

組織的要因がソフトウェア品質に与える 影響

60151039 東 裕之輔

著者



野中 誠

東洋大学経営学部



西 康晴

電気通信大学電気通
信システム工学科

第26回ソフトウェア品質シンポジウム 2007年9月6日



はじめに

- ▶ 日本のソフトウェア組織では、諸外国に比べて品質が高い。欠陥密度は米国の10~20倍高い。
- ▶ 高い品質水準の達成には、適切な開発技術やマネジメント技法の適用が求められる。
- ▶ そのようなプラクティスは、CMMやCMMIなどで形式知として共有化されつつあり、一定の成熟を見せている。



CMM(Capability Maturity Model)

- ▶ CMMとは、米国カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所で考案されたソフトウェアの品質向上と開発効率向上を目指すための品質管理手法。

レベル	成熟度	概要
5	最適化するレベル optimizing	・定量分析に基づいたプロセス改善活動、技術開発活動が日常化している組織 ・プロセスからフィードバックと革新的技術の志向による持続的な改善
4	管理されたレベル managed	・製品とプロセスの定量的管理を実施している組織 ・データに基づいたプロセスと製品の理解と制御
3	定義されたレベル defined	・ソフトウェア開発と保守の経験が組織として共有されている ・全プロジェクトが文書化されたプロセスを遵守
2	反復できるレベル repeatable	・QCD向上の初歩的管理プロセスを有する組織(QCD=品質・コスト・納期) ・成功経験を反復できるプロセス規律の存在
1	初期 initial	・レベル2に到達していない組織 ・作業の仕方が場当たりの

- ▶ NASAのスペースシャトルプロジェクトはCMMレベル5の評価を受けている。
- ▶ CMMの日本国内の認定実績は、レベル2が10数社、レベル3が5社であり、レベル4以上はまだない状況である。

背景

- ▶ しかしCMMレベル5相当の組織でも、品質的に失敗するプロジェクトは少なからず存在する。
- ▶ 監査基準の網を細かくするのも一つの手であるが、実務的に限界がある。
- ▶ 重要なのは、メンバーが高品質ソフトウェア実現のために必要な行動を確実にこなすこと、さらにそのようなことを是とする価値基準の共有することである。



従来の研究

- ▶ Agrawalらは、CMMレベル5組織に限定すると、ソフトウェア規模が大きいほうが品質的失敗を起こしやすいと発表した。
- ▶ しかし規模が大きくても品質問題を起こさなかったものも多い。
- ▶ プロセス成熟度の高い組織に限定すると、ソフトウェア品質への影響要因は明らかになっているとはいえない。



従来の研究 組織的要因

- ▶ 品質中心の組織文化はこれまで重要視されてきた。
- ▶ しかし、組織的要因とソフトウェア品質の関係に着目した研究は十分ではない。
- ▶ その理由として、プロセス成熟度が低い組織では実施プラクティスの差異が品質に大きく影響するため、組織的要因に対する研究上の関心が相対的に低かったことが挙げられる。



従来の研究 品質的成否の評価

- ▶ 先行研究の多くは、出荷後のある一定期間に報告された欠陥数をソフトウェア規模で正規化した値、または欠陥数を用いている。
- ▶ 個々の欠陥がもたらす影響はそれぞれ違う。
- ▶ 重大欠陥による品質的損失の度合いなども考慮する必要がある。



研究の目的

1. 高い成熟度に到達したプロジェクトは品質保証に関する定量的な指標だけでは品質的失敗プロジェクトを測れないことを示す。
2. 価値基準の共有の度合いによって、プロジェクトの品質的成否の傾向に差があることを示す。
3. 品質的成否に影響を与える価値基準の抽出。



研究モデル 品質的成否の定義

- ▶ 本研究ではQCD(Quality, Cost, Delivery)のいずれかに関する問題が生じたものを失敗とし、なにも問題がなかったものを成功とする。

Q	出荷後に、軽微とは言えない品質問題が発生した
C	出荷判定基準および納期を守るために、無視できない程度の品質保証コストを要した。
D	出荷判定基準が満たせず、納期遅れが生じた。



研究モデル 3つの仮説

- ▶ H1 累積欠陥摘出率が速く収束するプロジェクトは、品質的に成功するが、品質的成否を判断する能力は限定的である。
- ▶ H2 価値基準の共有レベルの高さは、品質的成功に貢献する。
- ▶ H3 共有された価値基準は、スキルや経験も品質的成功に大きく影響する。

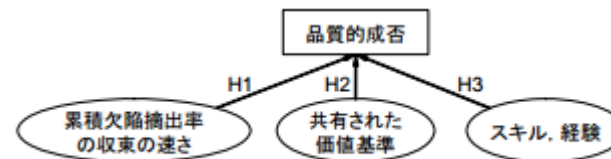


図 1 研究モデルの概念的構造

仮説 1 累積欠陥摘出率の収束の速さ

- ▶ 監査基準に関する定量的な指標として、本論文では、累積欠陥摘出率の収束の速さを用いる。
- ▶ コードレビュー工程開始から出荷後1年間までに摘出・報告されたすべての欠陥を100%とする。
- ▶ コードレビュー終了時、単体テスト終了時、統合テスト終了時、および出荷時までに摘出した累積欠陥数の比率を用いて、累積欠陥摘出率の速さを表す。



仮説2 共有された価値基準

- ▶ 価値基準が共有されることにより、監査基準の網にかからない行動レベルで差異を生み出し、品質的成功に結び付くと考えている。
 - ▶ 協力者とのブレインストーミングでアンケートの質問項目を作成し、5段階リッカート尺度により記録する。
 - ▶ なお、仮説2では日本的品質管理ないし日本的ものづくりがどう影響しているかも調べたい。その特徴を踏まえた項目も含めた。
-



仮説 3 スキルや経験

- ▶ スキルや経験に関する分析は本研究の主要な関心事ではないが、一般的には品質的成否に影響する要因と考えられる。
- ▶ 品質的成否に対する影響について、共有された価値基準と比較するためにアンケート項目に含める



データの概要

- ▶ 研究協力者の所属企業のプロジェクトに質問票によりデータを得た。
- ▶ 得られたプロジェクトの数は5社16件であり、品質的成功が10件、品質的失敗が6件(3社より回答)であった。

表 1 開発対象および規模別の品質的成否プロジェクト件数

規模 (KLOC)	品質的成功	品質的失敗	合計
10 to 50	1	1	2
50 to 100	2	1	3
100 over	7	4	11
合計	10	6	16

累積欠陥摘出率の工程別推移

- ▶ 線種の違いは規模の違い、横軸は工程を表している。
- ▶ 出荷時における累積欠陥摘出率は、最小値96.667%,平均96.667%,最大100%(5件、いずれも品質的成功であった。)

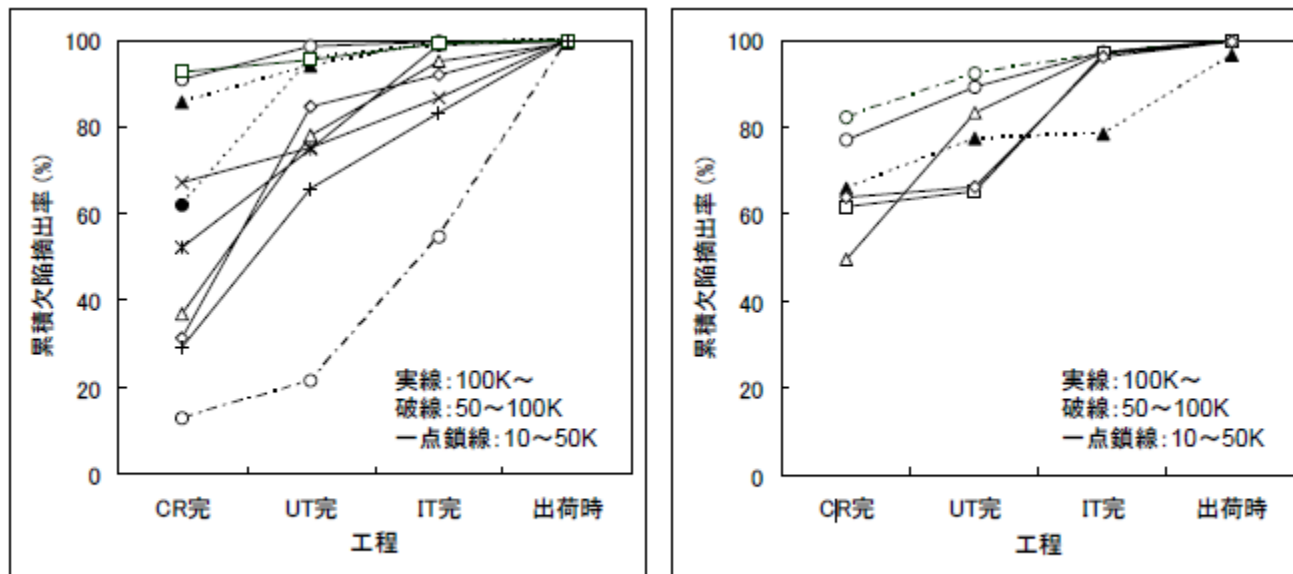


図 2 累積欠陥摘出率の工程別推移 (左: 品質的成功, 右: 品質的失敗)

仮説 1 の検証

- ▶ 累積欠陥摘出率の平均値および中央値を比べる。
- ▶ CR完の時点では品質的成功の方が品質的失敗より低い。
- ▶ UT完以降では品質的成功の方が品質的失敗を上回っている。
- ▶ 特にUT完時点での累積欠陥摘出率の差が大きい。

表 2 品質的成功別の工程別累積欠陥摘出率 (品質的成功の規模最小プロジェクトを除く。単位：%)

統計量	品質的成功 (9 件)				品質的失敗 (6 件)			
	CR 完	UT 完	IT 完	出荷時	CR 完	UT 完	IT 完	出荷時
平均値	60.996	84.763	94.878	99.854	66.770	78.981	93.768	99.282
中央値	62.136	84.500	99.000	99.947	64.906	80.360	96.810	99.810
最大値	92.761	98.769	99.967	100.000	82.302	92.293	97.372	99.969
最小値	29.399	65.827	83.333	99.300	49.485	65.283	78.333	96.667

- ▶ したがって全体的に品質的成功のほうがUT完以降では累積欠陥摘出率は早く収束している。

仮説 1 の検証

- ▶ 次に個別のプロジェクトに着目する。CR完の時点ですでに累積欠陥摘出率が80%を上回っていたプロジェクトが3件あり、これらは品質的失敗のいずれも上回っている。
 - ▶ 一方で、品質的失敗にも累積欠陥摘出率が80%前後を上回っていたプロジェクトが2件あり、これらは品質的成功に属する10件と比べても収束が速い方になる。
 - ▶ よって累積欠陥摘出率の収束の速さという指標だけでは個別プロジェクトの成否を判断するのは難しい。
 - ▶ よってHIは支持されたといえる。
-



付表: 共有された価値基準の質問項目と、品質的成否別の集計結果

分類	質問ID	質問内容	品質的成功		品質的失敗		平均の差	分類平均		平均の差
			mean	s.d.	mean	s.d.		成功	失敗	
スキル・経験	O01	このプロジェクトのメンバーは、開発技術に関して高いスキルを持っていた。	3.8	1.03	3.5	1.52	0.30	3.78	3.21	0.57
	O02	このプロジェクトのメンバーは、プロジェクトマネジメントに関して高いスキルを持っていた。	3.5	1.43	2.7	0.82	0.83			
	O03	このプロジェクトのメンバーは、品質管理や品質保証に関して高いスキルを持っていた。	3.6	1.35	2.7	0.82	0.93			
	O04	このプロジェクトのメンバーは、開発対象となっていたドメインの経験が豊富だった。	4.2	0.92	4.0	1.10	0.20			
職務満足	O13	このプロジェクトのメンバーは、意欲的に仕事ができる環境づくりに努力していた。	3.6	1.07	2.7	0.52	0.93	3.57	2.78	0.79
	O25	このプロジェクトのメンバーは、仕事が好きだった。	3.6	0.70	2.8	1.17	0.77			
	O35	このプロジェクトのメンバーは、プロジェクトを通じて自分を成長させたいと考えていた。	3.5	0.85	2.8	0.75	0.67			
人間関係	O08	このプロジェクトのメンバーは、インフォーマル・コミュニケーションが多かった。	3.6	0.97	3.2	0.98	0.43	3.51	2.76	0.75
	O09	このプロジェクトのメンバーは、ざっくばらんな雰囲気をつくることを重視していた。	3.5	0.97	2.7	0.52	0.83			
	O18	このプロジェクトでは、ものごとの合意が得やすかった。	3.6	0.84	3.0	0.89	0.60			
	O24	このプロジェクトのメンバーは、互いを信頼していた。	3.9	0.32	2.7	1.21	1.23			
	O26	このプロジェクトのメンバーは、互いのプライベートな面までよく理解していた。	3.1	0.57	2.5	0.55	0.60			
	O29	このプロジェクトには、頑張ったりよい結果を出したりすると、他人から誉められる風土があった。	3.1	0.74	2.7	0.52	0.43			
	O32	このプロジェクトのメンバーは、チームワークが良かった。	3.8	1.03	2.7	1.03	1.13			
	O06	このプロジェクトのメンバーは、仕事において小さなことでも何か工夫を凝らしていた。	3.6	0.52	2.8	0.41	0.77	3.58	2.65	0.93
	O10	このプロジェクトのメンバーは、指示されたことか自分で決めたことかに関わらず、やるべきことをすぐに実行していた。	3.7	0.67	2.2	1.17	1.53			
柔軟性・創意工夫	O11	このプロジェクトのメンバーは、新しい開発技法を柔軟に取り入れようとしていた。	3.5	0.85	3.0	0.89	0.50			
	O12	このプロジェクトのメンバーは、新しいマネジメントスタイルを柔軟に取り入れようとしていた。	3.3	0.82	2.3	0.52	0.97			
	O14	このプロジェクトのメンバーは、既存のやり方や他人の考え方にとらわれず、その場に最適なことを考えようとしていた。	3.7	0.95	2.7	0.82	1.03			
	O20	このプロジェクトのメンバーは、あいまいな指示や事項であっても、その意味するところを自分で考えて適切に行動していた。	3.6	1.26	2.7	0.82	0.93			
	O30	このプロジェクトのメンバーは、自分で臨機応変に行動しようとしていた。	3.5	0.53	2.7	0.52	0.83			
	O36	このプロジェクトのメンバーは、論理的、客観的に考えたり、可能性や原因を色々と広く考える努力をしていた。	3.7	0.67	2.8	0.75	0.87			

目的・情報共有	O15	このプロジェクトのメンバーは、プロジェクト内での出来事や問題を全員が共有していた。	4.2	0.92	2.3	1.03	1.87	3.60	2.79	0.81
	O21	このプロジェクトのメンバーは、常に目的・目標を意識し、これを見失わず、突き進んでいこうとしていた。	3.3	0.87	3.3	0.82	0.00			
	O34	このプロジェクトのメンバーは、プロジェクトの意義や方向性を共有できていた。	3.9	0.74	3.3	1.03	0.57			
	O39	このプロジェクトのメンバーは、何か指示されたときに、字面では表しきれない裏の意図まで読み取れていた。	3.3	0.95	2.2	0.75	1.13			
こだわり	O27	このプロジェクトのメンバーは、やっつけ仕事をせず、簡単には妥協しようとしなかった。	3.5	0.53	2.8	0.41	0.67	3.70	2.83	0.87
	O42	このプロジェクトのメンバーは、課題に直面した際に、その根本原因を追究した上で解決策を考え出そうとしていた。	3.9	0.57	2.8	1.17	1.07			
技術指向	O19	このプロジェクトのメンバーは、ソフトウェア製品の「美しさ」に価値を見出し、洗練されたアーキテクチャ設計などを追究しようと努力していた。	3.1	1.10	2.3	0.82	0.77	3.13	2.92	0.21
	O22	このプロジェクトのメンバーは、革新的技術を創り出すことを好んでいた。	2.9	0.99	3.2	0.75	-0.27			
	O33	このプロジェクトのメンバーは、多少のリスクがあっても積極的に挑戦することに価値を見出していた。	3.2	0.92	2.8	0.75	0.37			
	O37	このプロジェクトのメンバーは、先鋭的な製品やサービスを提供することに価値を見出していた。	3.3	0.67	3.3	0.82	-0.03			
誇り	O38	このプロジェクトのメンバーは、技術者としての「誇り」を大切にしていた。	3.9	0.57	3.5	0.84	0.40	3.80	3.25	0.55
	O23	このプロジェクトのメンバーは、顧客に心から喜んでもらえるような品質の高いソフトウェアを開発することを重視していた。	3.7	0.95	3.0	1.10	0.70			
決定重視	O17	このプロジェクトのメンバーは、「これをやる」とプロジェクトが決定したことを途中で投げ出さず、粘り強く、徹底的にやり抜こうとしていた。	4.0	0.82	3.3	0.82	0.67	4.10	3.17	0.93
	O28	このプロジェクトのメンバーは、リーダーが決定したことは遵守しようとしていた。	4.0	0.67	3.3	0.82	0.67			
	O43	このプロジェクトのメンバーは、社内の開発プロセス基準などの公的ルールを守ることを重視していた。	4.3	0.67	2.8	0.98	1.47			
その他	O05	このプロジェクトのメンバーは、謙虚であり、人間的に成熟していた。	3.7	0.48	3.0	0.63	0.70			
	O16	このプロジェクトのメンバーは、似たような価値観を持った人たちだった。	3.6	0.84	3.7	0.52	-0.07			
	O31	このプロジェクトのメンバーは、自分の仕事ぶりを「当たり前」の事を当たり前に行っているだけだ」というように表現していた。	3.4	0.84	2.8	0.75	0.57			
	O40	このプロジェクトのメンバーは、課題に直面した際に、表面化した問題の構図を捉えてスマートな解決をはかっていた。	3.3	0.48	2.0	0.89	1.30			
	O41	このプロジェクトのメンバーは、課題に直面した際に、全体のバランスを重視した解決をはかっていた。	3.6	0.52	2.8	0.98	0.77			

※ 網掛部分は、t検定の結果、品質的成否別の平均値に統計的有意差が認められた項目（有意水準5%）

仮説 2 の検証

- ▶ アンケートの結果、品質成否では、質問項目への回答の平均値に差が出た。
 - ▶ O16「類似した価値観」、O22「革新的技術指向」、O37「先鋭的な製品開発」を除いて、いずれも品質的成功群のほうが高かった。
 - ▶ またt検定で有意差が認められたものが42項目中14項目、平均値の差が1.0を上回る項目が42項目中9項目あり「柔軟性・創意工夫」「決定重視」「こだわり」「目的・情報の共有」が特に大きな差を示した。
 - ▶ 以上のことからH2は支持されたといえる。
-



仮説 3 の検証

- ▶ 一方「スキル・経験」グループの質問項目およびグループ平均は、必ずしも品質的成功と品質的失敗との間に他項目と比べて、際立った差があるとは限らなかった。
- ▶ したがってH3は支持されたといえる。



組織的要因に関する議論

- ▶ 本スライド冒頭で日本のソフトウェアの品質が高いことを述べた。
- ▶ 日本のハードウェアを中心とした品質管理で、組織文化が品質向上に大きな影響を与えてきた。
- ▶ 日本的ものづくりとも呼ばれ、種々の定義がなされている。



日本的品質管理の強み

- ▶ 日本的品質管理の特徴ないし強みを基に、アンケート結果からデータを分析する。
- ▶ 日本的品質管理の強みとは以下のように
 - ▶ 「全員参加」・・・QC的もののみかた考え方(1984)
 - ▶ 「自律」「ねばちっこさ」・・・ねばちっこい経営(2006)



全員参加の検証

- ▶ O15「出来事や問題点の共有度」の平均値が高く群間の差も大きいことをまず読み取ることができる。

		品質的成功群の平均				品質的失敗群の平均			
O15	このプロジェクトのメンバーは、プロジェクト内での出来事や問題を全員が共有していた。	4.2	0.92	2.3	1.03	1.87	3.60	2.79	0.81
						平均の差			

- ▶ O10やO14のように自分で考えて行動するかという項目については平均値が高く平均の差も大きい。
- ▶ 一方でリーダーの指示に従うかという項目については平均値が高く平均の差も小さい。
- ▶ よってリーダーからの一方的な伝達により出来事が共有されているのではなく、全員参加によって情報を自発的に共有していることが分かる。

自律の検証

- ▶ 自分で考えて行動することを前スライドで述べた。
 - ▶ ならびに○30「臨機応変」○20「あいまいな指示の解釈」の平均値が高く群間差が大きい。
 - ▶ よって自律性が高いことがわかった。
-
- ▶ 自律して仕事を進めるために○13「意欲的な仕事のできる環境づくり」が必要であり、○23「仕事が好き」、○15「自分を成長させたい」と考えるようになることも理にかなっている。



ねばちっこさの検証

- ▶ ねばちっこさに必要なのは

- ▶ O36「頭を使う」
- ▶ O27「こだわる」
- ▶ O42「根本原因を追究する」
- ▶ O40「問題の構図をと捉える」
- ▶ O39「裏の意図まで汲み取る」

といった要素が必要である。

- ▶ これらは全て群間差が大きいのか、統計的に有意な差が認められている。

- ▶ **ねばちっこさが認められた。**

