

ソフトウェア設計における人的要因
分析への品質工学の応用

6R-8

江崎和博¹⁾

高橋宗雄²⁾

山内成志³⁾

日本エマソン株式会社

桐蔭学園横浜大学

三菱電機株式会社

1. はじめに

ソフトウェア設計の品質に影響を及ぼす人的要因は多種多様であり、ソフトウェアの信頼性はそれらの要因の複雑な相互作用によって作り込まれる。そこで、ソフトウェア設計プロセスでの人的要因によるエラー混入のメカニズムを解明できれば、これに基づいてソフトウェア信性向上技術の開発や改善を行うことが期待できる。これまでも、ソフトウェアの信頼性に影響を及ぼす人的要因を明らかにする試みはいくつかおこなわれている。しかし、これらの試みは人的要因の相互の関係がほとんど議論されていないことや、仮説としての提案が実際の開発データによって検証されたものが少ないなど、開発の現場には適用しにくいという問題があった。本稿では、これらの問題の解決を目指してソフトウェア設計プロセスにおける人的要因の概念を整理し、これらの人的要因に品質工学のアプローチを適用して実施したソフトウェア設計レビューの開発実験の結果について考察する。

2. ソフトウェア設計レビューの入出力

ソフトウェア設計レビュープロセスの改善を図るためには、ソフトウェア設計の品質に影響を与えると考

えられる多種多様な人的要因を分析し、人的要因と設計レビュー結果の品質の相互関係を明らかにする必要がある。表1～3. はソフトウェア設計プロセスの入力要因をまとめたものである。設計レビュープロセスの入力はレビュー担当、レビュー環境、レビュー対象の大きく三つに分類できる。ここで設計レビューの品質は、表1. に示すレビュー担当者の課題に対する理解度や経験能力、適性、意欲などの人的要因に直接的に依存している。またさらに表2. に示す設計レビューの時間やエラー摘出目標の有無、チェックリストの有無やレビュー中のQ&Aの可否などはレビュー担当者の作業効率に作用し、設計レビュー結果に間接的に影響を与える人的要因であると考えられる。表4. はレビュー結果の属性をまとめたものである。レビューの結果、指摘されたエラーの数や設計変更、仕様変更要求の件数などで設計レビューの入力に大きく依存する観測値である。設計レビューの品質を改善するには表1～3. に示す多くの入力要因を制御する必要があるがレビュー対象の属性は、設計レビュー以前の設計作業段階で決定されており設計レビュー段階での制御はできない。

入力	要因の詳細
1)理解度	●機能仕様の理解度 ●DFD技法の理解度
2)適性	●カクマ-適性検査 ○知的能力○形態知覚○空間判断
3)基礎能力	○言語 ○論理 ○数理 ○常識
4)能力	○洞察力 ○思考力 ○判断力 ○発見能力 ○分析力 ○理解力 ○統率力 ○組立能力 ○表現力 ○創造力 ○計画性 ○コミュニケーション
5)性格	○向性 ○論理性 ○協調性 ○情緒安定 ○理知性 ○明朗性 ○慎重性 ○活動性
6)気質	○循環性 ○分離性 ○粘着性
7)意欲態度	○協調性 ○柔軟性 ○積極性 ○達成意欲
8)経歴	○経験 ○年齢 ○専攻学科
9)その他	○性別 ○国籍 ○出身地

表1. レビュー担当者の属性

入力	要因の詳細
1)管理要因	●設計レビュー時間 ●エラー摘出目標の有無 ●Q&Aの可否 ●チェックリストの有無 ○開発環境 ○温度 ○湿度 ○騒音 ○輝度

表2. レビュー環境の属性

入力	影響要因の詳細
1)設計書	○潜在エラー数○設計要素数 ○ページ数 ○記号数
2)機能仕様	○要件数 ○図表数 ○複雑さ ○理解性
3)品質特性	○正確性 ○構造的性 ○完全性 ○伝達性 ○表現性 ○拡張性

表3. レビュー対象の属性

出力	出力の詳細
1)指摘結果	●正しいエラーの指摘数 ●正しい正解指摘数 ●見落とししたエラーの数 ●誤ったエラーの指摘数
2)設計レビューコメントリスト	○コメント枚数 ○レビューコメント数
3)設計変更要件リスト	○設計変更指摘要件数 ○設計変更要件の数
4)仕様変更指摘リスト	○仕様変更指摘機能数 ○仕様変更指摘図表数

表4. レビュー結果の属性

Adaptation of Quality Engineering to Analysing Human Factors in software design

1) Kazuhiro Esaki ; Emerson Japan Ltd. 4-3-14, Okada, Atsugi, Kanagawa 243, Japan

2) Muneo Takahashi ; Toin University of Yokohama. 1614, Kogane-Cho, Midori-Ku, Yokohama, Kanagawa 225, Japan

3) Narushi Yamanouchi; Mitsubishi Electric Corp. 325, Kamimachiya, Kamakura, Kanagawa 247, Japan

3. 実験の概要

24名の被験者に同一の旅費精算システムの機能仕様書と幾つかの誤りを含むDFD技法で記述されたソフトウェア設計書を渡し、ソフトウェア設計書の設計レビューを行わせた。レビューはあらかじめ機能仕様書の理解度テストにより確認した比較的理解度の高いグループと低いグループの2つのグループに分けて行った。また前節で述べた人的要因と設計レビュー品質の関係を分析するために、表1.のレビュー担当の属性に含まれるDFD技法の理解度とプログラマーの適性テストの良否および表2.のレビュー環境要因に含まれる設計レビュー時間、エラー摘出目標、チェックリストの有無およびレビュー実施中のQ&Aの可否を表5.に示すようにそれぞれ2水準の入力とし、表6.の様に実験計画法のL₁₂の直行表に割り付けて実施した。

入力因子		1	2
A	●DFD技法の理解度	高い	低い
C	●加味適性検査	高い	低い
H	●設計レビュー時間	40分	20分
I	●エラー摘出目標	有り	無し
J	●チェックリスト	有り	無し
K	●Q&A	可	不可
G	●機能の理解度	高い	低い

表5. 制御因子と信号因子

NO	制御因子 A C H I J K G	G1-観測値				G2-観測値				標準SN比	
		正解 誤り		I7-指摘		正解 誤り		I7-指摘		G1	G2
		正解	誤り	正解	誤り	正解	誤り	正解	誤り		
1	111111	98	2	15	4	93	7	6	13	4.63	-6.58
2	112222	100	0	10	9	98	2	4	15	2.58	-3.25
3	121222	100	0	6	13	100	0	2	17	2.84	-0.09
4	112112	100	0	6	13	95	5	6	13	2.84	-1.11
5	122121	95	5	5	14	100	0	8	11	-6.07	-1.79
6	121211	94	6	10	9	98	2	13	6	-2.20	-0.79
7	222121	92	8	6	13	100	0	9	10	-7.34	4.57
8	221112	95	5	6	13	98	2	4	15	-4.88	-2.58
9	212211	99	1	9	10	99	1	4	15	2.76	0.15
10	222212	98	2	11	8	100	0	6	13	1.99	2.84
11	211122	100	0	13	6	96	4	5	14	6.72	-1.99
12	211221	99	1	4	15	95	5	10	9	-0.79	-0.47

表6. L₁₂直交表による割り付けと出力データ

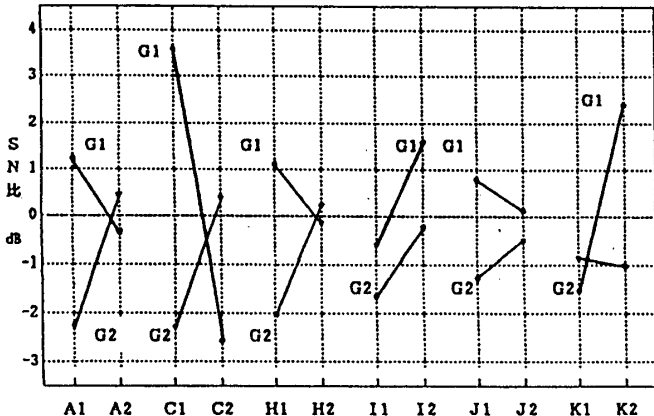


図1. SN比で比較した設計レビュー品質

4. 実験結果と考察

表7. は本実験の分散分析の結果である。表7. からエラー摘出目標の有無とQ&Aの有無およびプログラマー適性検査の高低の分散比が比較的大きく有意であると考えられる。また機能仕様書の理解度による交互作用がDFD技法の理解度、プログラマー適性検査およびレビュー時間とQ&Aに強く認められる。このことは、レビュー担当者の課題の理解度の程度によって制御因子の効果に大きな差が出ることを示している。また図1. は本実験結果の誤り指摘データに基づいて2つのグループのSN比を求めたものである。ここで課題の理解度の高いG1では制御因子の効果がみられるが課題の理解度の低いG2では効果がみられない。このことはソフトウェアの設計レビューでは、レビュー担当者がレビュー対象となる課題の機能を理解しておくことが非常に重要であることを示唆している。

図1. より、プログラマー適性検査の高低が課題の理解度の高いG1では設計レビュー品質の改善につながっている。またG1, G2ともにエラー摘出目標は無いほうがレビュー品質が良い。このことは、これまで一般的に知られている、エラー摘出目標の有効性と反するが、興味深い結果である。

要因	f	S	V
A	1	4.17	4.17
C	1	15.01	15.01
H	1	0.78	0.78
I	1	15.23	15.23
J	1	0.20	0.20
K	1	16.38	16.38
G	1	8.35	8.35
AxG	1	20.68	20.68
CxG	1	103.25	103.25
HxG	1	22.98	22.98
IxG	1	0.48	0.48
JxG	1	6.27	6.27
KxG	1	20.79	20.79
e	10	82.33	8.23
T	23	316.90	

表7. 分散分析表

5. むすび

ソフトウェア設計レビューに対して、人的要因と設計品質の関係を分析するための品質工学適用のアプローチを提案し開発実験と検証を行った。今後の課題として、さらに多角的な実験を行ない設計レビューの品質に影響する人的要因相互の関係を明らかにしたい。

参考文献

- 1) B.Curtis, Eds. "Tutorial: Human Factors in Software Development," IEEE Computer Society Press, 1985.
- 2) E.D.Young. "Human Errors in Programming," International Journal of Man-Machine Studies, Vol.6, 1974.
- 3) 高橋, 山内, "ソフトウェア開発における人的要因解明への品質工学的アプローチ," 第24回官能検査シンポジウム, 日科技連, 1994.