

平成21年4月20日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18510124  
 研究課題名（和文） 品質／信頼性を重視した実践的ソフトウェアプロジェクトマネジメント技術に関する研究  
 研究課題名（英文） A Study on Quality/Reliability Oriented Practical Software Project Management Technologies  
 研究代表者  
 山田 茂 (YAMADA SHIGERU)  
 鳥取大学・大学院工学研究科・教授  
 研究者番号：50166708

研究成果の概要：本研究では、ソフトウェア品質の持続的向上という課題に取り組む中で、プロジェクトマネジメント技術を導入して、その効果の評価と検証を行った。その中で、実践的研究を踏まえて導き出したのが「品質指向ソフトウェアマネジメント」の考え方であり、品質を重視したプロジェクトマネジメントを徹底し、その技術の持続的向上を図っていく必要性があることが分かった。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,500,000	0	1,500,000
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	660,000	4,360,000

研究分野：ソフトウェア信頼性工学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：ソフトウェアプロジェクト，プロセス／プロダクト品質，プロジェクトマネジメント技術，品質／信頼性評価，QCD（品質・コスト・納期），リスク管理，品質保証，多変量解析法

## 1. 研究開始当初の背景

ユビキタス社会の実現も間近い現在の情報化社会においては、コンピュータシステムの果たす社会的役割が大きくなり、人間の欲する機能を実現するために、システムを構成するハードウェアよりもソフトウェアに依存する比重が益々高くなってきている。これは、最近の各種オンラインシステムに関するトラブルや情報機器関連（情報家電、自動車、携帯電話など）の組込みソフトウェアが原因となった製品不具合が、マスコミなどで数多

く報道されていることから伺える。このような社会背景の下で、ソフトウェア開発いわゆるコンピュータソフトウェアの生産は、単なる手工業的なプログラム作りではなく、科学的管理に基づいてソフトウェア製品を生み出す工業的生産の形態を取る必要がある。すなわち、品質（Q: Quality）、費用（C: Cost）、納期（D: Delivery）の強調を図りながら、「組織全体で買手やユーザの要求に合致した品物またはサービスを経済的に作り出す品質管理活動」であるTQM（総合的品質管理）の下、

生産性を確保しながら高品質製品を実現しなければならない。

1980年代初頭より現在まで、上記の考え方に基づいて、「顧客満足度を最大化するようにソフトウェアの開発プロセスと運用・保守段階に渡るライフサイクルを通じて、ソフトウェア信頼性を計測・評価・管理すること」を目的とするソフトウェア信頼性工学 (software reliability engineering) に関する研究のうち、特にソフトウェア品質/信頼性の定量的評価技術とそのプロジェクト管理への適用技術に関する研究に、本研究代表者は従事してきた。同時に、産学連携的な研究課題として数多くの共同研究・受託研究も実施し、経営工学的視点からプロジェクトマネジメント技術も取り入れながら、ソフトウェア信頼性工学分野における管理技術ツールであるソフトウェア信頼度成長モデル (software reliability growth model) に関しては、理論面でも実践面でも国内外の研究をリードすると共に、国際的にも広く知られた先駆的かつ顕著な研究成果を挙げ、世界に向けて求心的立場で情報発信してきた。

## 2. 研究の目的

上述したこれまでの研究と、特に平成15年度～17年度の科学研究費研究課題「ソフトウェアプロセス品質改善のためのプロセス診断方式と信頼性評価技術に関する研究」の研究成果を、さらに押し進めることを本研究の目的とする。すなわち、実際のソフトウェア開発プロセスの計測によりソフトウェア製品の品質/信頼性を予測し、ソフトウェア開発プロセスを適切に制御し、作り込まれたソフトウェア品質/信頼性を精度良く評価のできる実践的プロジェクトマネジメント技術について議論する。

具体的な研究目的を以下に列挙する。

(1) 高品質なソフトウェア製品を開発してソフトウェアプロジェクトを成功に導くために有効であるプロジェクトマネジメント技術について研究調査を実施する。本研究では、ソフトウェアプロジェクトの開始時点からそのリスクを定量的に計測して軽減できるプロジェクトリスク管理、定量的データを用いてプロジェクトの進捗状況を予測・制御できるアーンド・バリュー・マネジメント (EVM: Earned Value Management)、およびレビューとテストにおける製品品質到達レベルを定量的に評価できるソフトウェア信頼性評価技術を取り上げる。さらに、これらのプロジェクトマネジメント技術の必要性、ソフトウェアプロジェクトへの導入適用方法、その効果について議論する。

(2) ソフトウェア開発組織にプロジェクト

マネジメント技術を定着させるためのフレームワークとして必要なソフトウェアプロセス改善技術について議論する。ソフトウェアプロセスは、プロジェクトマネジメント技術を組織に定着させるために必要であり、プロジェクトマネジメント技術の向上に合わせて改善させていくものである。特に、グローバルなソフトウェアプロセスの代表的モデルであるプロセス能力成熟度モデル (CMM: Capability Maturity Model) に基づくプロセス改善において、プロジェクトマネジメント技術を開発組織に導入する方法と、その効果について議論する。さらに、定着可能な標準的なソフトウェアプロセスを提案する。

(3) ソフトウェアプロセス改善を持続させるために、プロジェクトマネジメント技術による定量的プロジェクト評価について議論する。この定量的評価は、測定データの分析に基づいてプロセス改善のPDCA(Plan-Do-Check-Act)の管理のサイクルを確立し、持続的に継続していくために重要である。そこで、プロセス改善のために有意なマネジメント要因と品質保証要因を抽出し、QCD指標を予測できる定量的プロジェクト評価法を提案する。特に、これらの要因を考慮して「当り前品質特性」としてのソフトウェア信頼性に対する高精度評価技術については重点的に議論し、ソフトウェア開発の予測性・制御性・効率性を向上させる。

## 3. 研究の方法

以下の研究方法に従って、研究を進めた。(平成18年度)

ソフトウェア製品品質向上のためのプロジェクトマネジメント技術に関する以下の研究を中心に進めた。

(1) プロジェクト成功のためのリスク管理手法。

(2) ソフトウェア開発の進捗状況を可視化するEVM技術。

(3) 品質保証計画策定とレビューによる品質管理技術。

(4) ソフトウェア製品品質向上のためのソフトウェア信頼性評価技術。

(平成19年度)

プロジェクトマネジメント技術のソフトウェア開発組織における定着化を図るフレームワークを提案するために、以下の研究を進めた。

(1) ソフトウェアプロセス品質向上のためのプロセス改善技術に関する研究調査。

(2) (1)で抽出されたプロセス品質特性と、高品質ソフトウェア製品を開発予算内でユーザにリリース(出荷)できるプロジェク

トの成功シナリオを関係づけ、一連の開発プロセスの改善方法を議論。

(3) (2)の開発プロセス改善を推進するときに、プロジェクトがQCD目標を達成するために、マネジメントプロセスの改善方法を議論し、その中での製品品質評価法を提案。

(4) (3)で議論したマネジメントプロセスを明確にした上で、開発プロセスの管理能力の成熟度を測ることができ、開発組織におけるプロセス改善活動の優先順位の指針となるCMMの効果的な導入方法を考察。

(5) (1)～(4)を踏まえて、プロジェクトの成功シナリオを強化する標準ソフトウェアプロセスの提案。

(平成20年度)

品質指向プロジェクトマネジメント技術の実プロジェクトへの応用・展開を目指して、プロセス品質向上のためのソフトウェアプロセス改善技術の定着化と標準ソフトウェアプロジェクトの定量的評価法の開発・提案に焦点をあて、以下の研究方法をとった。特に、プロジェクトマネジメントデータ分析においては、多変量解析法を適用した。

(1) ソフトウェアプロセス改善技術およびソフトウェアプロジェクトの定量的評価法の現状・動向に関する研究調査。

(2) ソフトウェアプロセス改善技術の定着化を図るために、プロジェクトのQCD管理指標を考慮しながら、マネジメント技術の向上を図りつつプロセス品質の持続的改善がなされるような、プロジェクトを成功に導く標準ソフトウェアプロセスの進化の手順把握。

(3) プロダクト品質とプロセス品質との関係を定量的に把握できるようなプロジェクト評価法の提案。

#### 4. 研究成果

以上のように取り組んだ研究内容から、品質の高いソフトウェアを開発出来るようにプロジェクトを確実に成功させるためには、ソフトウェアのQCDに関わる問題を含む開発プロセスを持続的に改善していくことにより、開発スケジュールを詳細に計画し、開発プロセスの各局面での成果物をしっかりと定義し、開発プロセスの状態の是非を判定できる定量的基準を持つ必要があることがわかった。そのために、ソフトウェア品質の持続的向上という課題に取り組む中で、プロジェクトマネジメント技術を導入して、その効果の評価と検証を行って得られた具体的な研究成果が、以下に示すものである。

(1) 予算超過や納期遅延に陥るような失敗プロジェクトを撲滅するために、プロジェクトに付随するリスクを抽出して素早く対応

し、そのリスクが発生するかどうかを追跡するリスク管理技術の開発。

(2) プロジェクト計画策定とその進捗管理といったマネジメント技術の向上を図るために、PMBOK (Project Management Body of Knowledge : プロジェクトマネジメント知識体系)の組織への定着化と、プロセスを制御・予測するマネジメント技術であるEVMの実践。

(3) ユーザ要求に関する漏れを防止し、要求品質を満たすために、国際品質標準ISO/IEC 9126のソフトウェア品質特性に基づくレビューおよびテストの実施と、ソフトウェア信頼性評価技術に基づく定量的品質評価の実践。

(4) 開発プロジェクトにおけるマネジメントプロセスの定着を図るCMMの適用。

(5) 開発プロセスとプロジェクトマネジメントプロセスの標準化のために、SLCP (Software Life Cycle Process)と開発プロジェクトの成功プロセスとしての標準ソフトウェアプロセスの提案(図1参照)。

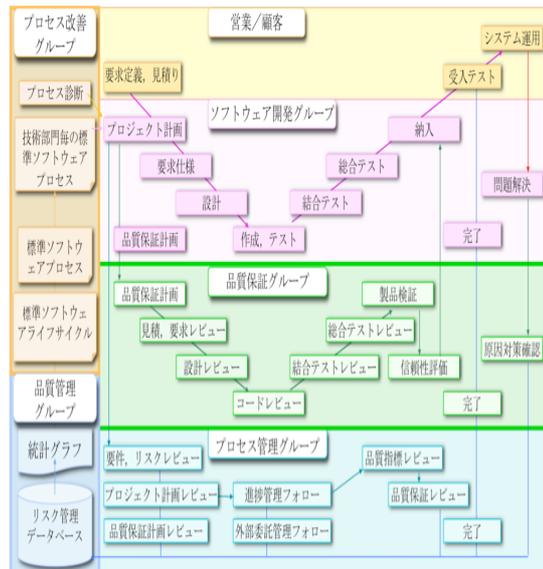


図1. 標準ソフトウェアプロセス

以上の実践的研究を踏まえて導き出したのが「品質指向ソフトウェアマネジメント」の考え方であり、品質を重視したプロジェクトマネジメントを徹底し、その技術の持続的向上を図っていくことを提唱した(図2参照)。すなわち、開発プロセスの計測・制御とソフトウェア製品(成果物)品質の予測・評価をプロジェクトマネジメントの中で実践しながら、

- 製品品質向上のためのマネジメント技術の獲得
- 獲得したマネジメント技術(プロセス品質向上のためのプロセス改善技術)の定着

○ プロジェクトの定量的評価に基づく定着したマネジメント技術の改善といったマネジメント技術の獲得・定着・改善のサイクルを絶えず回して行くことの重要性を示した。

<品質指向ソフトウェアマネジメントとは>  
~Quality-Oriented Software Management~

品質を重視したプロジェクトマネジメント(QPM)とその技術の持続的向上

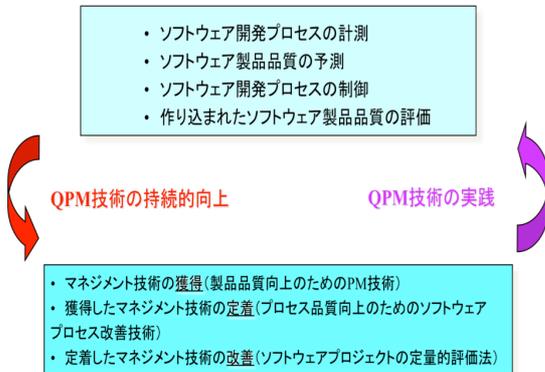


図 2. 品質指向ソフトウェアマネジメントの考え方

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 6 件)

(1) S. Yamada, T. Aoki, and T. Toyota, “Quantitative software quality/reliability prediction based on project management data for waterfall and agile development paradigms,” *Opsearch*, Vol. 45, No. 4, pp. 391-404, 2008. (査読有)

(2) S. Yamada and Y. Tamura, “An empirical study of stochastic differential equation models based on component importance level for open source software,” *Opsearch*, Vol. 45, No. 4, pp.303-316, 2008. (査読有)

(3) S. Inoue and S. Yamada, “Optimal software release policy with change-point,” *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Singapore, 2008, pp.531-535. (査読有)

(4) S. Yamada and A. Kawahara, “Quantitative analysis of software projects based on process monitoring data,” *Proceedings of the Fourteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design*, Orland, U.S.A., 2008, pp.64-68. (査読有)

(5) Y. Tamura and S. Yamada,

“Component-oriented reliability analysis and optimal version-upgrade problems for open source software,” *Journal of Software*, Vol. 3, No. 6, pp.1-8, 2008. (査読有)

(6) K. Tokuno and S. Yamada, “User-oriented and -perceived software availability measurement and assessment with environment factors,” *Journal of Operations Research Society of Japan*, Vol. 50, No. 4, pp. 444-462, 2007. (査読有)

(7) S. Inoue and S. Yamada, “Discrete program-size dependent software reliability assessment: Modeling, estimation, and goodness-of-fit comparisons,” *IEICE Transactions on Fundamentals*, Vol. E90-A, No. 12, 2007. (査読有)

(8) 福島利彦, 春日君夫, 山田茂, 「プロジェクトリスク, マネジメント課題, および QCD との因果関係」, 第 26 回ソフトウェア品質シンポジウム発表報文集, 東京, 2007, pp.235-242. (査読有)

(9) 福島利彦, 春日君夫, 山田茂, 「組み込みソフトウェアの機能変更プロジェクトにおける初期リスクと QCD 達成度の関係に対する定量化分析」, *プロジェクトマネジメント学会誌*, Vol. 9, No. 4, pp. 29-34, 2007. (査読有)

(10) T. Aoki and S. Yamada, “Quantitative quality evaluation of software projects based on process metrics,” *Proceedings of the Thirteenth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design*, Seattle, U.S.A., 2007, pp. 265-269. (査読有)

(11) Y. Tamura and S. Yamada, “Software reliability growth model based on stochastic differential equations for open source software,” *Proceedings of IEEE International Conference on Mechatronics*, Kumamoto, Japan, 2007, CD-ROM ThM1-C-1, 6pp. (査読有)

(12) S. Inoue and S. Yamada, “Generalized discrete software reliability modeling with effect of program size,” *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (Part A)*, Vol. 37, No. 2, pp.170-179, 2007. (査読有)

(13) Y. Tamura, S. Yamada, and M. Kimura, “A reliability assessment tool for distributed software development environment based on Java and J/Link,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 175, No. 1, pp.435-445, 2006. (査読有)

(14) 春日君夫, 福島利彦, 山田茂, 「実践的なソフトウェアプロセス監視活動の取り組み」, 第 25 回ソフトウェア品質シンポ

ジウム発表報文集，東京，2006。(査読有)

(15) 福島利彦，山田茂，「プロジェクトリスクを軽減するリスク・マネジメントと定量化分析」，プロジェクトマネジメント学会誌，Vol. 8, No. 4, pp. 31-36, 2006。(査読有)

(16) T. Toshihiko and S. Yamada, “Risk management techniques for quality software development and its quantitative evaluation,” Proceedings of the Twelfth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Chicago, U.S.A., 2006, pp. 379-383。(査読有)

(17) S. Yamada, M. Haramoto, T. Fukushima, and A. Fukuta, “Statistical analysis for early-stage software product quality prediction based on process measurement data,” Proceedings of the Twelfth ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Chicago, U.S.A., 2006, pp.57-61。(査読有)

(18) S. Yamada, “A human factor analysis for software reliability in design-review process,” International Journal of Performability Engineering, Vol. 2, No. 3, pp. 223-232, 2006。(査読有)

(19) Y. Tamura and S. Yamada, “Comparison of software reliability assessment methods for open source software and reliability assessment tool,” Journal of Computer Science, Vol. 2, No. 6, pp. 489-495, 2006。(査読有)

(20) 福島利彦，春日君夫，山田茂，「高品質ソフトウェア開発のためのリスク管理とその定量的評価」，ソフトウェアテストシンポジウム2006論文集，大阪，2006, pp. 52-59。(査読有)

〔図書〕(計13件)

(1) S. Yamada, “Springer Handbook of Performability Engineering,” Springer-Verlag, London, 2008, pp.1227-1237.

(2) T. Fukushima and S. Yamada, “Recent Advances in Reliability and Quality in Design,” Springer-Verlag, London, 2008, pp. 407-422.

(3) 山田茂，福島利彦，「品質指向ソフトウェアマネジメントー高品質ソフトウェア開発のためのプロジェクトマネジメントー」，森北出版，東京，2007，総135頁。

(4) S. Yamada and R. Matsuda, “Reliability Modeling, Analysis and Optimization,” World Scientific, Singapore, 2006, pp. 183-199.

(5) S. Yamada, “Springer Handbook of Engineering Statistics,” Springer-Verlag, London, 2006, pp. 497-506.

〔その他〕

<http://www.sse.tottori-u.ac.jp/hp-jouhou/hp-submit/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山田 茂 (YAMADA SHIGERU)  
鳥取大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号：50166708

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者