

# 設計レビューにおけるソフトウェア信頼性に影響を及ぼす 人的要因の品質工学的評価に関する考察

入会申請中 鳥取大学大学院 松田 僚太郎<sup>†</sup> MATSUDA Ryotaro  
01702425 鳥取大学 山田 茂<sup>††</sup> YAMADA Shigeru

E-mail: <sup>†</sup>98t7055@sse.tottori-u.ac.jp, <sup>††</sup>yamada@sse.tottori-u.ac.jp

## 1 はじめに

本研究では、設計レビュー工程におけるソフトウェア信頼性に影響を及ぼす素因と誘因からなる人的要因モデルを仮定し、実際にソフトウェア開発実験を実施する。これを基に、ソフトウェア設計工程における信頼性向上策を考えることによって、ソフトウェア最終製品の信頼性を高めることを目的とする。そのために、ソフトウェア設計書の信頼性に影響を及ぼす可能性のある人的要因を取り上げて、SN比 (signal-to-noise ratio) に基づく品質工学的アプローチ [1] により、設計レビューにおける設計誤りの指摘に関する直交実験を実施し、最適なレビュー条件を抽出する。

また、本研究では、最適レビュー条件の抽出後、実験結果の再現性の確認を行う。特に、実験の割り付けにおいては、混合直交表  $L_{18}(2^1 \times 3^7)$  を採用しており、有意となった要因は、フォールト摘出の効果が高い要因であると考えられる。したがって、最適レビュー条件の下での再現実験を実施し、本実験で取り上げた因子と方法論の確認についても言及する。

## 2 レビューとソフトウェア信頼性

ソフトウェア開発工程におけるフォールト混入と、レビューあるいはテストによるフォールトの除去との関係を示したのが図1である。ソフトウェア開発で作成されるフォールトの大部分は、開発プロセスの上流工程で潜入する。各工程ごとに作成されたフォールトは完全に除去されるのが理想であるが、実際はそうはいかず前工程で除去されなかったフォールトは次の工程に持ち越される。各工程における潜入フォールト数がそのときのソフトウェア信頼性を決定し、上流工程におけるレビュー施行後のフォールトの除去により、ソフトウェアの最終的な信頼性を高めることにつながる。

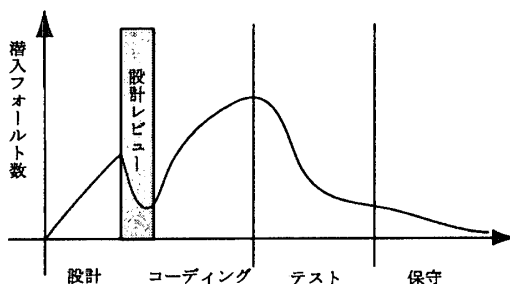


図1: フォールトの混入と除去。

## 3 実験概要

まず、本実験において対象となる人的要因を考える必要がある。その要因のうち、設計レビュー担当者の持つ特性が信頼性に直接的に影響を与える素因と、その素因に影響

を与えるレビュー環境などの誘因を直交表に割り付け、本学学生を対象とした設計レビュー実験を行う。設計レビュー後に得られたデータを基に、SN比を適用した分散分析を行い、有意となる因子を抽出し最適条件を求める。従来の研究 [2] において、2水準の直交実験が行われたことが、本実験では、より明確なレビュー条件を抽出するために、3水準の混合直交表の  $L_{18}(2^1 \times 3^7)$  を採用する [3]。この表記は、2水準の因子を1つ、3水準の因子を7つ割り当てることが可能であることを示し、18回の実験で  $(2^1 \times 3^7)$  通りある実験の組み合わせをまかなうことができる。したがって、1列にA、2列にB以下の因子を割り付ける。実際には、表1のように割り付けを行い、各条件の下で実験を行って実験データを得る。

表1: 直交表  $L_{18}(2^1 \times 3^7)$

No.	制御因子				
	A	B	C	D	E
1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2
3	1	1	3	3	3
4	1	2	1	1	2
5	1	2	2	2	3
6	1	2	3	3	1
7	1	3	1	2	1
8	1	3	2	3	2
9	1	3	3	1	3
10	2	1	1	3	3
11	2	1	2	1	1
12	2	1	3	2	2
13	2	2	1	2	3
14	2	2	2	3	1
15	2	2	3	1	2
16	2	3	1	3	2
17	2	3	2	1	3
18	2	3	3	2	1

設計レビュー作業において実際に制御可能な人的要因とその水準を表2に定義する。

表2: 実験に取り上げた人的要因と水準

因子	内容	水準		
		1	2	3
A	(誘因) BGMの有無	有り	無し	-
B	(誘因) 設計レビュー時間	20分	30分	40分
C	(素因) R-Net表記の理解度	高い	普通	低い
D	(素因) 要求仕様の理解度	高い	普通	低い
E	(誘因) チェックリストの有無	詳細	普通	無し

## 4 分析

### 4.1 フォールト指摘内容の考慮

設計レビューにおけるフォールト指摘には、以下に示す2種類の指摘がある。

- 記述内容に関する指摘

レビュー担当者が「なるほど」と受けとめる指摘で、論理フローに関するアルゴリズム的な誤りを指し、修正することで品質の向上につながる。

- 記述言語に関する指摘

レビュー担当者が「しまった」と感じるだけで、論理フローに関する単なる表記ミスを指し、修正しても品質の向上につながることはない。

設計レビューにおける指摘項目を、以上の2つに分けて設計レビュー実験を行う。

### 4.2 標準 SN 比を用いた分析

#### (1) SN 比の定義

通信工学の分野において、通信機器および回線の良さ、信号の質の良さを示す特性値の1つとしてSNが用いられている。SN比は、信号 (signal) のパワー  $P_S$  と雑音 (noise) のパワー  $P_N$  の比で表され、デシベル単位 (dB) のSN比である、

$$\eta = 10 \log_{10} \frac{P_S}{P_N}, \quad (1)$$

が求められる。式(1)からSN比の値が大きいくほど通信品質は向上することになり、本式を用いて通信品質の定量的評価を行っている。

#### (2) 標準 SN 比の算出

本実験では、本来設計すべき範囲において、設計レビューの効率の良さは、「設計レビューでどれだけ正しく誤りを指摘できたか」により定義されるものとする。(1)のSN比の概念を本実験に用いると、被験者が誤りの箇所を正しく指摘できたかや、元々正しかった箇所を誤りと間違っ指摘しなかったかどうか極めて重要となる。ここで、設計レビューの対象となる設計仕様書の全設計箇所数を  $n$ 、予め埋め込まれた誤った設計箇所数を  $n_1$ 、元々誤りではなく正しい設計箇所数を  $n_0$  とすると、表3のように指摘設計箇所の正誤を分類することができる。このとき、 $n = n_{00} + n_{01} + n_{10} + n_{11}$  である。表4から、正しい設計箇所を誤りとした割合を  $p$ 、誤った設計箇所を正しいと判断した割合を  $q$  とすると、それぞれ、

$$p = \frac{n_{01}}{n_0}, \quad (2)$$

$$q = \frac{n_{10}}{n_1}, \quad (3)$$

と求めることができる。この2種類の誤り率を  $p = q$  となるように調整した誤り率を標準誤り率 [1] とすると、標準誤り率  $p_0$  は

$$p_0 = \frac{1}{1 + \sqrt{\left(\frac{1}{p} - 1\right) \left(\frac{1}{q} - 1\right)}}, \quad (4)$$

のように求められる。ゆえに、このときのSN比を標準SN比  $\eta_0$  とすると、

$$\eta_0 = -10 \log \left\{ \frac{1}{(1 - 2p_0)^2} - 1 \right\}, \quad (5)$$

表 3: 2種類の誤りある場合の入出力

出力 \ 入力	0 (正)	1 (誤)	合計
0 (正)	$n_{00}$	$n_{01}$	$n_0$
1 (誤)	$n_{10}$	$n_{11}$	$n_1$
合計	$r_0$	$r_1$	$n$

表 4: 2種類の誤りある場合の誤り率

出力 \ 入力	0 (正)	1 (誤)	合計
0 (正)	$1 - p$	$p$	1
1 (誤)	$q$	$1 - q$	1
合計	$1 - p + q$	$1 - q + p$	2

と求めることができる。本研究では、上式の標準SN比を用いて実験データの解析を行う。

#### (3) 標準誤り率の定式化

本実験では、最適な設計レビュー条件を抽出することが目的であるが、分析結果後の考察において最適条件下および最悪条件下における標準SN比から標準誤り率  $p_0$  をそれぞれ求めて、それらを比較する。したがって、標準誤り率  $p_0$  は、式(5)を逆変換すると、

$$p_0 = \frac{1}{2} \left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{10^{(-\frac{\eta_0}{10})} + 1}} \right\}, \quad (6)$$

により求めることができる。

## 5 再現実験

本実験では最適レビュー条件の抽出後、実験結果の再現性の確認を行う。確認実験の解析法としては、最適レビュー条件となる素因と誘因との整合性をはかることで再現性を計測する。

## 6 実験結果とその評価

本実験で得られたデータに基づく品質工学的評価結果については、当日発表させて頂く。

### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)(2) (課題番号15510129)の援助を受けたことを付記する。

### 参考文献

- [1] 田口玄一 (編), 「(品質工学講座 3) 品質評価のためのSN比」, 日本規格協会, 東京 (1998).
- [2] 江崎和博, 山田茂, 高橋宗雄, “設計レビューにおけるソフトウェア信頼性に影響を及ぼす人的要因の品質工学的解析”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J84-A, No. 2, pp. 218-228 (2001).
- [3] 山田茂, 松田僚太郎, “ソフトウェア設計レビューにおける信頼性に影響を及ぼす人的要因の品質工学的評価”, 日本経営工学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 71-79 (2003).