

FMEAと影響範囲絞り込み によるテストケース選択

大日本スクリーン製造株式会社
ソフトウェア・テンニンカンパニー 粕渕 清孝



Agenda

1. 4点法FMEAとは

2. 背景・課題

3. 適用

4. 考察



会社紹介



◆ 大日本スクリーン製造株式会社

- 京都府京都市 1943年設立 東証一部
- 売上 3,013億円 (2008年3月期)
- 連結従業員数 5,041名 (2008年3月期)



半導体製造装置

◆ 事業

- 半導体製造装置(バッチ洗浄装置世界シェアNo.1)
- FPD製造装置
- プリント基板製造装置
- 印刷製版機器・IT関連機器(CTP世界シェアNo.1)

愛あ永の
ヒラギノフォント



LeafThrough

◆ ソフトウェア・テンナインカンパニー

- 全社内ソフトウェアの開発
- Qualityflow(社内ソフト開発管理インフラ)の開発





1. 4点法FMEAとは

2. 背景・課題

3. 適用

4. 考察



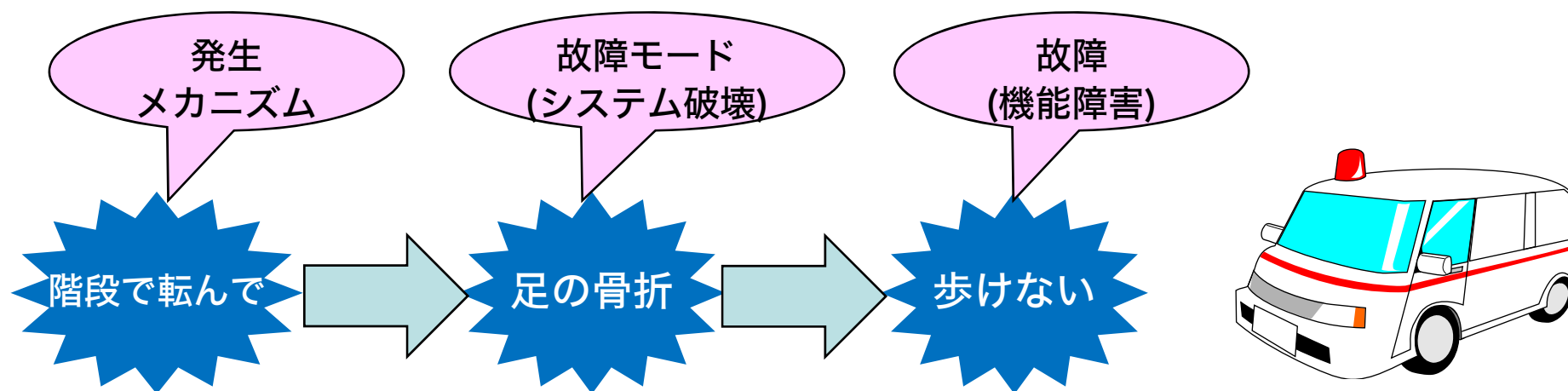
4点法FMEA^[1]とは



QS 9000 / TS16949 FMEA（10点法）との違い

	10点法	4点法
評価の段階数	全対象を相対評価後、優先順位づけ	個別絶対評価による即時対応
評価の安定性	10段階で選択しにくい	4段階で選択しやすい
評価の速度	遅い	速い
対策の要否判定	症状の重さをランキング	評価と対策を同時に行う

故障^[2], 故障モード^[3]と発生メカニズム^[4]



品目	故障	故障モード	発生メカニズム
PFAチューブ	漏れ	割れ（クラック）, 折損, 緩み, 磨耗, 腐食, 結露など	→屈曲繰り返し動作で →熱サイクルで →耐薬品性に劣る材質を使っ て
塩ビ槽	処理不可	処理槽変形	→耐熱性を超える温度の温水 が逆流して →処理槽内雰囲気温度が上昇 して
シリンダ	動作しない	シャフトの錆び	→薬液の飛沫で徐々に腐食し て →取り付けエリア雰囲気によ って

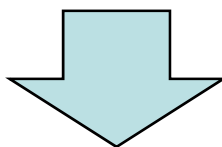
FMEA リスク値

	4	3	2	1
程度 (厳しさ)	人命に関わる/ 大損害(システム 停止・ロット不良)	怪我/ 主機能の停止(サブ システム停止・ 教枚不良)	機能障害はある が、程度少(装置 は使用可能)	被害は極めて軽い
頻度 (発生率)	頻繁に起こる 週1回以上	ある程度起きる 月1回程度	まず起きない 1～3年に1回程度	絶対に起きない 多重故障以外では ありえない
潜在性 (検知度)	発見は困難 点検不可	見逃すことあり 未点検、点検改善 要	見逃し極少 点検項目	必ず発見する 監視システム有

4段階で評価
がぶれにくい。
評価に時間を
要さない！

$RI(\text{Risk Index}) = \text{程度} \times \text{頻度} \times \text{潜在性}$ の3乗根

トータルコスト＝製造原価＋整備関係費



最適信頼性は経済的合理性を考慮し、トータルコストが低い $RI=2.0 \sim 2.3$ と定義する。
2.3より高ければ対策を講じ、RIを下げていくことによって最適信頼性を得る。

評価しながら、
対策が検討可
能。すべての
評価を待つ必
要性なし！



1. 4点法FMEAとは

2. 背景・課題

3. 適用

4. 考察



背景・課題

2004年

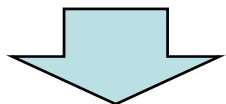
装置開発プロジェクトでFMEA試験導入

- ・ 10点法FMEA試験導入.
- ・ ソフトウェア部門も「ブレインストーミング」や「なぜなぜ分析」に参加した. しかし労力の割に効果を実感できなかった...

2006年

装置開発プロジェクトで4点法FMEA導入

- ・ ハードウェア部門が先行して導入.
- ・ ソフトウェアを含む全関係部署に説明会実施.



- ・ ソフトウェアへの適用：
Risk Indexによる障害優先順位づけから検討

工程FMEA

- ・ 故障モードは「レビュー漏れ」や「インスペクション手順間違い」等の規定違反.
- ・ ソフトウェア開発にも適用可能.

設計FMEA

- ・ ソフトウェアに経年変化はない.
- ・ ソフトウェアでは故障モードに該当するものはないと考えるのが普通だが...



ハード/ソフト未分化な設計段階であれば利用可

- ・ SysMLのブロックのようなものを想定.
- ・ 不良, 故障の違いを理解しつつ, **4点法FMEAのRIはテストケース選択に活用できると考えた.**



1. 4点法FMEAとは

2. 背景・課題

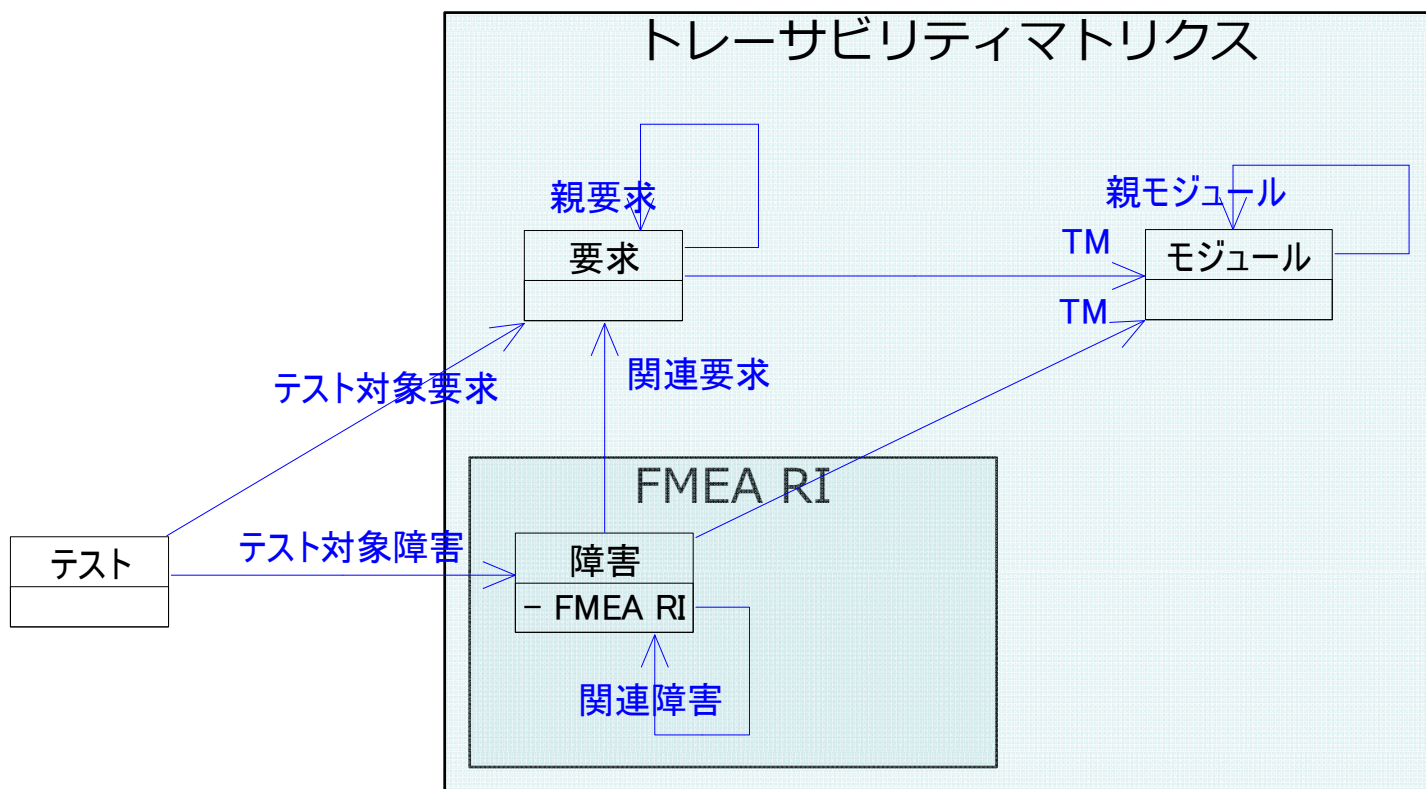
3. 適用

4. 考察・課題



概念データモデル

- ◆ 「テスト」と「障害 FMEA Risk Index」の関連
- ◆ 「テスト」と「トレーサビリティマトリクス」の関連





FMEAによるテストケース選択

障害対応



- ◆ 発生したソフトウェア障害をRI(Risk Index)で評価.

重要度 3 ▼ 優先度 3 ▼ 発生確率 4 ▼ 最適信頼性(RI) 33

- ◆ RI>2.3の障害については他障害の評価を待たずに修正を行う.
- ◆ 対策後のリスクをRIに反映.

重要度 1 ▼ 優先度 1 ▼ 発生確率 1 ▼ 最適信頼性(RI) 1

RIによるテストケース選択

分類	RI数値
要対策	RI>2.3
保留	2.0<RI≤2.3
合格	RI≤2.0

- ◆ RI値にもとづいてテストの優先順位づけを行う.
- ◆ 対策前のRI値を使用し, テスト計画作成・変更時にテストケースを選択抽出する.

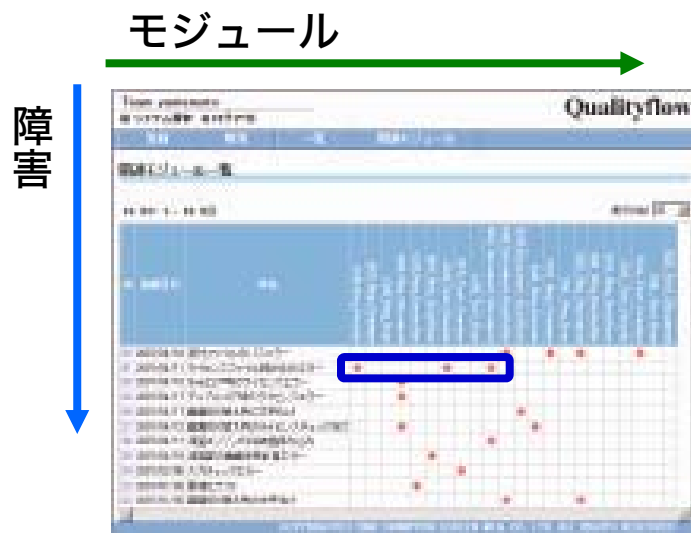
最適信頼性(RI) [] ~ [] ☒ 指定数値検索 要対策 ▼

- ◆ リスクベースドテストとも言える.



トレーサビリティマトリクス

障害 × モジュール TM



要求 × モジュール TM



1. 障害原因モジュール特定



2. 障害修正の影響範囲把握

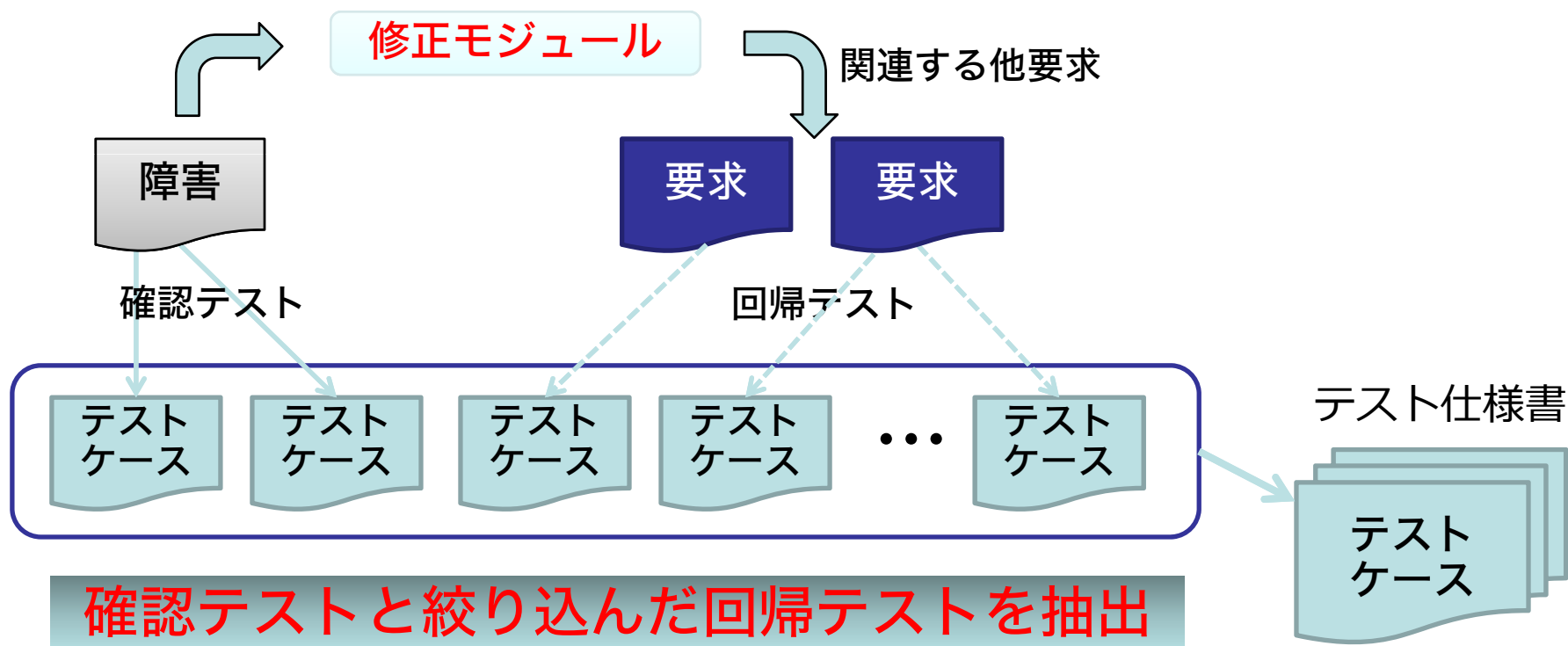
要求および障害とモジュールとの関連をプロット

- ✓ モジュールとは構造化分析設計のモジュールやソースコード構成管理ツールのプロジェクト（フォルダ）もしくはUMLクラス図におけるパッケージ程度の粒度
- ✓ モジュール数が多いと管理しづらいのでせいぜい百数十個程度まで
- ✓ 障害原因調査時に原因モジュールを特定
- ✓ 基本設計時に要求毎の関連モジュールをレビュー



影響範囲絞り込みによる テストケース選択1

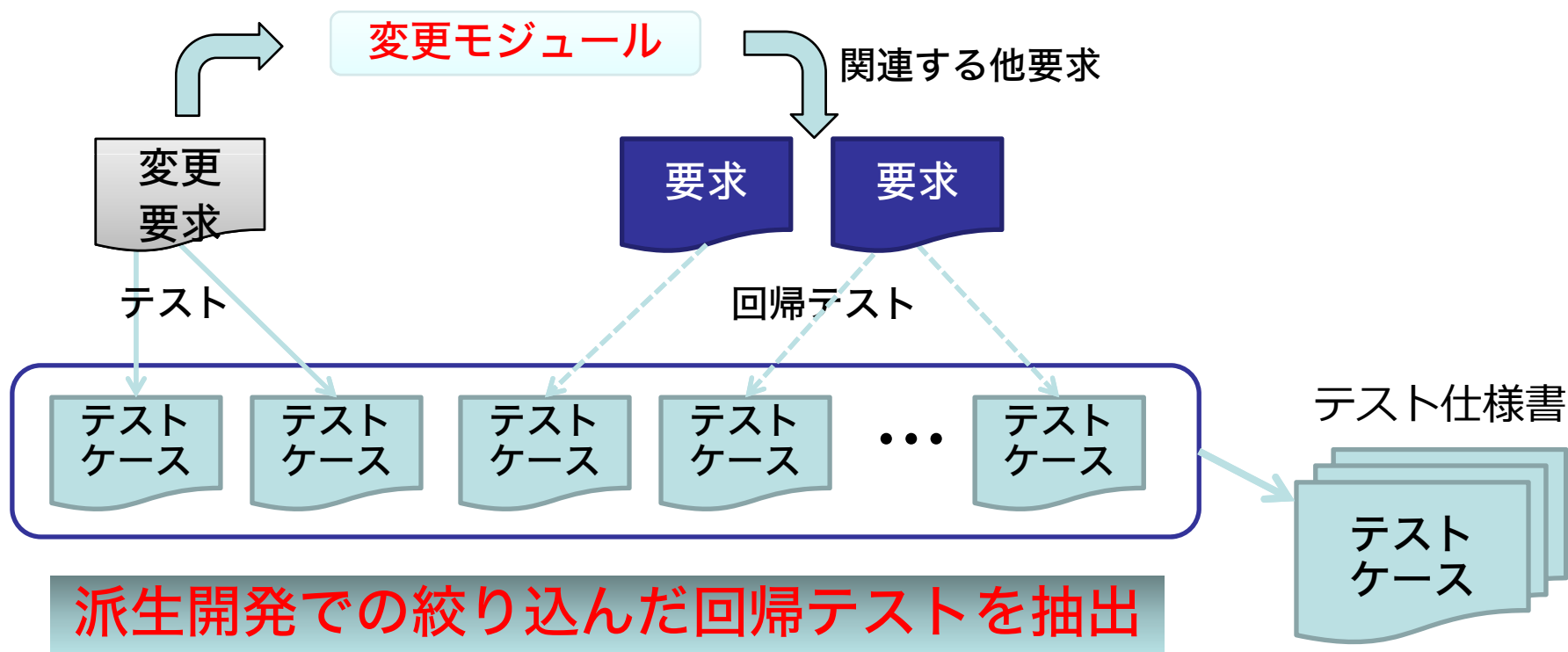
- 障害修正の影響範囲を絞り込んでテストを行いたい
 - {要求,障害}×モジュールTMを利用
- ⇒ 障害、要求から影響範囲を絞り込んでテストを選択





影響範囲絞り込みによる テストケース選択2

- 変更要求の影響範囲を絞り込んでテストを行いたい
 - 要求×モジュールTMを利用
- ⇒ 変更要求、関連要求から影響範囲を絞り込んでテストを選択





1. 4点法FMEAとは

2. 背景・課題

3. 適用

4. 考察



考察と課題

考察

- ・「FMEA RIによるテストケース選択」は有効.
- ・「影響範囲絞り込みによるテストケース選択」はモジュールの粒度がポイント.

課題：工程FMEA(開発プロセス改善)

- ・設計FMEAに加え工程FMEAも活用していきたい.

課題：構成管理ツールとの自動連携

- ・要求×モジュールTMを設定入力するのが面倒な場合がある.
ソースコード構成管理ツールと連携し入力を自動化したい.

Tips：FMEAをソフトウェアへ適用する場合

- ・特性要因図はマインドマップで代用可能.
- ・QC工程表はCMMIのプロジェクト計画書やプロセスフローに相当.



参考文献とQualityflowご紹介



[1][2][3][4]

鵜沼崇郎, 客観的品質管理QC・TQM・FMEA・FTA,

http://www.geocities.jp/takaro_u/

[5] Rex Black, 基本から学ぶテストプロセス管理, テスト技術者交流会誌, P26, 2004, 日経BP社

[6] Rex Black, ソフトウェアテスト12の必勝プロセス, テスト技術者交流会誌, P30, 2005, 日経BP社

◆ Qualityflow

■ <http://www.screen.co.jp/ten9/products/index.html>

■ q-flow@screen.co.jp