

ソフトウェア開発における欠陥情報移転法の提案

A way to transfer a defect information in software development

2015 年 SQiP 研究会第 7 分科会

The 7th Section Meeting Team of SQiP Study Group in 2015

主査	:	細川 宣啓 ¹⁾			
副主査	:	永田 敦 ²⁾			
研究員	:	○土屋 治世	齋藤 伸介 ³⁾		
		小川 哲生 ⁴⁾	仁藤 千博 ⁵⁾	森 龍二 ⁶⁾	
CHIEF INVESTIGATOR	:	Nobuhiro Hosokawa ¹⁾			
SUB-CHIEF INVESTIGATOR	:	Atsushi Nagata ²⁾			
RESEARCHER	:	○Haruyo Tsuchiya	Shinsuke Saito ³⁾		
	:	Tetsuo Ogawa ⁴⁾	Chihiro Nito ⁵⁾	Ryuji Mori ⁶⁾	

Abstract

Information on defects that occurs in a software development project is generally stored as bug reports in the project and is referred for the debugging, but seldom used in different project for quality improvement. In this research, we investigated a way to transfer the defect information to apply for the quality improvement using the "defect model"(which transformed a mechanism of flaw occurrence into a diagram) and the "defect attribute"(which is attribute information on a project and defect).

1. はじめに

1.1 背景と問題

ソフトウェア開発プロジェクト（以下、プロジェクト）において、ソフトウェア欠陥（以下、欠陥）は、開発工程の進捗に伴い発見され、蓄積・管理される。しかしながら、蓄積・管理の対象は、あくまで発生した事象そのもの（インシデント）であり、その発生原因である「欠陥」が蓄積されることはまれである。安定的なプロジェクト運営と品質の高いソフトウェアの提供のために、労力をかけて欠陥を収集する組織は存在するものの、収集した欠陥をそのまま利用できるプロジェクト（例えば同一製品の派生開発など）以外では、欠陥情報の再利用はほとんど進んでいないというのが実情である。

その原因は、以下のような欠陥情報の収集方法にあると考える。

SCSK 株式会社 SCSK Corporation

愛知県名古屋市中区錦 2-16-26 SC 伏見 BLDG. Tel:052-209-7500 email:haruyo.tsuchiya@scsk.jp
SC Fushimi BLDG. , 2-16-26, Nishiki, Naka-ku, Nagoya-shi, Aichi 460-0003, Japan

1) 日本アイ・ビー・エム株式会社

IBM Japan, Ltd

2) ソニー株式会社

Sony Co., Ltd

3) 株式会社メタテクノ

METATECHNO Inc.

4) 株式会社 JSOL

JSOL CORPORATION

5) 矢崎総業株式会社

YAZAKI Corporation

6) 株式会社ベリサーブ

VeriServe Corporation

(1) 主観的判断による分類

ソフトウェア開発の現場では「重大度」「緊急度」のように、ステークホルダーによって受け取り方が異なる主観的な数値(1~5)やランク付け(ABC など)などの分類が行われている。主観的判断による分類では、分類の妥当性自体が個人の判断に依存するため、属人的で使いにくい。また、同一製品の派生開発などを除けば、過去のプロジェクトと現在のプロジェクトでは、プロジェクトの目的・ステークホルダー・環境が異なるのが一般的である。したがって過去プロジェクトでメンバーが判断した分類結果が、次のプロジェクトでも同じであるとは限らず、かつ過去プロジェクトに再調査やヒアリングを行うことも難しいため、汎用的な分類結果は役に立たないのが実情である。

(2) 欠陥の表現方法

本研究で述べる「欠陥情報」とは、プロジェクトで発生するインシデントのうち、故障と判断されたものの発生原因や解決の経緯を記述した、いわゆる欠陥管理票(バグ票)に記載されている情報、と定義する。

一般的には欠陥情報を論理的なモデル図などを用いず、あくまで自然言語による文章表現で記述するため、原因究明の元となる直接的な情報が見えにくく、かつ欠陥混入メカニズムの重要情報である間接情報を見落とすことが多い。

1.2 研究の狙い

プロジェクトの安定的運営と高品質のソフトウェア提供を目的として、欠陥情報は異なるプロジェクト間で再利用・共有すべきであるということが我々の研究の前提である。

前節で指摘した問題のうち、欠陥分類が主観的であるという問題に対しては、「ODC」や「バグ分析」などの経験的な欠陥分類の方法が知られている^[1]ものの、学術的に確立された、あるいはデファクト・スタンダードと呼べる欠陥分類法はない。また、欠陥情報の表現方法についても、学術的に効果が証明された方法は存在しない。

そこで我々は、プロジェクト横断的な、欠陥情報の水平展開という目的に対して、最適な欠陥表現とは何かを追求することを本研究の狙いとした。その過程で、欠陥表現そのものの伝達力と、その伝達力をさらに強化するものは他にないかを検証することとした。

以降本稿では、先行研究をヒントにした欠陥利用の検証(2章)と、本研究で提案する欠陥情報の利用法の詳細と検証(3章)、実験結果の評価と考察(4章)、最後にまとめと今後の展望(5章)を述べる。

2. 先行研究とその検証

2.1 先行研究

欠陥情報の再利用に関する過去の研究成果では、欠陥混入メカニズムを表現、伝達するためのモデルについての研究がある。

細川らの研究では、欠陥混入メカニズムを表現・伝達するための、抽象化モデル(以降欠陥モデルという)を提唱している^[2]。これは、欠陥管理票(バグ票)に表現しきれていないプロジェクトの制約条件・環境因子を付加したモデル図であり、欠陥情報の移転を行うために必要な情報を最大限記録したものである。欠陥モデルにより、従来手法の問題点である主観的判断の排除と、欠陥情報の表現方法の両方の改善を狙っている。

また、柏原らの研究では、欠陥モデル図で、欠陥混入のメカニズムを表現するための表記ルールと記述方法を提案している^[3]。

(1) 表記ルール: 「表出現象」「欠陥」「過失因子」「誘発因子」というノードを規定

(2) 記述方法:

- ①表記ルールに従い、「表出現象」「欠陥」「過失因子」「誘発因子」をモデリング
- ②誘発因子が漏れなく、重複なく、矛盾なく示されているかを確認
- ③業務や製品固有の言葉を避け、一般化して表現
- ④モデリングした欠陥メカニズムをレビュー

以上のように、先行研究では欠陥モデルとそのメカニズムの有効性については検証が行われている。しかし、欠陥モデルが実際のプロジェクトにおいて使われた結果、有用性があるか、という点までは検証されていない。そこで我々は、欠陥情報の移転・水平展開のために、欠陥モデル図の有用性を測定・検証した。

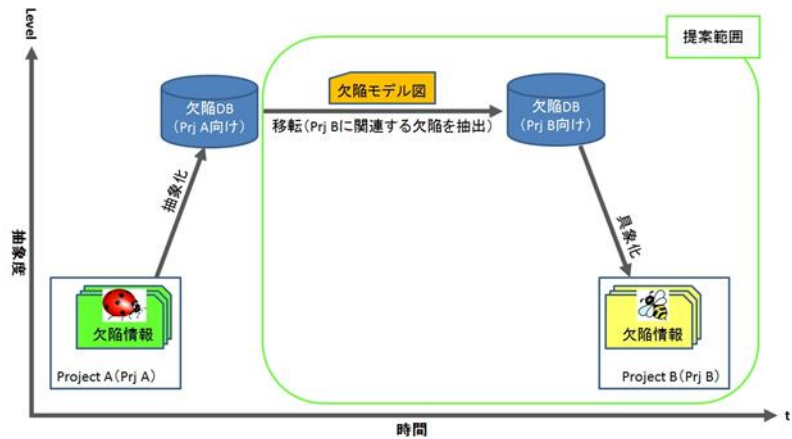


図1 欠陥モデル図による欠陥情報の移転

RQ1:欠陥モデル図により欠陥は移転できるか?

欠陥モデル図による欠陥情報の移転イメージを図1に示す。

2.2 欠陥モデル図利用の有用性の検証 (実験1回目)

RQ1 を検証するために以下の実験を行った。

2.2.1 実験1回目の実験方法

欠陥モデル図が背景の異なるプロジェクトで利用可能であることを、一般的にプロジェクトで行われるリスク管理の“リスク候補抽出”作業を用いて検証する。欠陥モデル図(図2)は、被験者の所属企業とは異なる企業の不具合事例を使用した。

今回の実験手順を表1に、実験対象を表2に示す。実験対象のプロジェクトにおいて、手順1と手順2を比較し、各プロジェクトのマネージャー(以下、PM)のリスク候補の抽出件数に変化があるかを見た。

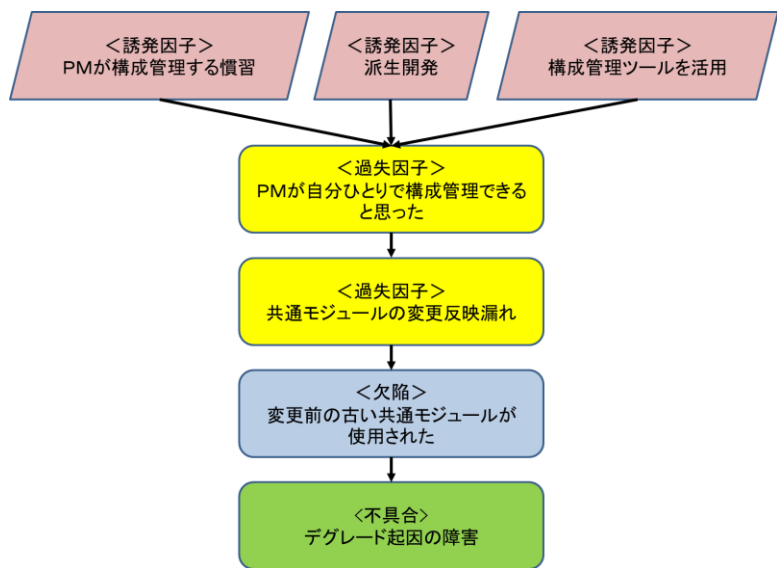


図2 欠陥モデル図

表1 プロジェクトリスク候補の抽出手順 (実験1回目)

手順No.	リスク候補抽出方法	方法概要
1	欠陥モデル図を使用しない各PM個人が好む方法	—
2	欠陥モデル図(図2)を付与した方法	<ul style="list-style-type: none"> 手順1でリスク候補の抽出を行ったあと、欠陥モデル図(図2)を提供する。 欠陥モデル図(図2)を見て、リスク候補を追加抽出してもらう。 欠陥モデル図(図2)から抽出されたリスク候補の件数を測定する。

2.2.2 実験1回目の実験結果

今回の実験結果を図3, 図4に示す。

手順2で、リスク候補の抽出件数が増加しているが、中央値においては手順1が4件、手順2が5件と大きな変化は見られない。また、全体の73%で手順2の抽出件数が増加しているものの、変化なし(増加件数=0件)が27%を占める結果となった。

2.2.3 実験1回目の結果考察

この結果から、欠陥モデル図を利用することでリスク候補の抽出件数が増加するといえる。一方で、27%は抽出件数が変化しない、という結果であったことも看過できない。即ち、「欠陥モデル図はリスク候補の抽出に利用されているが、大きく寄与したとは言い難い」という結果が得られた。

この理由として、以下の2つが推察される。

- ・欠陥モデル図の表現方法の問題
- ・欠陥情報に関する伝達情報不足

この点について、被験者のコメントを分析したところ、以下の傾向が見られた。

- ・欠陥モデル図によって、プロジェクトの欠陥が入り込むまでの背景、因果関係は理解が深まった、というコメントが多い。
- ・欠陥モデル図によって提示された事例を自プロジェクトの問題として捉えていないコメントが多い。(コメント例「自プロジェクトでは構成管理の仕組みが確立しており、この事例から抽出されるリスク候補はない」)

つまり、今回の実験では、欠陥モデル図の表現方法の有効性は認められるものの、現実のプロジェクトにおけるリスク候補抽出に至るまでの欠陥情報伝達には情報が不足している、という可能性が推察された。

3. 提案手法と再実験

3.1 今回提案する欠陥移転法

2章の実験より、「抽象化された欠陥モデル図を与えられた場合、欠陥情報の直観的な理解に留まり、欠陥を自プロジェクトのリスク候補として認識されるまでには至らない」という課題が発見された。

そこで次に、この課題を解決するため、「欠陥モデル図で表現された欠陥を自プロジェクトのリスク候補として、より認識されるようにするための方法」を検討した。

過去の研究成果を検討した結果、森らの提唱する「欠陥特性」^[4]に着目し、これを「欠陥モデル図」に付加することで、モデルを具象化する方法を提案する。

森らの研究では、欠陥には欠陥自体の固有の性質(欠陥特性と呼ぶ)によって、欠陥を欠陥と認識し、個々の欠陥が獲得した性質を区別できるとし、この欠陥特性により、欠陥情報の伝達は容易になることが示されている。

先行研究^[4]では、欠陥特性とは以下のように定義されている。

(1) 基本特性: 「これらの特性が満たされれば欠陥」と言える特性

- ・具現性: 成果物(中間成果物を含む)に不備として含まれる性質
- ・有害性: 期待された結果からの逸脱を引き起こす性質
- ・因果性: 混入背景から混入、表出までの過程が、因果関係を持つ性質

(2) 混入特性: 欠陥の混入から除去までのライフサイクルの中で欠陥の混入に寄与する特性

表2 実験対象企業別被験者数
(実験1回目・2回目共通)

企業	被験者数(人)
A(情報通信)	10
B(情報通信)	2
C(情報通信)	3
計	15

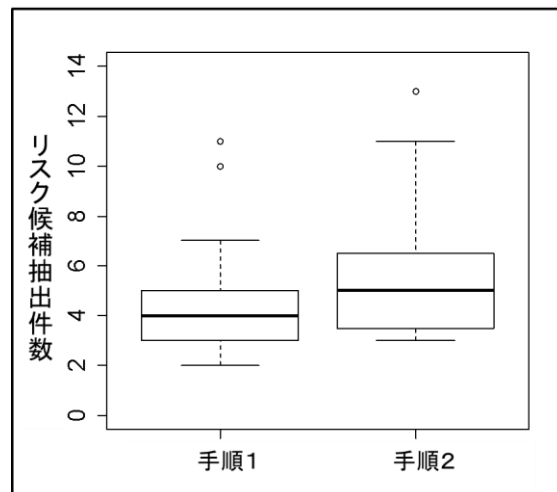


図3 実験結果1-1(実験1回目)

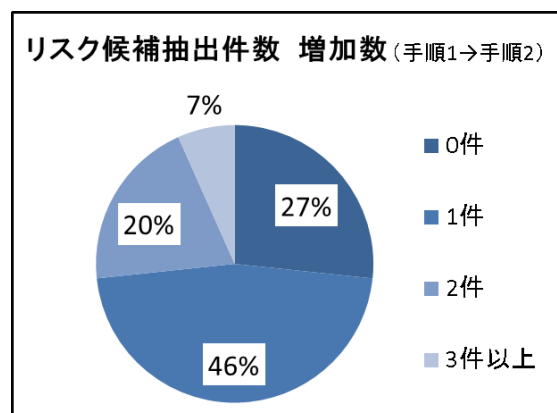


図4 実験結果1-2(実験1回目)

- ・連鎖性 : 時間・工程・対象を跨ぐ形で、欠陥が別の欠陥を発生させる性質
- ・好欠乏性: 人・組織・作業対象・環境等の不足が大きいほど欠陥の混入確率が増幅される性質
- ・好複雑性: 人・組織・作業対象・環境等が複雑であるほど欠陥の混入確率が増幅される性質
- ・増殖性 : 成果物のコピーもしくは再利用により、ある欠陥が再生産される性質

2章の実験で使用した欠陥モデル図は「欠陥特性」の中の因果性を重視したモデル図である。それゆえ、抽象化の過程で「削ぎ落とされた欠陥特性(=具現性, 有害性など)」が存在する。そこで我々は、「欠陥モデル図では不足している欠陥特性=具現性, 有害性, 混入特性」を移転先のプロジェクトに欠陥モデル図とともに提供すれば、欠陥情報の移転, すなわち欠陥情報がリスク候補として認識される本質的な伝達に有効なのではないか, と考えた。

今回提案する欠陥移転法により欠陥情報が移転されるイメージを図5に示す。

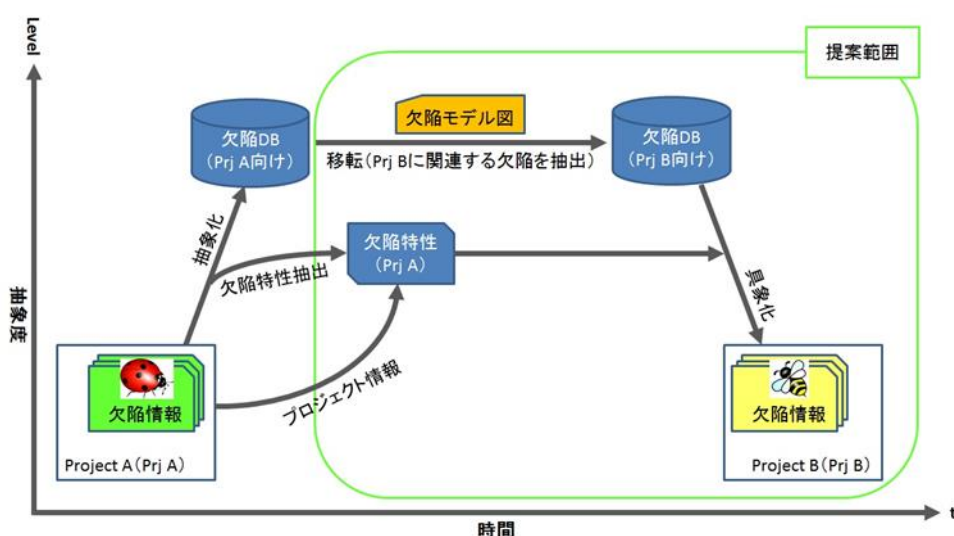


図5 欠陥移転法による欠陥情報の移転プロセス

この欠陥移転法によって、以下の成果が期待できると考えた。

- ・欠陥特性を加えることで、欠陥モデル図だけ提供する場合よりも、欠陥情報に具体性が増すため「自分のプロジェクトの場合、どういう影響があり、どういうリスクがあるか」という気づきを与えやすくなる。
- ・背景の異なるプロジェクト間でも、欠陥特性を加えることで、欠陥情報の移転・再利用が容易になる。

この提案が有効であるかを、以下のRQを設定して検証実験を行った。

RQ2: 背景の異なるプロジェクトにおいて、欠陥特性を加えた欠陥モデル図を渡すことで欠陥情報の移転・再利用が促進できるか？

3.2 今回提案する欠陥移転法の検証 (実験2回目)

RQ2を検証するために以下の実験を行った。

3.2.1 実験2回目の実験方法

実験の方法と対象は、2.2.1と同じ。実験手順を表3に示す。

実験対象プロジェクトにおいて、手順2と手順3を比較し、リスク候補の抽出件数に変化があるかを見た。

表3 プロジェクトリスク候補の抽出手順 (実験2回目)

手順No.	リスク候補抽出方法	方法概要
1	欠陥モデル図を使用しないPM個人の好む方法	—
2	欠陥モデル図 (図2) を付	・手順1でリスク候補の抽出を行ったあと、PMに欠陥モデル図

	与した方法	ル図 (図 2) を提供する. ・欠陥モデル図 (図 2) を見て, リスク候補を追加抽出してもらう. ・欠陥モデル図 (図 2) から抽出されたリスク候補の件数を測定する.
3	欠陥モデル図 (図 6) と欠陥特性 (表 4) を付与した方法	・欠陥モデル図 (図 2) に, 欠陥特性 (表 4) を追加する (図 6). 欠陥特性には, 抽象化の過程で削ぎ落とされた欠陥特性の中から「混入特性」を使用した. ※PM を対象とした場合, 好欠乏性・好複雑性・連鎖性の 3 点が有効であると考え, この 3 つの特性から考えられる因子を追加した. ・手順 2 でリスク候補の抽出を行ったあと, PM に欠陥特性 (表 4) と欠陥モデル図 (図 6) を提供する. ・欠陥特性 (表 4) と欠陥モデル図 (図 6) を見て, リスク候補を追加抽出してもらう. ・欠陥特性 (表 4) と欠陥モデル図 (図 6) から抽出されたリスク候補の件数を測定する.

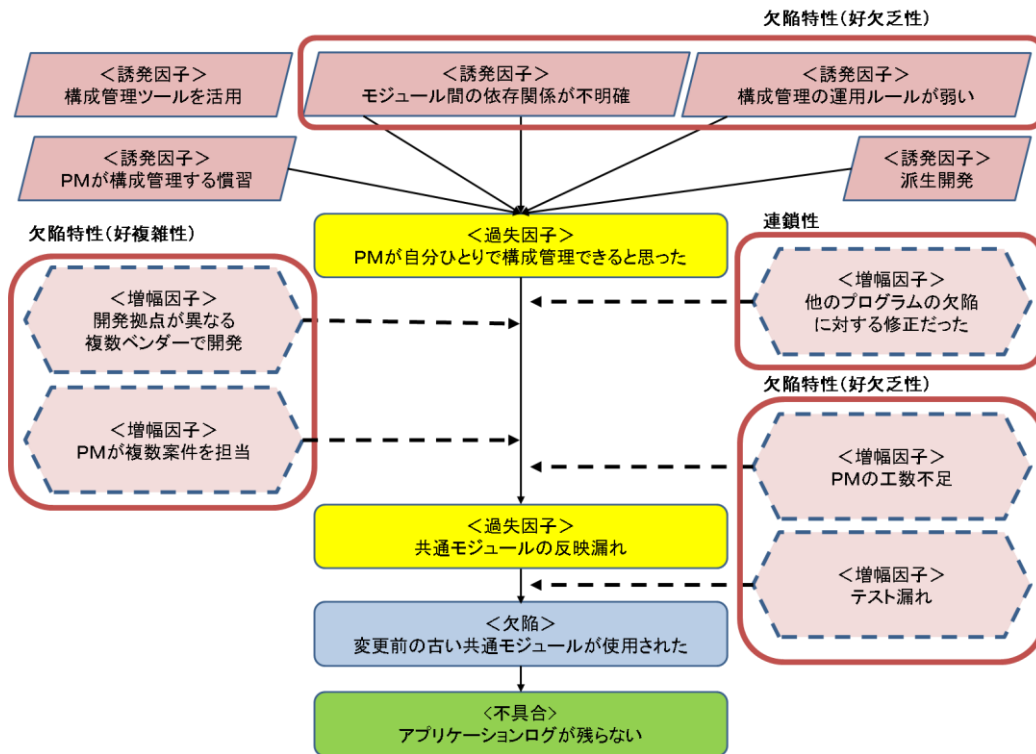


図 6 欠陥特性を付与した欠陥モデル図

3.2.2 実験 2 回目の実験結果

今回の実験結果を図 7, 図 8 に示す.

図 7 より, 中央値において, 手順 1 の 4 件に対して手順 3 では 7 件に増加していることが確認できる. また, 中央値より上でバラツキが広がっており, リスク候補の抽出件数が大幅に増加しているケースが見られる. 図 8 からは, すべてのプロジェクトにおいて, 「欠陥特性を付与した欠陥モ

表 4 欠陥特性 (混入特性)

特性名	項目	内容
好欠乏性	人的欠乏	PMの工数不足
	対象欠乏	—
	環境欠乏	テストケース漏れ
好複雑性	人的複雑	PMが同時に複数案件を担当
	対象複雑	複数ベンダーによる開発
	環境複雑	ベンダーごとに開発拠点が異なる
連鎖性	—	他プログラムに対する修正の影響

デル図」を利用したリスク候補の抽出件数が増加していることが確認できる。また、全体の60%で3件以上のリスク候補抽出件数の増加が見られる結果となった。

3.2.3 実験2回目の結果考察

今回の実験では、欠陥特性を付与した欠陥モデル図を与える方法は、欠陥モデル図を与えるだけの2章の方法より、平均で2倍近くのリスク候補が抽出された。これにより、欠陥特性を付与した欠陥モデル図を与える方法は、欠陥モデル図を与えるだけの方法より、より背景の異なるプロジェクトにおいて再利用が可能であることを確認できた。

被験者のコメント「抽象化されたモデル図よりも具体化されているほうが、自プロジェクトに置き換えてイメージしやすいように思う」から、追加した情報が自プロジェクトの背景と一致したため、リスク候補として認識した項目数が増えたのではないかと推察される。

4. 評価・考察

4.1 評価

2章、及び3章の検証から、以下の結論が得られた。

(1) RQ1 に対する評価

背景の異なる別プロジェクトのPMに「欠陥モデル図」だけで欠陥情報を移転した場合は、2章の実験1回目の結果より、リスク候補抽出件数がある程度向上した。ただ、欠陥モデル図はリスク候補の抽出に利用されているが、大きく寄与したとまでは言い難いという結果であった。すなわち、欠陥を移転するための表現として、「欠陥モデル図」だけでは有用性があるとは言い切れないという評価が得られた。この理由を考察すると、欠陥モデル図だけでは、欠陥の伝達情報が不足しているため、と推察される。

(2) RQ2 に対する評価

背景の異なる別プロジェクトのPMに「欠陥モデル図」に「欠陥特性」を加えて提供した場合は、3章の実験2回目の結果より、リスク候補抽出件数が平均して2倍近く増加するという効果が認められた。すなわち、欠陥特性を欠陥モデル図に加えるという、欠陥情報の表現は、欠陥を移転するための表現として有用性があるという評価が得られた。

4.2 考察

今回の実験では、欠陥モデル図だけを与えるより、欠陥モデル図に欠陥特性を加える欠陥情報の移転法に対して有効性が確認された、という結果になった。また、PMを主体とする“管理系ロール”に対する欠陥移転では、欠陥モデル図の作成過程すなわち抽象化の過程で排除した具象情報が有効である事がわかった。

今回、追加実験として、背景の異なる別プロジェクトのメンバーに対して、同様の実験を行った。実験結果を図9、実験対象を表5に示す。この結果、図9を見るとわかる通り、メンバーを対象にした場合、欠陥モデル図に欠陥特性を加える欠陥情報の移転法の効果はPMの場合ほどの効果は認められない、という結果となった。このことから、我々の提案する欠陥移転法は、被験者がPMであるかメンバーであるか、という違いによって、その有用性は異なってくる、という見解も得られた。

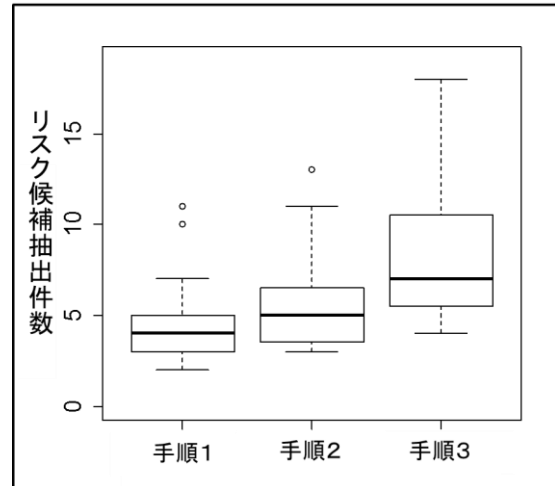


図7 実験結果 2-1 (実験2回目)

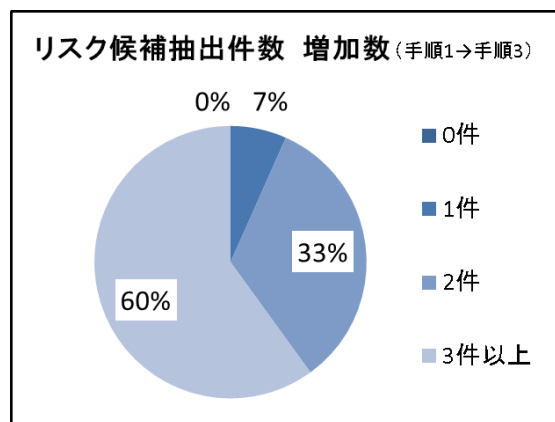


図8 実験結果 2-2 (実験2回目)

PMとメンバーの大きな違いは、プロジェクトにおける役割、すなわちロールの違いと、経験知の差、と想定される。欠陥情報を移転する上では、移転する欠陥情報がより具体的になるだけではなく、移転先がどういうロールで、どれだけ経験知を持っているか、という点も大きく影響していると推察される。

今後の課題としては、欠陥伝達の移転元と移転先のロールの違いを、抽象具象の度合いを調整することで吸収することが可能か、という点が挙げられる。その課題解決に向けて、例えば「システムアーキテクト」「品質管理担当者」「研究者」といった抽象的な情報を扱うことに長けているロールを対象にした実験などを行っていくことが必要である。

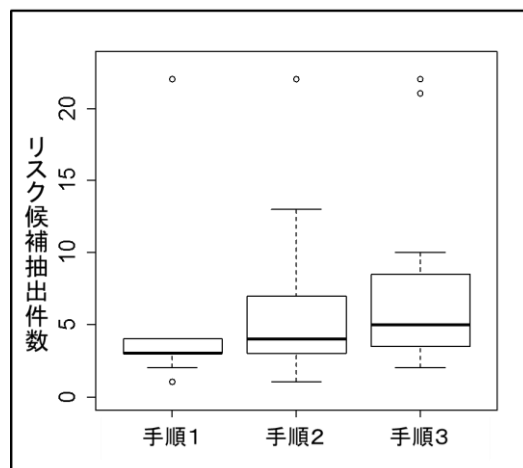


図9 追加実験結果

(プロジェクメンバーによる実験結果)

5. おわりに

5.1 まとめ

本研究では欠陥情報の移転法として、「欠陥モデル図」に「欠陥特性」を付加する手法を提案した。欠陥モデル図だけでは、リスク認識を高めるには至らないケースでも「欠陥特性」を付加することで、リスク認識の向上に有効である点を確認した。

5.2 今後の課題・展望

本研究に対する今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

- (1) 実験を行った際のアンケートでは、「膨大な情報を提示されても見る気がしない」と言う意見もあった。我々の提案した方法は、抽象化して削った具現性をまた付加していく、という方法であり、具現性を加えすぎるとかえってリスクに気づきにくくなるという、諸刃の剣的な性質がある。欠陥特性という具象情報の付加の度合いのバランスの追求が必要である。
- (2) 欠陥特性情報の縮約・分類・クラスタリング、現在未検討の欠陥特性の追加等を経て、実リスク・実課題との関連づけを行なうなど、混入確率と発症傾向等のデータ測定の蓄積も今後の改善課題である。
- (3) より汎用性の高い欠陥移転法の研究の為に、PM、メンバー以外のロールを対象にした実験を行い、ロールの違いによる有用性について、統計的な実証を試みる必要がある。

これまで欠陥情報は単に蓄積することばかりの焦点が向けられがちであった。今回我々は、この状況を改善するために、プロジェクト間での欠陥情報再利用を促す欠陥移転法を提案した。欠陥情報は欠陥管理票の中で眠らせておくだけでは宝の持ち腐れである。ソフトウェアの品質向上のために、積極的に活用され、プロジェクト間での流通が活発化されていくことを期待する。

参考文献

- [1] SQuBOK 策定部会, 『ソフトウェア品質知識体系ガイド (第2版) -SQuBOK Guide V2-』, 2014
- [2] 細川宣啓ら, “過失に着目した欠陥のモデリング”, JaSST2013, 2013
- [3] 柏原一雄ら, “ソフトウェア欠陥予測アルゴリズム”, ソフトウェア品質シンポジウム 2015, 2015
- [4] 森龍二ら, “共通言語としての欠陥特性の提案”, ソフトウェア品質シンポジウム 2015, 2015