

# 判別分析に基づくソフトウェア開発プロジェクトの成功可否判定 手法の開発

江崎 和博<sup>†</sup> 桑原 希尽<sup>†</sup> 寒河江 徹<sup>†</sup>

**あらまし** ソフトウェア開発プロジェクトの成功のためには、リリース後の運用段階でプロジェクトの成功可否を客観的、定量的に判定し、次のプロジェクトの管理に反映することが極めて重要である。一方、プロジェクトの成功可否の定量的な判定に関する研究は見当たらない。近年、IPA/SEC（独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア高信頼化センター）により国内の多くのソフトウェア開発プロジェクトの属性に関する実績データの収集と蓄積が行われている。先行研究ではプロジェクト成功度の定義や成功要因に関する研究を行った。そこで、本論文では先行研究の結果を踏まえて、収集されたプロジェクト実績のピックデータに基づいて、プロジェクトの成功可否の客観的かつ定量的な判定手法の開発を試みた。本論文ではプロジェクト成功の基本概念及び判別分析に基づくプロジェクト成功可否の判定手法と、この判定手法に基づくプロジェクト成功可否の診断の有効性について述べる。

**キーワード** ソフトウェア開発、プロジェクト管理、プロジェクト成功度、判別分析

## 1. まえがき

情報化社会の進展に伴い多くの組織の経営課題の達成に向けた多くのシステム導入プロジェクトが進められている。一方、これらのシステムに組み込まれるソフトウェア開発の現場では、プロジェクト完了後のプロジェクトの成功可否がベテランのプロジェクトマネージャによる過去の類似プロジェクトの経験や感に基づく主観的な判断で決定されている。しかしながら、開発期間中の顧客からの要求の追加や変更に伴って、納期やコストの変化により、プロジェクト成功可否の客観的な判断は、極めて困難である。もし、プロジェクトの成功可否の判定に誤りがあると結果的に、プロジェクトが収束しない、又は、本来、失敗したプロジェクトを成功と判断し、又は逆に成功したプロジェクトを失敗したと判断してしまい、組織のプロジェクトの成功に向けたPDCが回らず、取り組みの改善が進まない可能性がある。

従って、ソフトウェア開発プロジェクトの管理では、プロジェクトの成功可否を定量的、客観的に推定するための判定手法が必要と考えられる。

近年、プロジェクトを成功に導くための多くのプロジェクト管理手法[1-5]が提案され、先行研究では、プロジェクトの成功に向けた管理の視点[6]、[7]や成功要因[8]に関する提案がなされている。

しかし、これらのプロジェクト管理手法や先行研究は、研究対象となる実績データの件数が少ないことや、プロジェクトの属性が多岐にわたるため、あくまで概念レベルの定性的な議論にとどまり、ソフトウェア開発プロジェクトの成功可否の客観的かつ定量的な診断手法の研究は見当たらない。一方、筆者らの先行研究[9],[10]では、開発されたソフトウェア製品の信頼性の定量的な予測手法として、ソフトウェア開発の実績データにおける試験や設計段階の属性データである試験バグ発見密度や設計レビュー指摘密度に着目し、これらのソフトウェア開発期間中の属性データからソフトウェア製品リリース後の障害の発生を統計的に予測するモデルの開発を試み、その有効性を検証した。さらに、先行研究[11],[12]では、ソフトウェア設計段階の人的要因と設計業務の成果物である設計文書の信頼性の関係を明らかにするため実績データの不足を補う手法として実験計画法を

<sup>†</sup> 法政大学 理工学部 経営システム工学科, 東京都  
Department of Industrial & System Engineering Faculty of Science and  
Engineering, HOSEI University, 3-7-2 Kajino-cho, Koganei-shi, Tokyo,  
184-8584 Japan  
a) E-mail: kees959@hotmail.com

採用し、品質工学的アプローチにより人的要因とソフトウェア設計品質の定量的な関係を検証した。

近年、プロジェクト管理の改善を目的とする国家プロジェクトの一環として、IPA/SEC（独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア高信頼化センター）により、国内の情報サービス関連企業の3000件以上のソフトウェア開発プロジェクトの実績データ[14]の収集と蓄積が進められている。

そこで筆者は、先行研究[13]で、ソフトウェア開発プロジェクトの成功度の概念を明らかにするとともに、成功度に影響を及ぼす要因の特定を試みた。さらに本研究では、これらの多くのプロジェクト実績に関するビックデータを統計的に分析することにより、先行研究[13]で特定した、プロジェクトの成功可否に関係する属性データに着目して、ソフトウェア開発プロジェクトの成功可否を定量的、客観的に診断できる手法を開発できないかと考えた。もし、プロジェクト成功可否の客観的な判定が可能になれば、プロジェクトの適正な最終時期を決定できることや、失敗プロジェクトの分析により、次期プロジェクトの失敗防止に向けた改善につながる可能性がある。

そこで、本論文では、プロジェクトの成功可否を判定するために、図1に示す、プロジェクト管理の計画－実行管理－実績評価の枠組みに基づき、成功可否をプロジェクト完了段階で得られた実績データから推定するというアプローチを採用した。まず、表1に示すプロジェクト成功度の判定基準に基づいて成功度を定量化し、この結果に基づいて成功可否の識別(0:失敗, 1:成功)を行った。

次に、対象プロジェクトの成功可否とプロジェクト属性との相関分析の結果に基づいて、プロジェクト成功可否に関係すると考えられるプロジェクトの属性を特定した。さらに、本論文では、判別分析に基づいて、プロジェクトの成功可否を判定するため、0:失敗を-0.5, 1:成功を0.5の値に置き換え、プロジェクトの成功可否をプロジェクト属性に基づいて推定するためのモデルの開発を行った。又、プロジェクトの成功可否を診断するモデルの有意性を重回帰分析の結果に基づいて検証した。本論文では先行研究[9],[10]に基づく多変量解析のアプローチを採用した。

本論文では2章にプロジェクト管理の品質及び

成功度の概念、3章に研究の概要、解析対象データ及び解析プロセス、4章にプロジェクトの成功可否とプロジェクト属性（成功要因）間の関係の分析結果及び、プロジェクト成功可否の判定に向けた診断手法の有効性の検証結果と考察について述べ、5章で結論及び今後の研究の方向性について述べる。

## 2. プロジェクト管理品質の概念

### 2.1 プロジェクトの計画と実績

図1にソフトウェア開発プロジェクトの計画値と実績値及び管理プロセスの概念を示す。

ここで、ソフトウェア開発プロジェクトの計画プロセスの品質は、プロジェクト計画書に記述された品質、納期、コスト、開発規模、要員数、工数などの各種属性の計画値の見積もり精度と考えられる。一方、プロジェクト完了後の属性データの実績値はプロジェクトの計画と実行プロセスの結果の品質を示すと考えられる。

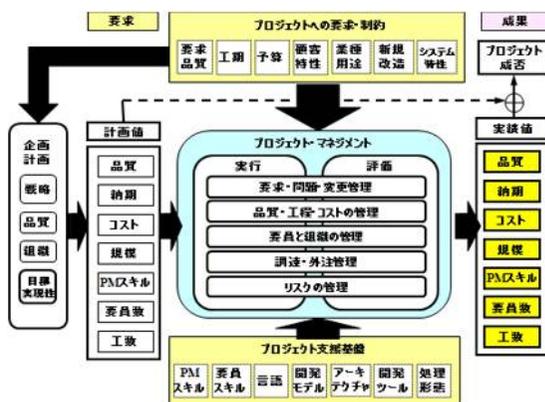


図1 ソフトウェア開発プロジェクトの計画と評価の枠組み  
Figure 1 Framework of Planning and Evaluation for Software Development Project

図1で、プロジェクト計画段階の属性は実行段階の属性に影響を及ぼし、最終的にはプロジェクトの結果の属性データに影響を及ぼすと考えられる。

従って、プロジェクトの計画及び実行段階のプロダクト及びプロセスの属性データの実績値とプロジェクトの成功可否には密接な関係があると考えられる。

表1 プロジェクト成功度の定量化基準と成功可否の判定基準  
 Table1 Assessment Criteria of Project Success Ratio

判定	品質 (Quality) の評価		納期 (Delivery) の評価		コスト (Cost) の評価		自己評価	
	計画精度	実績	計画精度	実績	計画精度	実績		
超過	a=1.0: 品質目標が明確で実行可能性を検討済	a=1.4: 計画値より20%以上少ない ( $0 \leq x \leq 80$ )	a=1.0: 納期計画の根拠が明確で実行可能性を検討済	a=1.4: 納期より前倒し ( $z < \text{計画納期}$ )	a=1.0: コスト算定の根拠が明確で実行可能性を検討済	a=1.4: 計画より10%以上少ないコストで達成 ( $0 \leq y \leq 90$ )	-----	
成功	a=1.0: 品質目標が明確で実行可能性を検討済み	b=1.0: 計画値以下 ( $80 < x \leq 100$ )	a=1.0: 納期計画の根拠が明確で実行可能性を検討済	b=1.0: 納期通り ( $z = \text{計画納期}$ )	a=1.0: コスト算定の根拠が明確で実行可能性を検討済	b=1.0: 計画通り ( $\pm 10\%$ 未済) ( $90 < y < 110$ )	a=1.0: QCD 全て成功	
失敗	a=1.0: 品質目標が明確で実行可能性を検討済	c=0.6: 計画値の50%以内の超過 ( $100 < x \leq 150$ )	a=1.0: 納期計画の根拠が明確で実行可能性を検討済み	c=0.6: 納期10日未満遅延 ( $\text{計画納期} < z < \text{計画納期} + 10$ )	a=1.0: コスト算定の根拠が明確で実行可能性を検討済み	c=0.6: 計画の30%以内の超過 ( $110 \leq y \leq 130$ )	b=0.60: QCDのうち2つは成功・概ね成功	
		d=0.2: 計画値の100%以内の超過 ( $150 < x \leq 200$ )		d=0.2: 納期30日未満遅延 ( $\text{計画納期} + 10 \leq z < \text{計画納期} + 30$ )		d=0.2: 計画の50%以内の超過 ( $130 < y \leq 150$ )		c=0.2: QCDのうち1つだけ成功・やや失敗
		e=1.0: 計画値の100%を超える超過 ( $200 < x$ )		e=1.0: 納期を30日以上遅延 ( $\text{計画納期} + 30 \leq z$ )		e=1.0: 計画の50%を超える超過 ( $150 < y$ )		d=1.0: QCDのうち成功が0・失敗した
	b=0.0: 品質目標不明確, 又は実行可能性未検討	-----	b=0.0: 納期計画の根拠不明確, 又は実行可能性未検討	-----	b=0.0: コスト算定の根拠不明確, 又は実行可能性未検討	-----	-----	-----
c=1.0: 計画なし	-----	c=1.0: 計画なし	-----	c=1.0: 計画なし	-----	-----	-----	

## 2.2 プロジェクト成功可否の判定基準

通常, プロジェクト成功可否の最終的な判断はプロジェクト完了後, 一定期間経過後に実施する顧客やプロジェクトメンバーなどの関係者に対するアンケート調査やヒアリングの結果に基づき, プロジェクトが初期の目的を達成したか否かと言う視点から総合的に行われる.

一方, 本論文では, IPA/SEC による属性データの収集範囲が, プロジェクトの開始から終了までの期間に限定されていることから, プロジェクト成功可否の判断を図1に示す, プロジェクトが計画書に記述された計画値通りに達成されたか否か, すなわち, 計画値と実績値の差異の視点から行った. 表1にプロジェクトの計画と実績の品質, 納期, コストの成功度の定量化基準及びプロジェクトメンバーの主観的な定量化基準を示す.

本論文では表1に示すプロジェクトの品質, 納期, コストの計画と実績の定性的な評価結果がアンケート調査などよりも具体的かつ客観的にプロジェクトの成功度を示す可能性が高いと考え, プロジェクト成功度の定義を行った.

### (1) 計画と実績の成功度の定量化

表1に示すように, IPA/SEC の属性データに含まれる品質, 納期, コストに関する計画の定性的

な評価結果の記述に対応して, -1.0.から1.0の値を設定した. 同様に実績の評価結果に対応して, -1.0から1.4の値を設定した.

### (2) プロジェクト成功度

計画と実績の品質, 納期, コストの視点から見たプロジェクトの成功可否の定性的な評価結果を表1に示す定量化基準に基づいて定量化した値を「成功度」と定義した. さらに, プロジェクトの総合的な成功度は品質, 納期, コストの成功度の総和から導いた.

### (3) プロジェクト成功度の自己評価

プロジェクトメンバーによる実績の成功可否の定性的な評価結果に表1の定量化基準を適用して定量化した値をプロジェクトの「成功度」とした.

### (4) プロジェクト成功可否の定義

表1で, 実績値が計画値に近ければ近いほどプロジェクトは成功したと判断できる. 実績値が計画値を下回った場合, プロジェクトは目標を達成できず失敗したと判定できる. 又, 実績値が計画値を上回った場合は, プロジェクトメンバーの努力や創意工夫の結果として計画値を上回る結果が得られたとも判断できる. 但し, 実績値が計画値を大幅に上回るケースでは, 目標値を達成可能な値よりも意識的に低く目に設定し, 元々の計画値の見積もり精度が悪い可能性もある. この場合のプロジェクトは本来, 得られるはずの妥当な期待

便益を得られず、利益損失や機会損失につながった可能性もある。従って、厳密にはプロジェクト計画の精度が良いと言う前提条件の下で品質、納期、コストの計画値と実績値が等しい場合のみ、プロジェクトが確実に成功したと判定できる。

但し、本論文では、IPA/SECのデータに計画段階の属性の実績データがほとんど存在しないことから、プロジェクトの成功可否を表1の成功度が1.0以上を成功、1.0以下を失敗と識別した。

### 3. 研究の概要

本論文ではプロジェクトの成功可否に関係するプロジェクト属性の特定に向けてIPA/SECの属性データ[14]から図2に示すプロジェクト属性データが記述され、表1に示すプロジェクト成功度の品質、納期、コストの定性的な評価結果が記述されたプロジェクトを抽出した。

次に、プロジェクトの成功可否とプロジェクト属性間の相関分析を行い、表3に示すようにプロジェクトの成功可否と相関の強いプロジェクト属性を特定した。又、成功可否に関係するプロジェクトの実行段階の属性を特定できればプロジェクト完了段階で成功可否の診断に利用できる可能性があると考え、プロジェクトの成功可否を特定したプロジェクト属性データの実績から推定するための複数の重回帰モデルの開発を試みた。さらに表5に示す、プロジェクト成功可否を推定するモデルの有効性の検証を行なった。

#### 3.1 解析の対象データ

図2はIPA/SECから提供されたプロジェクト属性データの収集項目の概要である。

これらの属性データはウォータフォールモデルをベースとしたソフトウェア開発方式に基づいており、2004年から2013年までの収集プロジェクトの件数が3325件、属性データの項目数は611件であるが、必ずしも、全ての属性データが記入されていないことに加え、データに欠損が見られるケースもあった。従って、本論文ではプロジェクト完了段階で、プロジェクトの成功可否を推定するモデルの開発に向けて、必要な属性データに欠損が無く、信頼性が認められ、且つ、表1の成功

度の定量化基準に基づいて、プロジェクトの計画と実績の成功度の値が得られ、プロジェクト総工数の規模が20人月以上のプロジェクトのみを抽出した。

その他	総括コメント
品質	発生不具合数、品質保証体制等
要員数	社内、外注の工程別平均要員数等
工期	計画、実績の工程別工期等
工数	総工数に含まれるフェーズ、レビュー実績工数等
システム規模	FP、SLOC、その他指標等
要員等スキル	PMスキル、要員スキル、業務分野の経験等
ユーザ要求管理	ユーザ担当者の業務経験、要求仕様の明確さ等
開発の進め方	開発ライフサイクルモデル、運用ケールの有無等
システム特性	主開発言語、アーキテクチャ、処理形態等
利用局面	業種、システムの用途、利用者数等
開発プロジェクト全数	計画、実績の評価(品質、コスト、工期)等
IPA/SEC内データ	データの信頼性等

図2 IPA/SECのプロジェクトデータの属性  
Figure 2 Attribute of Project Data of IPA/SEC

図3にプロジェクト成功可否の判定に向けて妥当性のある結果を得るための分析対象となるプロジェクト属性データの絞り込みの経緯を示す。



図3 解析データ抽出の経過  
Figure3 Progress of the extraction of analysis data

コストの定性的な成功度の計画と実績が記入された1650件のプロジェクトデータを抽出した。

次に、先行研究で明らかとなったプロジェクトの成功可否に関係する、平均要員数、不具合指摘件数などの属性データが記入された1026件の属性データを抽出した。さらに、プロジェクトの成功度に関係する設計レビュー指摘件数が記入され、事務局が属性データ間の整合性が認められ信頼性が高いと判定(A, B)した193件の解析対象プロジェクトを抽出した。最終的には、プロジェクトメンバーの定性的な自己評価結果及び開発規模、開

発工数などの基本属性が記入され、プロジェクトの規模が20人月以上で、データ欠損が認められず、成功可否判定手法の検証に有効と判断できた78件のプロジェクトを抽出した。

### 3.2 プロジェクト成功可否の推定

本論文ではプロジェクトの属性からプロジェクトの成功可否を推定するため、表3で特定したプロジェクトの成功可否と相関の強い属性を説明変数とする重回帰モデルを式(1)で定式化し、そのモデルの有効性を検証した。

$$y_i = r_0 + r_1 a_i + r_2 b_i + \dots + r_n d_i \quad (1)$$

$y_i$ : プロジェクト成功可否の推定値  
 $r_n$ : 偏回帰係数 ( $n=0\sim5$ )  
 $i$ : プロジェクトのサンプル番号  
 ( $i=1\sim N, N=78$ )

さらに、表4に示す、プロジェクトの成功可否推定モデルに基づいて導いた成功可否の推定結果と成功可否の実績から式(2)に基づき、表5に示す判定結果の的中率を求めた。

$$A = 1 - (\sum_{i=1}^N \sqrt{(y_i - Y_i)^2}) / N \quad (2)$$

$Y_i$ : プロジェクト成功可否の実績値

### 3.3 解析プロセス

本論文は以下の流れで進めた。

[手順1]最終的に抽出した78件のプロジェクト実績の定性的な自己評価とプロジェクトの品質、納期、コストの実績評価結果から表1に示す定量化基準に基づいて成功度を求め、成功度が3.0以上か以下でプロジェクト成功可否の0:失敗、1:成功の識別を行い、さらに、判別分析を行うために0:失敗は-0.5、1:成功は+0.5に置き換えた。

[手順2]78件のプロジェクト実績の成功可否の自己評価結果と表1の定義に基づいて定量化したプロジェクトの総合的な成功可否及び品質、納期、コストの成功可否間の相関分析を行い、表2に示すプロジェクト成功可否間の相関を検証した。

[手順3]プロジェクトの実績に関する総合的な成功可否、品質、納期、コストの成功可否と、先行研究で特定したIPA/SECの611項目の属性データに含まれるプロジェクトの成功と関係のある関連属性に着目して相関分析を行い、表3に示す、プロジェクト成功可否に相関の強い複数のプロジェクト属性を特定した。

[手順4]手順3で特定した属性を説明変数とし、プロジェクト成功可否の実績評価結果を目的変数として、プロジェクトの成功可否を推定するための複数の重回帰モデルを式(1)に基づき開発した。

[手順5]表4の重回帰分析の結果に基づき、手順4で開発したプロジェクトの成功可否を推定するモデルの有意性を検証した。

[手順6]手順4で開発したプロジェクトの成功可否を推定するモデルにプロジェクト属性データの実績値を適用して、表5に示す成功可否の推定値を求めると共に、成功可否の推定結果と実績から、式(2)に基づいて、成功可否の的中率を求め、手順4で開発した成功可否を診断するモデルの有効性を確認した。

## 4. プロジェクト成功可否判定手法の検証

本論文ではプロジェクト成功可否に関係するプロジェクトの属性を特定するための検証を行なった。

### 4.1 プロジェクト成功可否の相関分析

表2は表1で定義したプロジェクトの総合、品質、納期、コスト及び自己評価の成功度の相関分析の結果である。

表2 プロジェクト成功可否の属性間の相関分析  
Table 2 Result of correlation analysis among Attributes of Project Success

成功可否	プロジェクト実績の成功可否の評価						
	自己評価		客観評価				
	総合	品質	納期	コスト			
	$Y_1$	$Y_2$	$Y_{21}$	$Y_{22}$	$Y_{23}$		
客観評価	総合	$Y_2$	0.4525	1.0000			
	品質	$Y_{21}$	0.3214	0.7885	1.0000		
	納期	$Y_{22}$	0.3273	0.3900	0.2451	1.0000	
	コスト	$Y_{23}$	0.7040	0.5323	0.2522	0.2570	1.0000

表 3 プロジェクトの成功可否とプロジェクト属性間の相関分析  
Table3 Result of correlation analysis among Attributes of Project and Project Success

プロジェクトの属性		プロジェクト実績の成功可否の評価				
		自己評価	客観評価			
			総合	品質	納期	コスト
	$Y_{43}$	$Y_4$	$Y_{41}$	$Y_{42}$	$Y_{43}$	
平均要員数プロジェクト	Sa	-0.3542	-0.1566	-0.1179	-0.2238	-0.2677
ピーク要員数プロジェクト	Sb	-0.3593	-0.2031	-0.1510	-0.2378	-0.3172
平均要員数要件定義	Sa1	-0.4602	-0.1669	-0.0655	-0.2179	-0.3194
平均要員数基本設計	Sa2	-0.4786	-0.2871	-0.1783	-0.2554	-0.3916
平均要員数製作	Sa3	-0.4720	-0.2535	-0.1405	-0.2879	-0.3815
平均要員数結合テスト	Sa4	-0.4467	-0.1998	-0.2400	-0.3278	-0.2803
レビュー指摘件数プロジェクト全体	Sc	-0.1333	-0.1868	-0.0215	-0.2429	-0.2566
レビュー指摘件数要件定義	Sc1	-0.1089	-0.1409	0.0480	-0.2573	-0.2371
レビュー指摘件数基本設計	Sc2	-0.1691	-0.2184	-0.0921	-0.2503	-0.2720
レビュー指摘件数製作	Sc3	-0.1052	-0.1744	-0.0226	-0.2357	-0.2086
発生不具合数(重大)6ヶ月	Sd1	-0.3657	-0.0728	-0.1197	-0.1530	-0.2097
発生不具合数(中程度)6ヶ月	Sd2	-0.2981	-0.1500	-0.0962	-0.3727	-0.2492
発生不具合数(合計)6ヶ月	Sd3	-0.1142	-0.0633	-0.0391	0.0657	-0.1038
発生不具合数(合計)1ヶ月	Se1	-0.2743	-0.1526	-0.0636	-0.2747	-0.2681
発生不具合数(合計)3ヶ月	Se2	-0.3202	-0.1575	-0.1102	-0.3300	-0.2624
発生不具合数(合計)6ヶ月	Se3	-0.3259	-0.1623	-0.1060	-0.3210	-0.2723
実績工数(総計人時)要件定義	Sf	-0.1294	-0.1636	0.0292	-0.2274	-0.2926
実績工数(総計人時)基本設計	Sf1	-0.1615	-0.2239	-0.0144	-0.2252	-0.3263
実績工数(総計人時)製作	Sf2	-0.1812	-0.1964	-0.0312	-0.1755	-0.2896
実績工数(総計人時)結合テスト	Sf3	-0.2100	-0.1085	-0.1433	-0.1702	-0.1144
実績工数(総計)プロジェクト全体	Sg	0.1168	0.1190	0.0842	0.0609	0.1210
外注実績(工数)プロジェクト全体	Sg1	0.0812	0.0726	0.0480	0.0506	0.0902
実績工数(社内計)プロジェクト全体	Sg2	0.0956	0.1079	0.0798	0.0414	0.0929
実績工数(管理)プロジェクト全体	Sg3	0.0241	0.0263	-0.0027	-0.0025	0.0611
開発規模 実測値_SLOC	Sh	0.0202	-0.0433	0.0167	-0.1242	-0.0410

表 2 から、プロジェクト成功可否の自己評価結果: $Y_1$ と総合、品質: $Y_{21}$ 、納期: $Y_{22}$ 、コスト: $Y_{23}$ の視点から見たプロジェクトの客観評価の結果には相関が認められ、表 1 で定義したプロジェクト成功可否の定量化基準に基づく品質: $Y_{21}$ 、納期: $Y_{22}$ 、コスト: $Y_{23}$ の成功可否の実績値から自己評価: $Y_1$ の結果が推定できる可能性が認められる。

さらに、プロジェクトの成功可否の客観評価のコストの成功可否と品質: $Y_{21}$ 、納期: $Y_{22}$ の成功可否にも相関が認められる。

#### 4.2 プロジェクト成功可否と関連属性の相関分析

表 3 はプロジェクトの成功可否と特に強い相関が認められたプロジェクトの属性及びその他の基本属性をまとめたものである。表 3 から、プロジェクト実績の自己評価: $Y_1$ の成功可否と平均要員数基本設計: $Sa2$ 、発生不具合数(重大)6ヶ月: $Sd1$ 、

発生不具合現象数(6ヶ月): $Se3$ の間で強い負の相関が認められる。従って、これらの属性データの値が大きいほどプロジェクトの成功率が低下することが確認できる。一方、客観評価では納期: $Y_{22}$ 及びコスト: $Y_{23}$ の成功可否と平均要員数基本設計: $Sa2$ 、レビュー指摘件数基本設計: $Sc2$ 、発生不具合数(重大)6ヶ月: $Sd1$ 、発生不具合現象数(6ヶ月): $Se3$ 、実績工数(総計人時)基本設計: $Sf1$ などの属性間で強い負の相関が認められ、これらの属性の値が大きいほどプロジェクトの成功率が低下することが確認できる。一方、プロジェクトの成功可否と実績工数(総計)プロジェクト全体: $Sg$ 及び開発規模実測値\_SLOC: $Sh$ などの属性との相関は認められない。

従って、プロジェクトの成功可否の判定には、平均要員数基本設計: $Sa2$ 、レビュー指摘件数基本設計: $Sc2$ 、発生不具合数(重大)6ヶ月: $Sd1$ 、発生不具合現象数(6ヶ月): $Se3$ 、実績工数(総計人時)基本設計: $Sf1$ などの属性に着目する必要性が認められた。

表 4 プロジェクト成功可否を判定するモデルの重回帰分析の結果  
 Table 4 Result of Multiple regressions analysis among concerning Attributes of Project Success

説明変数の属性	変数	係数	成功可否に関する目的変数				
			成功可否 自己評価	成功可否の客観評価			
				総合	品質	納期	コスト
			$y_1$	$y_2$	$y_{21}$	$y_{22}$	$y_{23}$
平均要員数_基本設計	$Sa2$	$r_1$	-0.0321	-0.0454	-0.0403	0.0024	-0.0196
レビュー指摘件数_基本設計	$Sc2$	$r_2$	0.0002	-0.0001	-0.0002	-0.0001	0.0000
発生不具合現象数_重大 6ヶ月	$Sd1$	$r_3$	-0.0614	0.0632	0.0363	-0.0383	-0.0330
発生不具合現象数総計_6ヶ月	$Se3$	$r_4$	-0.0126	-0.0039	-0.0027	0.0002	-0.0037
実績工数_基本設計(総計人時)	$Sf1$	$r_5$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
定数項		$r_0$	0.3336	0.3778	0.3283	0.5008	0.4758
重回帰分析の結果	R:重相関係数		0.5364	0.4568	0.3181	0.5025	0.4766
	R <sup>2</sup> : 決定係数		0.2877	0.2087	0.1012	0.2525	0.2271
	F-値		5.8164	3.7978	1.6213	4.8639	4.2318
	P-値		0.0001	0.0041	0.1653	0.0007	0.0020
	F <sub>0</sub> (m, 78, 0.05)		2.3683	2.3683	2.3683	2.3683	2.3683
	F <sub>0</sub> (m, 78, 0.01)		3.3389	3.3389	3.3389	3.3389	3.3389
	M =		5	5	5	5	5

$y_i$ : プロジェクト属性に基づくプロジェクト成功可否の推定値  $r_n$ : 偏回帰係数 ( $n = 0 \sim 5$ )

表 5 プロジェクト成功可否の判定結果と的中率の抜粋  
 Table 5 Result of Estimation of Project Success and Hitting ratio

$S_i$	プロジェクトの成功可否																								
	自己評価			総合評価			品質			納期			原価												
	実績	推定	差分	実績	推定	差分	実績	推定	差分	実績	推定	差分	実績	推定	差分										
$S_{63}$	-0.5	0	0.1	1	1	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	0.3	1	0	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.3	1	1
$S_{64}$	-0.5	0	0.0	0	0	-0.5	0	0.0	0	0	-0.5	0	0.2	1	1	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.2	1	0
$S_{65}$	-0.5	0	-0.3	0	0	-0.5	0	0.0	0	0	-0.5	0	-0.2	0	0	0.5	1	0.1	1	0	-0.5	0	0.0	0	0
$S_{66}$	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.4	1	0
$S_{67}$	-0.5	0	-0.8	0	0	0.5	1	-0.2	0	1	0.5	1	-0.3	0	1	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	-0.2	0	1
$S_{68}$	-0.5	0	-0.7	0	0	-0.5	0	-0.2	0	0	-0.5	0	0.0	0	0	-0.5	0	0.2	1	1	-0.5	0	-0.3	0	0
$S_{69}$	-0.5	0	-0.5	0	0	-0.5	0	-0.4	0	0	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.3	1	0	-0.5	0	-0.3	0	0
$S_{70}$	0.5	1	0.2		0	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.5	1	0	0.5	1	0.4	1	0
$S_{71}$	-0.5	0	-0.3	0	0	-0.5	0	-0.3	0	0	-0.5	0	-0.2	0	0	0.5	1	0.3	1	0	-0.5	0	0.0	0	0
$S_{72}$	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	0.0	0	1	0.5	1	0.3	1	0	0.5	1	0.3	1	0	0.5	1	0.2	1	0
$S_{73}$	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	0.0	0	1	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.2	1	0
$S_{74}$	-0.5	0	0.3	1	1	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.5	1	0	0.5	1	0.4	1	0
$S_{75}$	0.5	1	-0.1	0	1	-0.5	0	-0.3	0	0	-0.5	0	0.0	0	0	0.5	1	0.2	1	0	0.5	1	0.0	0	1
$S_{76}$	0.5	1	0.1	1	0	-0.5	0	0.1	1	1	0.5	1	0.2	1	1	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.3	1	0
$S_{77}$	-0.5	0	-0.5	0	0	-0.5	0	-0.8	0	0	0.5	1	0.2	1	0	-0.5	0	-0.2	0	0	-0.5	0	-0.6	0	0
$S_{78}$	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	0.1	1	0	0.5	1	0.3	1	0	0.5	1	0.4	1	0	0.5	1	0.3	1	0
合計					2				1					2					3						1
的中率					2				9					2					3						3
	0.72			0.76			0.72			0.96			0.83												

$S_i$ : サンプルプロジェクト  $i$ : サンプル No ( $i = 63 \sim 78$ )

### 4.3 成功可否の判定手法の検証と考察

表4にプロジェクト成功可否を判定するために開発したモデルの重回帰分析の結果を示す。表4から自己評価: $y_1$ の成功可否を推定するモデルの重回帰分析の結果は、重相関係数が0.5364,決定係数が0.2877, F値は5.8164 ( $F_0=3.3389, m=5$ ), P値は0.0001で1%の有意性が認められる。客観評価についても総合: $y_2$ , 納期: $y_{22}$ , コスト: $y_{23}$ , のF値で1%の有意性が認められ, 表4に示し成功可否判定のためのモデルの有効性が確認できる。

一方, 品質: $y_{21}$ は重相関係数が0.3181,決定係数が0.1012, F値は1.6213 ( $F_0=2.3683, m=5$ )でモデルの5%有意性が認められない。次にモデルから推定したプロジェクトの成功可否の推定値と実績値及び的中率を表5に示す。表5から, 最終的に求めた成功可否の推定値 $>0$ の場合は1:成功,  $\leq 0$ の場合は0:失敗に置き換えて判定結果を求め成功可否の実績と判定結果に式(2)を適用して成功可否の的中率を求めるとプロジェクトの成功可否の的中率は納期: $y_{22}$ で96%, コスト: $y_{23}$ , で83%となり, 成功可否の判定結果に有効性の高いことが確認できる。一方, 総合: $y_2$ 及び品質: $y_{21}$ の的中率は76%, 73%と低く, 自己評価: $y_1$ も72%と低いので成功可否の判定の有効性は不十分と考えられる。

ここで, 総合及び品質の成功可否の的中率が低い原因は, 品質の成功可否ではレビュー指摘件数や不具合現象数にソフトウェアの開発規模や実績工数が考慮されていないためと考えられ, さらに, 総合は品質の成功可否の影響を受けるためと考えられる。

## 5. おわりに

本論文ではプロジェクト属性データの実績値から客観的, 定量的な成功可否の判定を可能にするモデルの開発を試み, その有効性を確認した。

本論文の結果からプロジェクト完了時点の成功可否の診断には自己評価より客観評価の方が, より有効性が高い可能性を確認した。又, 成功可否の診断では開発方式や言語に依存しやすい開発規模でなく, 基本設計のレビュー指摘件数, 工数(人時), 平均要員数, 不具合現象数などの属性に着目

する必要性を確認した。今後の課題としてはプロジェクト早期の計画・設計段階から成功可否を予測する手法の開発を試みる予定である。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり, 研究データを提供いただいたIPA/SECの山下様, 三縄様に深く感謝します。

### 参考文献

- [1] 江崎和博監修:プロジェクトマネジメント,共立出版(2012)
- [2] Project Management Institute:プロジェクトマネジメント知識体系ガイド(PMBOKガイド)第4版(2008)
- [3] 日本プロジェクトマネジメント協会:P2Mプロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック,日本能率協会(2008)
- [4] 江崎和博:経営視点から見たIT投資における総合的なリスク・マネジメント,プロジェクトマネジメント学会誌,Vol.6, No.4, pp.9-14(2004)
- [5] Turner,J.R: The handbook of project-based management:Improving the process for achieving strategic objectives, London: McGraw-Hill(1999)
- [6] R.Turner, R.Zolin: Forecasting Success on Large Projects:Developing Reliable Scales to Predict Multiple Perspectives by Multiple Stakeholders Over Multiple Time Frames, Project Management Journal,Vol.43,No.5, pp.87-99(2012)
- [7] R. Atkinson: Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria, International Journal of Project Management Vol.17,No.6, pp.337-342(1999)
- [8] T.Cooke-Davies: The "real" success factors on project, International Journal of Project Management 20, pp.185-190(2002)
- [9] 江崎和博,山田茂,高橋宗雄:設計レビュー過程の属性に基づくソフトウェア信頼性予測モデルとその評価,プロジェクトマネジメント学会誌,Vol.3, No.2, pp.27-32(2001)
- [10] K.Esaki, M.Takahashi: A model for program error prediction based on testing characteristics and its evaluation International Journal of Reliability, Quality and Safety ,Engineering , Vol.6, No.1, pp.7-18(1999)
- [11] 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)
- [12] 江崎和博,山田茂,高橋宗雄,日原圭祐:ソフトウェア設計過程の信頼性に影響を及ぼす人的要因の品質工学的アプローチ,電子情報通信学会論文誌,Vol.J83-A, No.7, pp.875-882(2000)
- [13] 江崎和博:情報システム開発プロジェクトの品質に影響を及ぼす要因の研究,情報システムと社会環境研究会第129回研究発表会, pp1-8(2014)
- [14] IPA/SEC, 独立行政法人情報処理推進機構(IPA)技術本部:ソフトウェア開発データ白書 2012-2013(2012)