JaSST '09東海

テスト技法の位置づけとテストの十分性

・ テストライフサイクルと品質コスト

2009年10月16日（金）

富士ゼロックス株式会社
品質本部　秋山 浩一

FUJI xerox

自己紹介＆関連イベント







1985年4月1日：	富士ゼロックス（株）入社（Smalltalk, UNIX WS, Net.）
1996年11月21日：	ソフトウェアテスト技法＆ツールを作る仕事に従事
2000年5月30日：	Webで見つけたTEFへ参加（http://www.swtest.jp/）
2000年9月25日～9日：	2WCSQ：田口氏の発表の後に西さんの発表を聞く
2000年10月1日：	TCS翻訳プロジェクト始動
～2001年11月26日：	『基本から学ぶソフトウェアテスト』出版（共訳）
2002年5月8日：	LLST翻訳プロジェクト始動
～2003年4月21日：	『ソフトウェアテスト293の鉄則』出版（共訳）
2003年3月6日：	JaSST'03（第一回）（JaSST実行委員）
2004年1月27日～28日：	JaSST'04「HAYST法」発表
2005年1月5日：	『ソフトウェア・テストPRESS Vol. 2』出版（特集2）
2005年12月12日：	NPO法人　ASTER設立
2006年1月31日：	JTCB（現在のJSTQB）FL開始（ステアリング委員）
2007年7月31日：	『ソフトウェアテストHAYST法入門』出版（共著）
2008年5月10日：	『ソフトウェアテスト入門』出版（共著）
2008年7月15日：	『ソフトウェアテストの基礎』出版（共訳）
2008年10月7日：	日経品質管理文献賞受賞
2009年：	SQiPテストWG、SEA SS2009テストWG、IPA/SEC委員、品質工学会、日本品質管理学会、情報処理学会、香川大大学院工学研究科 社会人博士後期課程

FUJI xerox

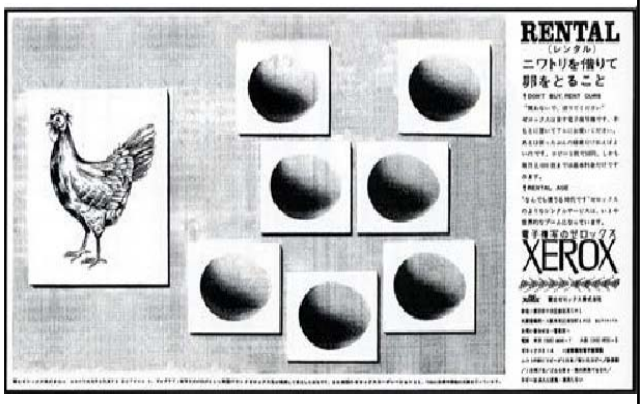
Ⅰ. ソフトウェアテストと品質保証の必要性
Ⅱ. テストライフサイクル
Ⅲ. ソフトウェアテスト技法ポジショニングマップ
Ⅳ. 品質コスト
Ⅴ. まとめ

1962年　富士ゼロックス誕生

ＦＸの歴史、ＦＸの強み
“ドキュメントへのこだわり”
“モノを売るのではなく、価値を提供し、対価をいただく”

1962年 新聞広告

1963年 新聞広告



4

FUJI Xerox

1970年代

豊かさを求めてひたすら走り続けた高度経済成長
　　複写機事業の新展開

“小さくても百獣の王”

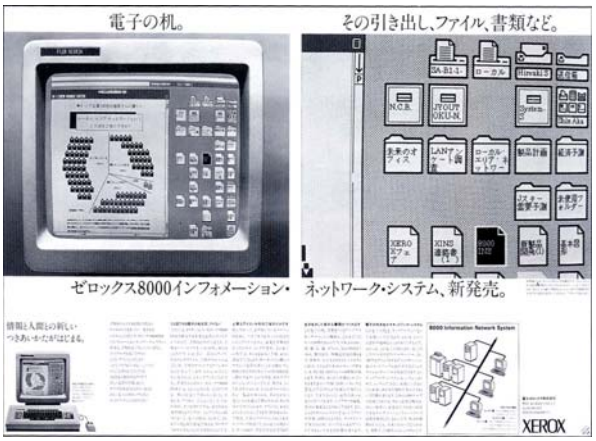
“小さくてもXEROX”

FUJI xerox

1980年代

情報化社会到来
　　オフィス環境の「新しいカタチ」を提案

XINS（Xerox Information Network System）



FUJI xerox

1990年代　中盤

知識社会の到来を見通して
　　ＴＤＣを宣言し、知のネットワークを提言

デジタル複合機

デジタルフルカラー

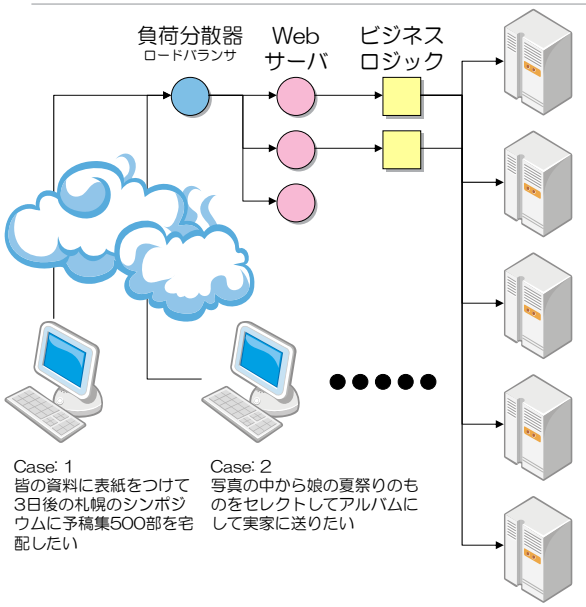
FUJI xerox

2000年代　多店舗プリントサービス

「簡単」「便利」「安心（安全）」の提供

FUJI xerox

『クラウド』の世界へ



Case1では、A社に保管されていた資料を、B社で編集し、C社でプリント、D社で表紙をつけてE社で発送する。

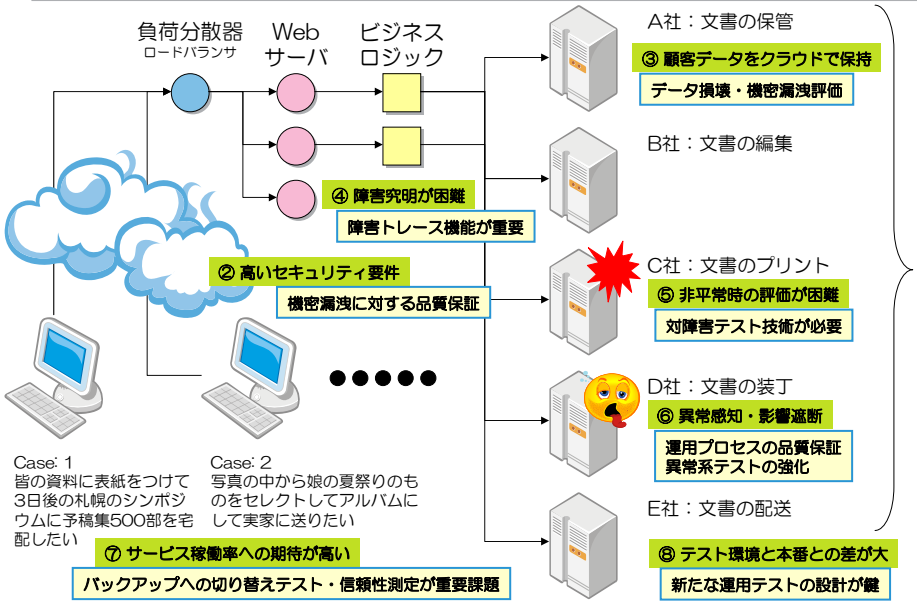
簡単な処理であるが、よく考えると、文書のプリント以降のC社、D社、E社については、配送先の札幌に近い会社を選択する必要があります。また、A社からE社までの全てがそろわないと受注できないのか？というと、そんなことはなく、D社がなくても恐らくは「しかたない」ということになるはずです。

このように、ひとつの顧客要求（トランザクション）が並行処理され仮予約という形でいったん戻され、OKであれば、その処理フローで走るといった複雑でかつ流動的なシステムになります。

また、A社からE社はいわゆるマルチベンダー体制となるため正常系まではすぐ開発できるものの異常系の開発と評価は非常に困難なものになります。

FUJI xerox

『新技術（クラウド）』→『テストも技術力強化』が必要



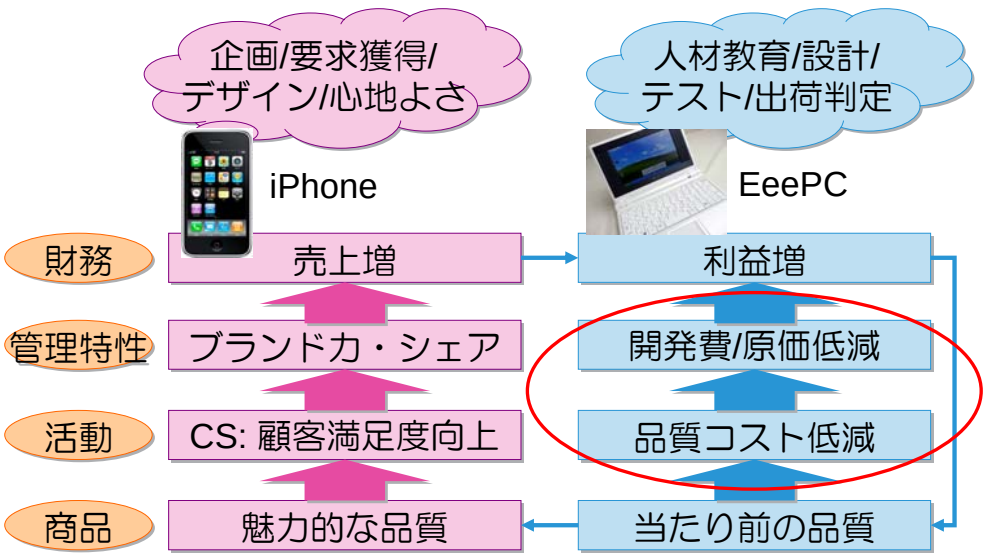
FUJI xerox

弊社におけるソフトウェア開発の変化

- デジタルトランジション（1980年→1990年→2009年）
  - SWの大規模化（1万行→100万行→1500万行）
  - 開発期間の短縮（5年→2年→半年）
  - 多機種同時開発（1機種→1機種→22機種）
  - 出荷後のバグ数（数件→□□□件→□件）
- 動的に変化するシステム（クラウド）への対応
- 品質向上活動
  - QCサークル（1972年）　→　デミング賞受賞（1980年）
  - CMM（1995年～）
    - レベル2（1998年4月：日本初）
    - レベル3（2000年12月）
    - レベル4（取得せず。理由は、、、）
  - ISO 9001（1991年6月取得～）

FUJI xerox

品質と売上・利益との関係



FUJI xerox

Ⅰ. ソフトウェアテストと品質保証の必要性
Ⅱ. テストライフサイクル
Ⅲ. ソフトウェアテスト技法ポジショニングマップ
Ⅳ. 品質コスト
Ⅴ. まとめ

テスト工程の変化

従来

テストケース作成 → テストデータ作成 → テスト実施 → テスト結果判定/評価

現在

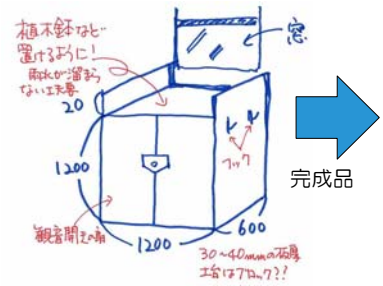
テスト計画 → テスト分析 → テスト設計 → テスト実装/実施

はめこみ障子に図面は不要

物置を作るときは図面を描いた

FUJI Xerox

テスト工程の変化（意思疎通の難しさ）



完成品

- ◆寸法は完璧
- ◆フックも付いている
- ◆しかし、違いが……どこでしょう？？
- ※要求が伝わらなかった理由は？

FUJI xerox

テスト工程が変化した理由

ソフトウェア開発が計画・分析・設計を充実させてきたように
ソフトウェアテストもテストケース作成前のアクティビティの
重要性が認識されはじめている。

- ◆ソフトウェアの大規模化・複雑化 ⇒ 戦略・計画の重要性
- ◆テスト担当者の独立性が高まった ⇒ 計画摺り合わせの重要性
- ◆顧客の「要求」の理解に基づくテストの実施 ⇒ 分析の重要性
- ◆テストの観点/視点（テストタイプ/テストモデル/テスト技法）の増加と全体最適 ⇒ テストアーキテクチャ設計の重要性

観点：
観察・考察するときの立場や目の付けどころ。見方。見地。「ーが違う」「ーをかえる」

視点：
①絵画の遠近法で、画面と直角な視線が画面と交わる点。絵画の上で平行線が一点に交わる点。
②視線の注がれるところ。また、ものを見る立場。観点。「ーが定まらない」
（広辞苑より）

FUJI xerox

テストライフサイクル（TLCP）

お客様の要求分析
↓
仕様化（アーキテクチャ）
↓
テスト戦略(Stratage) → 開発戦略/開発計画への反映

ステップ	基本的な考え方	HAYST法	狙い
1.テスト戦略/計画	開発ライフサイクルの早い段階でテスト戦略を組み込む	品質獲得戦略	全体最適
2.テスト要求分析	顧客分析・仕様分析により、テストの十分性を確保	FV表	効果
3.ﾃｽﾄｱｰｷﾃｸﾁｬ設計	テストの全体構造の設計と要素分割、取捨選択	ラルフチャート	効果・効率
4.テスト設計	テストモデルの適用、テスト条件組合せ網羅率の最大化	FL表	効果・効率
5.テスト実装/実施	ツールによるテスト手順生成/実施/バグ解析の自動化	MatrixTester	効率

①テスト計画 (Plan)

単体テスト *Unit Test*
統合テスト *Sub System Test*
システムテスト *System Test*
受入れテスト *Acceptance Test*

②テスト要求分析 (What)

＋テストベース
- 要求/仕様書/設計書
- 過去のバグ情報
- 市場条件/顧客環境
- プロジェクト状況
- 議事録/メモ

↓テスト要求分析

テスト対象
- 該当テストレベルにおけるテスト対象を漏れなくリストアップ
- 検証対象の決定

③ ④テスト設計 (How)

＋テストモデル
- テストモデルの適用
  - 組合せモデル
  - 状態遷移モデル
  - フローモデル
- テスト技法の選択

↓テスト設計(技法)

テスト条件
- 検証条件の決定
- テストモデルにおける網羅率の最大化
- テストケース

⑤テスト実装/実施 (Do/Check/Act)

＋テストデータ/ソフト
- テスト環境の構築
- テストデータ作成
- Step by stepのテスト手順
- テスト自動スクリプトの開発
- テスト管理ツールの準備

↓テスト手順書作成/実施

テスト結果
- 機能性評価結果
- 信頼性評価結果
- 性能評価結果
- 出荷判定

FUJI xerox

テスト方針と、テスト戦略

- 方針（Policy）
  - 取り得る手段に対する制約条件を方針という
  - テスト方針の例
    - 品質
    - 納期、予算
    - 成員（能力）
  - 方針はできればー つにし上位マネジメントの「期待」を明確にする

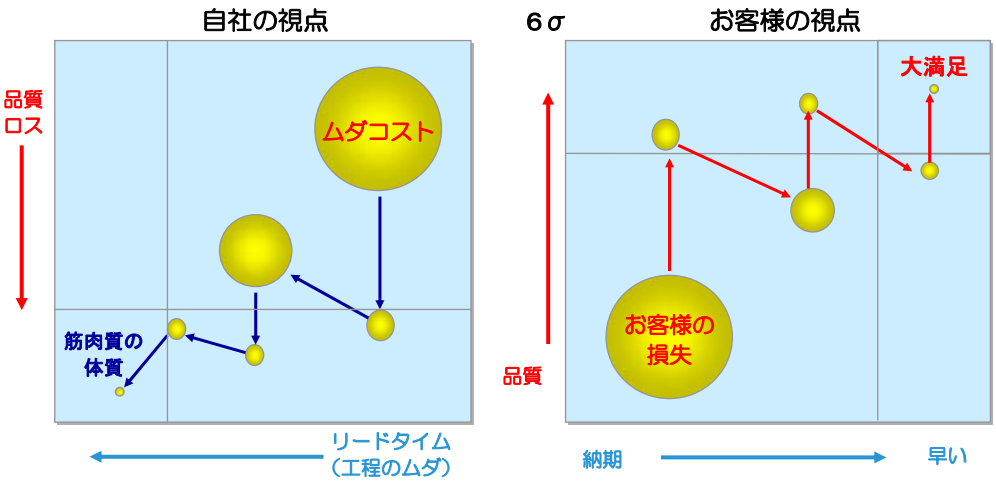
- 戦略（Strategy）
  - 方針に則った総合的な準備・計画・運用の方策
    ⇒ 開発プロセス全体に対して重点施策を決定し適用する
    ⇒ 全体最適のための「品質獲得戦略」を開発と共同で作る
  - 人間の創造性を刺激する
    ⇒ 手段選択の自由を与える
    ⇒ テストレベルの独立性

FUJI xerox

戦略的な改善ステップ

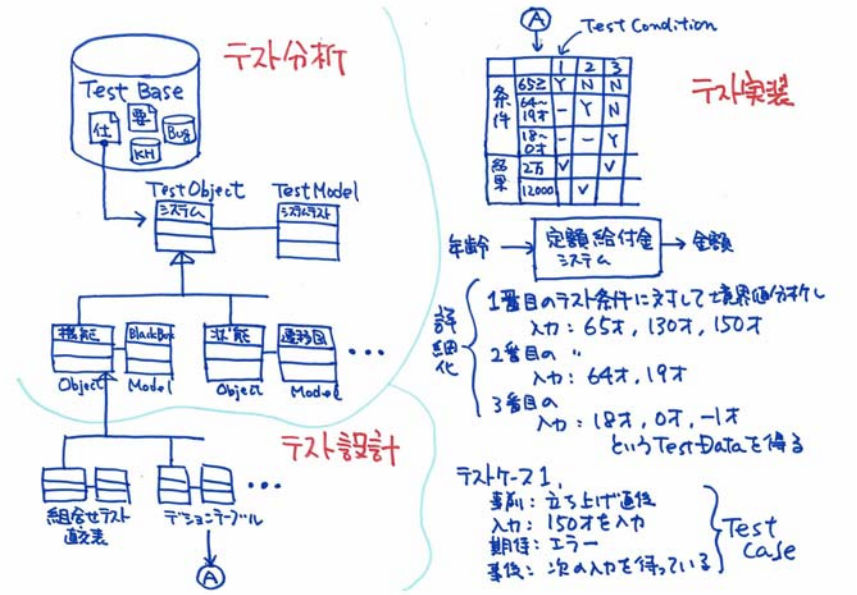
まず、品質を改善する
次にスピードを上げる

品質問題が発生するまで
スピードを改善する



FUJI xerox

テスト要求分析、設計、実装、実施



FUJI xerox

テスト要求分析

- テストベース（＝テスト内容の根拠となる情報）を集める
  - 顧客の理解
    - 市場条件/環境（6W2H）、ビジネスプロセス/経験豊富な人の業務知識
    - プロダクトリスク（契約、納期、費用、品質目標）
  - 開発の理解
    - 要求/アーキテクチャ/仕様書/設計書/コード自体、開発成果物の完成度
    - プロジェクトリスク分析、過去のバグ情報、テスト環境、議事録/メモ
- テストの十分性を確保するためテストベースを整理する
  - テスト対象物のリストアップ
    - テストできなくても良い、見落とさない
  - FV表の作成（目的機能でテストの十分性を確保する）
    - 目的機能（F）：　お客様は何をしたいのか？（Why？）
    - 検証（V）：　何を確認したら機能したといえるのか？（What?）
    - テスト技法（T）：どのテスト技法で検証するのか？（How？）

FUJI xerox

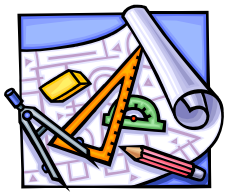
目的機能で整理する理由

- 仕様書の「機能」で整理することの問題点
  - 「正しく動作」しているかの確認しか出来ない
    - 仕様書には「機能」の動きしか書いていない
      - コンテキスト（使用の文脈）の理解が重要
      - 仕様書には暗黙の仕様（前バージョンの仕様、開発者の常識）は書かれない
    - 本来は「正しい動作」をしているかの確認がテストの目的
  - 要素還元的な見方しか出来ない
    - 分解した小さな機能が全て動けば全体が問題なく動くと思ってしまう
    - 組合せの視点が欠ける
- 「機能」から導き出した「目的機能」で整理する意義
  - 必ずユーザの使用目的や市場条件を考えることになる（動的）
  - 非機能要件のテストが楽になる
    - 目的機能単位に非機能要件のメトリクスを計測する
    - 性能、信頼性、セキュリティ要件は目的ごとに異なる（カプセル化）

FUJI xerox

テスト設計

- テストアーキテクチャ設計： 目的機能の構造⇒テスト構造
  - 技術を選択する
    - 能率の最大化を考える（効果と効率）
    - テスト全体の構造を考えて絵にする（要素と関係性）
  - テストをアーキテクトする
    - 能率の最大化を考える（効果と効率）
    - やらない項目を決める（”Trimming & Triage” by 鈴木三紀夫氏）
    - テスト全体の構造を考えて絵にする（要素と関係性）
- テスト詳細設計： テストの条件網羅率の最大化
  - 因子・水準、禁則をＦＬ表で整理する
  - テスト条件、テストケースを導き出す
    - 事前条件、事後条件
    - 入力（信号因子、誤差因子）、期待結果
    - テストの条件網羅度を測定し最大化を図る

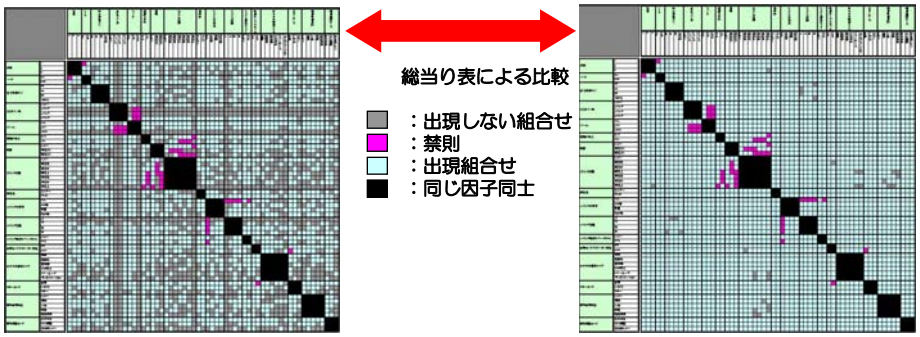


FUJI xerox

テスト網羅率の例

従来のKnowHowに基づいた方法
網羅率30%～40%程度

HAYST法による組合せ生成
網羅率70%～90%（テスト項目数は1/3）



※網羅率は組合せテストに限った話ではありません！！

FUJI xerox

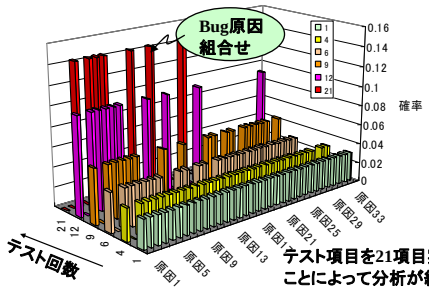
テスト実装/実施

- テスト実装： テストの実施効率の最大化
  - テストケースから、テスト手順を作る
    - テスト実施の効率を考える（操作に時間がかかる設定をまとめるなど）
    - テスト自動化（できるだけ自動化する）
  - テストデータや、テスト環境を用意する
    - 個人情報保護の観点から生データをテストデータへ変換する
    - サーバの構成などテスト環境についても組合せで考える
- テスト実施： テストの実施効率の最大化
  - テストの自動化（データ駆動型）
  - バグ解析や、回帰テストの効率化
  - テスト管理
    - テスト進捗管理
    - テストバグ管理

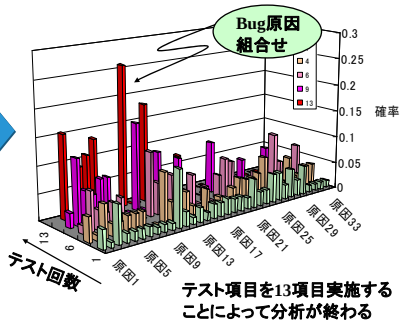
FUJI xerox

バグ解析の効率化

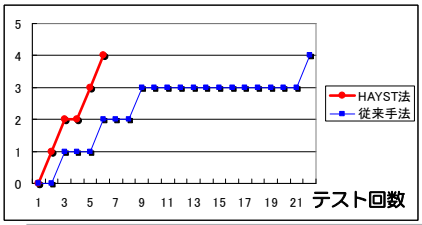
従来手法による分析



HAYST法による分析



4個の組合せバグを発見する速度の比較



テストケースの直交性を活用した分析により、

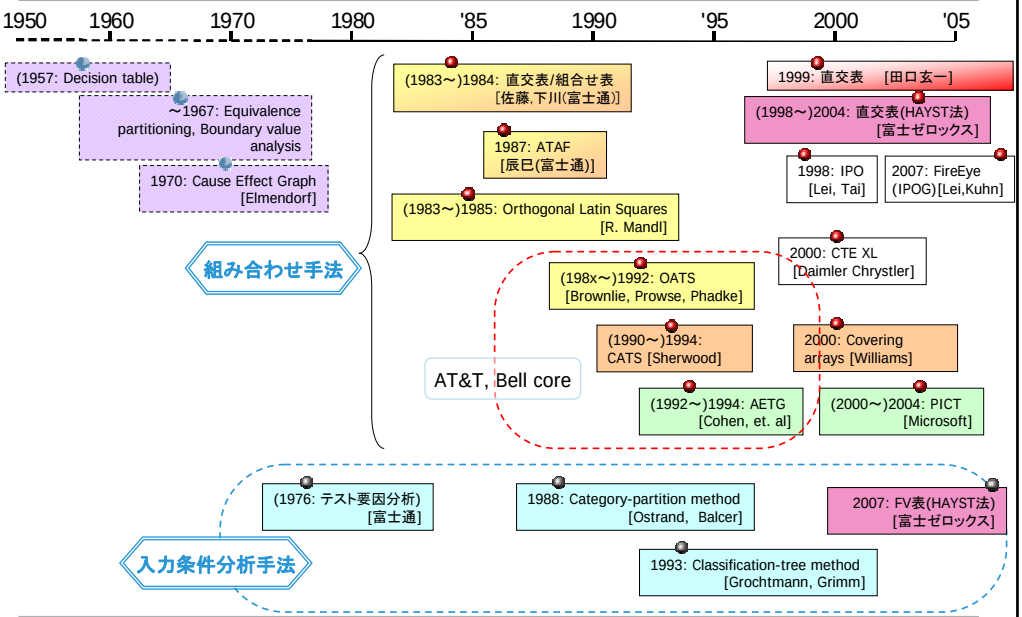
1. バグの絞込み速度: 従来手法の約2倍（21→13）
2. バグの発見速度: 従来手法の3倍以上（20→6）

※ 4件の組合せバグを、6回のテストで検出し、13回のテストで、それ以外に無いことを確認できた

FUJI xerox

Ⅰ. ソフトウェアテストと品質保証の必要性
Ⅱ. テストライフサイクル
Ⅲ. ソフトウェアテスト技法ポジショニングマップ
Ⅳ. 品質コスト
Ⅴ. まとめ

組合わせテスト技法の歴史（富士通の辰巳敬三氏の資料より）



FUJI Xerox

テスト技法の現状と課題

- テスト技法の現状
  - ○ テスト設計フェーズで積極的にテスト技法が利用されるようになってきた
  - ○ テスト技法専門のセミナー、チュートリアル、勉強会が開催されている
  - ○ 書籍や雑誌も充実してきている（ただし入門書が多い）
    例）「ソフトウェア・テストの技法」(Myers)、「ソフトウェアのテスト技法」(リー・コープランド)、「ソフトウェアテスト入門」(ソフトウェアテストPRESS編)など
  - △ 一つのテストモデルに対して様々なテスト技法が存在する
    例） ブラックボックステストで、入力間に関連が薄いケース
    ⇒ 直交表、Pairwise
  - △ 同じテスト技法がどのテストレベルでも使用できる
    例） 「XX技法は全てのテストレベルで使用できる」との記述
- テスト技法の課題
  - ① どのテストモデルやテスト技法を採用するべきか分からない（混乱）
  - ② 現場は、テスト研究結果が出ていることを知らない
    （高度な話題を取り扱った書籍がほとんど存在しない）
  - ③ 勉強をして、例題は解けても実際のテスト業務へ適用できない（応用が難解）
  - ④ テスト技法の効果・適用への課題といった情報が少ない
    （勉強が必要な技法が普及しない）

マップの意義

FUJI xerox

テスト技法ポジショニングマップ（Test-PM）とは

- テスト技法ポジショニングマップ（ 以下Test-PMと略す ）とは
  - 各テスト技法の位置づけを、2軸のポジショニングマップにまとめたもの
    （テストエキスパートのヒアリングで精度を向上）
  - 活用場面に応じた3つのマップが存在する
    - テスト技術者向け
    - テスト研究者向け
    - テストマネージャ向け
- Test-PMの目的
  - テスト技法を選択する指針を与える
    ⇒ 適切なマップを選択することで、テストしたいことからテスト技法を選択できる
  - テスト研究結果を知らしめる
    ⇒ 書籍化されていないような最新の技法も取り扱うことで周辺の新技法を知る機会をあたえる

テスト技術マップにコメント頂いた人達

◆ エンタープライズ系実務者
太田 健一郎氏（日本IBM）
鈴木 三紀夫氏（TIS）
加瀬 正樹氏（ニフティ）
増田 聡氏（日本IBM）

◆ 組込み系の実務者
来間 啓伸氏（日立製作所）
本田 和幸氏（ソニー）
山根 慎之介氏（キヤノンソフトウェア）

◆ セキュリティ系の実務者
西原 留美奈氏（電子商取引安全技術研究所）

◆ テストコンサルタント
大西 建児氏（豆蔵）
湯本 剛氏（豆蔵）

◆ 大学
西 康晴先生（電気通信大学 ）
古川 善吾先生（香川大）

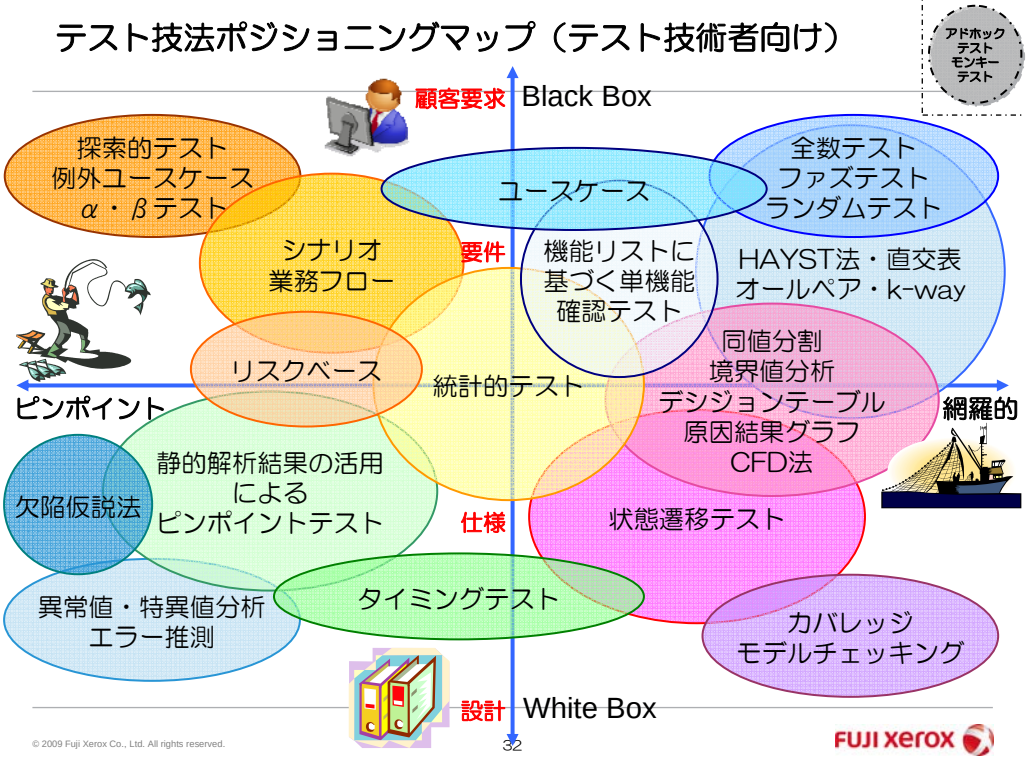
FUJI xerox

3つのTest-PMの目的とマップの軸

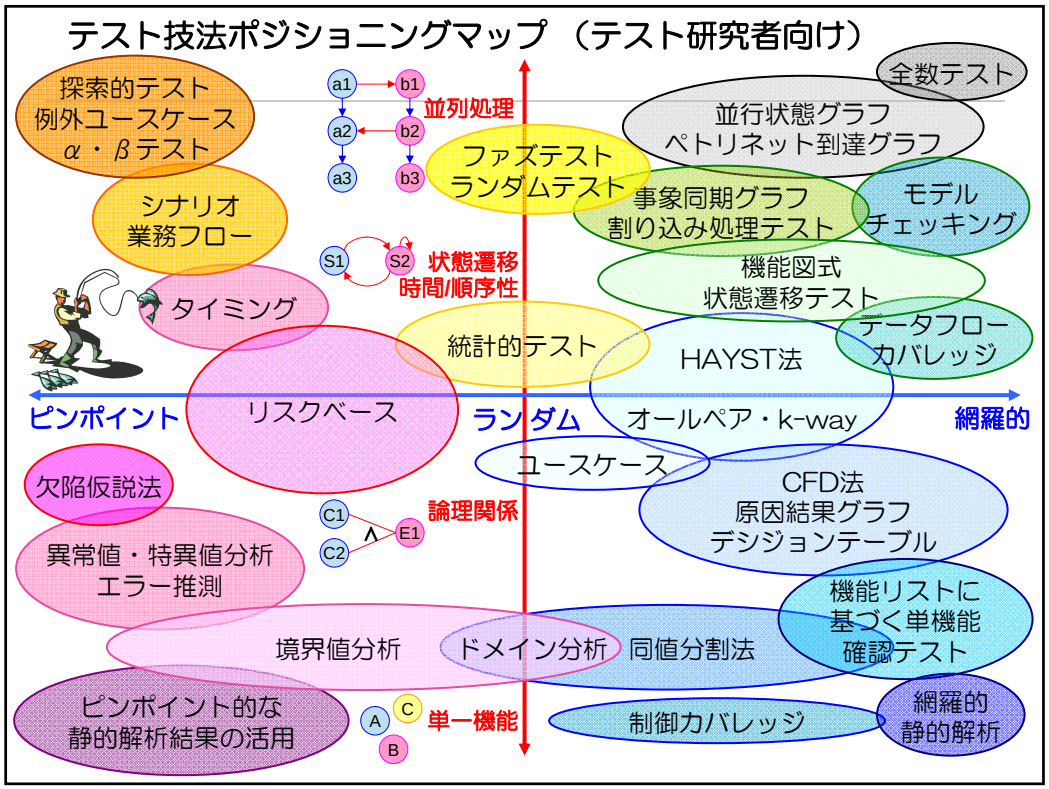
- テスト技術者向けTest-PM
  - テスト設計時に、テスト技術者が、テストへのアプローチと、テストレベルから適切なテスト技法を選択できる
    - 横軸： テストのアプローチ（ピンポイント、ランダム、網羅）
    - 縦軸： テストレベル（設計、仕様、要件、顧客要求）
- テスト研究者向けTest-PM
  - テスト研究者が、周辺のテスト技術を知ることが出来る。また、テスト技術者は最新の技法があることを知りブレイクスルーすることができる
    - 横軸： テストのアプローチ（ピンポイント、ランダム、網羅）
    - 縦軸： テストの複雑度（単一機能、論理関係、順序、並列組合せ）
- テストマネージャ向けTest-PMの目的
  - テスト計画時に、テストマネージャが戦略を立てることができる
    - 横軸： 業種（顧客ソリューション、エンタープライズ、組込み系）
    - 縦軸： 開発規模（数百行、数千行、数万行、十万行以上）

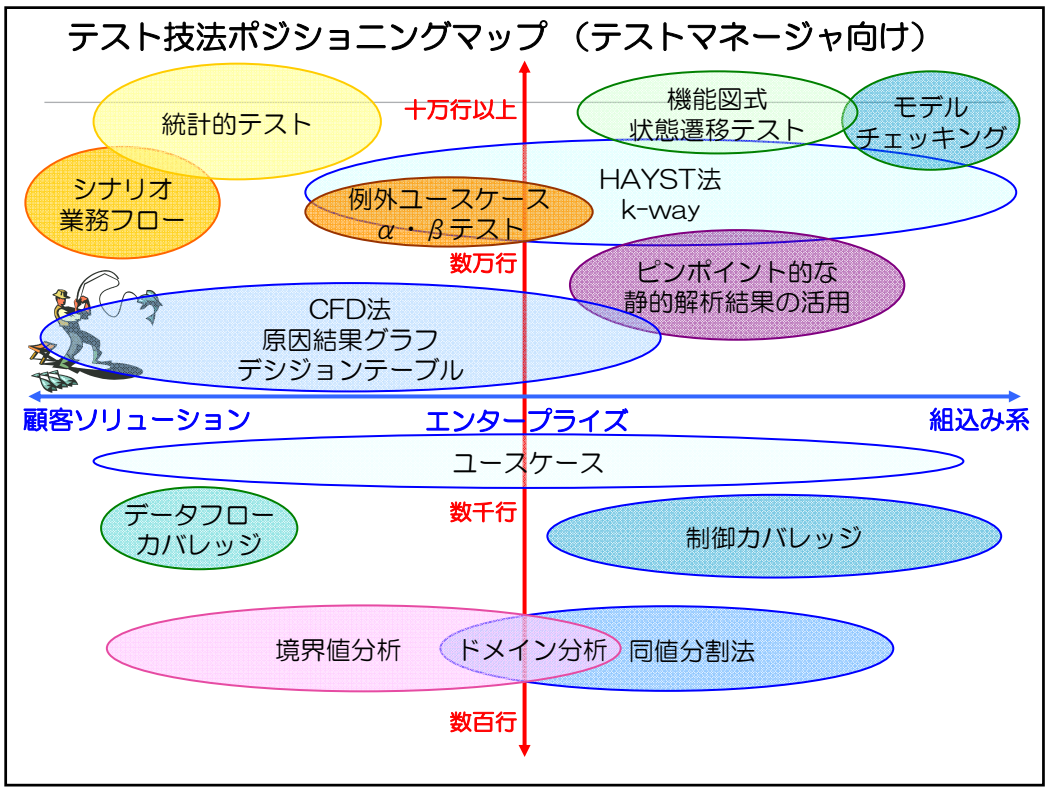
FUJI xerox

テスト技法ポジショニングマップ（テスト技術者向け）



FUJI xerox


テスト技法ポジショニングマップ （テスト研究者向け）
探索的テスト
例外ユースケース
α・βテスト
シナリオ
業務フロー
タイミング
リスクベース
欠陥仮説法
異常値・特異値分析
エラー推測
境界値分析
ピンポイント的な
静的解析結果の活用
a1
b1
a2
b2
a3
b3
並列処理
S1
S2
状態遷移
時間順序性
C1
C2
E1
論理関係
A
B
C
単一機能
ファズテスト
ランダムテスト
統計的テスト
ドメイン分析
ユースケース
境界値分析
同値分割法
制御力バレッジ
全数テスト
並行状態グラフ
ペトリネット到達グラフ
事象同期グラフ
割り込み処理テスト
モデル
チェッキング
機能図式
状態遷移テスト
データフロー
カバレッジ
HAYST法
オールペア・k-way
CFD法
原因結果グラフ
デシジョンテーブル
機能リストに
基づく単機能
確認テスト
網羅的
静的解析
ピンポイント
ランダム
網羅的


テスト技法ポジショニングマップ （テストマネージャ向け）
統計的テスト
十万行以上
シナリオ
業務フロー
例外ユースケース
α・βテスト
数万行
CFD法
原因結果グラフ
デシジョンテーブル
機能図式
状態遷移テスト
モデル
チェッキング
HAYST法
k-way
ピンポイント的な
静的解析結果の活用
顧客ソリューション
エンタープライズ
組込み系
ユースケース
数千行
データフロー
カバレッジ
制御力バレッジ
境界値分析
ドメイン分析
同値分割法
数百行

Test-PMの今後の展望

- 軸の検討
  - テスト技法の位置づけとして他の軸は無いか検討する
- ポジショニングの妥当性の検証
  - テストケースの複雑度の意味づけを明らかにするために、テストケースの複雑度に応じて発見できる誤りの割合を実験的に示す
    - テストタイプ別検出バグ数
    - 製品種別バグ数
- 3次元ポジショニングマップ
  - 技法間の距離を軸ごとに登録することによって利用者は軸を3つまで選択し都度見方を変えたTest-PMを作成することが出来るようにする

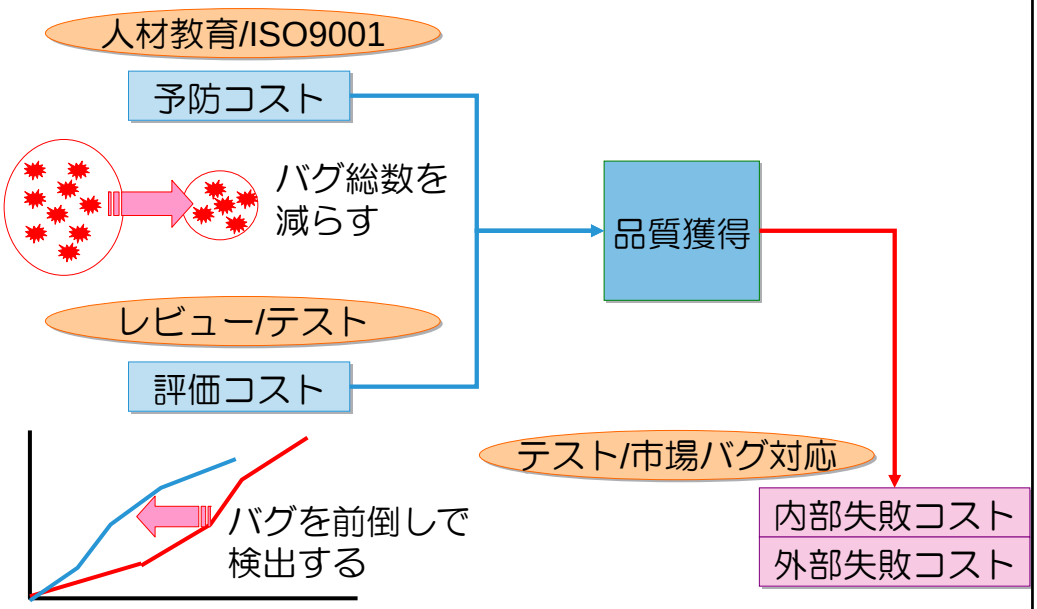
FUJI xerox

品質コストとは

- 品質コストは次の4つのコストの総和（PAF法）
  - 予防コスト（prevention costs）
    - 品質計画、教育、レビュー、市場調査
  - 評価コスト（appraisal costs）
    - ソフトウェアテスト、COTS やOSSの受入テスト
  - 内部失敗コスト（internal failure costs）
    - 出荷前に発見された不具合による手戻りコスト
  - 外部失敗コスト（external failure costs）
    - 出荷後に発見された不具合による手戻りコスト
- 予防/評価コストを掛けると失敗コストが減る？
  - Yesの場合が多く、総和である品質コストも減る場合が多い
    - 現状を知ることだけで緊張状態が生じ改善へのエネルギーが発生する
    - 見えやすいコスト（予防/評価コスト）と見えにくいコスト（失敗コスト）

FUJI xerox

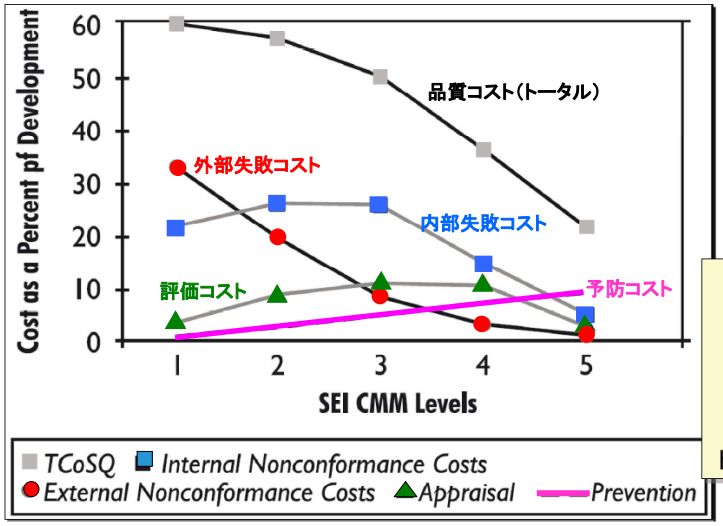
品質コスト



FUJI xerox

品質コストがどうなればよいのか？

品質向上への投資が正しく行われて改善が進んでいるかを確認する



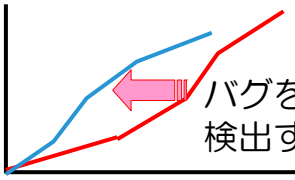
予防コスト投資
↓
失敗コストの低減
↓
評価コストの低減
↓
トータルコストの低減

Krasner, H., "Using the Cost of Quality Approach for Software," CrossTalk, Nov. 1998, pp.6-11.

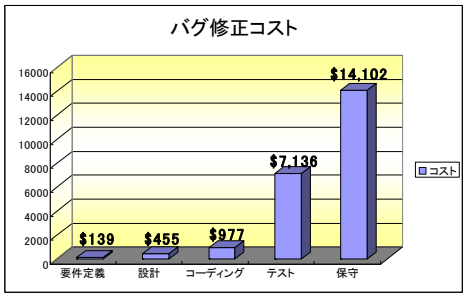
FUJI xerox

評価コストとテスト充分性

評価コスト



バグを前倒しで
検出する



IEEE Computer Society, Vol. 34, No. 1, 2001

評価コスト ＜ 外部失敗コスト － 内部失敗コスト
＜ $14,102 － $7,136
＜ $6,966

$7,000以下のテスト工数でバグが1件見つかるならテストすべき！？
ゼロディフェクトを目指すことが基本。ただし市場機会損失には注意。

FUJI xerox

品質コストの気づき

- 予防コスト　⇒少ない
- 評価コスト　⇒変化なし
- 内部失敗コスト　⇒採択技術に依存
- 外部失敗コスト　⇒ 重要品質問題が突出

FUJI xerox

まとめ

- ソフトウェアテストと品質保証の必要性
  - ソフトウェア事業の利益増のポイントの一つ
  - 新規技術に伴ってソフトウェアテスト技術の向上が必要
- テストライフサイクル
  - 複雑大規模化するソフトウェアに対するテスト戦略
  - 基本の流れを押さえた上でテーラリングすること
- ソフトウェアテスト技法ポジショニングマップ
  - テスト技法の選択を楽にするツール
  - 定量的データの裏づけが課題
- 品質コスト
  - 全体最適を図るためのツールとして有効
  - マネジメントが理解しやすい

ご清聴ありがとうございました。