリーの適用(2/5)

### ① テスト観点ツリーのテーラリング

- ドメインモデルのテスト観点ツリーを，開発対象システムに合わせてテーラリングし，**開発対象システム用のテスト観点ツリー**を作成する。

- 開発メンバ全員でブレインストーミング
- 不要観点の削除，不足観点の追加，主要観点の詳細化

- ✓ 個人の経験やスキル・ノウハウの暗黙知の表出を促す
- ✓ 開発対象システムとドメインモデルや既存システムとの「差」を共有する
  - 設計者  
→ 欠陥混入の予防
  - レビューア  
→ 欠陥発見の容易性向上

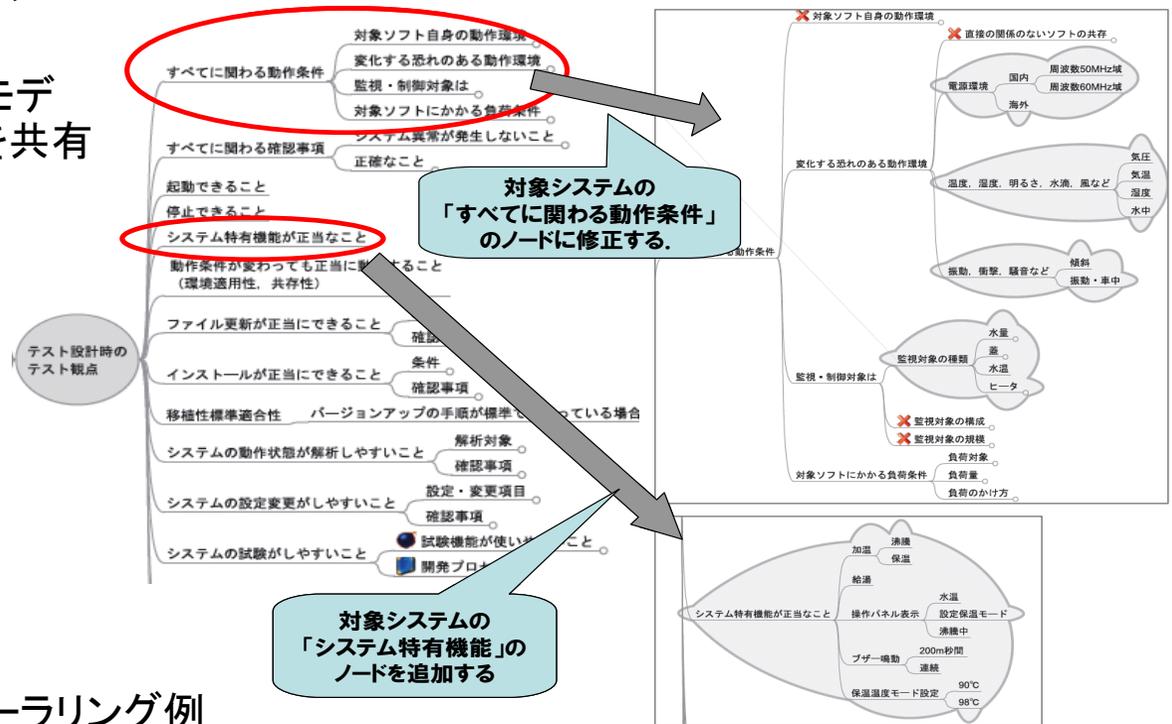


図. テスト観点ツリーのテーラリング例



## 2. アプローチ テスト観点ツリーの適用(4/5)

### ③ リストから設計留意点を選定

- 設計者は、リストのテスト観点のうち、設計作業で留意すべきテスト観点を設計留意点として選定し、リストの「**チェック**」欄と「**選定根拠**」欄に記録する。

### ④ 設計留意点レビュー

- 選定した設計留意点の妥当性、選定した根拠を議論する。

### ⑤ 設計留意点レビューの指摘結果をリストへ反映

- 設計者は、設計留意点レビューでの指摘を勘案し、再び設計留意点を選定し、リストの「**レビュー結果**」欄に記録する。

### ⑥ 設計留意点に留意しつつ、設計作業を実施

- 設計者は「レビュー結果」欄で選定した設計留意点を確認しながら、設計作業を実施する。
- 設計留意点から、要求や条件が新たに導出されたり、上位要求に対して確認すべき事柄が発生した場合は「**設計時**」と記録する。

## 2. アプローチ テスト観点ツリーの適用(5/5)

### ⑦ 成果物の設計レビュー

- リストを参照しつつ、設計作業の成果物をレビューする。

### ⑧ 設計レビューの指摘結果を成果物へ反映

- 設計者は、設計レビューの指摘結果を成果物とリストへ反映する。
- 設計レビューの指摘を勘案し、設計留意点による指摘で、次のような作業をした場合「**設計レビュー後**」として記録する。
  - ✓ 成果物を変更した
  - ✓ 上位要求に対して確認すべき事柄が発生した

### 3. 開発プロジェクトへの適用結果(1/5)

#### ■ 2つの開発プロジェクトα とβ に適用(α →β の順)

- 開発メンバ(β で+1名), 開発対象の機能ユニット, 設計工程(システム設計と機能設計), テスト観点の数(140)は同じ条件.

#### ■ 設計留意点の数

設計 アイテム	担当	設計留意点の数					反映した 設計留意点の数	
		設計者 選定	レビュー 結果	差分			設計時	レビュー 後
				増加	削減	合計		
α-1	A	17	24	11	4	15	0	0
α-2	A	25	9	1	17	18	0	1
α-3	B	9	10	1	0	1	0	2
α-4	B	14	14	0	0	0	0	0
α-5	B	10	11	1	0	1	0	0
α-6	D	6	6	0	0	0	0	0
α-7	E	2	2	0	0	0	0	0
α-8	E	11	11	0	0	0	0	0

設計 アイテム	担当	設計留意点の数					反映した 設計留意点の数	
		設計者 選定	レビュー 結果	差分			設計時	レビュー 後
				増加	削減	合計		
β-1	A	20	18	2	4	6	0	0
β-2	A	29	29	0	0	0	0	0
β-3	A	27	27	1	1	2	0	0
β-4	B	23	23	0	0	0	0	0
β-5	B	28	30	2	0	2	1	2
β-6	B	8	8	0	0	0	1	1
β-7	C	15	15	0	0	0	0	0
β-8	D	24	24	0	0	0	0	0
β-9	D	16	17	1	0	1	0	0
β-10	D	3	3	0	0	0	0	0
β-11	D	33	32	1	2	3	0	0
β-12	D	9	9	0	0	0	0	0
β-13	E	32	32	0	0	0	0	0

図. 設計留意点の数(左:α, 右:β)

注)

担当Aは初級者(経験2年未満), BとCは中級者(経験2~5年), DとEは上級者(経験5年以上)

### 3. 開発プロジェクトへの適用結果(2/5)

#### A) 開発プロジェクトへの効果

- 開発生産性(開発規模あたりの工数)

$\alpha$  = 適用前より5%向上

$\beta$  =  $\alpha$  と同じ

- 総合テスト以降に発見された欠陥(開発規模あたりの欠陥件数)

$\alpha$  = 適用前の1/4に減少

$\beta$  = 適用前の1/6に減少

適用による作業負荷の影響は見られず

適用の繰り返しでさらに減少

#### B) 「欠陥混入の予防」に対する効果

- 設計時に反映した設計留意点

設計留意点の数  $\alpha = 0, \beta = 2$

#### C) 「欠陥の発見」に対する効果

- 設計レビュー後に設計に反映した設計留意点

設計留意点の数  $\alpha = 3, \beta = 3$

従来の方法であれば、総合テスト、あるいはそれ以降に流出する恐れのある欠陥の流出を防止

### 3. 開発プロジェクトへの適用結果(3/5)

#### D) 「製品に対するチームメンバーの教育」に対する効果

- 設計留意点のレビュー前後の数の変化
  - ✓ 設計初級者の差分
    - α (2つの設計アイテム): 15個, 18個
    - β (3つの設計アイテム): 6個, 0個, 2個
  - ✓ 上記以外の担当者の差分
    - α とβ で大きな差なし

適用の繰り返しによる過不足数の減少は、担当者の知識・設計力の向上を示していると想定

#### E) 改善のための設計者へのヒアリング結果

- a. 設計留意点を選定する時間の変化
  - ✓ 設計アイテムあたりの平均時間
    - α = 0.5時間, β = 0.25時間
- b. 設計留意点のレビュー時間の変化
  - ✓ 設計アイテムあたりの平均時間
    - α = 0.5時間, β = 0.25時間

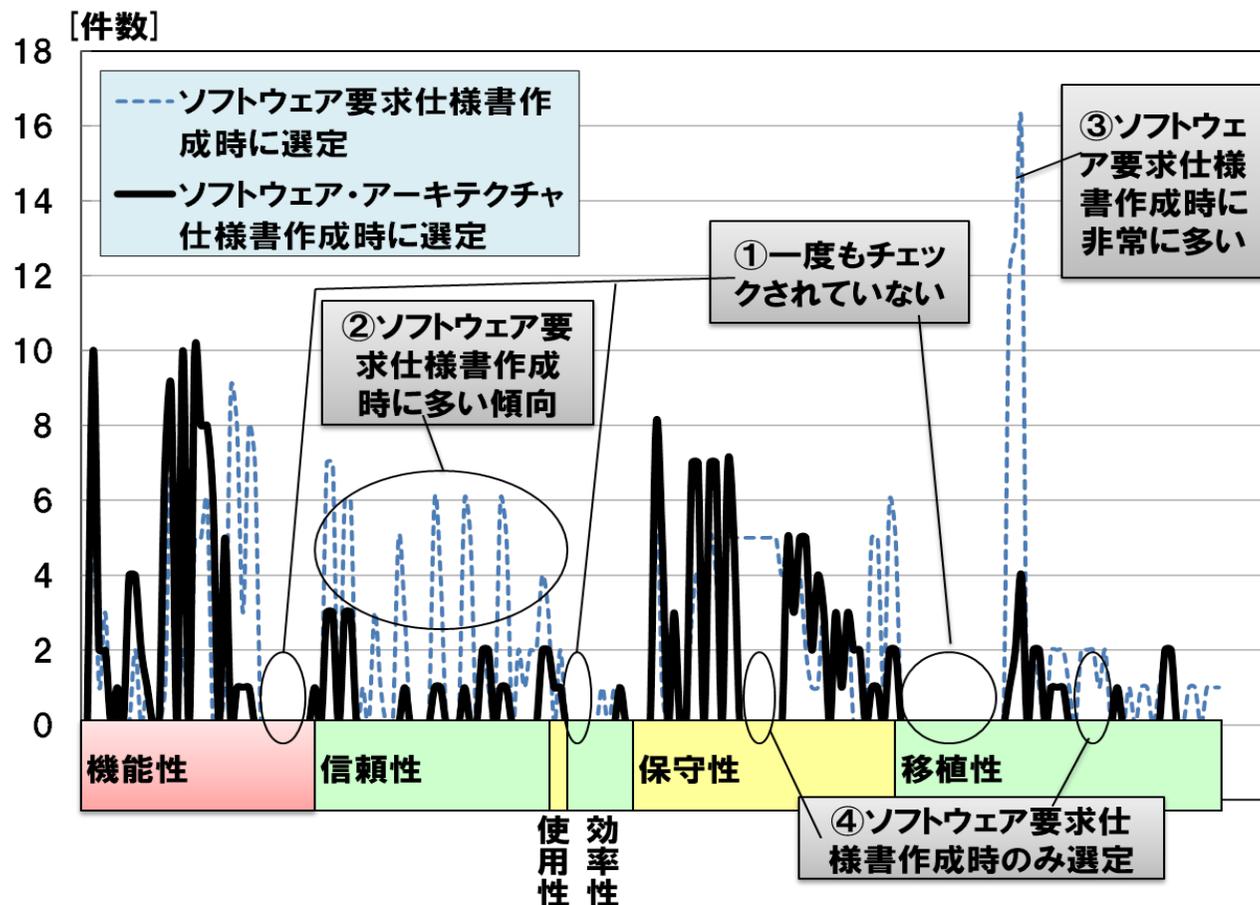
適用当初は工数の増加が見られた。適用に慣れてからは工数の増加は見られず。適用前後のレビュー時間も大きな変化なし

### 3. 開発プロジェクトへの適用結果(4/5)

#### E) 改善のための設計者へのヒアリング結果(続き)

##### c. 選定する設計留意点の傾向

✓ テスト観点ツリーの第1階層別で見ると偏り有.



### 3. 開発プロジェクトへの適用結果(5/5)

#### E) 改善のための設計者へのヒアリング結果(続き)

##### d. 設計留意点の表現の影響の有無

- ✓ もう少し設計対象システムに近い表現が良い
- ✓ 抽象度の高い表現が良い

設計に反映した設計留意点の数への影響は見られず

##### e. 設計時における設計留意点の使い方

- ✓ 事前に留意点を確認してから設計
- ✓ 設計と留意点の確認を逐次くりかえし
- ✓ 設計の終わりに留意点を確認

設計者の経験度との関連は見られず

## 4. 考察(1/2)

### ■ 適用結果に対する考察

- 欠陥混入の予防と欠陥の発見に有効
  - 従来は、設計留意点を明示していなかった。担当者ごとの知見に頼っていた
  - 開発チームの知見を、総合して共有したことが有効だったと考える
- 製品に対するチームメンバーの教育に有効
  - 適用の繰り返しによって、設計工数増加がなくなり、設計留意点レビューでの観点漏れ指摘が減少していることから、有効と考えてよかろう
- 設計チームの弱点分析、チーム力の改善に有効かもしれない
  - 観点ごとに、設計レビューで指摘の多いものと少ないものが観測された。また、選定について偏りが見られた。これは設計チームの特徴を示している可能性がある
- テーラリング状況の観測については今後の課題
  - テーラリング状況を確認することで、設計者の暗黙知の傾向や、設計者の観点理解の進み方を把握できる可能性がある
  - テーラリングの場がさらなる効果を生み出す可能性がある
- 設計留意点の表現の違いによる効果は今後の課題
  - 具体/抽象の違いが、効果にもたらす影響は明らかになっていない

## 4. 考察(2/2)

### ■ 適用結果に対する考察(続き)

- 設計留意点の使い方は多様だが、制約は当面不要
  - 設計者によって、設計時の使い方はさまざま。使い方による影響はみられない
- 品質の作り込みなど、直接計測できない留意点の効果は、継続監視
  - 設計時に反映した留意点の数がそれほど多くないにも関わらず、開発プロジェクトの総合テスト以降に流出した欠陥数は減少。反映させたという記録以上に、品質の作り込みに寄与している可能性あり。

### ■ テスト観点ツリーの表現と構造に対する考察

- テスト観点ツリーの表現や構造を変えることで、さらに適用効果が上がる可能性がある
  - 認知におけるカテゴリー帰納推論をより促すための工夫を加える
    - ✓ 認知におけるカテゴリー構造へ近づける(例. 三層構造, 第一階層ノード名)
    - ✓ テスト観点の典型性を高める(例. 家族的類似性)
  - テスト観点の多面性への対応
    - ✓ 品質特性, システム独自機能, 動作環境以外の観点の配置, 組合せ(例. 備考テスト)

## 5. まとめ

- 上流工程の予防活動と検知活動（設計レビュー）の質の向上を図るために、テストの概念を整理したドメインモデルを作成して、実際のプロジェクトのそれぞれの活動に適用した。
- 欠陥混入の予防，欠陥の発見，製品に対するチームメンバーの教育に有効であることの見通しを得た。
- 今後は，適用プロジェクトから示されたテスト観点ツリーの課題について解決するとともに，テスト観点ツリーの適用を拡大することで，用途の多様化を図る。

ご清聴ありがとうございました