

品質マインドの可視化による

品質管理のデジタルソリューションへのアプローチ

Approach to digital solutions of quality management by visualizing quality mind

株式会社 日立製作所 品質保証統括本部 社会システム品質保証本部
Quality Assurance Division(of Social Infrastructure Information Systems) , Hitachi, Ltd.

○吉井 怜奈

平間 雄貴¹⁾

○Reina Yoshii

Yuki Hirama¹⁾

Abstract Hitachi has researched quantitative quality management method by relative evaluation as "Quality Mind and Skill Scoring System (QM3S)"(Application number : 2017-034345).

In this study, we report a method to reduce "the number of overlooked defects", based on the idea of QM3S, by improving the quality mind during the process. It is made possible by timely visualizing "quality mind" of the person in charge based on "Time-series Transition of the defect density in unit test process" and alerting. In summary, it is a method to visualize the quality mind which was not able to visualize from other quantitative data, and to detect the indication of the quality deterioration.

1. はじめに

日立製作所では過去プロジェクトにおける実績データの統計から基準値を作成し、プロジェクトの品質に対して基準値による絶対評価を行っている。しかし、基準値内であるため問題ないと評価されていても次工程において見逃し不良（組合せテスト工程（以下、CT 工程）以降で抽出された単体テスト工程（以下、UT 工程）で抽出すべき不良）が発生するケースがある。また、AI や IoT といった統計データが不十分な先端技術においては基準値の作成自体が困難である。そこで、基準値を用いた絶対評価ではなく、従来からプロジェクト内部で管理しているデータ（不良密度や進捗など）のみを用いた品質評価手法の検討が必要であると考えた。

この課題を解決するために、同じプロセスでも担当者の「品質マインド（作業者が能動的に品質を向上させようとする精神）」によって成果物の品質が変わることに着目した。当社ではこの品質マインドを用いた品質管理手法を「QM3S (Quality mind skill score system(特許出願番号 2017-034345))」と名付け研究している。QM3S は、従来からプロジェクトで管理しているデータを用いて担当者ごとの品質マインドを定量化・可視化し担当者間を基準値による絶対評価ではなく相対評価することで、品質マインドが低下している担当者を見つけ出す手法である。

本論文では QM3S の考え方にに基づき、担当者の「品質マインド」の状態を「UT 工程の不良密度の時系列推移」の定量化によりタイムリーに相対評価しアラートを上げることで、品質マインドを改善し見逃し不良を低減させる手法を報告する。

株式会社 日立製作所 品質保証統括本部 社会システム品質保証本部
Quality Assurance Division(of Social Infrastructure Information Systems) , Hitachi, Ltd.

東京都品川区南大井六丁目 23 番 1 号 Tel: 03-5471-4567 e-mail:reina.yoshii.ur@hitachi.com
6-23-1, Minami-oi, Shinagawa, Tokyo Japan

1) 株式会社 日立製作所 品質保証統括本部 社会システム品質保証本部

Quality Assurance Division(of Social Infrastructure Information Systems) , Hitachi, Ltd.

【キーワード：】 ソフトウェア開発、品質マインド、定量的品質管理、担当者評価、品質アラート

2. 手法

2.1. 見逃し不良の内容分析

プロジェクト A (使用言語:COBOL (これまでと同じフレームワークを使用)、開発規模 200Ks、UT 工程担当者:13 人、UT 工程期間:3 ヶ月) のデータを用いて、見逃し不良の特徴を分析するためにまず内容調査を実施したところ、見逃し不良のうち 7 割はその観点でのチェックリストがあったにもかかわらず見逃していたことが分かった。このことから品質マインドが低くなっていることが原因で見逃されたと考察した。

次に、各担当者が UT 工程のどのタイミングで見逃し不良を摘出すべきであったかを把握するため、担当者ごとに見逃し不良と UT 工程不良密度を時系列分析した。(図 2-1)

当プロジェクトにおいても UT 工程不良密度が基準値内である箇所から次工程で見逃し不良が発生していることが分かる。

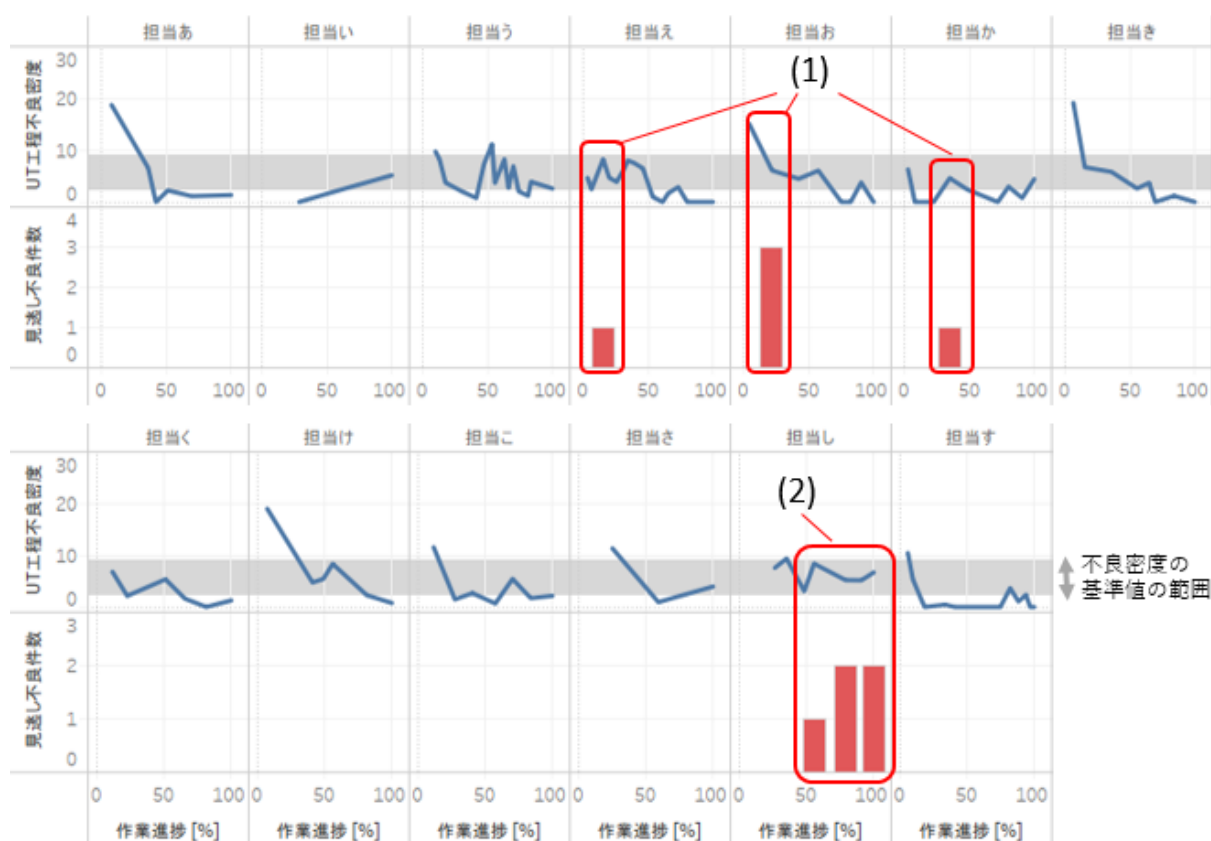


図 2-1 UT 工程不良密度と見逃し不良

全体的な傾向としては、見逃しのない担当者は「UT 工程不良密度がゆるやかな下降傾向である」ことが読み取れる。これについて実態をヒアリングしたところ、見逃しのない担当者は品質マインドが高く類似見直しが十分であり、同じようなミスを繰り返していないことが分かった。

見逃しのない担当者とは対照的に、見逃しのある担当者は「不良密度が全体的にゆるやかな下降傾向ではない」と考え、見逃し不良と不良密度の推移の関係から、下記 2 点の仮説を立てた。

(1) 不良密度が急激に変化したタイミング (各担当者内での相対評価)

不良密度の推移が急激に変化したタイミングで不良を見逃している担当者 (担当え、担当お、担当か) は、作業に慣れ確認しなくても問題ないという過信により不良を見逃していた。このことから、不良密度の推移が急激に変化したタイミングは、品質マインドが一時的に低くなり注意力の欠如による確認漏れが発生している可能性が高いと考察した。

(2) 不良密度が収束していない担当者（担当者間の相対評価）

多くの担当者は不良密度が収束していくのに対し、収束せず高い値のままである担当者（担当し）は、同じような作業ミスを繰り返していた。このことから、不良密度の推移が収束せず高い値のままである担当者は品質マインドが低く不良を見逃している可能性が高いと考察した。

以上より、品質マインドが低いと考えられる UT 工程不良密度の推移のパターンを導き出すことができた。このパターンに当てはまった場合にアラートを上げるために、次節で UT 工程不良密度の推移を定量化して評価し品質悪化アラートを上げる手法を検討する。

2.2. 分析結果に基づく可視化（定量化）

2.1 節で読み取れた 2 つのパターンに対し品質マインド低下による、品質悪化アラートをあげるため、UT 工程不良密度の推移の定量化及び評価手法を検討する。

2.2.1. 不良密度が急激に変化したタイミングの可視化に向けた定量化とアラート

本節では UT 工程不良密度が急激に変化したことを評価する手法を検討する。プロジェクト A の進捗定例会議の開催頻度が週に一度であったことから、週ごとの推移を評価することを目的とした。

Charles A. Coonradt 氏らが企業の生産性を高めるための仕組み作りについて述べた著書^[1]において、「何かを管理し高い成果を出すためには、特定の指標の推移を見ることが重要」と述べていたことから、週ごとに「最新値」と「これまでの平均値」の比較を行うことで UT 工程不良密度の推移の評価を行った。比較のための指標としては差を表す「変化量」と比を表す「変化度」の 2 指標を用いる。まず、1 指標のみでなく 2 指標とした理由を以下に示す。

1 指標（変化量）のみによる評価だと、図 2-2 の担当 1 のようにしっかり下降しているケースと、担当 2 のように高い値で小さく下降しているケースにおいて、変化量はいずれも同じ値となるため同評価となってしまう。このような 2 ケースの区別を可能にするため、変化度（これまでの平均値に対する比）も加えて 2 指標での評価を行うこととした。

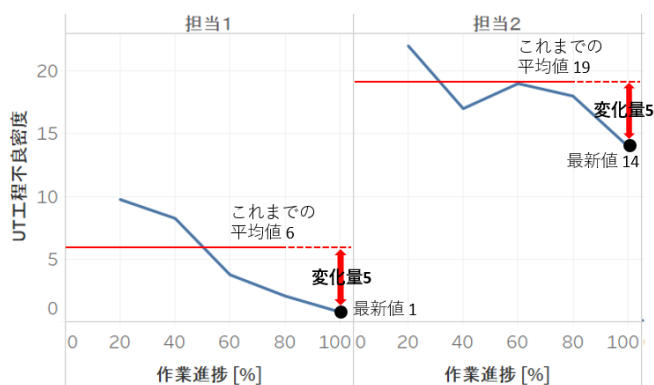


図 2-2 推移の傾向が異なるが変化量が同じなるケース

縦軸に「UT 工程不良密度の変化度」、横軸に「UT 工程不良密度の変化量」を取り、各担当者の週ごとの値を表示させると図 2-3 の通りとなった。この図においては「最新値」が「これまでの平均値」よりも上昇していると第 1 象限、下降していると第 3 象限に分布し、第 2 象限及び第 4 象限の値を取ることはない。そして推移の大きさとしては、原点に近いほど推移が小さく、原点から離れるほど推移が大きいため、原点付近であると横這い、グラフの右上に行くほど急な上昇、左下に行くほど急な下降であることを表している。

この図から推移の方向（上昇・下降・横這い）と大きさ（急・なだらか）を把握することができることから、週次での UT 工程不良密度の推移の傾向を定量化することができたと考える。

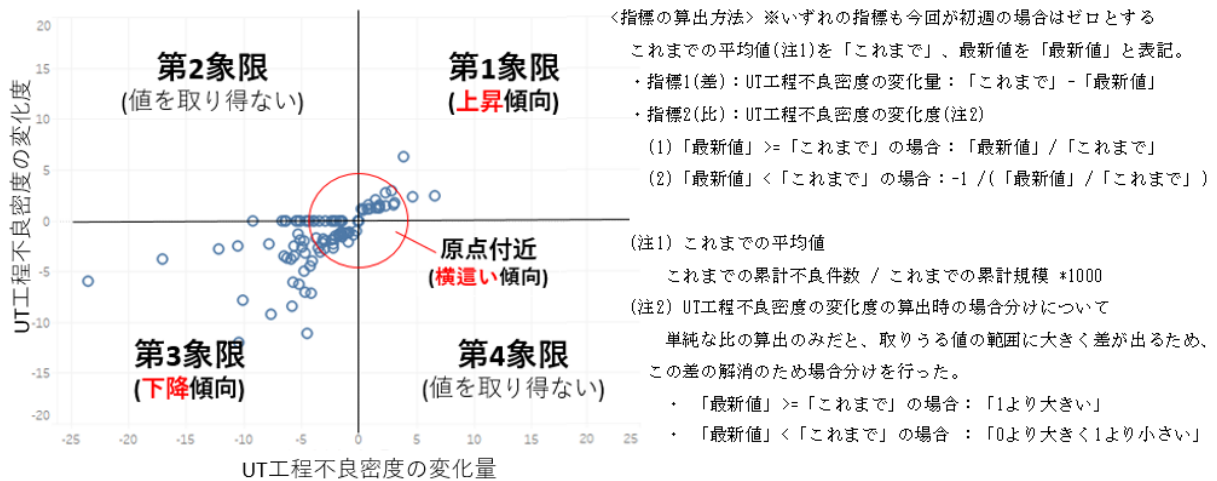


図 2-3 推移の図 (各担当者の週ごとの値を全て表示)

推移を見逃し不良が発生した実績を基に分類する。本論文では図 2-3 で推移を定義したため、この図のゾーン分けを行えばよい。ゾーン分けの基準は、まず見逃し不良のあるデータを赤色、ないデータを灰色で色分けし、見逃し不良のある赤色のデータの数値の倍半分を目安に図 2-4 の通り設定した。具体的な基準値については表 2-1 に示す。

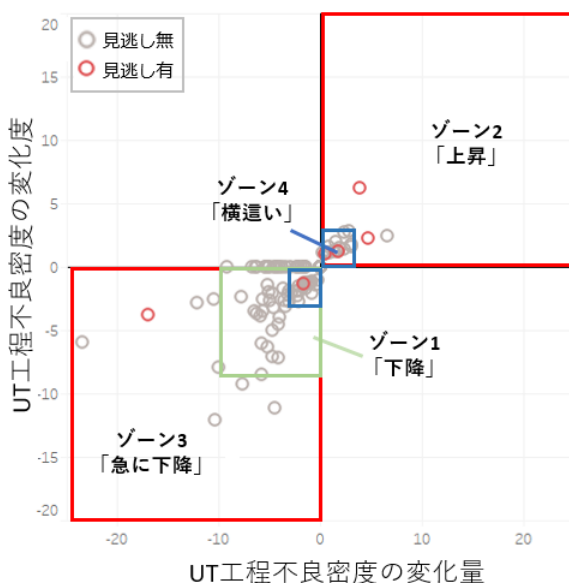


図 2-4 推移の図のゾーン分け

表 2-1 ゾーン分けの基準

ゾーン	推移	見逃し不良	ゾーン分けの基準
ゾーン1	下降	0件	第三象限において「横這い」にも「急に下降」にも該当しない範囲
ゾーン2	上昇	2件	第一象限において「横這い」に該当しない範囲
ゾーン3	急に下降	3件	UT工程不良密度の変化度 < -8 またはUT工程不良密度の変化量 < -10
ゾーン4	横這い	5件	$-3 < \text{UT工程不良密度の変化度} < 3$ かつ $-3.5 < \text{UT工程不良密度の変化量} < 3.5$

ここで定義したゾーンのうち、見逃し不良があり、かつ不良密度が変化しているゾーン 2, 3 について、見逃し不良の内容やその特徴からアラート発信の評価観点とアラート内容を決定する。

ゾーン 2, 3 での見逃し不良の内容を見ると、フレームワーク処理において「以前担当した機能と同様の使用方法で問題ない」と思い込んだために発生していることが分かった。

次に UT 工程不良密度と見逃し不良を図 2-5 にて可視化したところ、担当者がこれまで未経験の新しい機能に着手したタイミングで見逃しが発生していることが読み取れたため、このタイミングを新機能一本目と定義した。

以上より、各担当者の不良密度の推移が急激に変化したタイミングに対しては、「ゾーン 2,3 に位置しているか」かつ「担当機能が新機能一本目であるか」という観点で評価し、該当した場合は「類似処理の使いまわしによる使用誤りがある傾向がある」というアラートを発信して見直しを促進することが有効であると考察した。

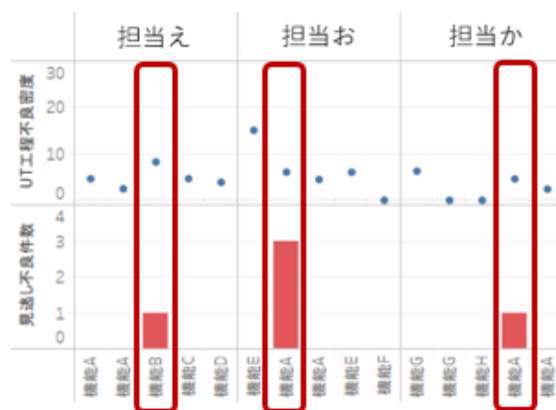


図 2-5 ゾーン 2,3 で見逃し有の担当者の UT 工程不良密度と見逃し不良

2.2.2. 不良密度が収束していない担当者の可視化に向けた定量化とアラート

本節では、不良密度の推移が最後まで収束せず高い値のままである、つまり「全体的な UT 工程不良密度の推移が相対的に高めの横這い傾向である」ことを評価する手法を検討する。

「全体的な」推移を見る必要があるため評価タイミングは UT 工程完了時点とする。「相対的に高め」であることについては最終的な不良密度が相対的に高いこと、「横這い」であることについては各週の不良密度の標準偏差が小さいことで評価できると考えた。

この評価のため、UT 工程不良密度の標準偏差と最終的な UT 工程不良密度を表示したものが図 2-6 である。この図において「全体的な UT 工程不良密度の推移が相対的に高めの横這い傾向である」に該当する担当者は担当しであることから、「UT 工程完了時点において UT 工程不良密度の標準偏差が 2.5 以下かつ最終的な UT 工程不良密度が中央値の 1.5 倍以上」を評価観点として設定した。

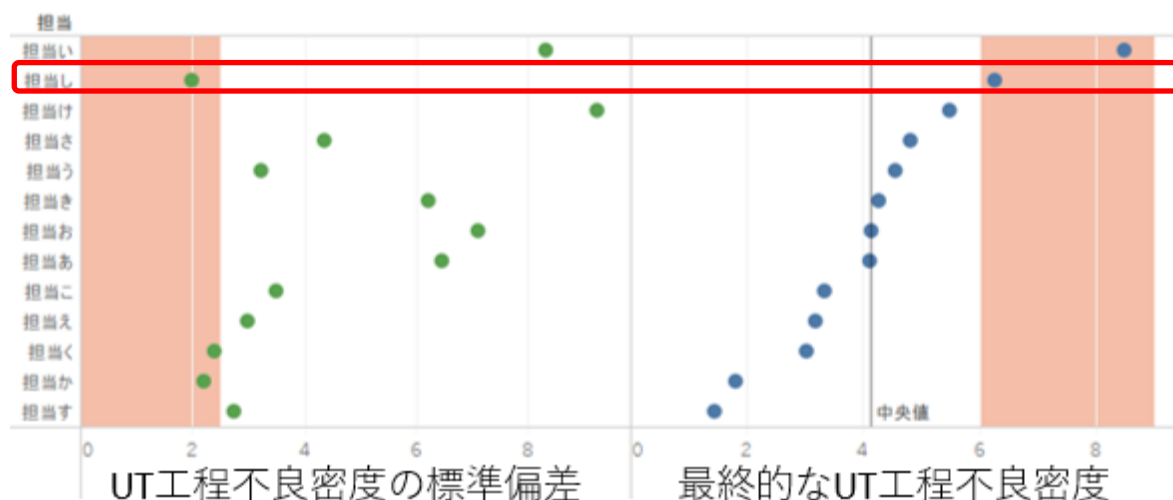


図 2-6 UT 工程不良密度の標準偏差と最終的な UT 工程不良密度

また、この担当者の見逃し不良の内容を見ると、設定すべきデータネームと似た名前の項目があり見間違えたため発生していることが分かった。

以上より、不良密度の推移が収束せず高い値のままである担当者に対しては、「UT 工程完了時点において UT 工程不良密度の標準偏差が 2.5 以下かつ最終的な UT 工程不良密度が中央値の 1.5 倍以上」という観点で評価し、該当した場合は「変数名の見間違いなどの見逃しがある傾向がある」というアラートを発信して見直しを促進することが有効であると考察した。

2.3. 本評価手法のまとめ

2.2節で検討した品質悪化アラートを発信するためのUT工程不良密度の推移の定量化及び評価手法を以下にまとめる。

(1) 不良密度が急激に変化したタイミングに対するアラート

品質マインドが一時的に低下し、不良を見逃している可能性の高い担当者に対しアラートを上げるため、UT工程不良密度が大幅に変化したタイミングを検知する方法を検討した。

週次で「UT工程不良密度の変化度」と「UT工程不良密度の変化量」を軸としたグラフを表示し、各担当者の位置するゾーンを確認する。「ゾーン2,3に位置」しており、かつ「担当機能が新機能一本目」であれば「類似処理の使いまわしによる使用誤りがある傾向がある」というアラートが発信され、アラートを受けることで担当者の品質マインドを向上させることができると考える。さらに、その週にその担当者が実施したモジュールに対してアラートの観点で見直しを行うことで見逃されている不良を抽出できる可能性が高い。

(2) 不良密度が収束していない担当者に対するアラート

他の担当者と比較して品質マインドが相対的に低く、不良を見逃している可能性の高い担当者に対しアラートを上げるため、不良密度の推移が収束せず高い値のままである担当者を検知する方法を検討した。

UT工程完了時点において各担当者の最終的なUT工程不良密度及びUT工程不良密度の標準偏差を表示し、「UT工程不良密度の標準偏差が2.5以下、かつUT工程不良密度が中央値の1.5倍以上」であれば「変数名の見間違いなどの見逃しがある傾向がある」というアラートが発信され、アラートを受けることで担当者の品質マインドを向上させることができると考える。さらに、その担当者の担当モジュール全てに対しアラートの観点で見直しを行うことで見逃されている不良を抽出できる可能性が高い。

2.4. 本評価手法の期待値

本評価手法に期待される精度を以下に示す。プロジェクトAに本手法を適用した場合、「(1) 不良密度が急激に変化したタイミングに対するアラート」により5件、「(2) 不良密度が収束していない担当者に対するアラート」により5件、計10件の不良が抽出されたと考えられ、見逃し不良は0件になっていたと期待できる。(図2-7)

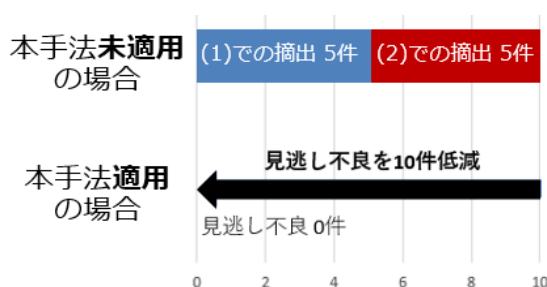


図 2-7 本手法の期待値

3. 効果の検証

本手法をプロジェクト B (使用言語: Java (新しいフレームワークを使用)、開発規模 60Ks、UT 工程 担当者: 8 人、UT 工程期間: 1.5 ヶ月) に適用し、効果の検証を行った。

3.1. 検証結果

本手法により「(1) 不良密度が急激に変化したタイミングに対するアラート」により 2 件、「(2) 不良密度が収束していない担当者に対するアラート」により 2 件、計 4 件の不良が抽出され、次工程の検査で新たに 4 件の不良が抽出された。よって本手法により見逃し不良を 8 件から 4 件に低減することができたが、定量的な期待値は下回る結果となった。(図 3-1) しかし、重要度の高い不良 2 件は、すべて本手法で抽出できたことから定性的な面では精度が高いと評価できると考える。また、分析に使用したプロジェクト A は使用言語が COBOL、検証を行ったプロジェクト B は Java であり、従来の絶対評価では言語ごとに基準値を設定して評価を行うが、本手法では同一の評価方法で一定以上の効果が得られた。このことから相対評価を行ったことで、使用言語などに影響を受けない評価手法を見出すことができたと考えている。さらに、プロジェクト B は新しいフレームワークを用いた開発であることから、統計データのない新技術を用いた開発に対しても効果のある手法であると考えている。



図 3-1 本手法の効果の検証結果

3.2. 本予兆で検知できなかった不良

本手法で検知できなかった不良について検討する。プロジェクト B の各担当者の週ごとの値をすべて表示させた推移の図は図 3-2 の通りとなった。この結果より、見逃し危険度が低いとしていたゾーン 1「下降」において見逃し不良が 1 件発生していることから、今後の課題として複数プロジェクトのデータを分析することでゾーン分けの基準値を改善していく仕掛けが必要があると考えている。

次に、見逃し不良が発生していたが抽出できなかった担当者の UT 工程不良密度の推移と見逃し不良の発生タイミングを表示すると図 3-3 の通りとなった。担当 G の 2 件に注目すると、UT 工程不良密度の推移が最終的には収束しているが、高い横這い傾向である期間に発生していることが分かる。このことから、本論文では品質マインドが低い状態を「不良密度の推移が急激に変化したタイミング」と「不良密度の推移が収束せず高い値のままの担当者」の 2 観点で評価したが、今後「UT 工程不良密度の推移が高い横這い傾向である期間」についても検討していく必要があると考えている。

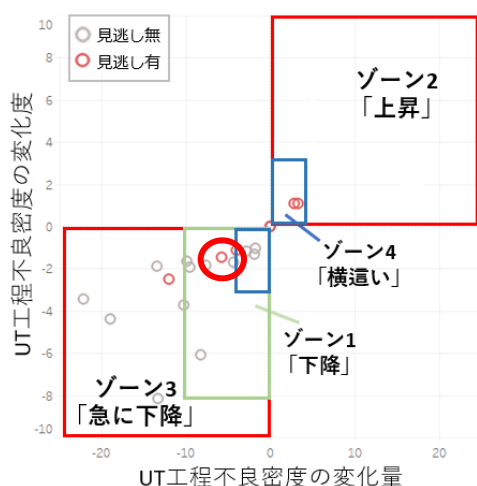
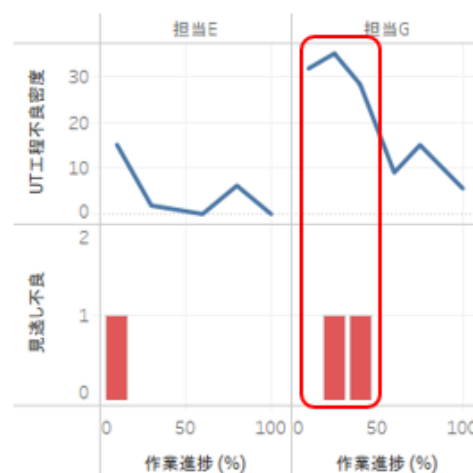


図 3-2 プロジェクト B の推移の図

図 3-3 UT 工程不良密度の推移と
見逃し不良の発生タイミング

また、検知できなかった不良の動機的原因を確認したところ、「懸案の取り込み漏れ」であった。このことから、今回は不良密度の推移に着目して分析し評価方法を検討したが、懸案発生数など、別のデータについても分析して評価方法に取り込むことで、本手法の精度をより高めることができると考える。また、本手法の精度を高めるためには評価手法だけでなく見直しを促すためのアラート内容の拡充も必要であると考え。今回は1プロジェクトの分析結果を基にアラート内容を設定したが、より幅広い不良に対応できるように、今後複数プロジェクトの分析を行うことで内容を充実させていきたい。

4. 今後に向けて

近年、先端技術と連携する IoT などの新技術を用いた過去の統計データが無いソフトウェア開発が進み、従来の統計データから設定した基準値による評価が難しいという問題に対し、日立製作所では過去の統計データに頼らず従来から管理しているデータだけで相対評価し品質悪化アラートを発する定量的品質管理手法である QM3S を研究してきた。

本論文では QM3S の考え方にに基づき、担当者の「品質マインド」の状態を「UT 工程の不良密度の時系列推移」を定量化により相対的に評価しアラートを上げることで、品質マインドを改善し見逃し不良を低減させる手法を報告した。統計データによる絶対評価ではなく不良密度の変化量と変化度に着目して相対評価する本手法は、使用言語の異なるプロジェクトに適用して同様の効果が得られたため、先端技術を用いたプロジェクトの品質管理にも有効な可能性が高いと考えられる。

今回は不良の情報を持つ B 票と担当者や規模の情報を持つ進捗管理表のみをインプットにし、不良密度の推移を BI ツールで分析したことで、相対評価の有用性を実証することができた。今後は従来から活用している社内システムなどから、より多くのデータと紐づけて管理できる基盤を構築し、AI による相対評価によって担当者の品質マインドがおのずと向上する品質管理のデジタルソリューションを検討していく。

5. 参考文献

[1] チャールズ・A・クーンラット, リー・ベンソン, 「スコアを付ければ組織は動く」, ダイレクト出版, 2017