

ソフトウェア開発プロジェクトの工期と成功 可否の関係の研究

桑原, 希尽 / KUWAHARA, Kizuku

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

57

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

6

(発行年 / Year)

2016-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00013374>

ソフトウェア開発プロジェクトの工期と 成功可否の関係の研究

THE STUDY OF RELATIONS BETWEEN TERM OF WORKS AND
SUCCESS OR FAILURE OF SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT

桑原希尽

Kizuku KUWAHARA

指導教員 江崎和博

法政大学大学院理工学研究科システム工学専攻修士課程

In recent years, by information-oriented society, many companies proceed with projects that introduce information systems into their management activities. Under these circumstances, from the viewpoint of the IT vendors and solution providers, it is possible that the specification changes occur in such software development projects. Therefore if we can judge success or failure of such a software project, the success degree of the project will be improved. In this study, we try to develop the two judgment techniques of success or failure of the software development project based on the term of works. Moreover, taking into consideration of the information of the specification change, we construct the models by multiple regression analysis and linear discriminant analysis. We investigate the effectiveness of the judgment technique by hitting ratio.

Key Words : *specification change, success or failure, term of works, linear discriminant analysis, hitting ratio*

1. はじめに

近年、情報化社会の発展に伴い、多くの企業が課題解決に向けた情報システムを導入するプロジェクト[1]を進めている。これらの情報システムに組み込まれるソフトウェアの開発現場では、そのプロジェクト関係者の過去の経験や勘といった主観も含んだ状態で、プロジェクト完了時点での成功可否の判断が下されている。しかし、このような形でプロジェクトの成功可否を判断してしまうと、本来、失敗したプロジェクトを成功、逆に成功したプロジェクトを失敗と判断し、プロジェクトの成功可否の評価の誤りが生じてしまう。失敗したプロジェクトを成功したと評価してしまうとPDCサイクルが回らず、成功に向けた組織的な改善が進まない可能性が出てくる。

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、国内における多くのソフトウェア開発プロジェクトデータ[2]の収集と蓄積が行われている。そこで、プロジェクトの成功可否を客観的に判断できれば、失敗プロジェクトを分析し、次のプロジェクトの失敗防止に向けた改善を行うことが可能になる。したがって、ソフトウェア開発プロジェクトのマネジメントには、プロジェクトの成功可否を客観的に判断するための手法が必要だと考えられる。

一方、ソフトウェア開発プロジェクトに関する研究は先行研究が行われているが、成功可否の定義[3]が曖昧なままの研究が多く、各企業によって成功の判断がまちまちとなっている。このような状態でプロジェクトの成功可否を判断しても有用な結果が得られるはずがないと考え、プロジェクトの成功を定義することの重要性を認識した。さらに、ソフトウェア開発では開発期間中に仕様の変更が発生する場合があります、このような動的なプロジェクトにも対応していかなければならない。

そこで、本研究では仕様変更の情報も考慮することで、この分野における他の研究との新規性を見出した。また、プロジェクトのマネジメントでは、QCD（Quality:品質, Cost:原価, Delivery:工期）の観点が必要であり、プロジェクトの成功には特に工期が重要になると考えられる。仕様変更の情報を含むプロジェクトの工期が遅れたかどうかを客観的に判断できるだけでもプロジェクトの成功に大きく近づくと考えられる。そこで、本研究では工期に着目して研究を進めた。

本研究では、プロジェクトの成功度を定義[3]した上でプロジェクトの成功可否を推定するモデルを、多変量解析[3,4,5,6]を用いて構築し、有意性の検証を行った。

次に、成功可否を診断する方法では、成功可否を判別

する閾値を変化させることにより成功可否判定的中率の推移を観測し、最も中率の高い閾値を導いた。さらに、プロジェクト全体及びの工期の成功可否を判定するための手法の有効性について検証した。

2. 解析対象データ

本研究では、IPA/SEC が収集している 2004 年から 2014 年までの国内のソフトウェア開発プロジェクトのデータを使用した。このデータは、3325 件のプロジェクトを含み、各々のプロジェクトに対して 611 項目の属性データを収集している。解析対象データとして、プロジェクトの成功可否に必要な属性データに欠損が無く、データの信頼性が B 以上で、平均要員数の規模が 3 人以上の規模のプロジェクトを抽出した。大きな仕様変更が発生したプロジェクトを除いて、最終的に、開発期間中に大きな仕様変更が発生しなかった 56 件のプロジェクトデータを対象とした。

3. プロジェクトの成功可否の概念

(1) プロジェクトの成功可否の判定

本研究では、IPA/SEC のプロジェクトの総合的な成功可否を QCD の成功可否の視点から評価する方が、より具体的かつ客観的にプロジェクトの成功可否を示す可能性が高いと考えた。また、データの収集範囲がプロジェクトの計画段階から完了段階までと限られているため、表 1、表 2 に示す成功可否の判定基準を定義した[3]。

表 1 プロジェクト計画の成功可否の判定基準[3]

	成功	失敗
品質	規模の属性の「目標値」の根拠が明確で実行可能性を検討済	規模の属性の「目標値」の根拠が不明確又は実行可能性未検討、計画無し
工期		
原価		
総合	「品質」「工期」「原価」計画の全てが成功	「品質」「工期」「原価」計画のいずれか又は全てが失敗

表 2 プロジェクト実績の成功可否の判定基準[3]

計画	自己評価実績	
	失敗	成功
判定	成功	品質、工期、原価実績のいずれか、又は全てが失敗
	失敗	品質、工期、原価実績の全てが成功
		判定不可能

(2) 成功度の定量化基準

本研究では、IPA/SEC のプロジェクトデータに記述された成功可否の自己評価及び QCD の定性的な評価結果に対して、成功度という定量的な指標を導入した[3]。

成功度は、プロジェクトが成功したか失敗かの程度を定量的に示すために定義した。表 3 に QCD の実績の成功

度の定量化基準を示す。成功度は表 3 に示すようにプロジェクトの QCD の計画の定性的な評価結果が成功という前提のもとに、プロジェクトの実績の評価で、「実績値」が「計画値」に一致している度合いで評価した[3]。さらに、成功度はプロジェクトの規模のデータの「実績値」が「計画値」を下回る程度が大きい程、成功の程度が大きいと考えて高い値を設定した。以上のことから、プロジェクトの総合的な成功度：12oc はプロジェクトの Q : 124d, D : 125d, C : 123d の成功度を加えて式(1)で導いた。

$$12oc = 124d + 125d + 123d \quad (1)$$

表 3 QCD の成功度の定量化基準[3]

	品質評価_124d	工期評価_125d	原価評価_123d
優良	a=1.2 : 計画値より 20%以上少ない $0\% \leq x \leq 80\%$	a=1.2 : 納期より前倒し $y < \text{計画納期}$	a=1.2 : 計画より 10%以上少ない 原価で達成 $0\% \leq z \leq 90\%$
成功	b=1.0 : 計画値以下 $80\% < x \leq 100\%$	b=1.0 : 納期通り $y = \text{計画納期}$	b=1.0 : 計画通り ($\pm 10\%$) $90 < z \leq 110\%$
失敗	c=0.8 : 計画値の 50%以内の超過 $100\% < x \leq 150\%$	c=0.8 : 納期 10 日未済遅延 $\text{計画納期} < y < \text{計画納期} + 10 \text{ 日}$	c=0.8 : 計画の 30%以内の超過 $110\% < z \leq 130\%$
	d=0.6 : 計画値の 100%以内超過 $50\% < x \leq 200\%$	d=0.6 : 納期 30 日未済遅延 $\text{計画納期} + 10 \text{ 日} \leq y < \text{計画納期} + 30 \text{ 日}$	d=0.6 : 計画の 50%以内の超過 $130\% < z \leq 150\%$
	e=0.2 : 計画値の 100%超過 $200\% < x$	e=0.2 : 納期を 30 日以上遅延 $\text{計画納期} + 30 \text{ 日} \leq y$	e=0.2 : 計画値の 100%を超える超過 $150\% < z$

4. 線形判別分析

(1) 線形判別分析とは

線形判別分析は、2つの A 群、B 群に対して、サンプルが A 群に属するか、または B 群に属するかを判別する手法である。したがって、サンプルの所属する群を判別するためには、図 1 のように 1 本の線で 2 つの群に分離しておく必要がある。

図 1 に示されている z を導く式を判別関数という。そして、この判別関数は、 z を 2 つの群に分ける最適な境界線となる。判別関数に説明変数の値を代入して、 z が正の値か負の値かによって、そのサンプルを判別する。判別関数の求め方は、最小二乗法により係数を求める[7,8,9]。

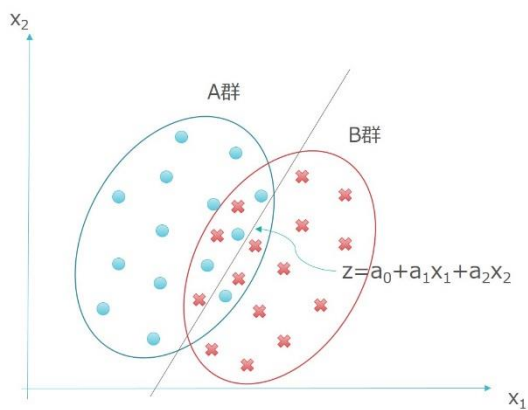


図1 判別関数によるzの判別の概念

本研究では、重回帰分析を利用して判別関数を求めることにした。その理由としては、重回帰分析に使用する属性データの数が多く、判別関数に使用できる適切な変数を選択できるからである。

(2) 分析の手順

1. 目的変数の値を変換する。
2. 重回帰分析を用いて分析し、求めた回帰式を判別式とする。
3. 判別式を用いて推定値を求め、判別的中率を求める。
4. 的中率をもとに判別式の有効性を検証する。

以上の手順で成功度を推定するモデルを構築し、そのモデルの有効性を検討する。

5. 解析手法

(1) 成功度の推定

重回帰分析と線形判別分析の2つの方法を用いて式(1)で求めたプロジェクトの総合的な成功度及び工期の成功度を推定するモデルを構築し、その有意性を検証した。次に、成功度を推定するモデルで求めた成功度の推定値から成功可否を判別する方法の有効性を成功可否の実績値と推定値の誤差から求めた的中率により比較検証した。

(2) 閾値の決定

本研究では成功可否の判定精度を向上させるため、判別の閾値を変化させて、成功可否の的中率が最も高くなる閾値を決定した。実績値の成功可否を判定する際に採用した閾値は、総合的なプロジェクト実績(12oc)が3.00、工期の実績評価(125d)が1.00である。しかし、推定値には推定誤差があるので、推定値に実績値を判定する閾値を適用しても、精度の高い判定はできないと考えられる。そこで、成功度の推定誤差も考慮して、最適な閾値を決定する方法を考えた。まず、表4に示すように12ocを目的変数とした成功度推定モデルの閾値を0.01刻みに変化させ、成功可否の判定を行い、実績値と推定値の判定結果の的中率が最も高くなる値を閾値として採用した。また、的中率が高くなる閾値に幅がある場合には、その中央値を閾値として採用した。次に、12ocの成功可否を変換した変数を12oc3、線形判別モデルの誤差も考慮して、

閾値を-1.00~1.00の範囲で0.01刻みにして変化させて成功可否を判定し、的中率が最も高くなる値を閾値として採用した。

一方、工期の成功度125dを目的変数とするモデルでは、閾値を0.00~1.00の範囲で0.01刻みに変化させて、成功可否の的中率が最も高くなる値を閾値として採用した。12ocと同様に125dの成功可否を変換した変数を125d3とし、12oc3と同様に閾値を変化させて的中率が最も高くなる値を閾値として採用した。

表4 閾値の範囲と刻み幅

目的変数	閾値の範囲	刻み
12oc	2.00~3.00	0.01
12oc3	-1.00~1.00	0.01
125d	0.00~1.00	0.01
125d3	-1.00~1.00	0.01

6. 成功可否判定手法の開発

(1) 成功度の推定値に基づく判定手法

成功可否を診断する手法の開発では、まず、目的変数を12oc及び125dの2つとし、それぞれに対して成功度を推定するための重回帰モデルを開発した。次に、重回帰分析の結果からモデルの有意性を確認した。さらに、成功度の実績値と推定値から求めた成功可否の判定結果の的中率が最大になる判定の閾値を変化させることによりモデルの有効性を検証した。成功度を推定するモデルの開発では説明変数の多重共線性を考慮した。

a) 総合的なプロジェクト実績の成功度(12oc)

式(2)に12ocを推定する重回帰モデルを示す。

$$Y_{12oc} = 3.158 - 0.00005x_{42} - 0.00008x_{46} - 12.310x_{74} - 5.202x_{76} + 0.0002x_{77} \quad (2)$$

x_{42} : 10053_実績工数(総計人時)_基本設計

x_{46} : 10057_実績工数(総計人時)_総合テスト(ベンダ確認)

x_{74} : 5249m_単位工数当たりの設計フェーズ別レビュー指摘件数基本設計

x_{76} : 10080m_単位工数当たりのレビュー指摘件数_製作

x_{77} : 10077_レビュー指摘件数_プロジェクト全体

b) 工期の実績の成功度(125d)

式(3)に125dを推定する重回帰モデルを示す。

$$Y_{125d} = 1.169 - 1.069x_{33} - 0.00001x_{40} + 0.0001x_{71} - 9.466x_{74} + 0.0006x_{79} - 0.00003x_{88} \quad (3)$$

x_{33} : 10052m_単位工数当たりの実績工数(総計人時)_要件定義

x_{40} : 10050_実績工数(総計人時)_プロジェクト全体

x_{71} : 5185nh_実績工数(管理人時)プロジェクト全体

x_{74} : 5249m_単位工数当たりの設計フェーズ別レビュー指摘件

数基本設計

x_{79} : 5249_設計フェーズ別レビュー指摘件数基本設計

x_{88} : 11015_プロジェクト開発工数計画値(基本設計開始時点)

(2) 線形判別モデルに基づく判定手法

a) 総合的なプロジェクト実績の成功可否(12oc3)

式(4)にプロジェクト実績の成功可否(12oc1)を変換した変数(12oc3)を目的変数としたモデルを示す。

$$Y_{12oc3} = 0.335 - 0.0002x_{42} + 0.0001x_{43} - 0.0001x_{46} - 14.433x_{74} + 10.512x_{75} - 0.00002x_{88} \quad (4)$$

x_{42} : 10053_実績工数 (総計人時) _基本設計

x_{43} : 10054_実績工数 (総計人時) _詳細設計

x_{46} : 10057_実績工数 (総計人時) _総合テスト (ベンダ確認)

x_{74} : 5249m_単位工数当たりの設計フェーズ別レビュー指摘件数基本設計

x_{75} : 5250m_単位工数当たりの設計フェーズ別レビュー指摘件数詳細設計

数詳細設計

x_{88} : 11015_プロジェクト開発工数計画値(基本設計開始時点)

b) 工期の実績の成功可否(125d3)

式(5)にプロジェクトの工期の実績評価の成功可否(125d1)を変換した変数(125d3)を目的変数としたモデルを示す。

$$Y_{125d3} = 0.288 - 2.008x_{33} - 0.00002x_{40} + 0.0002x_{71} + 2.875x_{72} - 19.335x_{74} + 0.0008x_{79} - 0.00003x_{88} \quad (5)$$

x_{33} : 10052m_単位工数当たりの実績工数 (総計人時) _要件定義

x_{40} : 10050_実績工数 (総計人時) _プロジェクト全体

x_{71} : 5185nh_実績工数 (管理人時) プロジェクト全体

x_{72} : 10077m_単位工数当たりのレビュー指摘件数_プロジェクト全体

x_{74} : 5249m_単位工数当たりの設計フェーズ別レビュー指摘件数基本設計

数基本設計

x_{79} : 5249_設計フェーズ別レビュー指摘件数基本設計

x_{88} : 11015_プロジェクト開発工数計画値(基本設計開始時点)

7. 分析結果

(1) プロジェクト実績の重回帰分析の結果

a) 成功可否識別モデル

図2にプロジェクト実績の成功度12ocを目的変数とした重回帰分析の結果を示す。図3に成功可否判定の閾値と的中率の推移を示す。

	目的変数名	重相関係数	寄与率R ²	R ^{**2}	AIC	
	12oc	0.842	0.71	0.68	0.651	-18.697
要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P値 (上側)
回帰	4.342	5	0.868	23.946	**	0
残差	1.777	49	0.036			
計	6.119	54				

[**: 1%有意 * : 5%有意]

図2 12ocの重回帰分析の結果

図2より重相関係数は0.842, 寄与率は0.71である。また, 分散比は23.946>F(5,49,0.01), p値は0となり, モデルは1%有意である。

図3より実績値の成功可否の判定に使用した閾値は3.00を採用し, その時の的中率は60.7%である。そして, 閾値の変化による目的変数12ocの成功可否が最も高い中の率は75.0%となり, その時の閾値は2.81となる。したがって, 総合的なプロジェクト実績の推定値の成功可否を判定する閾値は2.81を採用した。

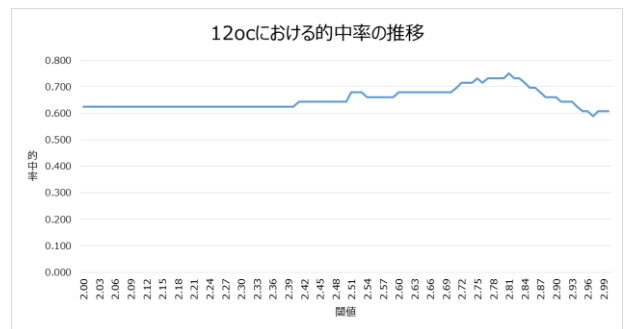


図3 12ocにおける的中率の推移

b) 線形判別モデル

12oc3を目的変数とした重回帰分析の結果は図4に示す。さらに, 成功可否の判定の閾値を変化させた中の率の推移を図5に示す。

	目的変数名	重相関係数	寄与率R ²	R ^{**2}	AIC	
	12oc3	0.698	0.488	0.425	0.364	57.198
要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P値 (上側)
回帰	6.515	6	1.086	7.775	**	0.00001
残差	6.843	49	0.14			
計	13.357	55				

[**: 1%有意 * : 5%有意]

図4 12oc3の重回帰分析の結果

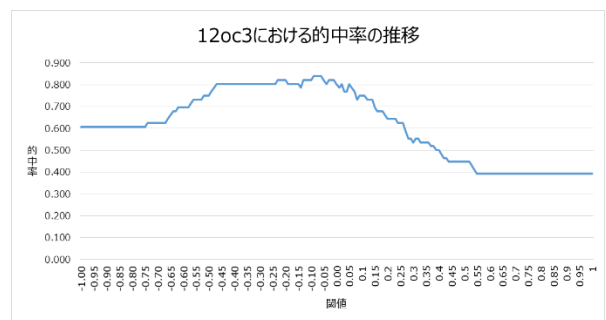


図5 12oc3における的中率の推移

図4より重相関係数は0.698、寄与率は0.488である。また、分散比は $7.775 > F(6,49,0.01)$ 、p値は0.00001となり、モデルは1%有意である。

このモデルは推定値が正なら成功、負なら失敗と成功可否が判定される。すなわち、0が成功可否を判定する閾値となっている。成功可否的中率は80.4%となった。閾値の変化による成功可否判定が最も高い中率は83.9%となり、その時の閾値は-0.09~-0.06の間になる。したがって、総合的なプロジェクト実績の推定値の成功可否を判定する閾値は-0.09~-0.06の中央値の-0.075を採用した。

(2) 工期実績の重回帰分析の結果

a) 成功可否識別モデル

工期実績の成功度125dを目的変数とした重回帰分析結果を図6に示す。さらに、成功可否判定の閾値を変化させた的中率の推移を図7に示す。

	目的変数名	重相関係数	寄与率R ²	R ^{**2}	AIC	
	125d	0.863	0.744	0.712	-82.586	
要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P値(上側)
回帰	1.561	6	0.26	23.287	**	0
残差	0.536	48	0.011			
計	2.097	54				

[**: 1%有意 * : 5%有意]

図6 125dの重回帰分析の結果

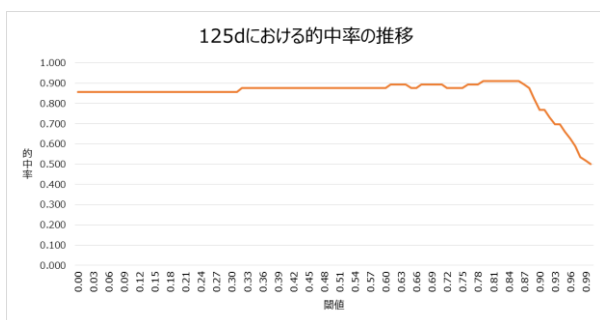


図7 125dにおける的中率の推移

図6より重相関係数は0.863、寄与率は0.744である。また、分散比は $23.287 > F(6,48,0.01)$ 、p値は0となり、モデルは1%有意である。

実績値の成功可否の判定に使用した閾値は1.00を採用し、その時の的中率は図7より50.0%である。そして、閾値の変化による目的変数125dの成功可否が最も高い中率は91.1%となり、その時の閾値は0.79~0.86の間になる。したがって、125dの成功可否を判定する閾値は0.79~0.86の中央値の0.825を採用した。

b) 線形判別モデル

125d3を目的変数とした重回帰分析結果を図8に示す。さらに、成功可否判定の閾値を変化させた的中率の推移を図9に示す。

	目的変数名	重相関係数	寄与率R ²	R ^{**2}	AIC	
	125d3	0.688	0.473	0.396	0.322	
要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P値(上側)
回帰	3.245	7	0.464	6.158	**	0.00004
残差	3.613	48	0.075			
計	6.857	55				

[**: 1%有意 * : 5%有意]

図8 125d3の重回帰分析結果

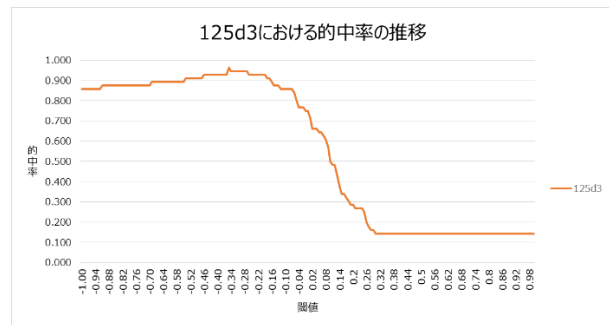


図9 125d3における的中率の推移

図8より重相関係数は0.688、寄与率は0.473である。また、分散比は $6.158 > F(7,48,0.01)$ 、p値は0.00004となり、モデルは1%有意である。

0を閾値とした成功可否的中率は75.0%となった。閾値の変化による成功可否判定が最も高い中率は96.4%となり、その時の閾値は-0.35となる。したがって、工期の実績評価の推定値の成功可否を判定する閾値は-0.35を採用した。

(3) 分析結果のまとめ

総合的なプロジェクトの実績の成功可否と工期の実績の成功可否的中率と閾値をまとめたものを表5に示す。

表5 各モデルにおける的中率と閾値

	変化前		変化後	
	的中率	閾値	的中率	閾値
12oc	0.607	3.00	0.750	2.81
12oc3	0.804	0.00	0.839	-0.075
125d	0.500	1.00	0.911	0.825
125d3	0.750	0.00	0.964	-0.35

表5より総合的なプロジェクトの成功可否の判定結果と工期の成功可否の判定結果を比較すると、工期の判定の方が的中率は高い。さらに、成功可否識別モデルよりも線形判別モデルの方が的中率は高い。

8. 考察

成功度推定モデル(以下、識別モデル)と線形判別モデル(以下、判別モデル)の判定精度を比較検証した。

識別モデルでは成功度の推定値から成功可否を判定している。閾値の変化を用いた手法は、成功度の推定誤差を考慮したものであり、誤差が小さい方が効果を発揮すると考えられる。閾値の変化前と後で成功可否的中率

が大きく異なっており、成功率推定モデルでは成功可否の判定の閾値を決めることで、判定の精度が改善できると考えられる。したがって、本研究の閾値の決定方法が有効であり、成功率を用いて成功可否を判定する場合の識別モデルには有効であると考えられる。さらに、識別モデルの方が比較的に重相関係数 R と寄与率 R^2 が高くなっている。一方、閾値を変化させない方法をとった場合には判別モデルは識別モデルより有効である。ここで、識別モデルが判別モデルより成功可否的中率の方が低くなっている原因として、総合的なプロジェクトと工期の失敗の件数が成功の件数に比べて少ないことが考えられる。判別モデルで目的変数（成功可否）を-0.5 と 0.5 に変換(125d2, 12oc2)して分析を行うと、プロジェクトの成功の件数と失敗の件数に偏りがあるため、成功可否の判定精度が低くなる。したがって、判別モデルでは、目的変数とする成功率に重み付けすることで、解析対象となる成功可否のサンプル数の偏りによる影響を小さくし、サンプル数の偏りに依存しない判定精度の高いモデルが実現できたと考えられる。

総合的なプロジェクトの成功可否の判定は、QCD の 3 つの成功可否の要素を取り入れているため、工期の成功可否の判定と比べて、判定が難しいということにつながっていると考えられる。さらに、識別モデルでは総合的なプロジェクトの成功可否と工期の成功可否の判定結果が 80.4% で、ほぼ同的中率になっており、工期の成功可否が総合的なプロジェクトの成功可否に大きく影響していると考えられる。

9. おわりに

ソフトウェア開発プロジェクトの現場では、完了したプロジェクトの成功可否の判断が曖昧になっているという問題があり、本研究では成功可否を客観的に判断するための手法の開発を試みた。また、ソフトウェア開発プロジェクトで頻発している仕様変更を考慮し、成功可否判定の閾値も変化させる手法を組み込むことで判定精度の高い有効なモデルの構築が可能になり、先行研究と比較して新規性のある研究になった。

総合的なプロジェクトの成功可否に対して、工期は大きな影響を与えていることが確認できた。本研究では総合的なプロジェクトの成功可否の判定よりも工期の成功可否の判定の精度が高いことを確認した。プロジェクトの成功の度合いを知るには、従来からの成功率推定モデル（識別モデル）が有効である。

一方、成功か失敗かを精度良く判定するには線形判別モデル（判別モデル）の方が識別モデルより有効であり、プロジェクトの工期の成功可否については 96.4% という高い中率で判定できることが判明した。したがって、目的に応じてモデルの使い分けをすることが重要と考えられる。

今後の課題としては、プロジェクトの計画・設計段階の属性からプロジェクトの成功可否を判定することが重要と考えられる。設計段階からプロジェクトの成功可否が予測できるようになれば、失敗するリスクの高いプロジェクトに対して、早期の段階から対策が打ちやすくなり、ソフトウェア開発の現場の生産効率の改善が期待できる。さらに本研究では、仕様変更の大きなプロジェクトを除いて分析したが、逆に大きな仕様変更の発生したプロジェクトデータに本研究の手法を適用することも考えられる。

参考文献

- 1) 江崎和博, 高根宏土, 山田茂, 高橋宗雄: プロジェクトマネジメント, 共立出版, 2012
- 2) IPA/SEC: ソフトウェア開発データ白書, 2013-2014, 2013
- 3) 江崎和博: 「ソフトウェア開発プロジェクトの成功に關係する要因の研究」, 電子情報通信学会論文誌, vol.J98-A, no.9, pp.571-579, 2015
- 4) 江崎和博, 桑原希尽, 寒河江徹: 「ソフトウェア開発プロジェクトの成功可否判定手法の比較検証」, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-IS-133 No.3, pp.1-6, 2015
- 5) K.Esaki, K.Kuwahara, T.Sagae: "Development of Decision Making Method to Success of Software Development Project based on the Discriminant Analysis", Handbook on Economics, Finance and Management Outlooks, 3rd International Conference on Economic, Finance and Management Outlooks, vol.3, pp.47-53, 2015
- 6) K.Esaki, K.Kuwahara, T.Sagae: "Comparison between Decision Making Method for Success right or wrong of Software Development Project", Handbook on Economics, Finance and Management Outlooks, 3rd International Conference on Economic, Finance and Management Outlooks, vol.3, pp.60-65, 2015
- 7) 森口繁一: 新編 統計的方法 (品質管理講座), 日本規格協会, 1992
- 8) 佐藤義治: 多変量データの分類—判別分析・クラスター分析—, 朝倉書店, 2009
- 9) 竹内光悦, 酒折文武: Excel で学ぶ理論と技術 多変量解析入門, ソフトバンククリエイティブ, 2008