

Electric
Works
Company

ソフトウェア不具合分析モデルを活用した 再発防止策の導出

2025/9/26

パナソニック株式会社
築山史郎

1. 会社・業務紹介
2. 本発表の背景
3. 分析手法の改善検討
4. 改善実施例
5. まとめ

1. 会社・業務紹介

パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社

開発製品：配線器具、照明設備、HEMSなどの電設資材

ハードウェア、組み込みソフトウェア開発が中心

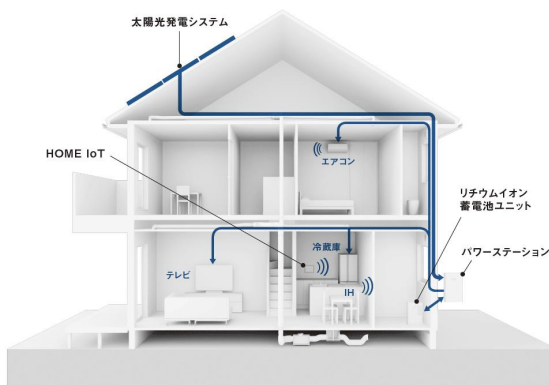
担当業務：事業部ソフトウェアプロセス改善(SEPG)



配線器具



松下電器創業製品の流れを組む事業部

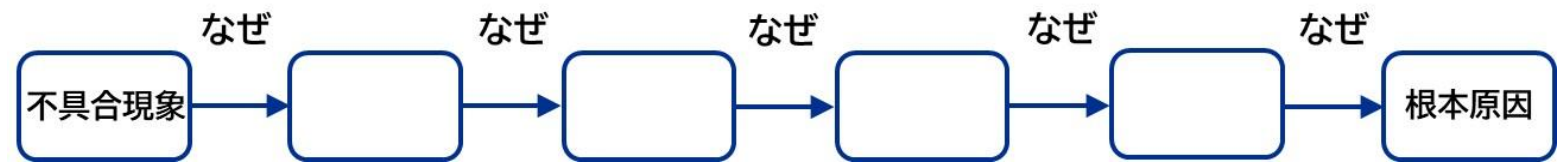


HEMSシステム



マンションシステム

なぜなぜ分析は、一般的に5回「なぜ」を繰り返すと根本原因にたどり着けると言われている



再発防止分析シート

不具合混入原因⇒

不具合流出原因⇒

市場不具合概要		応急対策						
稼働中突然停止して二度と動かなくなった		対策版ソフトウェアにアップデートして解決						
	なぜ1	なぜ2	なぜ3	なぜ4	なぜ5	真因	恒久対策	
不具合混入原因 なぜ不具合を混入させたのか						真因	恒久対策	
不具合流出原因 なぜ不具合を流出させたのか						真因		
教訓								



「根本原因が分かると
自ずと再発防止策にたどり着くはずだ」

組織では「再発防止＝なぜなぜ分析」という刷り込みがあり、強力なツールとして活用

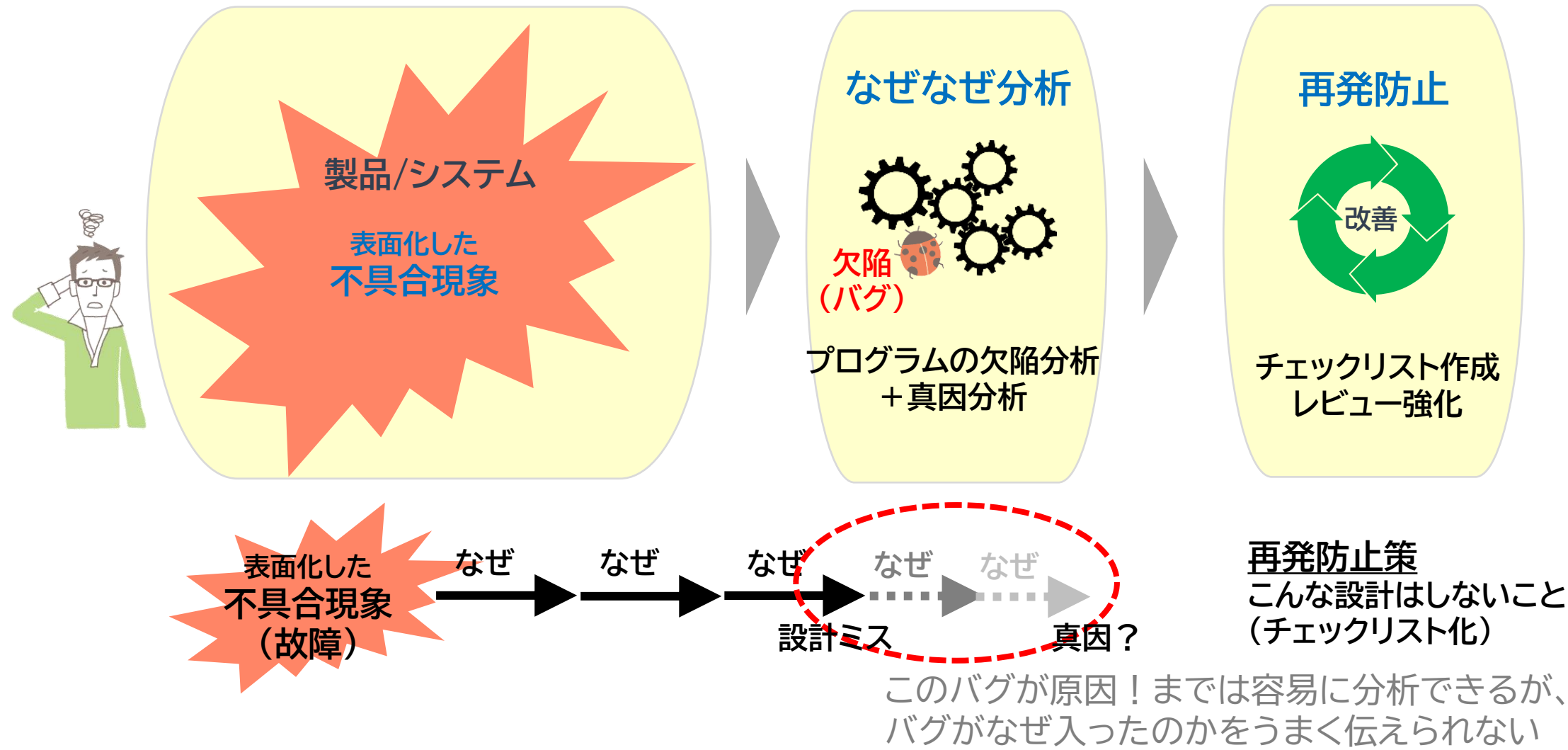
特に、ソフトウェア開発現場では以下のように感じていた

「再発防止策がチェックリスト追加でいいの？」

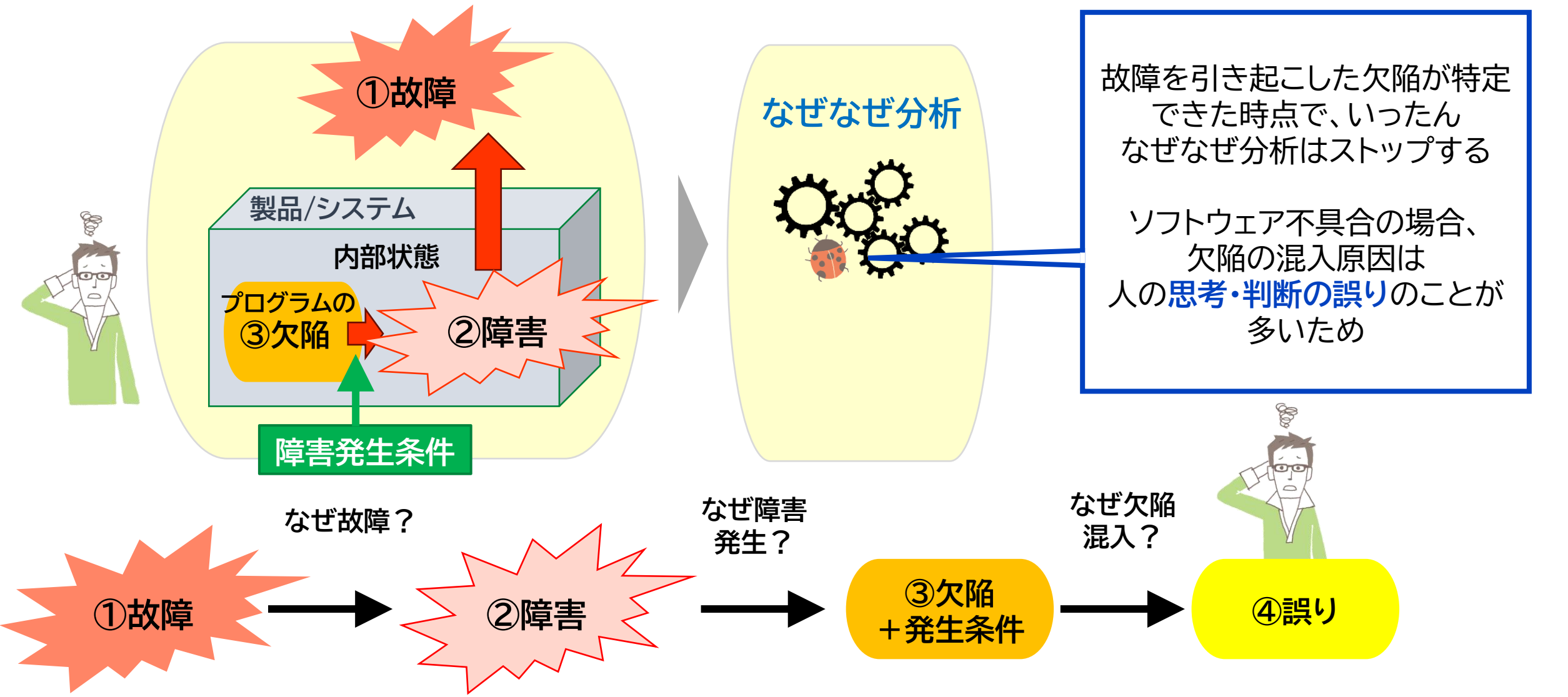
- 「なぜバグを入れた」なんて言われても…
- 何十万行の中の一行うっかり見逃しただけなのに…
- 結論ありきの分析にしないといつまでも追求される…
- 工数不足で疲弊してた…なんて言えない
- 個人攻撃になりがち…でも言い訳できない
- 工数不足で起こった不具合なのに、「時間をかけて多重チェック」…が再発防止策？
- 真因に辿り着かないまま、再発防止策を立てていないか？腑に落ちない



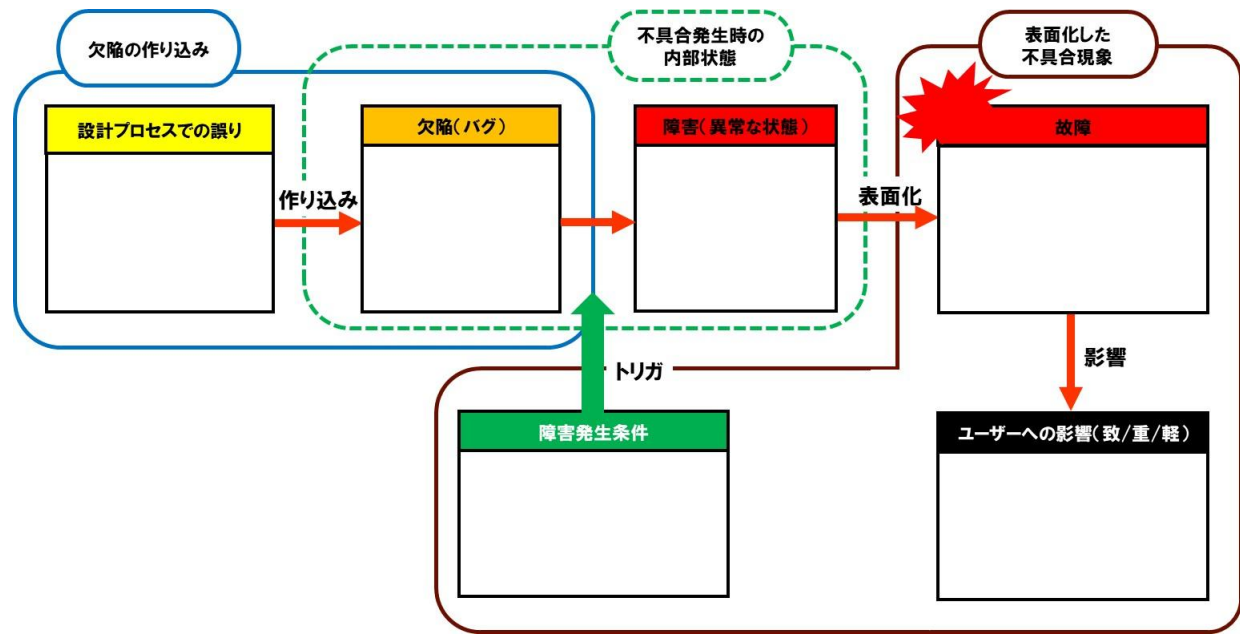
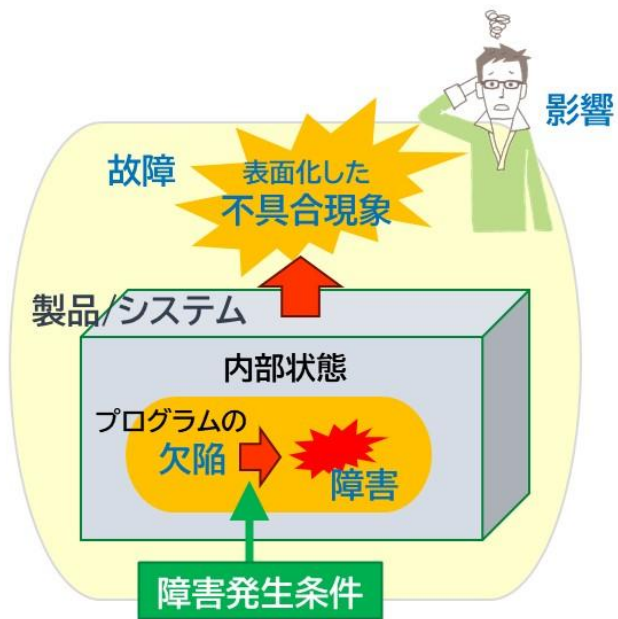
納得感のある再発防止策を導出するにはどうしたらよいのか？



不具合発生メカニズム(バグ特定)と、バグ埋込の原因分析を分離してみよう！



人の誤り⇒システムに欠陥混入 + 発生条件⇒内部で障害が発生し⇒故障として認識される

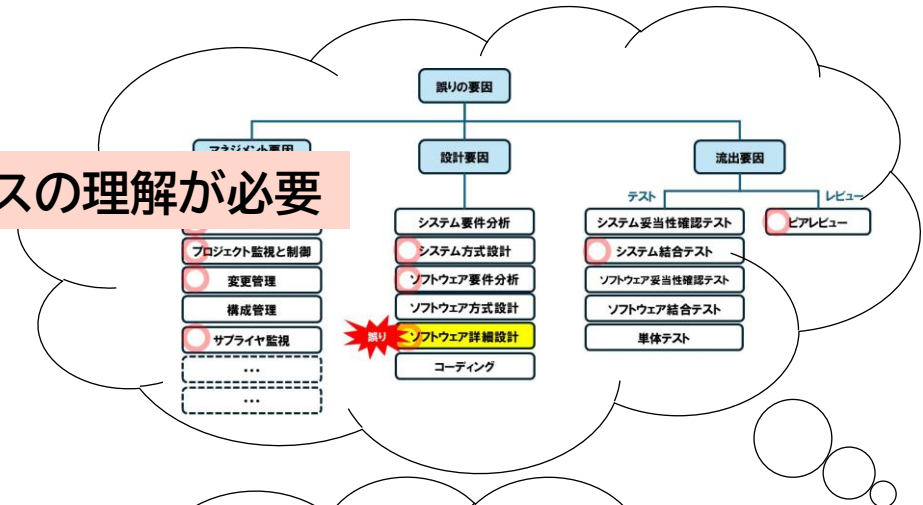


用語	対応英語	定義	引用
誤り	Error	間違った結果を生み出す人間の行為	JSTQB
欠陥	Defect	機能の実現できない原因となる不備(バグを含む)	JSTQB
障害	Fault	機能単位的能力の、縮退または喪失を引き起こす異常な状態	JIS X 0014
故障	Failure	要求された機能を遂行する機能単位的能力がなくなること	JIS X 0014
影響	Impact	故障によるユーザーへの影響(致命的/重大/中程度/軽微)	—
障害発生条件	Trigger	欠陥が障害(異常な状態)を発生させる条件	—

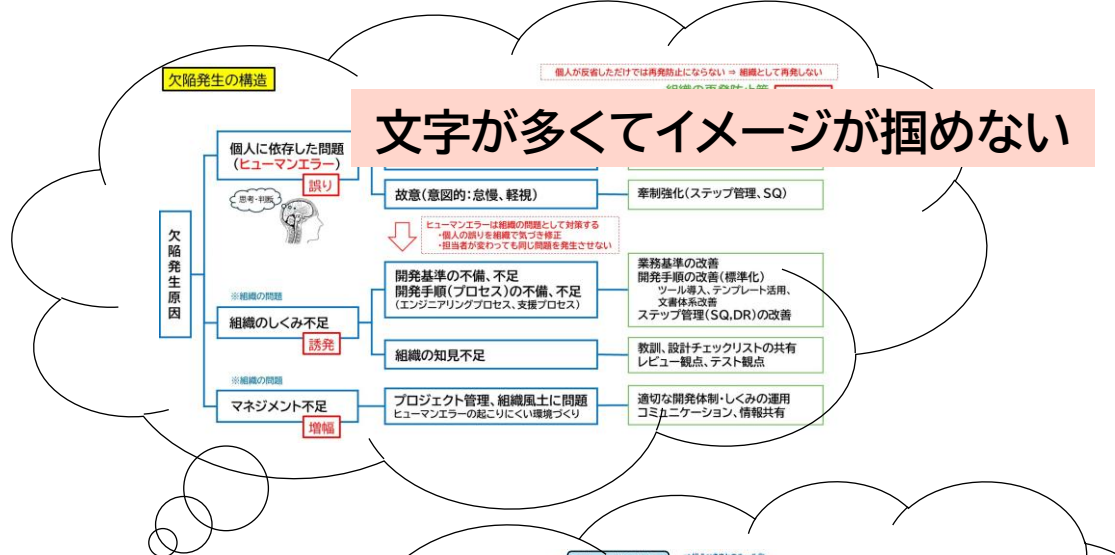
不具合のメカニズムを正しく共有できるように、用語を定義し、分析フォーマットを作成した。

- ・思考・判断の誤りの原因を分析するために、関係者全員が活用できる分析モデルはできないか？
- ・不具合を組織の問題として俯瞰して考えられないか？
- ・ソフトウェア開発プロセスに慣れていない関係者でも問題プロセスを導出することはできないか？

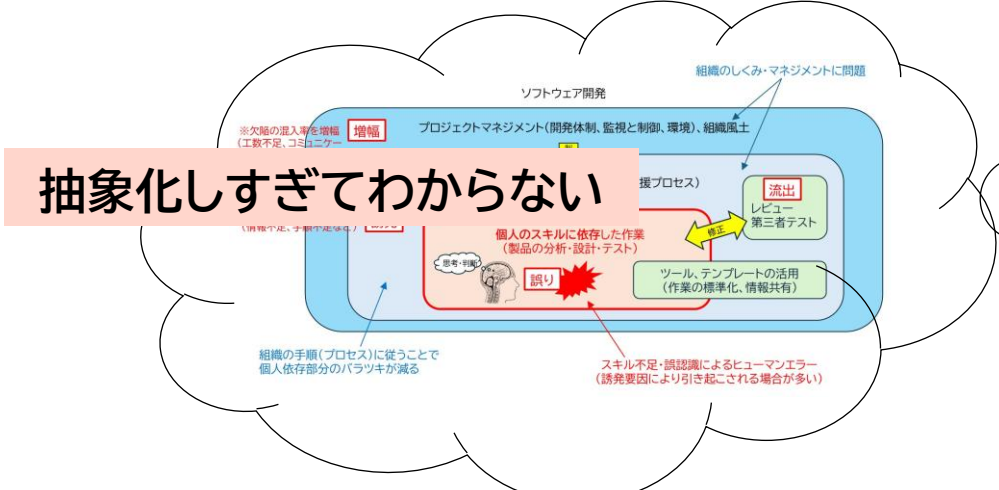
プロセスの理解が必要



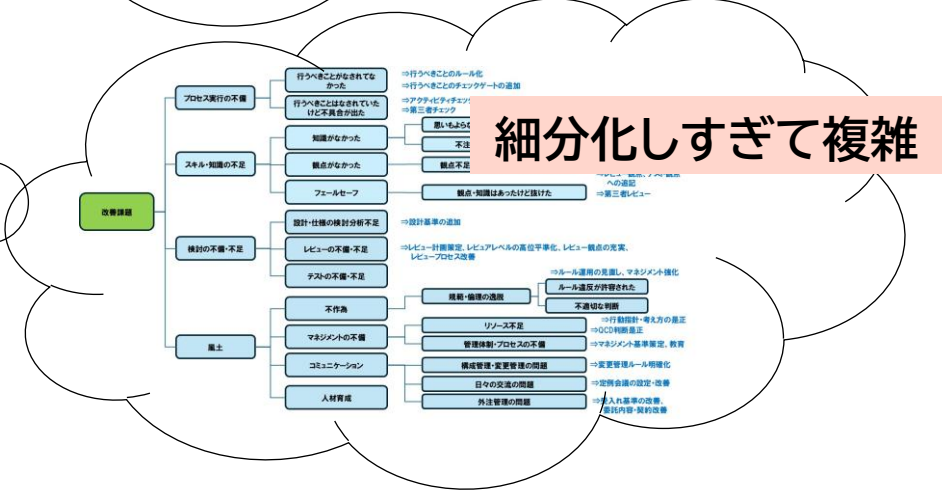
文字が多くてイメージが掴めない



抽象化しすぎてわからない



細分化しすぎて複雑



3. 分析手法の改善検討 ～思考・判断の誤り分析とは

ソフトウェアの欠陥(バグ)は、人間の**思考・判断の誤り**により起きることに着目し、なぜそうなったのかを**間接的な要因**も含めて深掘りする⇒なぜなぜ分析からの脱却

思考・判断の誤りは、スキル不足、過失、故意に分類される

スキル不足: 知識不足、分析力不足

故意: (意図的)軽視、怠慢

過失: (意図しない)不注意、誤認識

参考文献「人に起因するトラブル・事故の未然防止とRCA」中條武志著 日本規格協会 2010

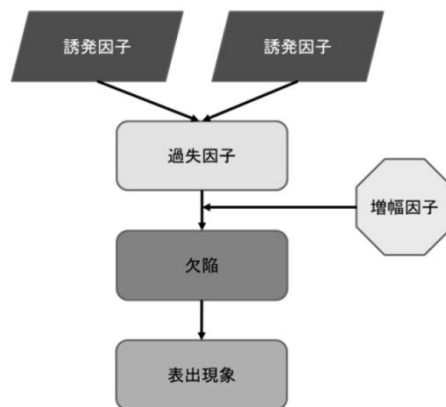
この分類の視点で、欠陥モデリングの考え方を導入してみた

誘発要因: 誤りを誘発するトリガー

増幅要因: 欠陥の混入率を増幅する

流出要因: レビュー、テストでの検出漏れ

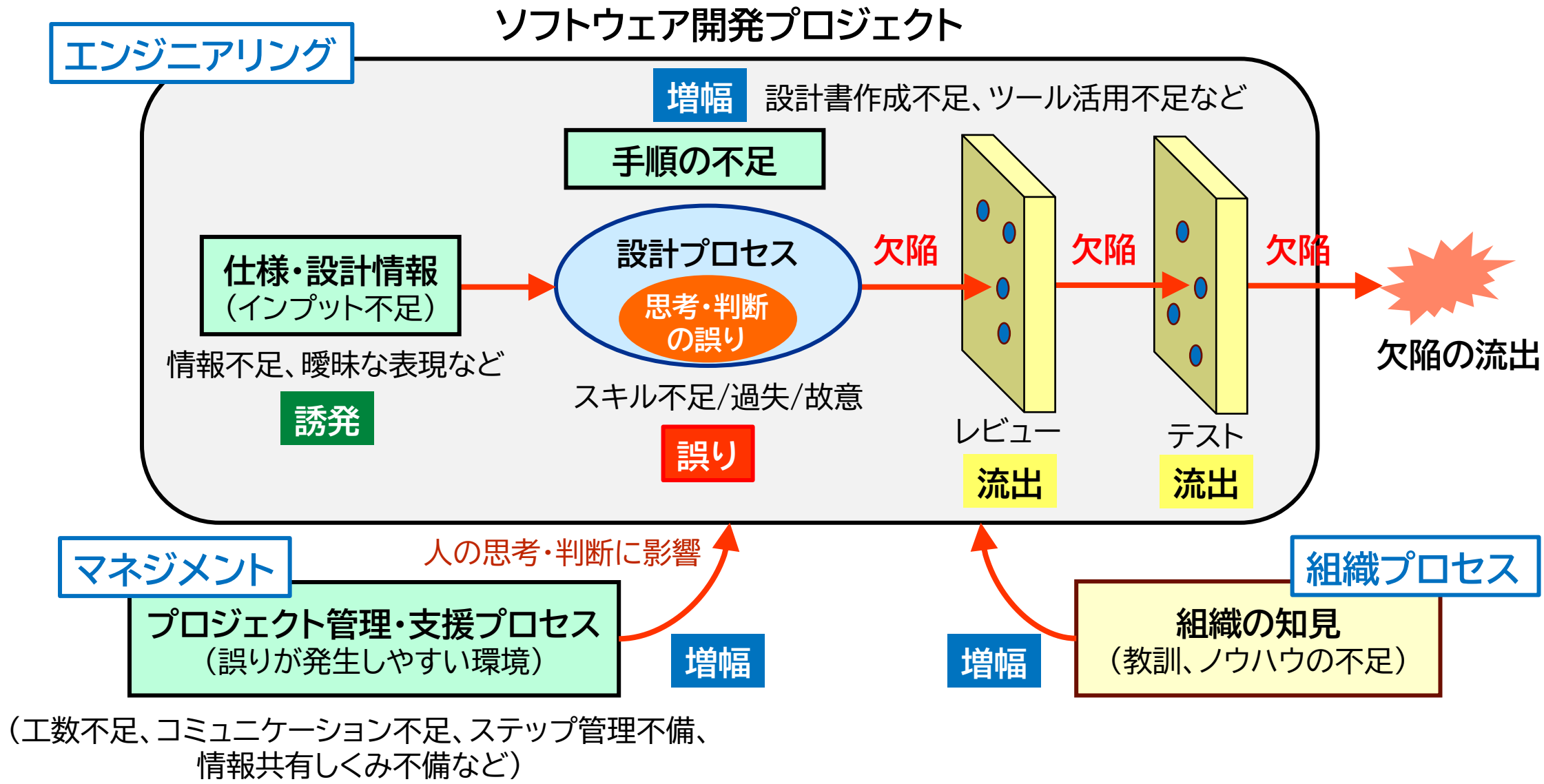
参考文献 欠陥モデリング JaSST 2013 Tokyo



欠陥モデル

12. 欠陥モデリング(定義)	
誘発因子 (Induction Trigger)	成果物の中に含まれる、人間の思考の誤りを誘発する“トリガー”となる要素のこと。誘発因子が存在すれば、開発者能力・経験・技術力と関係なく過失が引き起こされやすくなる。
過失因子 (Negligence Factor)	人間の思考や判断の誤りそのもののこと。欠陥は過失因子の集合(=連続)として生み出される。
増幅因子 (Amplifier)	過失の連鎖を助長し、欠陥の混入確率を増幅させる要素。多くは定量的に測定可能である。外乱・環境特性ともいう。
欠陥 (Defect)	成果物に含まれた、人間の思考の過ちが具現・表出化したもの。不具合・障害等の「現象」を発生させる。
表出現象 (Incident)	欠陥によって引き起こされる不具合・障害。多くは定量的に測定・加算可能。

Nobuhiro Hosokawa, Yasuharu Nishi, Aya Ureshino, Makoto Nonaka, Yukiko Hara, JaSST 2013 Tokyo – Project Fabre, 2013



誤り混入から欠陥の流出までを俯瞰し、縁起関係をイメージできるモデルを構築

誘発

不完全なインプット、曖昧な表現
複雑な要件／ソフトウェア構造
構成管理の不備

- ー 抜け漏れ・誤解が発生しやすい
- ー 他の部位に及ぼす影響を考慮しづらく誤りやすい
- ー 誤った資料を参照してしまいやすい

増幅

設計手順の不備
工数不足
情報共有、管理の不足
組織の知見不足
コミュニケーション不足

- ー 設計手法やツールが未整備で活用しづらい
- ー ヒューマンエラー（過失、故意）可能性が増大
- ー 担当者の思い込みや誤りにつながりやすい
- ー ベテランの経験や過去の失敗を活用できない
- ー 組織として情報不足、誤りの発生に気づけない

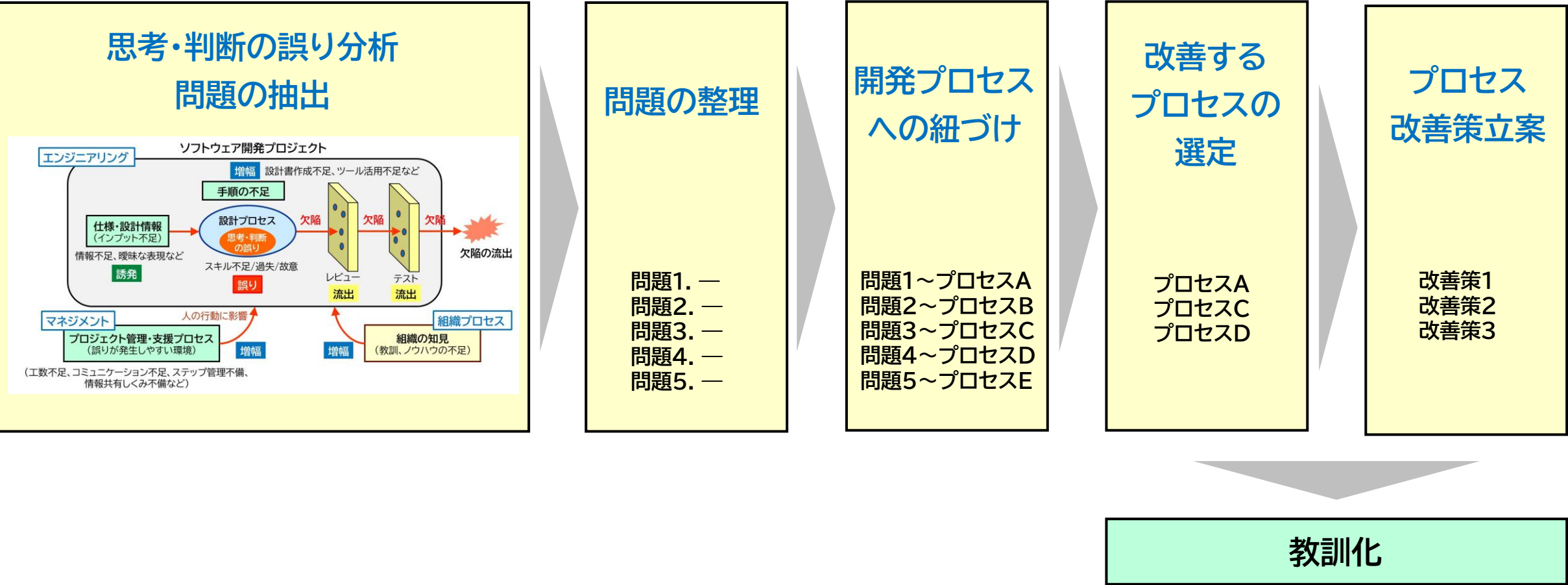
流出

レビュー方法不備
テスト方法不備
インプット情報不足
組織の知見不足

- ー 有効な指摘を引き出せない
- ー 必要な確認が十分行えない
- ー 暗黙情報の確認が行えない
- ー 必要な知見を持った人財が不在

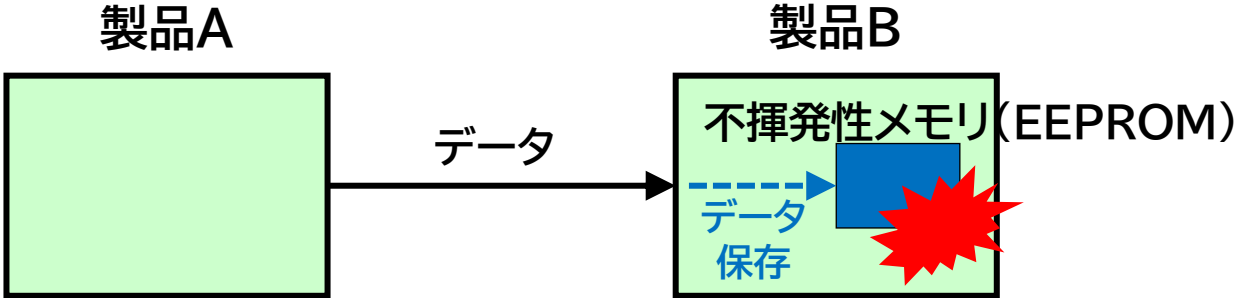
担当者を責めず、組織として欠陥を防げなかったのは何処に問題があったのかを分析する。

思考・判断の誤り分析により得られた複数の要因から、組織で改善できる開発プロセスを選定し、教訓を組織資産として蓄積する

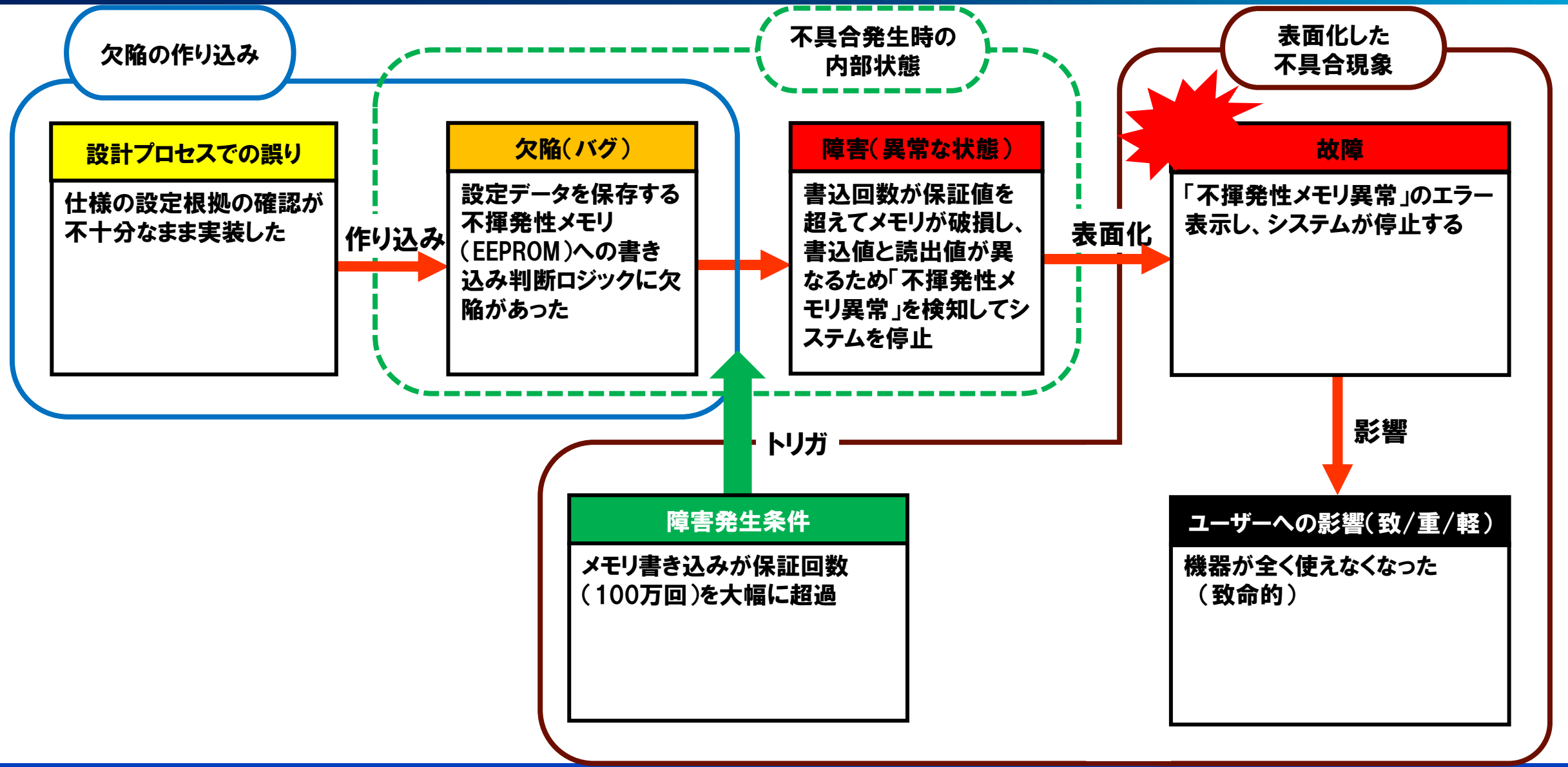


組織の身の丈に合った対策を確実に打つ！

不揮発性メモリ異常

不具合現象	不揮発性メモリ(EEPROM)への書き込み回数が保証値を超えたため、メモリ故障によりシステムが停止
システム構成	製品Bは受信データを不揮発性メモリに保存する 
欠陥	不揮発性メモリへのデータ書き込み条件に不備があった

メモリ故障によりシステムが停止！



不具合メカニズム分析フォーマットに記入してみる

4. 改善実施例 ～思考・判断の誤りヒアリング

- ・担当者に言い訳、改善点を聞くと、なぜなぜ分析では出なかった問題が多数出てきた。
- ・上流プロセス、マネジメントの問題も明らかになった。
- ・マネジメントの問題は、プロジェクトの経緯(問題発生、計画変更など)をまとめることが有効だった。

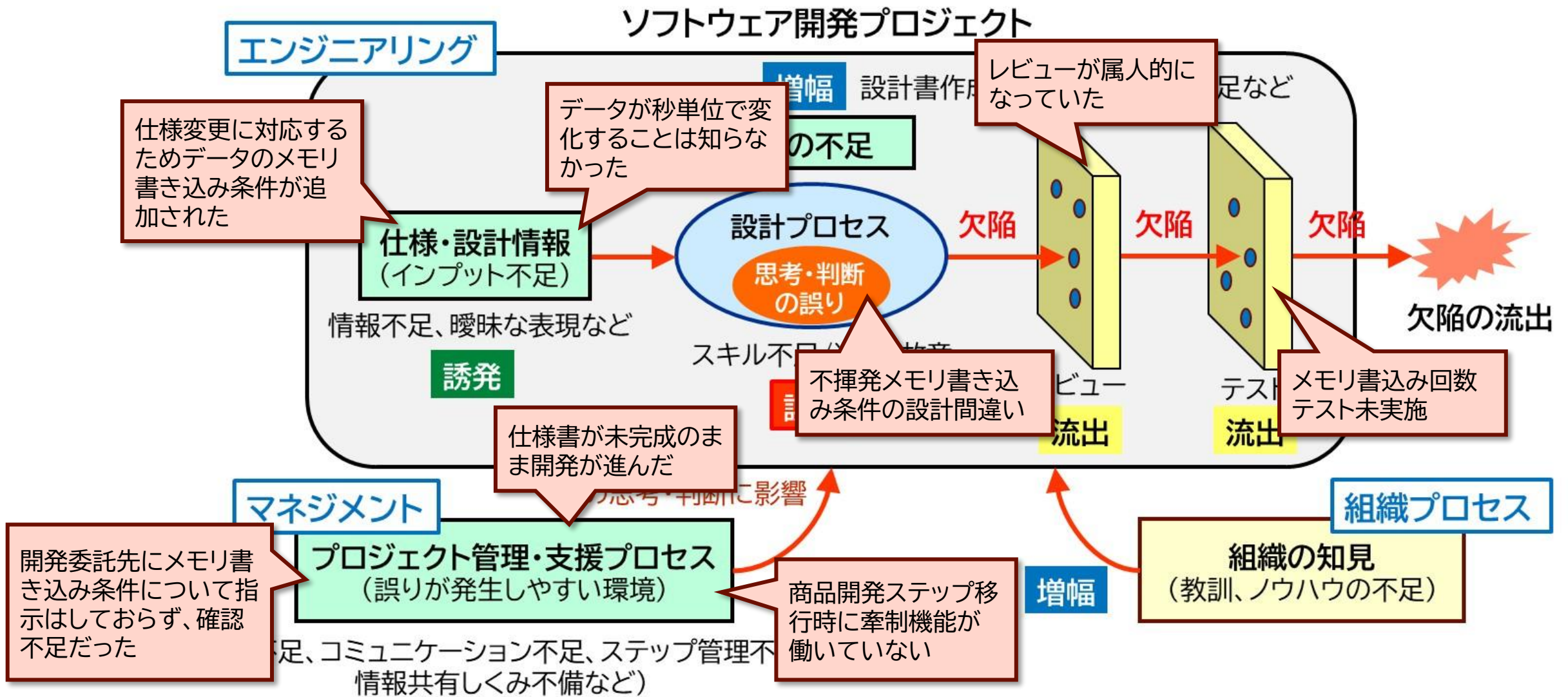
ヒアリング結果(例)

- ・EEPROMの書き込み回数制限の知識はあり、設計上の考慮はしていた
(知識不足、スキル不足の問題ではない)
- ・データが秒単位で変化するとは聞いていなかった
(知っていれば設計で対応できたのに)
- ・プロジェクト内でのコミュニケーションが不足していた
- ・仕様変更が頻繁にあった
- ・ドキュメントが未完成のままプロジェクトが進んでいた
- ・プロジェクト進捗に問題があったが計画修正されなかった



「もし～していたら防げたんだけど。。。」

言い訳をしてもらうと、なぜなぜ分析では出てこない情報が溢れ出した



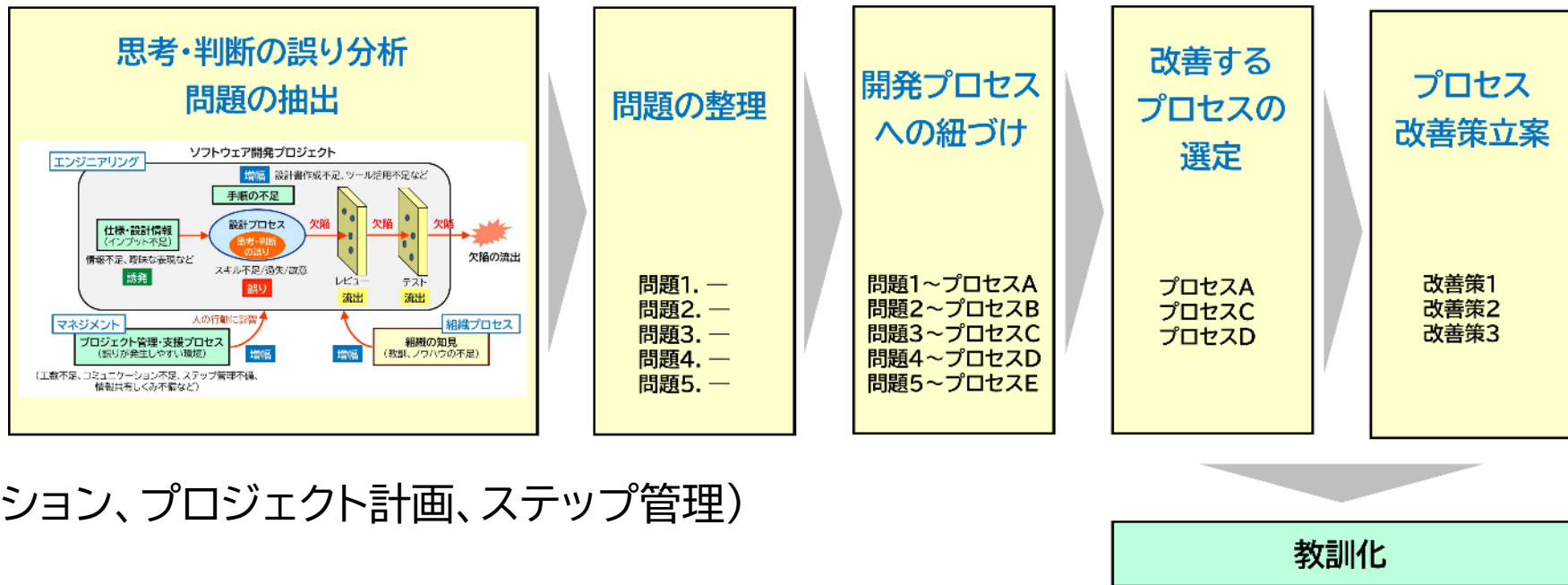
なぜ、思考・判断の誤りをしたのか、誘発要因、増幅要因、流出要因を検討する。

4. 改善実施例 ～再発防止策検討

問題点を改善すべき開発プロセスに紐づける（ソフトウェア改善担当者と一緒に考える）

改善が必要なプロセス(例)

- ・システム方式設計
- ・ソフトウェア要件分析
- ・レビュー
- ・システム結合テスト
- ・変更管理
- ・外部委託管理
- ・プロジェクト管理(コミュニケーション、プロジェクト計画、ステップ管理)

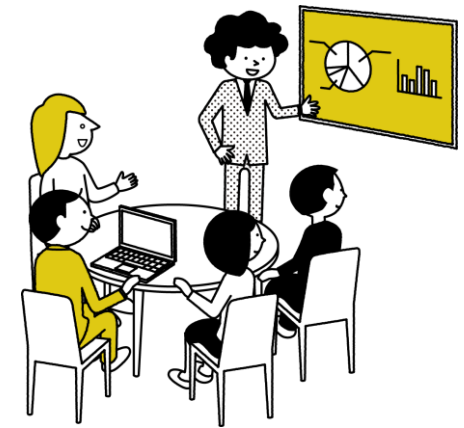
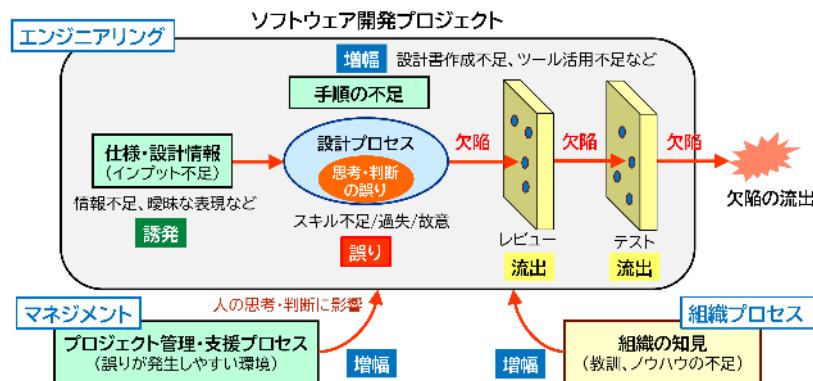
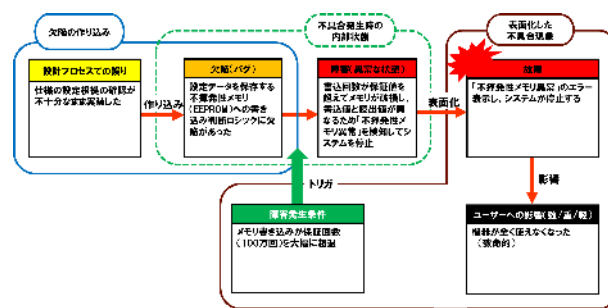


必要に応じて開発業務基準、エンジニアリング手順書を改善する。

多数の要因を抽出後、組織の成熟度に合わせて実施可能で効果の出そうな改善策を選定

5. まとめ ～効果

- 分析を定型化することで、分析内容にバラツキがなくなり関係者で事実を正しく共有できた
- 不具合のメカニズムと誤りの要因の分析方法を別にするすることで、分析時の混乱が抑えられた
- マネジメント不備など、俎上に上がりにくかった組織の問題点の抽出・改善がしやすくなった
- プロセスを知らないメンバーでも直感的に問題箇所が把握でき、全員で改善検討しやすくなった



分析途中の紆余曲折や逡巡を排除し、納得感の高い改善策の導出ができるようになった

- 「誤り」の真因を分析し、根本対策を行うアプローチはソフトウェアでは困難なことが多い
- なぜなぜ分析(＝因果関係の分析)よりも、様々な要因をモデル化することにより間接的な原因(縁起関係)の改善がはかれるため、再発防止のみならず未然防止にもつなげることができる
- 人の思考・判断の誤りに焦点をあてるためには、担当者に個別ヒアリングを行い、第三者からは見えない問題をできるだけ多く引き出すことが有効である
- 再発防止策については、組織の成熟度に合わせて効果のある対策を選択することで納得感を高めることができる

分析途中の紆余曲折や逡巡を排除し、納得感の高い改善策の導出ができるようになった

ご清聴ありがとうございました
本発表に対するお問い合わせ

パナソニック株式会社 エレクトリックワークス社
電材&くらしエネルギー事業部 品質革新センター
築山史郎
tsukiyama.fumio@jp.panasonic.com

Panasonic

Electric Works Company

