

ソフトウェア開発者の役割における業務と行動特性の関係性調査

高木 一真[†] 楠本 真二[†]
大阪大学 大学院情報科学研究科[†]
{k-takagi, kusumoto}@ist.osaka-u.ac.jp

要旨

技術者の能力を評価するツールとして、i コンピテンシディクショナリ (iCD) が存在する。iCD は、技術者に求められるタスク (業務) とスキル (技術) を、辞書のように参照できるツールであり、利用者は自身の受け持つ業務を iCD で参照することで、その分野の具体的な業務や、その業務の遂行能力を把握できる。また、技術者は業務遂行能力の他に、主体性やコミュニケーション能力などの行動特性も重要とされており、iCD も技術者に必要とされる行動特性をまとめている。しかし、それらの行動特性がどの業務に影響を及ぼすのか、行動特性をどのように評価するのかということは明らかにされていない。本研究では、JISA が提唱した IT 人材の行動特性評価シートを用いて行動特性を評価し、ソフトウェア開発に関わる様々な業務との関係性を調査する。

1. はじめに

現在日本では IT 業界のエンジニア不足が社会問題の一つとされており、経済産業省の調査によると、2030 年には約 79 万人もの人材が不足するといわれている[5]。その問題を解決しようとする動きがあり、今まで様々な技術者の育成方法や能力評価方法が提案されている[9]。

独立処理推進機構 (IPA) が作成した技術者の能力を評価するツールとして、i コンピテンシディクショナリ[1] (iCD) が存在する。iCD は、IT 企業に求められるタスク (業務) と、スキル (技術) を、辞書のように参照できるツールであり、利用者は自身の受け持つ業務を iCD で参照することで、具体的な業務の把握や、その業務を遂行する能力の自己評価が可能となる。

また、ソフトウェア開発者は業務遂行能力の他にも、主体性やコミュニケーション能力などの行動特性も重要とされており[2]、iCD も IT 人材に必要とされる行動特性をまとめている。しかし、それらの行動特性がどの業務に影響を及ぼすのか、行動特性をどのように評価するのかということは明らかにされておらず、行動特性評価の意義が曖昧である。

本稿では、行動特性の評価方法として、JISA が提唱した IT 人材の行動特性評価シート[4]を用いて行動特性を評価し、ソフトウェア開発にまつわる様々な業務との関係性を調査することで、ソフトウェア開発者の行動特性評価を行う意義を考察する。

2. 準備

本章では、関連研究や諸用語について簡単に述べる。

2.1 関連研究

ソフトウェア開発者の能力や特性の評価に関する研究は盛んにおこなわれている。Margarita らは、プロジェクトチームを決定する際に、個人がその役割に適しているかだけでなく、チーム全体としてどのような成果を発揮するかということを考慮し、プロジェクトチームメンバーの決定プロセスモデルを考案した[10]。

Narasimhaiah らは、情報システム分野で小規模開発を行う人材を対象に、アンケートによるチームパフォーマンス評価と、マイヤーズ=ブリッグス・タイプ指標 (MBTI) による行動特性タイプを収集し、開発者の役割ごとでチームパフォーマンスに影響を与える行動特性タイプを分析した[7]。

しかし、技術者の様々な行動特性を定量的に評価し、各行動特性がどのような業務にどのような影響を与えるかを調査した研究はなく、行動特性評価の意義が曖昧である。

2.2 i コンピテンシディクショナリ (iCD)

iCD は、独立処理推進機構 (IPA) が作成した、IT 企業に求められるタスク (業務) と、スキル (技術) を、辞書のように参照できるツールである[1]。iCD のタスクディクショナリを一部抜粋したものを表 1 に示す。iCD の開発者は、自分の業務に沿ったタスクやスキルを iCD から参照し、その評価項目を 0 (知らない) ~ 4 (指導できる) の数値評価をすることによって、自身が行うべき具体的なタスクや、能力向上のために役立つスキルを知ることができる。iCD は広く普及しており、iCD を活用した人材育成を実施する組織も

多い[3]。

2.3 開発者の役割別能力自己評価シート

iCD のタスクディクショナリは、どのようなビジネス形態の企業でも活用できるように広範囲な企業活動を想定した構成になっている。その評価項目数は全体で 2500 個ほどであり、企業に必要なタスクをタスク一覧から取捨選択する際に大きなコストが必要になる。また、一般的に IT 企業では要求分析者や設計者のような、開発者の役割ごとの開発能力を評価したい要望があるが、iCD は業務種別のタスクやスキルを評価するため、役割ごとの評価に不向きである。

これらの課題を改善しようとして、評価対象となる人材をソフトウェア開発者に限定し、ソフトウェア開発の役割ごとにタスクとスキルを評価可能な、開発者の役割別能力自己評価シートが存在する[6]。能力評価シートを一部抜粋したものを表 2 に示す。能力評価シートは、役割、必要なタスク・スキルをまとめた分類、その分類を評価する質問項目で構成されており、質問

項目に 0 (知らない) ～ 4 (指導できる) の数値評価することで、役割のタスクとスキルを評価する。これを用いることにより、ソフトウェア開発企業は開発者の各役割に対する業務遂行能力を容易に評価することができる。本研究では役割別能力自己評価シートを用いることで、開発者の業務遂行能力を測定した。

2.4 JISA の行動特性評価シート

iCD では IT 人材の技術的能力だけでなく、行動特性も重要だとしており、IT 人材に求められる行動特性を IT ヒューマンスキルという名目でまとめている。しかし、IT ヒューマンスキルは大きく創造力、実行・実践力、コミュニケーション力の 3 つに分類され、評価項目はすべて合わせて 12 個と少ない。また、各評価項目を評価するための基準が設定されておらず、行動特性の評価が難しい。

これらの課題から、本研究ではソフトウェア開発者の行動特性を評価するために、情報サービス産業協会 (JISA) が提唱した、IT 人材の行

表 1 タスクディクショナリの概要

タスク大分類	タスク中分類	タスク小分類	評価項目
ソフトウェア 製品開発	ソフトウェア 要件定義	機能要件と非機能要件 の定義	プロセス単位の機能要件 を定める
			...
		ソフトウェア要件の 評価	システム要件との外部一 貫性を評価する
		...	...
	ソフトウェア 方式設計	ソフトウェアコンポー ネントの方式設計	定義されたプロセスをコン ポーネントに分解する
		...	...

表 2 開発者の役割別タスク自己評価シートの概要

役割	分類	タスク / スキル	質問項目
プロジェクト 管理者	プロジェクト 計画書の策定	タスク	プロジェクト計画書の作成と関係者からの承認 を得る
		スキル	プロジェクト計画書・開発計画書の作成手法
	スコープ計画 の策定	タスク	プロジェクトの目的や課題を明確化し目標を策 定する
		タスク	タスクごとの成果物を定義する
		スキル	プロジェクトの目標や制約条件の策定手法
		...	...
	...	...	...

動特性を評価する 22 項目の評価シートを用いる [4]。行動特性評価シートを表 3 に示す。評価シートは、各行動特性とそれを評価するための評価基準で構成されており、利用者はこの基準に基づいて、0（当てはまらない）～ 4（かなり当てはまる）の数値評価をすることで、行動特性を自己評価する。

2.5 重回帰分析

本研究のデータ分析の際に用いた重回帰分析について簡単に説明する。重回帰分析は、1 つの目的変数（従属変数）を複数の説明変数（独立変数）で予測する統計的手法である。具体的には、 n 個の説明変数 X を用いて以下の回帰式を作成することで、目的変数 Y を予測する。

$$Y = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n + b$$

ここで、 a_i は説明変数 X_i に対する偏回帰係数であり、 b は定数項である。この回帰式の当てはまりの良さを決定係数 R^2 であらわす。 R^2 は 0 か

ら 1 の値をとり、1 に近ければ近いほど回帰式の当てはまりが良いことを示す。

次に、重回帰分析の分析結果で用いられる用語について簡単に説明する。

2.5.1 偏回帰係数

偏回帰係数は、説明変数間の相関関係について考慮し、その影響を取り除いて、各説明変数の目的変数への影響度を表したものである。つまり、偏回帰係数の絶対値が高いことは、他の説明変数では説明できない目的変数の事象をうまく説明していることになり、目的変数を説明するための重要な要因と考えることができる。

2.5.2 説明変数の逐次選択

重回帰分析は説明変数をいくつでも設定することができ、理論的には説明変数が多ければ多いほど決定係数 R^2 の値が高くなる。しかし、説明変数が多いと、回帰式に無意味な説明変数が含まれる可能性が高くなり、その回帰式の科学的な解釈が困難になる。

表 3 JISA の行動特性評価シート

行動特性	評価基準
1. 情報取捨選択力	入手した幅広い情報を取捨選択する
2. 独創性	既存の枠にとらわれず、アイディアを生み出す
3. 課題解決力	現状と目標のギャップを埋めるための課題を解決する
4. 先見力	先を予見し、問題を未然に防ぐ
5. 実行力	目標設定のうえ、計画を立案し遂行する
6. 表現力	考えたことや感じたことを、言葉・文章・図表等にしてわかりやすく伝える
7. 概念化	身につけた知識やノウハウを一般化・体系化する
8. 挑戦力	困難な事柄に立ち向かい、やり遂げる
9. 主体性	自分の信念に基づいて行動する
10. 対人折衝力	社内の他部門や、顧客・協力企業と折衝し、調整を行う
11. 関係構築力	社内人材・顧客・協力企業等と人間関係・人脈を築く
12. 傾聴力	多様な考え方や意見を活かして物事を進める
13. 巻き込み力	様々な関係者を巻き込んで物事を進める
14. 育成力	後輩の育成に取り組む
15. 管理力	限られた人員・予算・期間を有効に活用する
16. 行動力	良案を思いついたら、実行に移す
17. 状況対応力	予期しない状況でも臨機応変に対処する
18. 試行錯誤力	同じ仕事をよりよい方法で遂行する
19. 学習力	新たな知識やノウハウを習得する
20. 好奇心	あらゆることに興味を持ち、未知の事柄に取り組む
21. 探求心	よりよい成果・品質を求める
22. 追究力	物事の本質を追究する

その課題を解決するために、重回帰分析に用いる説明変数を、一定の規則に従って取捨選択する逐次選択法が存在する。逐次選択法には様々な種類があるが、本研究では変数増減法を用いる。

変数増減法は、まず全ての説明変数を回帰式に使用し、目的変数に寄与する情報が最小かつ、設定基準を満たさない変数を1つ排除する。次に排除された変数のうち、既に取り込まれた説明変数で説明しきれていない、目的変数に寄与する情報が最大かつ、設定基準を満たすものを1つ取り込む。この変数の排除と追加を繰り返し、排除と追加の両方とも設定基準を満たさなくなったときに残っていた変数を、回帰式の説明変数として用いる。

変数増減法は目的変数に対する影響が強い説明変数を少数選択することができ、逐次選択法の中で最も用いられている。

3. RQ.の設定

本研究では以下のリサーチクエッション (RQ.) を設定した。

RQ.1 ソフトウェア開発者の役割ごとで行動特性の分布が変化するか

RQ.2 各役割において業務遂行能力に大きな影響を与える要因は何であるか

RQ.3 受講した社内教育プログラムによって、どの程度行動特性が変化するか

RQ.1 について、文献では役割ごとに様々な行動特性が重要とされているが[7]、それを実証した研究は存在しないため、役割ごとに行動特性の分布を調べることで、役割間で行動特性の特徴を調査する。

RQ.2 について、ソフトウェア開発者に重要とされる行動特性が、どのように業務遂行能力に影響しているのか不明であるため、ここでは役割のタスク評価値をその役割の業務遂行能力であるとして、タスク評価値に影響を与える行動特性を、その役割のスキル評価値と JISA が定めた 22 項目の行動特性から探索しようとした。

RQ.3 について、一般的に PBL が技術者教育に効果的とされているが[8]、PBL 受講者と未受講者で行動特性に差が生じるかどうかを定量的に評価した研究がないため、行動特性向上を目的とする PBL 型研修を受講した人とそうでない人に差があるのか調査する。

4. ケーススタディ

ソフトウェア開発業務と行動特性の関係性を調査するために、役割別能力評価シートを用いた能力評価を行っている企業に協力をいただいた。具体的には、一部の社員に対し、JISA の行動特性評価シートを回答してもらうことで、社員の各行動特性と業務遂行能力の関係性を分析した。この組織では社員に役割（プロジェクト管理者、コーダー、テスト担当者等）があり、社員はその役割におけるタスク・スキルを、役割別能力評価シートを用いて回答することで、各役割の業務遂行能力を評価している。

次に 3. で述べた各 RQ.に回答するための具体的な方法を述べる。RQ.1 では、役割ごとで行動特性 22 項目の平均値を求め、役割間で違いがあるか調査する。ここでは、年齢に応じてグループ分けを行い、そのグループごとで行動特性を算出した。これは、事前調査で行動特性と年齢が中程度の相関を持っていることが分かり、年齢の影響を小さくして役割ごとの行動特性の特徴を分析しようとしたためである。

RQ.2 では、iCD のスキル平均評価値と行動特性 22 項目の評価値を説明変数、iCD のタスク平均評価値を目的変数とした重回帰分析を、増減法を用いて実施する。これにより、タスク評価値がスキル評価値と行動特性を用いてどの程度説明できるのか、また増減法を用いて一定の基準で説明変数を逐次選択することにより、タスク評価値に強い影響を与える説明変数の組み合わせを探索する。

RQ.3 では、行動特性向上を目的とする企業独自の PBL を受講した PM とそうでない PM について、平均行動特性の分布を調べることにより PBL 受講前後の行動特性の変化を調査する。ここで企業独自の PBL について簡単に概要を述べる。この PBL は一部の PM を対象に毎年行われている。少人数でチームを結成し、各自が担当したプロジェクトについてチームメンバーに紹介し、そのマネジメント方法の課題点等をメンバー内で話し合う。その課題点を改善するように半年間プロジェクトマネジメントを行い、半年後にどのように変化したか等、その成果をメンバー間で発表するというものである。

5. 実験結果

設定した RQ.を基に、調査結果を報告する。RQ.1, RQ.2 に関しては担当役割がプロジェクト管理者 (PM)、要求分析、コーダー、テスターの結果を、RQ.3 に関しては PM の結果を紹介する。

5.1 ソフトウェア開発者の役割ごとで行動特性の分布が変化するのか

各役割の全行動特性平均と各行動特性平均の一部抜粋したものを表4に示す。ここでは年齢が30歳代である者の結果を紹介する。表4の行動特性平均の数値から、PMや要求分析を担当する者はコーダーやテスターよりも平均的に行動特性が高いことが分かる。その中でも関係構築力や状況対応力など他人を巻き込む扇動的な能力に関しては差が大きく、学習力や好奇心など個人の能力に関しては差が小さかった。

5.2 各役割において業務遂行能力に大きな影響を与える要因は何であるか

重回帰分析結果を表5に示す。表5の決定係数 R^2 の値がどの役割でも高いことから、全ての役割において回帰モデルの当てはまりが良く、タスク評価値はスキル評価値と行動特性を用いて説明できると言える。

また、どの役割にもスキル評価値が使用されていることから、スキル評価値はタスク評価値に大きな影響を与えていることが分かる。また、役割間で偏回帰係数の大きさが異なっており、増減法によって役割ごとに様々な行動特性が選択されていることから、スキル評価値と行動特性の重要性が役割によって異なっていることが分かる。

表4 各役割を担当する社員の行動特性平均値（30歳代）

行動特性	各役割			
	PM	要求分析	コーダー	テスター
関係構築力	3.00	3.05	2.35	1.94
状況対応力	2.62	2.95	2.15	1.75
学習力	2.69	3.19	2.71	2.75
探求心	3.08	3.05	2.75	2.56
行動特性平均	2.80	3.00	2.38	2.24

表5 各役割の重回帰分析結果（増減法使用）

役割	決定係数	選択された説明変数	偏回帰係数
PM	0.8125	スキル評価	0.6392**
		独創性	-0.0355
		表現力	0.0720*
		巻き込み力	-0.0444
		管理力	0.0688*
		状況対応力	0.0822*
		学習力	-0.0624*
		(定数項)	0.8965**
要求分析	0.7260	スキル評価	0.4554**
		先見力	0.1277**
		挑戦力	0.1303**
		学習力	-0.0755
		(定数項)	1.1270**
コーダー	0.7633	スキル評価	0.6872**
		実行力	0.0597*
		対人折衝力	0.0717**
		好奇心	-0.0826**
テスター	0.7452	(定数項)	0.8971**
		スキル評価	0.7390**
		(定数項)	0.9966**

注 ** 1%水準で有意 * 5%水準で有意

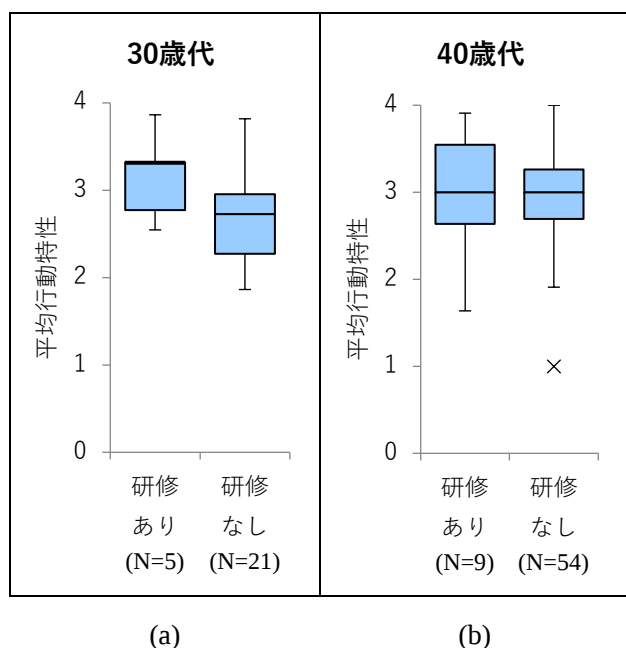


図1 PBL 経験有無による平均行動特性

5.3 受講した社内教育プログラムによって、どの程度行動特性が変化するか

PM の行動特性向上を目的とした、PBL 研修の有無による平均行動特性の分布を図1に示す。ここで、図1中のNはそのグループに属する人数を表しており、図1(a)は年齢が30歳代、図1(b)は40歳代の結果を示している。図1(a)と図1(b)ともに研修ありの分布が、研修無しの分布よりも高く、PBL 研修に一定の効果があることが分かる。また、図1(a)と図1(b)を比較すると、図1(a)の方が研修ありと研修なしの分布の差が大きい。つまり、より若い年代に PBL 研修を受講することで、行動特性の向上に期待できると言える。

6. 考察

本章では、各 RQ. の結果に対する考察を述べる。

RQ.1 では、同年代の役割別による行動特性の違いを示した。役割ごとの平均行動特性について、チームメンバーを統括する PM や顧客と関わる機会の多い要求分析が高く、これは直感的にも理解しやすい。

RQ.2 では各役割においてタスク評価値に影響を与える要因を調査した。ここでは、表5に示した結果で特徴のあるものをいくつか挙げる。

要求分析では、他の役割に比べてスキルの偏回帰係数が小さく、行動特性として選択された先見力と挑戦力の偏回帰係数が大きい。この結果から、他役割に比べて行動特性が業務遂行能

力に大きな影響を与えることが分かる。

コーダーでは、説明変数に対人折衝力が選択されており、偏回帰係数の有意性も高い。[7]では、プログラマーの外交的な性格とチームパフォーマンスに大きな相関があることを実験で示しているから、この結果を定量的に実証していると言える。

RQ.3 では、PM の PBL 研修経験有無による平均行動特性の分布を調査した。ここで、図1(a)の研修ありと図1(b)の研修なしの分布を比較すると、似たような分布をしている。つまり、30歳代で受講する PBL 研修は、10年後の各行動特性を先取りするかのような成長ができるのではないかと考えられる。しかし、40歳代では研修ありと研修なしであまり差がないため、若い年代での PBL 受講が重要であると考えられる。

7. おわりに

本稿では各役割の行動特性の特徴を分析し、どの要因がどの程度業務遂行能力に影響するのか、また行動特性の向上に効果的とされる PBL 研修の経験有無による行動特性の変化について調査した。実験結果より、各役割で異なった行動特性分布を持っており、業務遂行能力に影響する要因やその大きさも異なっていたこと、そして若い年代の PBL 研修受講が行動特性の向上に期待できることが分かった。各役割で重要な行動特性を向上させる取り組みを行うことで、技術者の業務遂行能力の向上が期待できるだろう。

今後の研究として、今後も継続的に協力企業先からデータを頂く予定であり、長期間にわたるデータ収集や分析が可能であるため、例えば PBL を実施した人材の一定期間後の行動特性の変化を調査することが考えられる。

謝辞

本研究は一部 JSPS 科研費 JP21K11829 の助成を受けている。

参考文献

- [1] 情報処理推進機構 (IPA), “iCD オフィシャルサイト”, <https://icd.ipa.go.jp/icd/>

- [2] Luiz Fernando Capretz et al. “Making Sense of Software Development and Personality Types”, IT professional, Vol.12, No.1, pp.6-13, 2010.
- [3] 但吉 英山, “社員と組織の持続的成長を目指した iCD 活用事例”, デジタルプラクティス, Vol.11, No.1, 2020.
- [4] 情報サービス産業協会 (JISA), “情報サービス産業高齢者雇用推進ガイドライン”, 2018.
- [5] 経済産業省, “－IT 人材需給に関する調査－調査報告書”, 2019.
- [6] 山田悠斗, 土居真之, 他, “i コンピテンシディクショナリを用いたソフトウェア開発者の役割に対するレベル評価の試み”, トランザクションデジタルプラクティス, Vol.2, No.3, 2021
- [7] Narasimhaiah Gorla and Yan Wah Lam, “Who should work with whom?: building effective software project teams”, Communications of the ACM, Vol.47, No.6, 2004
- [8] 松澤芳昭, 杉浦学, 大岩元, “産学協同の PBL における顧客と開発者の協創環境の構築と人材育成効果”, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.2, 2008
- [9] 坂口憲一, “先端 IT 人材の育成を目指す「STEAM ベースの IT 教育」の提案”, 日本教育工学会論文誌, Vol.44, No.3, 2021
- [10] Margarita André, María G. Baldoquín, Silvia T. Acuña, “Formal model for assigning human resources to teams in software projects”, Information and Software Technology, Vol.53, No.3, 2011