

**T型マトリクスを用いた
XDDPとテストプロセスの接続
～T4研究会活動報告～**

派生開発推進協議会 T4研究会 名野響

リーダー : **永田 敦** (ソニー株式会社)

メンバー : **厚田 鳴海**
(パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会社)

矢野 恵生 (株式会社デンソー)

井芹 洋輝

大山 相達

長友 優治 (株式会社ベリサーブ)

【発表者】 名野 響 (ルネサス マイクロシステム株式会社)

非定期で研究会を開催



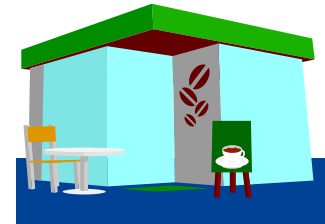
メーリングリスト

オンライン会議



オフライン会議

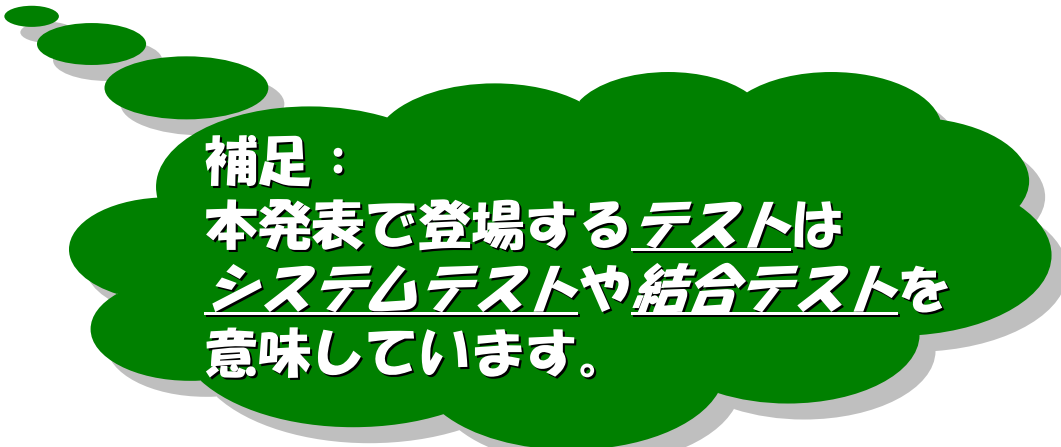
カフェ会議



飲み会議(?)



1. 背景
2. XDDPにおけるテストプロセスの課題
3. XDDPにおけるテスト分析手法の提案
4. 結合テストにおける効果の検証
5. まとめ

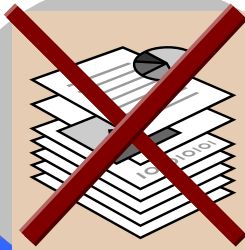


補足：
本発表で登場するテストは
システムテストや結合テストを
意味しています。

1. 背景



短い開発期間



揃っていない
ドキュメント

派生開発



少ないコスト

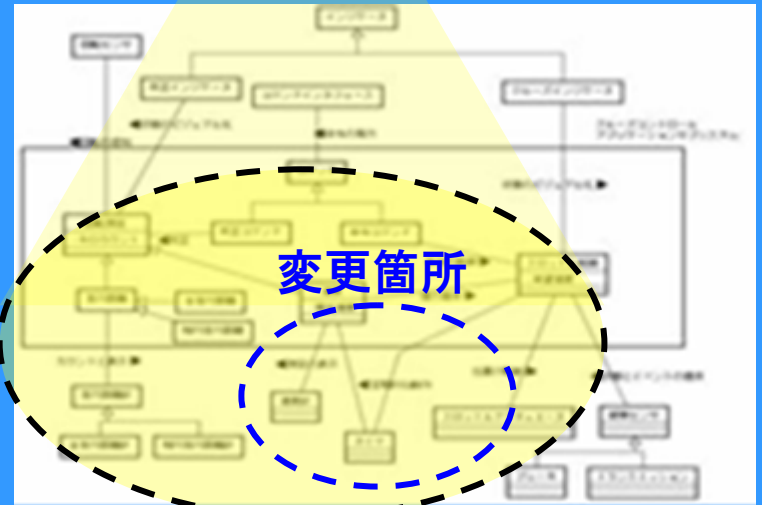


限られた範囲の
テスト

影響範囲の検討漏れ

過大なテストによる納期遅延

テスト不足による不具合流出

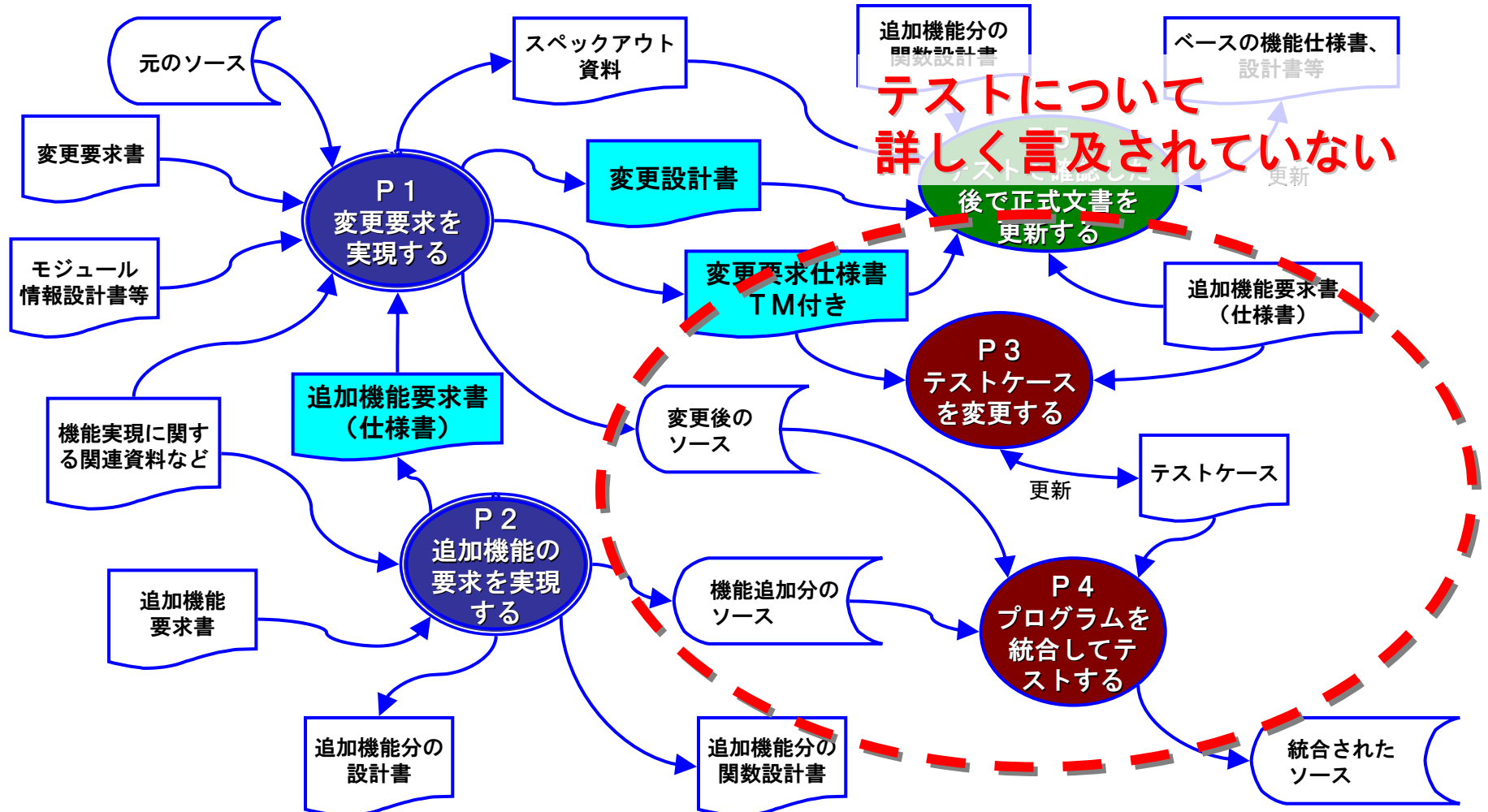


変更箇所

影響範囲

XDDPの基本プロセス

- 変更要求仕様書と追加機能要求仕様書の2種類の要求仕様書を用意
- 変更プロセスでは変更要求仕様書、TM(Traceability Matrix)、変更設計書の「3点セット」の成果物
- XDDPで生成する成果物はすべて「差分」



■ XDDP導入のメリット

- ・ 開発者視点で差分情報を整理
→変更範囲や影響範囲の特定が可能
- ・ USDMによる整理
→要求と仕様の漏れ・抜けを防止

開発工程における
欠陥の作り込みを抑止

■ 昨今の派生開発

- ・ システム規模大、複雑度増
- ・ 影響範囲が多様に変化

影響範囲の検討漏れ

過大なテストによる納期遅延

テスト不足による不具合流出

**テスト工程における欠陥検出を強化！
開発とテストの両面から品質UP！**

◆T4研究会の活動:

- ・ 派生開発におけるテストプロセスの改善
- ・ 「XDDP」とテストプロセスを効果的につなぐ方法を探る
 - テスト範囲を絞り込むには？
 - 開発プロセスとの連携方法は？

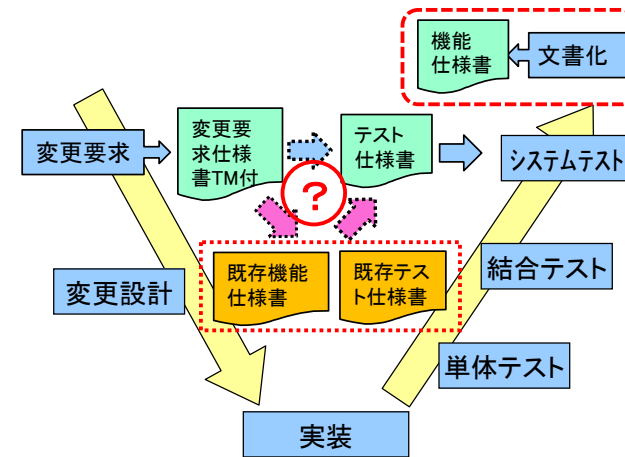
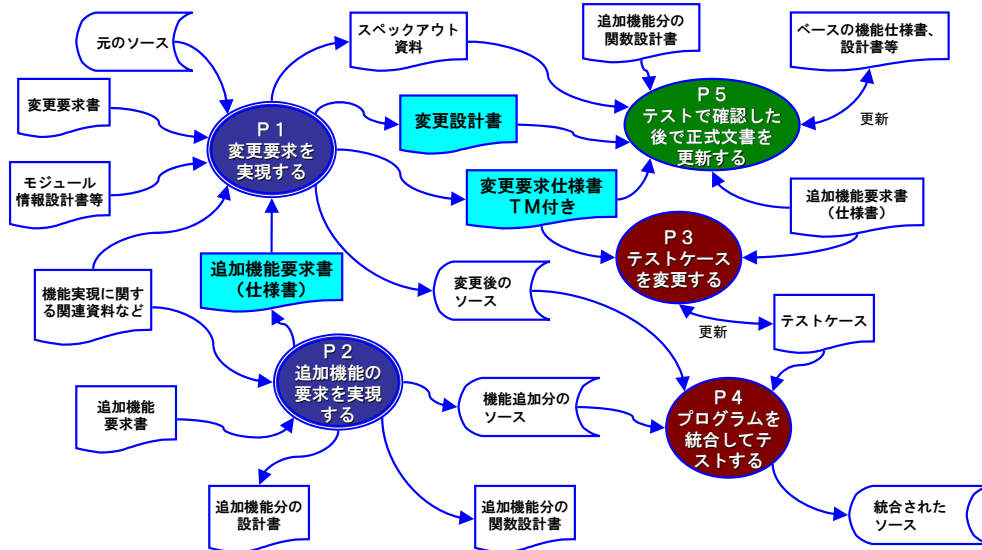
2. XDDPにおける テストプロセスの課題

■ 成果物(3点セット)の課題

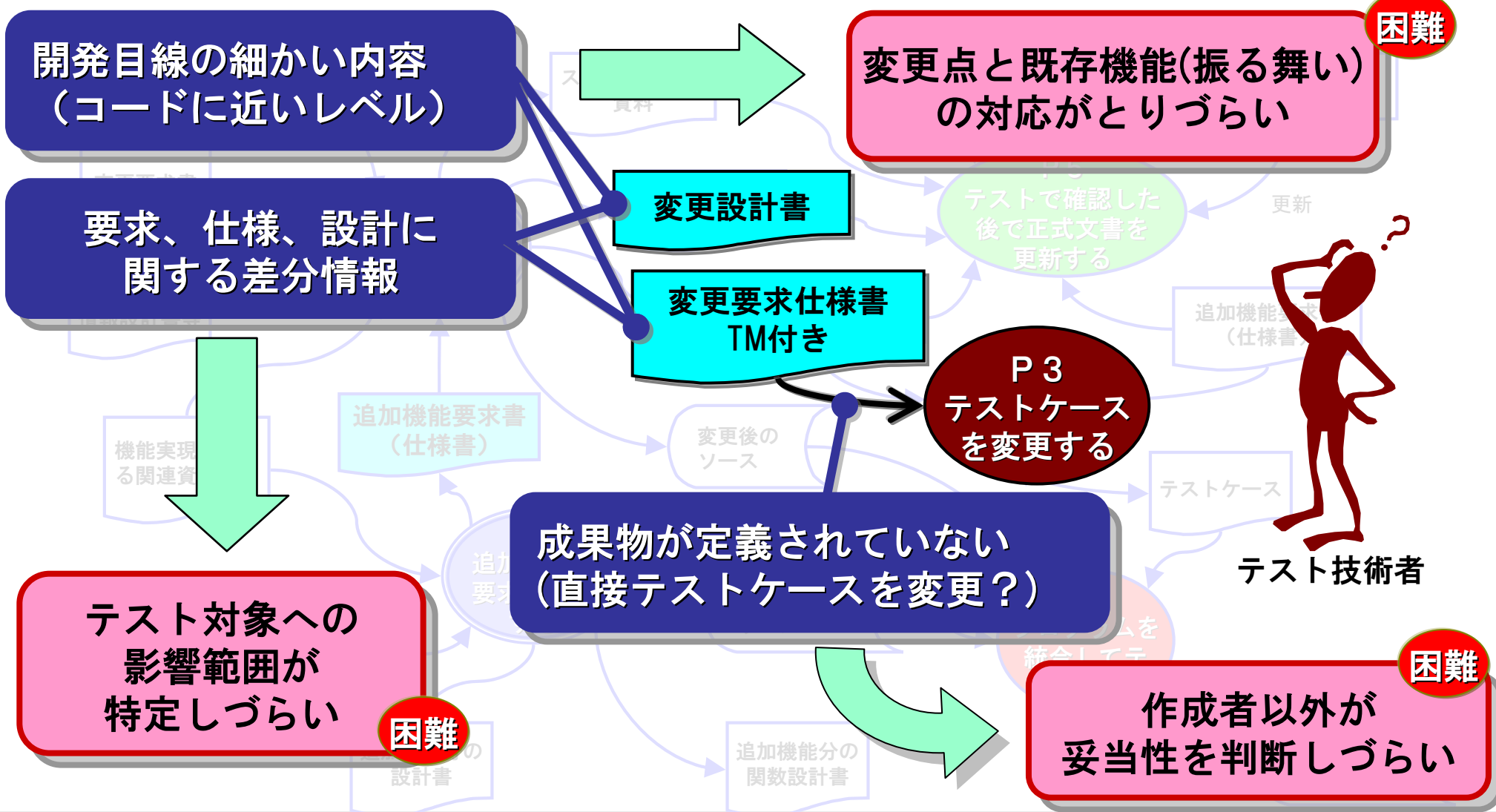
開発者視点の差分情報は
テスト技術者にとって
理解しづらい

■ プロセスの課題

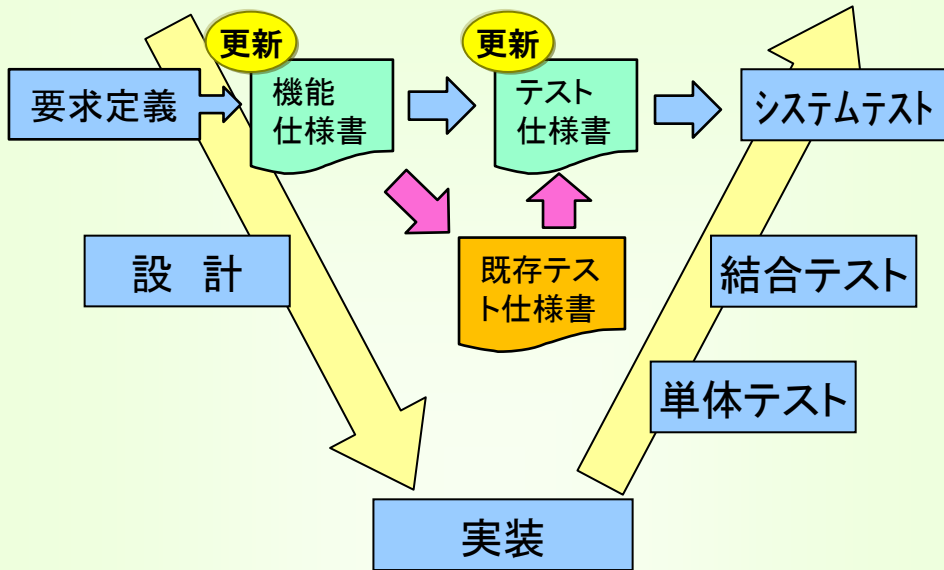
テスト仕様書の元になる
正式文書の更新が
開発後半



■ 開発者視点の差分情報はテスト技術者にとって理解しづらい



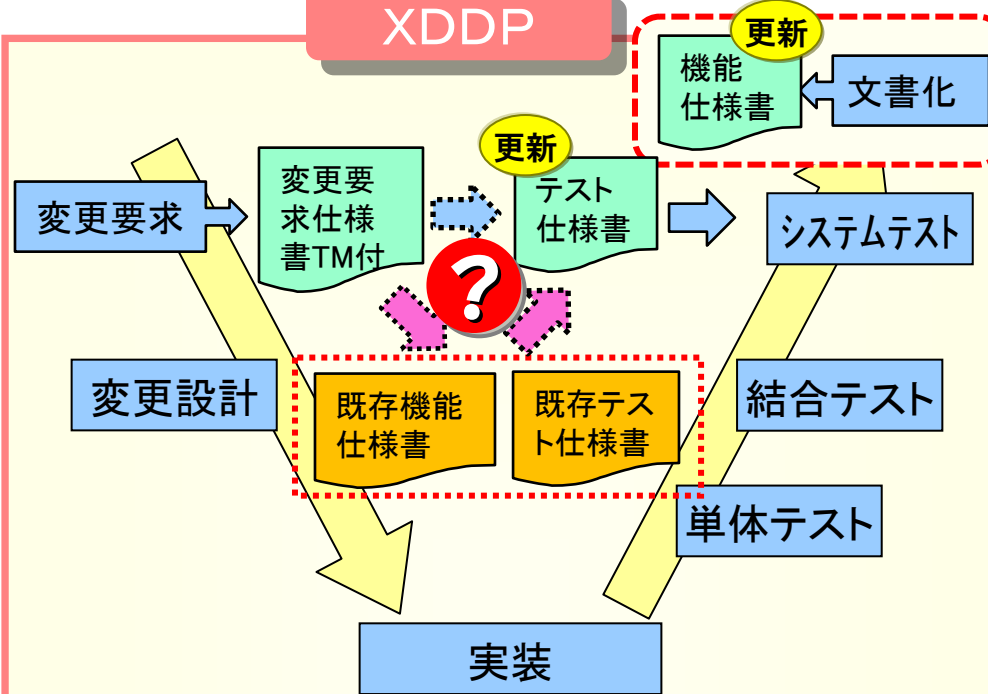
従来開発



既存ドキュメントを先に更新

更新されたドキュメントを元に
テストの影響範囲を検討可能

XDDP



既存ドキュメントの更新は開発の後半

ドキュメントの更新後テスト設計に着手

差分情報からテストの影響範囲を検討

困難

困難

3. XDDPにおける テスト分析手法の提案

変更要求がテストへ与える影響を可視化

俯瞰

開発者



テスト技術者



開発者とテスト技術者の
認識を合わせる

変更要求

変更要求 1		モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	...
#	変更要求・仕様						
215	画面に濃度配線の表示を追加する						
5.1	接続状況の表示の大きさをOOに変更する	F10					
...	...						
5.3	検索用メモリの配線をOOに改える	F20 F30		F40			
5.4	検索履歴データの挿入する						

テストケース



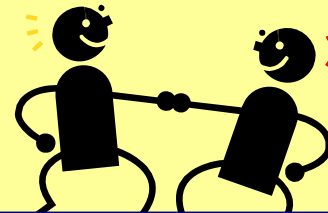
差分情報とテストの
関係を明確にする

テスト分析～設計を含めたXDDP

整合性のチェック



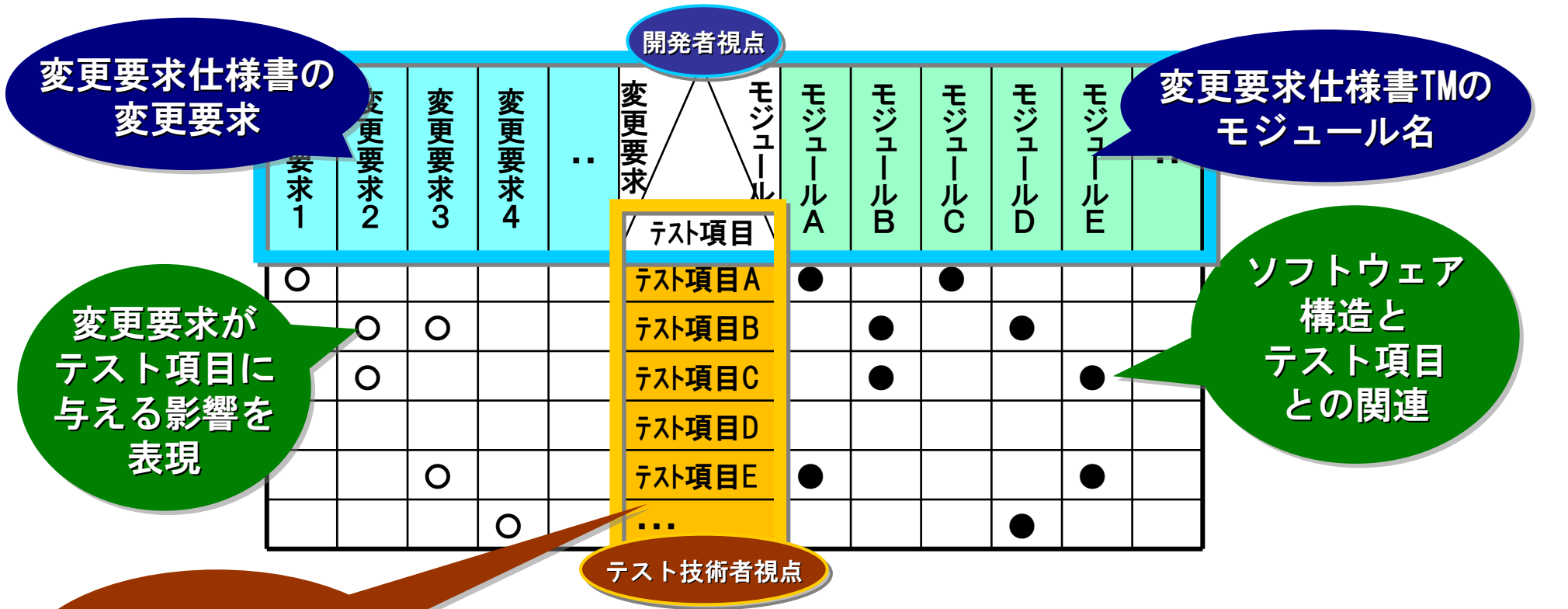
開発
プロセス



テスト
プロセス

差分情報からテスト分析～設計を開始

■ 変更要求ーテスト項目ーソフトウェア構造の関係を可視化



変更要求仕様書の変更要求

変更要求仕様書TMのモジュール名

変更要求がテスト項目に与える影響を表現

ソフトウェア構造とテスト項目との関連

最終的にテストケースに繋がるもの

- 例えば (T4の議論であがっているもの)
- 既存テストケースのグループ名
 - テスト対象の機能/非機能
 - テストタイプを具体化したもの
 - テスト観点

絶賛議論中

- ◇ポイント◇
- 開発者も理解可能
 - テストケースへのトレーサビリティ

■ 変更要求ーテスト項目の可視化

- ◆ 変更要求がテスト項目に与える影響を表現
- ◆ 開発者とテスト技術者の認識合わせに使用

① 変更要求を記載

「変更要求仕様書」 TM(トレーサビリティマトリクス)

開発要求	変更要求	変更要求	変更要求	変更要求	...
開発要求 1					
変更要求 1					
5.1 画面に通知記録の表示を追加する					
5.1 接続状態の検知の大きさを〇〇に変更する					
...					
5.3 標準用メモリの容量を〇〇に改定する					
5.4 標準動作モードの監視リコードを挿入する					

変更要求仕様書

開発者視点

変更要求 1	変更要求 2	変更要求 3	...	変更要求
				テスト項目
○				テスト項目 A
	○	○		テスト項目 B
	○			テスト項目 C
				テスト項目 D
				...



テスト技術者視点

② 既存のテスト項目を記載

テストケース一覧

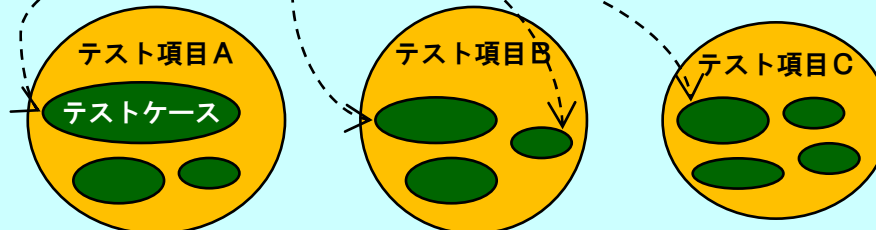
1. 沸騰機能	1-1. ...
	1-2. ...
	...
2. 給湯機能	2-1. ...
	2-2. ...
3. 電源管理	3-1. ...
	...
4. 異常動作	...

他にも...
「機能」
「振る舞い」
など



③ 関連する項目に○

変更要求 1



※ 変更要求とテスト項目の関係は「1:多」になり、漏れやすい

■ テスト項目—ソフトウェア構造の可視化



開発者視点

- ◆ テスト項目がどのモジュールをテストしているか整理
- ◆ 変更要求仕様書との整合性チェックに使用

	モジュール	モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	...
テスト項目							
テスト項目A		●		●			
テスト項目B			●		●		
テスト項目C			●			●	
テスト項目D							
テスト項目E		●				●	

テスト技術者視点

① 変更要求仕様書のトレーサビリティマトリクス(TM)の列を記載

「変更要求仕様書」

TM(トレーサビリティマトリクス)

		変更要求1	変更要求2	変更要求3	変更要求4	...
#	変更要求・仕様					
#10	画面に履歴情報の表示を追加する					
5.1	検索結果の表示の大きさをOOに設定する	F10				
...	...					
5.3	検索用メモリの容量をOOに定める	F10 F10		F10		
5.4	検索履歴データの保存リコードを挿入する				F10	

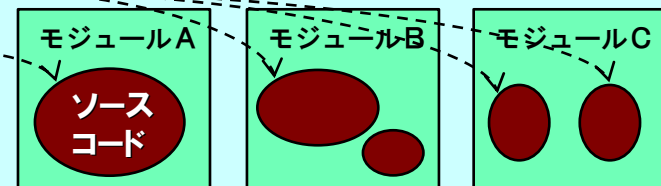
変更要求仕様書

② 既存のテスト項目を記載

変更要求—テスト項目のマトリクスと同じ内容を記載

③ 関連する項目に● テスト項目とソースコードの関係を調査

テスト項目A



※ 一度作成すると、次のプロジェクトでも流用可

「変更要求仕様書」と「T型マトリクス」を連携させ、今回開発要求に対する影響範囲を明確化する

2つのドキュメントに
矛盾が無いチェック

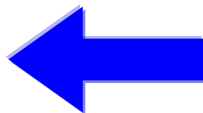
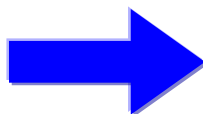
変更要求仕様書

TM(トレーサビリティマトリクス)

T型マトリクス

#	変更要求 1 変更要求・仕様	モジュール A	モジュール B	モジュール C	モジュール D	モジュール E	...
xx5	画面に通信記録の表示を追加する						
5.1	接続状況の表示の大きさを〇〇に変更する	F10					
	...						
5.3	表示用メモリの配置を〇〇に変える	F20 F30		F40			
5.4	受信データへの区切りにコードを挿入する			F50			

チェック



チェック

変更要求 1	変更要求 2	変更要求 3	変更要求 4	..	変更要求 △ テスト項目	モジュール A	モジュール B	モジュール C	モジュール D	モジュール E	..
○					テスト項目 A	●		●			
	○	○			テスト項目 B		●		●		
	○				テスト項目 C		●			●	
					テスト項目 D						
		○			テスト項目 E	●				●	
			○		...				●		

「変更要求仕様書・TM」 → 「T型マトリクス」

「変更要求仕様書」

TM(トレーサビリティマトリクス)

#	変更要求・仕様	モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	..
xx5	画面に通信記録の表示を追加する						
5.1	接続状況の表示の大きさを〇〇に変更する	F10					
	...						
5.3	表示用メモリの配置を〇〇に変える	F20 F30		F40			
5.4	接受信時データの区切りにコードを			F50			

マトリクスの連携

「T型マトリクス」

変更要求1	変更要求2	変更要求3	..	変更要求	モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	..
				テスト項目						
○				テスト項目(1)	○		●			
	○	○		テスト項目(2)		○				
○	○			テスト項目(3)					●	
				...						
○				テスト項目(7)	○		●			
				...						

- ① **変更要求1**は**モジュールA**と**C**を変更
- ② **モジュールA**と**C**は**テスト項目(1)**と**(7)**でテスト
- ③ 上記①と②より、**テスト項目(1)**と**(7)**は**変更要求1**に影響があると予想
- ④ **変更要求1**と**テスト項目(7)**に○が無いことが判明
- ⑤ **テスト項目(7)**に対する影響漏れまたは変更仕様漏れがないか確認

■ 「T型マトリクス」 → 「変更要求仕様書・TM」

「変更要求仕様書」

TM(トレーサビリティマトリクス)

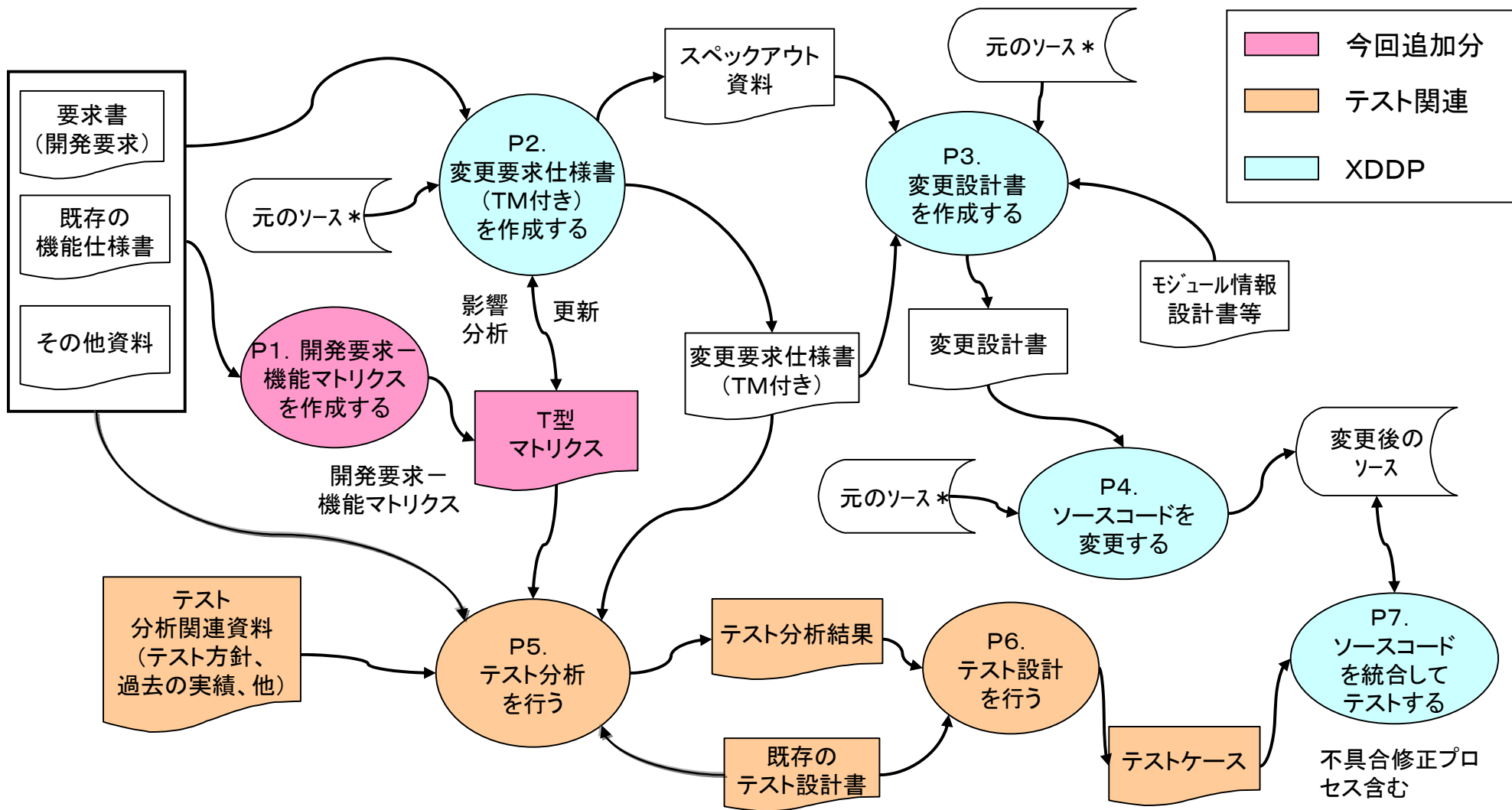
#	変更要求・仕様	モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	...
xx5	画面に通信記録の表示を追加する						
5.1	接続状況の表示の大きさを〇〇に変更する	F10					
	...						
5.3	表示用メモリの配置を〇〇に変える	F20 F30		F40			
5.4	接受信時データの区切りにコードを挿入する			F50			

マトリクスの連携

「T型マトリクス」

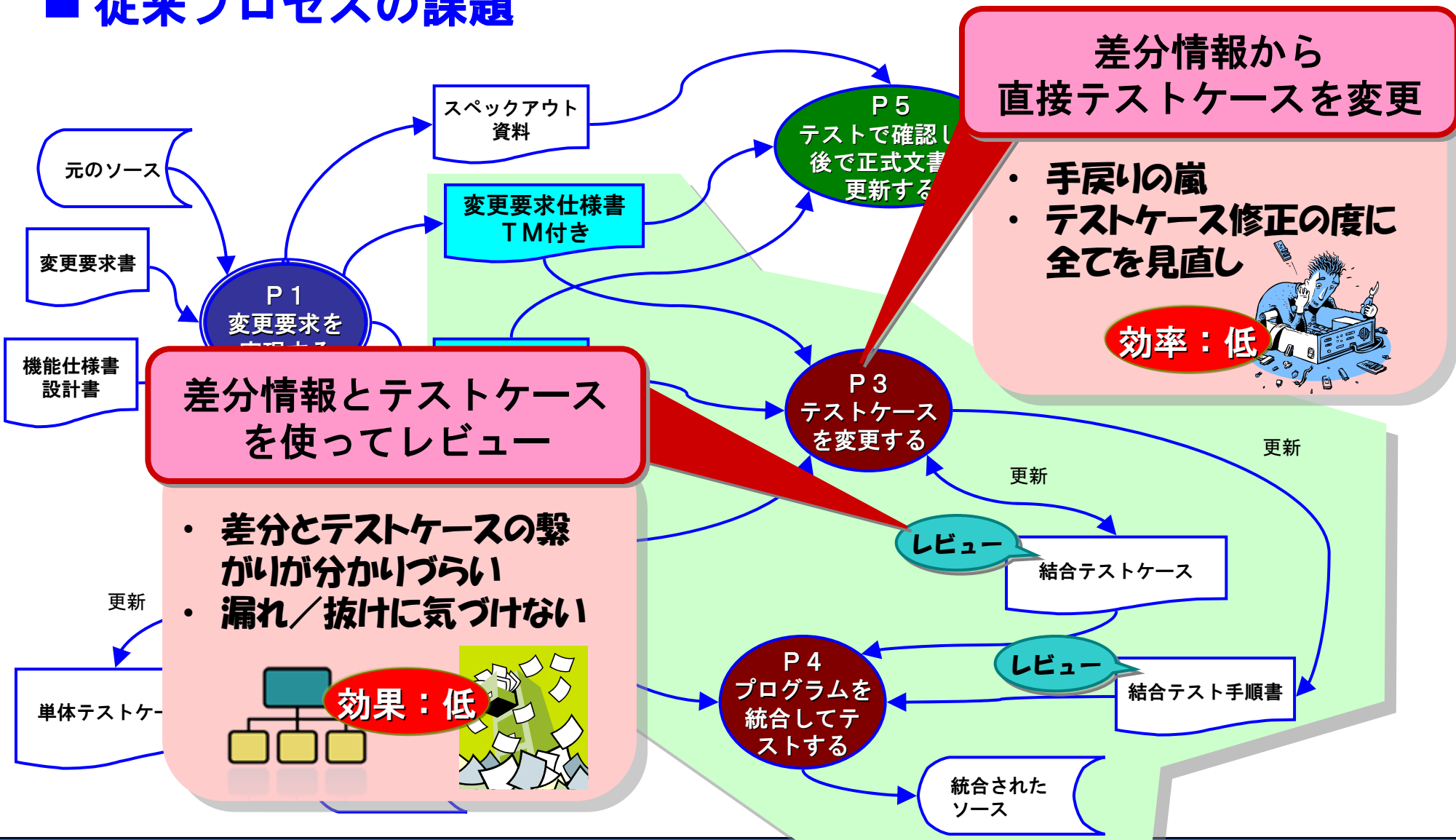
変更要求1	変更要求2	変更要求3	...	変更要求	モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	...
○				テスト項目(1)	●		●			
	○	○		テスト項目(2)		●				
○	○			テスト項目(3)					●	
				...						
				テスト項目(7)			●			
				...						

- ⑥ 変更要求1はテスト項目(3)を変更
- ⑦ テスト項目(3)は、モジュールEをテスト
- ⑧ 上記⑥と⑦より、モジュールEへの影響が予想されるが、変更要求仕様書には、モジュールEへの変更が記載されていない
- ⑨ モジュールEに対する影響漏れまたは変更仕様漏れがないか確認



4. 結合テストにおける検証

■ 従来プロセスの課題



■ 適用プロジェクト

種別	情報装置の組み込みソフトウェア
コード規模	10kライン（変更対象CPUのソフトウェア）
既存成果物	機能仕様書 基本設計書、詳細設計書 ソースコード 単体テストケース仕様書 結合テストケース仕様書 結合テスト手順書
メンバ構成	1人（仕様化～開発～テスト）

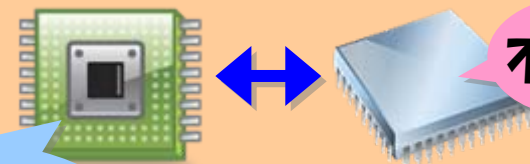
テスト設計書
は存在しない



■ 派生開発の背景

- ・ プロセッサ×2の構成
- ・ 一方のプロセッサのソフトウェアに不具合
- ・ もう一方のプロセッサで対応

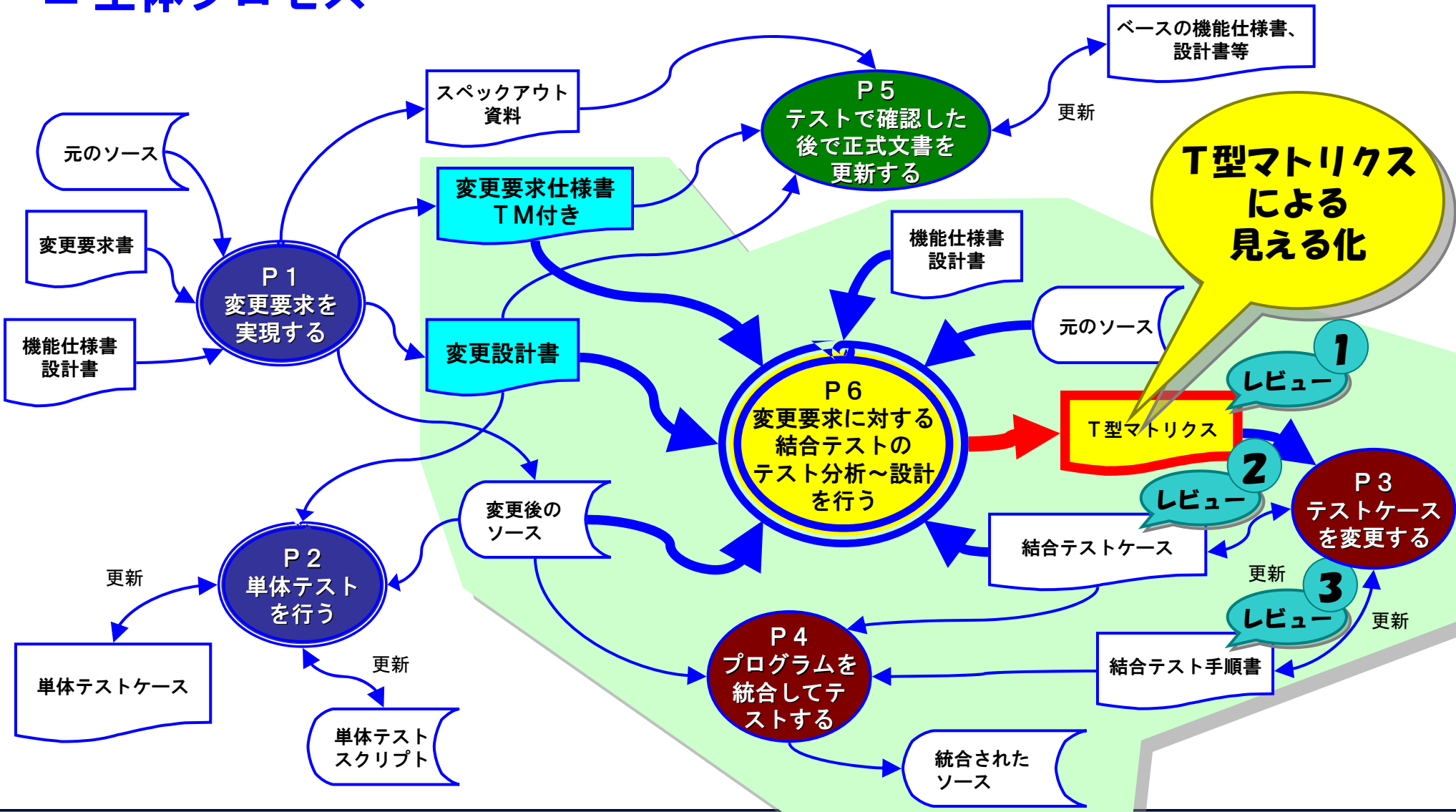
2つのプロセッサで制御



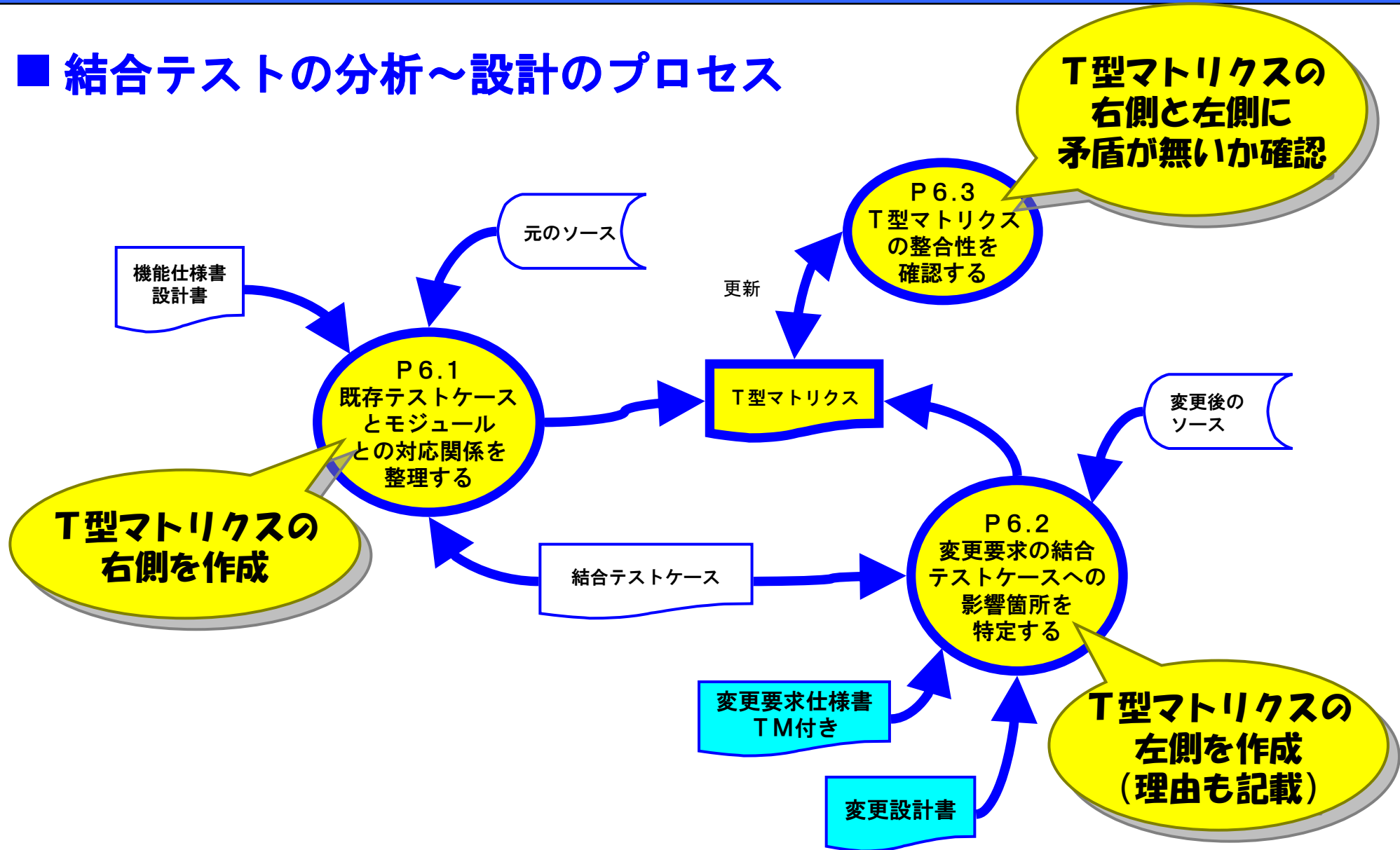
不具合

ソフト変更で対応

■ 全体プロセス



■ 結合テストの分析～設計のプロセス



■ 右側（テスト項目—ソフトウェア構造）の作成

- 既存テストケースは過去に本人が作成
- 既存テストケースの見直しは時間的に困難

変更要求仕様書のTMから転記

テストケース一覧

1. 沸騰機能	1-1. ...
	1-2. ...
	...
2. 給湯機能	2-1. ...
	2-2. ...
3. 電源管理	3-1. ...
	...
4. 異常動作	...

テスト項目

モジュール

「変更要求仕様書」 TM(トレースマトリクス)

		モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	..
開発要求 1						
#	変更要求・仕様					
1.5	異常に関連状態の発生を通知する					
5.1	検知状態の発生をOOに発生する	F/D				
...	...					
5.3	検知用メモリの容量をOOに定める	F/D	F/D			
5.4	検知用メモリの容量をOOに定める			F/D		

テストケース仕様書の内容を読みながら
関連するモジュールに
○を記載

既存の
テストケース仕様書
のセクション名
を転記

■ 左側（変更要求ーテスト項目）の作成

変更要求仕様書

The image shows a screenshot of a document titled '変更要求仕様書' (Change Request Specification). A blue rectangular box highlights a specific section of the document, which is the source of the data for the T-matrix on the right.

変更要求仕様書
から転記

テストケース仕様書の
内容を読みながら
関連する変更要求に
○△を記載

○△の意味

- ：テストが必要であり、既存テストケースの変更（または新規作成）が必要
- △：テストが必要であるが、既存テストケースの変更が不要（回帰テスト）

○△の記載時に
その理由を
コメントで明記

変更要求

The T-matrix diagram consists of two main vertical columns. The left column is labeled '変更要求' (Change Request) and contains a list of change request IDs (e.g., 1-1-X, 1-2-X, etc.). The right column is labeled 'テスト項目' (Test Item) and contains a list of test item IDs (e.g., T-1-X, T-2-X, etc.). The intersection of these two columns is a grid where each cell contains a symbol (○ or △) indicating the relationship between a change request and a test item. A vertical label 'テスト項目' is written on the right side of the grid.

■ 2つの方面から整合性チェックを実施

変更要求

モジュール

整合性チェックより

- ・空欄に○△を追記
- ・空欄に×を追記
- ・○△を×に変更

×に変更の例

テスト項目A

モジュールB

ソース
コード

今回の
変更箇所

テスト項目

○△の意味

- ：テストが必要であり、既存テストケースの変更（または新規作成）が必要
- △：テストが必要であるが、既存テストケースの変更が不要（回歸テスト）
- ×：テストが不要（詳細な調査の結果、今回の変更箇所に関係であることが判明）

整合性チェックより

- ・○を追記
- ・○を空欄に変更

■ 左側（変更要求ーテスト項目）をウォークスルー

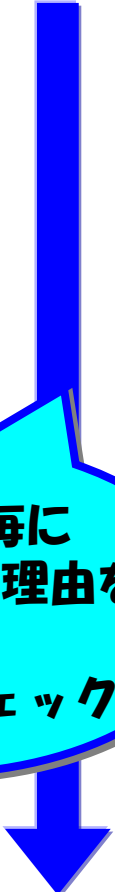
変更要求		大項目		モジュール																										
変更要求ID	理由	大項目名	大項目ID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	モジュール名	モジュールID	
○																														
△																														
×																														
○																														
△																														
×																														

変更要求

モジュール

テスト項目

変更要求毎に
○△×とその理由を
説明し
妥当性をチェック



検証結果

■ 計測結果

◇ 工数の計測 ◇

T型マトリクスの作成	右側の作成	6 H
	左側の作成	4 H
	整合性チェック	4.5 H
	レビュー	2 H
結合テストケースの変更 (優先度の検討を含める)		7 H

1件あたりの工数
約6分

T型マトリクスの作成
+ 結合テストケースの変更
↓
1件あたりの工数
約20分

◇ テストケース数 ◇

関連テストケース数	72件
テストケースの修正漏れ (レビューの指摘事項)	1件

T型マトリクスの
行に記載したテスト
項目の内容を誤認
↓
T型マトリクスの
交点に初めから
現れなかった

■ 結果

- ・ 手戻りの嵐
- ・ テストケース修正の度に
全てを見直し

課題



- ・ 差分とテストケースの繋
がいが分かりづらい
- ・ 漏れ/抜けに気づけない



課題



テストケースの修正漏れを抑止

テストケースの修正前に、テストケースの変更箇所の特定制や、変更点の整理、作成者以外によるレビューを行うことで、テストケースの修正漏れを抑止。
(従来：10件以上の修正漏れ → 今回：1件)

テスト分析時に回帰テスト箇所を特定

変更要求仕様とテスト項目（テストケースのグループ名）の関係を俯瞰して整理する中で、変更に対する回帰テスト箇所を可視化し、作成者以外による妥当性確認を可能にした。

出荷後不具合ゼロ

製品出荷後の不具合は0件（システムの運用開始後、約2年経過）。

■ レビューワからのコメント



マネージャ

テストケースの変更方針が事前にレビューできるのは、これからどんなテストを行うつもりなのか思考過程が見れて妥当性を判断しやすい

既存のテストケース仕様書の構成を知らないと、T型マトリクスの○△×に漏れがあるか否かが判断できないね

T型マトリクスはレビュー前のセルフチェック用の成果物という印象を持ちました

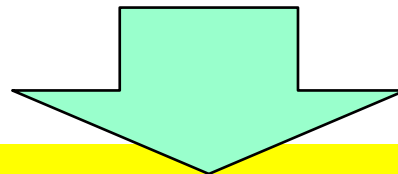
開発者とテスト技術者が異なるときに大きな効果を発揮するツールかな？



リーダー

5. まとめ

- 変更要求とテスト項目の関連を可視化する「T型マトリクス」を用いて、XDDPとテストプロセスを接続する方法を提案
- T型マトリクス
 - (左側) 変更要求ーテスト項目の可視化
 - (右側) テスト項目ーソフトウェア構造の可視化
 - ⇒機械的な整合性チェックが可能
- 結合テストにおける実プロジェクトで効果を確認



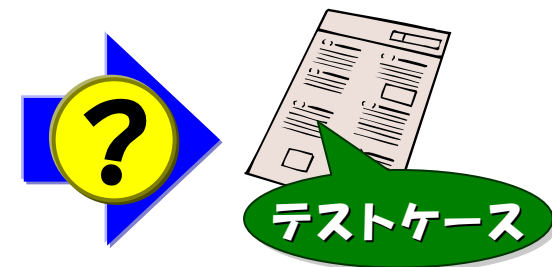
抜け・漏れを抑えたテスト分析
(テスト実施箇所の特定) を実現

■ T型マトリクスのテスト項目に関する議論

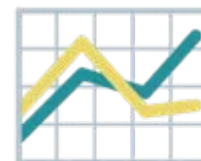
■ T型マトリクスを用いたテスト分析から、テストケースの変更（テスト詳細設計）への接続方法の検討

特定したテスト実施箇所を
テストケースへどう落とし込むか？

変更要求1	変更要求2	変更要求3	変更要求4	..	変更要求	モジュール	モジュールA	モジュールB	モジュールC	モジュールD	モジュールE	..
○					テスト項目	テスト項目A	●		●			
	○	○				テスト項目B		●		●		
		○				テスト項目C		●			●	
			○			テスト項目D						●
				○		テスト項目E	●				●	
				○		...				●		



■ 継続した実プロジェクトへの適用とデータ収集



■ T型マトリクスの自動化 （整合性チェック、右側の生成）



ご清聴ありがとうございました