

システム要求分析における 分析の観点を意識させる学習手法の評価

石井 俊也^{*1}, 仲林 清^{*2}

^{*1} 千葉工業大学大学院, ^{*2} 千葉工業大学

Evaluation of Learning Method Which Makes Learners Be Conscious of The Analysis Viewpoints in System Requirements Analysis

Shunya Ishii^{*1}, Kiyoshi Nakabayashi^{*2}

^{*1} Graduate School of Chiba Institute of Technology, ^{*2} Chiba Institute of Technology

システム開発における要求分析の初学者を対象に、開発課題を分析するための観点を意識させることで、開発前後における問題予測能力の向上を狙う学習手法の開発と評価を行った。観点として機能欠陥・操作性・業務規則の3つを提示し、学習者自身が予測した問題と観点を結びつけさせることで、観点の理解と意識を促した。実験の結果、学習者は観点を概ね意識し、予測数の増加傾向があったものの、有意差は見られなかった。観点を意識させた学習者には、開発発注者側の業務内容とシステムを結びつけた問題予測をする傾向が見られた。

キーワード: 要求分析, 開発前後の問題予測, 分析の観点, 課題の再分析

1. はじめに

システム要件定義における問題として、要求の抜け漏れ・要求の曖昧性・開発開始後の要求変化などが指摘されており⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾, 設計以降の工程から要件定義へ手戻りする原因として認識されている。これらの問題を解決するため要件定義に対する様々な支援研究が行われており⁽⁵⁾⁻⁽⁷⁾, その多くは要求工学プロセス⁽⁸⁾における要求獲得や要求分析に着目している。また、W字型開発モデル⁽⁹⁾のような要件定義段階でのテストが重要視されており、要求仕様テストの支援研究もある⁽¹⁰⁾。

要求分析を支援する主な研究には、仕様内容からのプロトタイプ自動生成により自己検証を促すことで具体的な機能定義能力を向上させる試み⁽⁶⁾や、限定したUML(Unified Modeling Language)の詳細化過程において過去の類似事例を提示することで見落としを減らす試み⁽⁷⁾が挙げられる。これらは「仕様に含まれる問題点への気づき」や「より有用な仕様設計の発見」を期待できる一方で、仕様記述の能力に対する支援や実際の開発現場への効果を狙った研究でもある。

これらに対して本研究では、システム開発課題を分析するための観点を学習者に意識させることで、学習者自身にシステム開発前後の問題予測を促す学習手法の開発と評価を行った。発注者の背景情報と要求事項で構成された課題を与え、分析の観点として「機能欠陥」、「操作性」、「業務規則」を意識させた。これらを課題分析の切り口とさせながら、要求や機能の曖昧性を原因とする開発前後の問題を予測させた。また、観点の理解と意識を促すために、学習者自身が分析した開発課題を再分析させた。再分析では、学習者が予測した問題と観点を結びつけさせることで「観点を意識した要求分析」の思考を理解しやすくなり、問題予測の増加や具体化が期待できる。

なお、本稿は先に発表した学習手法の評価⁽¹¹⁾に対して、学習者に意識させる観点や学習内容を拡張したものであり、その目的は学習者が観点を意識することによる要求分析能力への効果を調べることである。観点をういた先行研究として、ソフトウェアの品質特性⁽¹²⁾からテスト観点ツリーを作成させることで、設計レビューでの欠陥予防を狙った支援が挙げられるが⁽¹⁰⁾, 先

行研究で用いられた観点が「いつ、何を、対象範囲は」のように詳細な項目まで扱うことに対して、本研究で学習者に意識させた観点は観点名・要素・概要の3種類にとどめた。例えば観点名「機能欠陥」に対して要素「機能の不足」があり、その概要を「問題を解決するために足りない機能はあるか」と解説した。

本研究では学習者に要件定義の基礎知識を解説したのちシステム開発課題を与え、対象システムの機能要件を定義させる。また、定義内容を学習者自身に分析させ、開発前後の問題を予測させる。さらに、分析の観点を意識させ、定義内容の再分析を行わせる。以下、第2章で本研究における要求分析能力について述べ、第3章で分析の観点について解説する。第4章では学習手法について示し、第5章で実験結果と考察を述べる。第6章でまとめを行う。

2. 要求分析能力

学習者が開発課題を達成するために必要な要求分析能力を、次の2つに定めた。

- (1). 課題文の情報から、対象システムの機能要件を詳細に定義できる。
- (2). 自身が定義したシステムの開発前後を想定し、定義の不足や曖昧性による将来的な問題を予測できる。

上記のうち(1)は一般的に定義された能力⁽¹³⁾から機能要件に関する部分を抽出し、(2)は向上を狙う能力として本研究で独自に定義した。能力(2)を向上させるためには、定義したシステムの動作を理解し、課題文の情報や学習者の知識・経験と結びつける必要がある。

要求や機能の中に不足や曖昧性がある場合、能力(2)により、システム開発前後に発生する問題として予測できる。例えば給与計算を行うシステムにおいて、給与計算方法が時間帯によって異なる場合、それぞれの計算方法が定義されていない場合、「具体的な給与計算ができないため開発を進められない」という問題を予測できる。

3. 分析の観点

課題を分析するための観点を学習者に意識させることで、自身が定義したシステムの問題予測を促した。図1のように、学習者が観点を意識することで、「課題に関連する学習者の記憶や経験」、「発注者の背景情報と要求事項」、「学習者が定義した機能要件」の3つから結びつける情報を絞り込ませ、システム開発前後の問題を予測しやすくなることが期待できる。

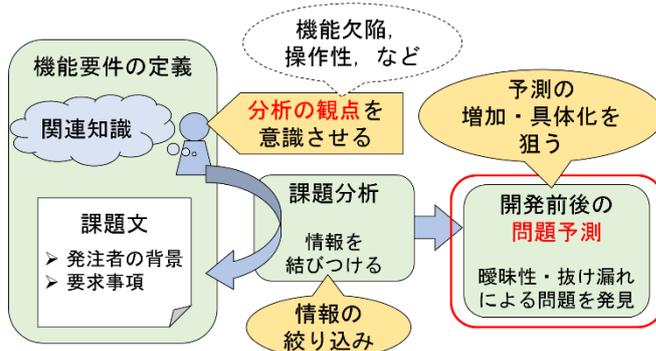


図1 観点の効果

分析の観点は、ソフトウェア製品品質モデル⁽¹⁴⁾を参考に、本研究で扱った2つの課題から合計5つを抽出した。それぞれの観点について、要素と概要を表1に示す。観点のうち「権限超過」は課題1のみで抽出し、「購買促進」は課題2のみで抽出した。2つの課題で共通する観点は「機能欠陥」、「操作性」、「業務規則」の3つである。本研究ではこれら3つについて、課題2の実施前に「観点名」、「要素」、「概要」の階層構造として提示し、意識させた。

観点を学習者に解説した際は「観点を意識することで予測できる問題の例」も提示した。例えば課題1(題材はコンビニエンスストア従業員の月給計算)の対象システムは4つの画面間を遷移するが、観点「機能欠陥」を意識して分析することで、図2のように「利用途中で画面遷移ができずシステムが正常に動かなくなる」問題を予測できる。

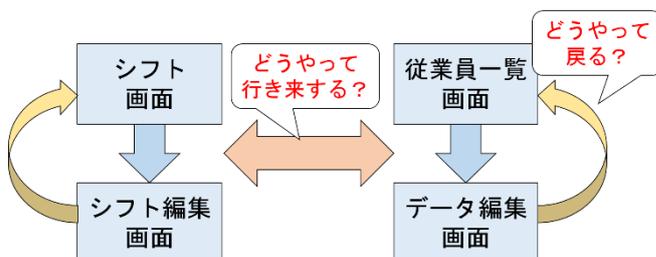


図2 観点からの問題予測例(課題1)

表 1 分析の観点（学習者に意識させた観点は A, B, C）

観点	要素	概要
A.機能欠陥	機能の不足	問題を解決するために足りない機能はあるか
	システム不成立	システムが途中で正常動作しなくなるような部分はあるか
	業務の不成立	システムでは、従来の業務が正常に行えなくなるような部分はあるか
B.操作性	操作の把握困難	画面が見にくい、システムの操作方法が伝わらないことはあるか
	非効率な操作	複雑な操作や面倒な操作はあるか
C.業務規則	利用者の規則誤解	発注者側の規則のうち、システムで利用者に伝わらないものはあるか
	反映されない規則	システムの機能は、規則に沿わない動作をすることがあるか
D.権限超過 ※課題 1 のみ	開示範囲の拡大	従来よりも多くの人物が閲覧できる情報はありますか
	編集者の増加	従来よりも多くの人物が編集できる情報はありますか
E.購買促進 ※課題 2 のみ	関心の誘導	顧客の関心をひく従来の試みのうち、システムで再現されないものはあるか
	サービスの付加価値	商品以外で顧客の付加価値となっている従来業務のうち、システムで再現されないものはあるか

4. 学習手法

4.1 学習の流れ

図 3 のように学習者を実験群と統制群に分け、システム開発の課題を 2 度与えた。2 群分けでは課題 1 の結果と開発経験アンケートの結果を用いて、学習者の成績と開発経験の分布が等しくなるように考慮した。課題では「機能要件の定義」と「定義したシステムの開発前後における問題予測」を行わせた。また、実験後に課題内容や観点の意識に関わるアンケートを実施した。

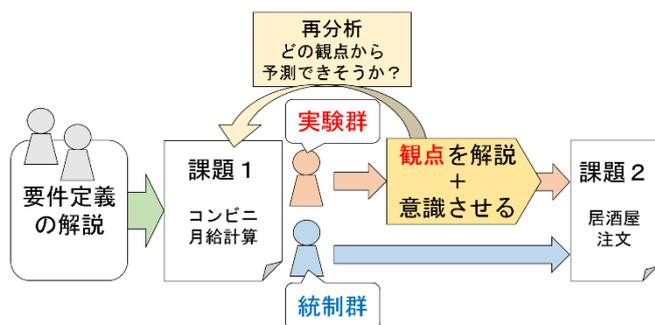


図 3 実験設計

学習者のうち実験群には課題 1 を行わせた後に観点を解説を行い、自身の解答内容に対して観点を意識しながら再分析させた。その後、観点を意識させた状態で課題 2 を行わせた。統制群には観点を意識させず、2 つの課題を続けて行わせた。

4.2 課題構成

課題 1 では「コンビニエンスストア従業員の月給計算システム」を題材とし、課題 2 では「居酒屋の商品注文システム」を題材とした。課題文は「発注者企業の背景情報」、「発注者からの要求事項」の 2 種類で構成した。また、課題文の理解を促すため、発注者企業の業務内容や流れを図示した。

課題文の抜粋を表 2 に示す。また、学習者が行った課題分析例を図 4 に示す。学習者は課題分析の中で、システムがどのような動きをするか想像しながら問題予測を行う。学習者が問題予測を行うためには、課題文に埋めこまれた情報を結びつける必要がある。例えば表 2 における発注者の背景情報には、業務に関する情報として「ランチメニュー」や「ラストオーダー」などが埋めこまれている。

4.3 課題の再分析

実験群の学習者には課題 1 を行わせた後に分析の観点を解説して意識させ、図 5 のように課題 1 を再分析させることで、問題予測の増加と具体化を促した。再分析では、学習者自身が予測した問題に対して「どの観点から予測できそうか」を結びつけさせることで、観点の理解と意識を促した。また、新たな問題予測があれば追記させた。

学習者が課題を再分析することで、「観点を意識した課題分析」を行いやすくなると考えられる。学習者

表 2 課題文の抜粋：課題 2（居酒屋の商品注文システム）

項目	内容
発注者の背景情報	<p>居酒屋の B 店は 11:00 から 23:00 まで営業しており、11:00 から 13:30 まではランチメニューも提供している。B 店には 150 品目もの豊富なメニュー数があり、その内 5 品目の看板商品と 4 品目の季節限定商品は人気商品群である。</p> <p>しかし繁忙時には注文の受付が遅くなり、聞き取りミスをする問題があった。また、ラストオーダー時間の直前で注文が集中すると、時間までに注文を聞き切れないこともしばしばある。</p> <p>B 店は注文時間ロスと聞き取りミスを改善するために、顧客の注文受付システム導入を決めた。各テーブルにはベルの代わりにタッチ式端末（A4 サイズ程の大きさ）を取り付け、キッチンにも従業員用として同様の端末を設置する。</p>
要求事項	<p>① システムは「選択画面」「注文画面」「履歴画面」「会計画面」「従業員用画面」の 5 つで構成したい。そのうち従業員画面は従業員用の端末のみで、これ以外の画面は顧客用の端末のみで用いる。</p> <p>② 選択画面では、全ての商品名一覧を見せたい。複数ページ構成にして、1 ページ毎に 6 品目の商品名を商品画像とセットで見せたい。また、顧客が任意の商品を 1 つ選んでタッチすることで、注文画面へ遷移させたい。</p>

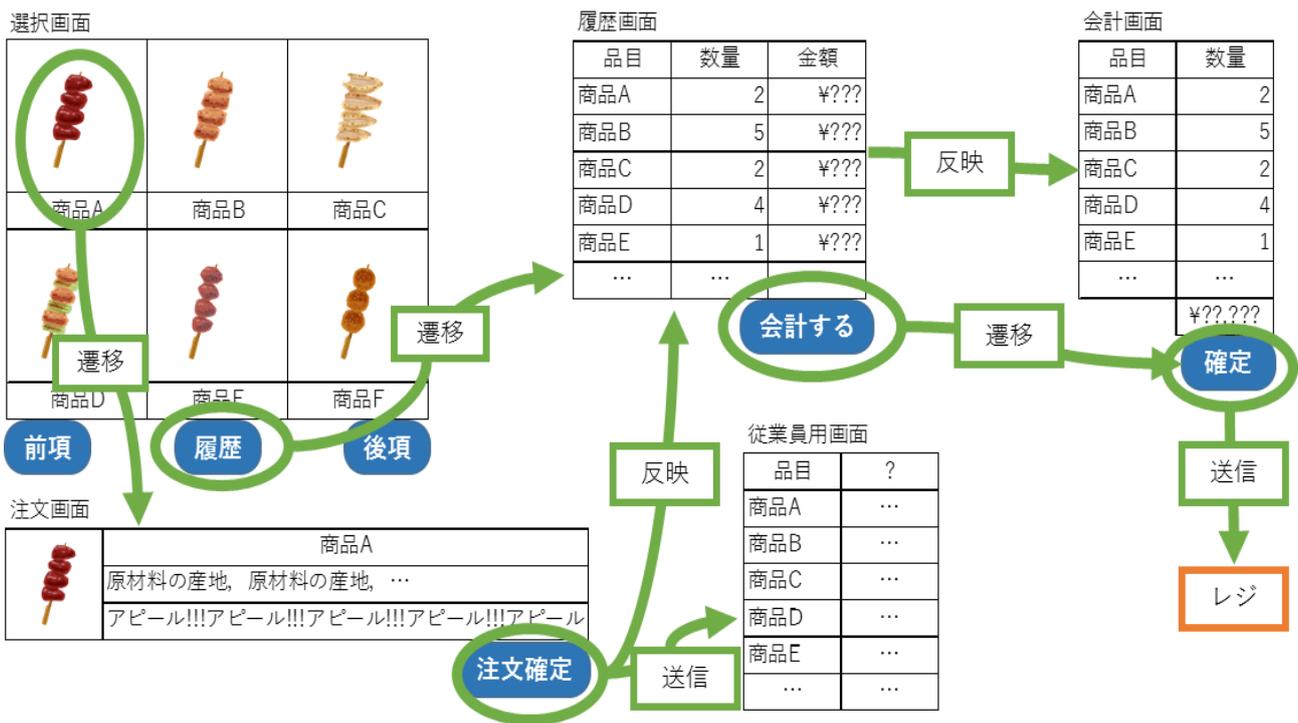


図 4 学習者による課題分析例（課題 2）

自身が予測した問題は「観点から予測できる問題の具体例」となるため、観点と問題予測のつながりを納得しやすい。また、観点からの分析を意識的に行う体験によって、観点に対する意識の促進も期待できる。

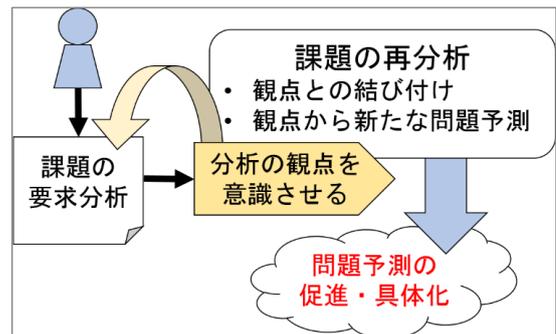


図 5 観点を意識させた課題の再分析

5. 結果と考察

5.1 実験結果

情報系学科の大学生 22 名を対象に実験を行った。結果を表 3 に示す。問題予測の総数は、課題 1 で 93 個、課題 2 で 105 個だった。学習者の 2 群分けでは課題 1 の問題予測数について、t 検定で有意差が見られないように考慮して 11 名ずつ振り分けた。ただし、課題 2 を行った実験群の学習者のみ 10 名だった。

実験の結果、実験群の学習者は課題 2 の予測数に増加傾向が見られた。しかし t 検定による有意差は見られなかった。2 つの課題における問題予測数の分布を図 6 に示す。課題 1 における学習者全体の予測数は平均 7.9 個だったため、課題 1 の予測数が 9 個以上の学習者を上位群、8 個以下の学習者を下位群とした。

表 3 実験結果

課題		問題予測数[個]		t 検定 p 値
実験群:統制群		実験群	統制群	
課題 1 11 名:11 名	平均値	7.3	8.3	0.58
	標準偏差	3.6	4.7	-
課題 2 10 名:11 名	平均値	12.4	8.9	0.32
	標準偏差	10.0	5.4	-

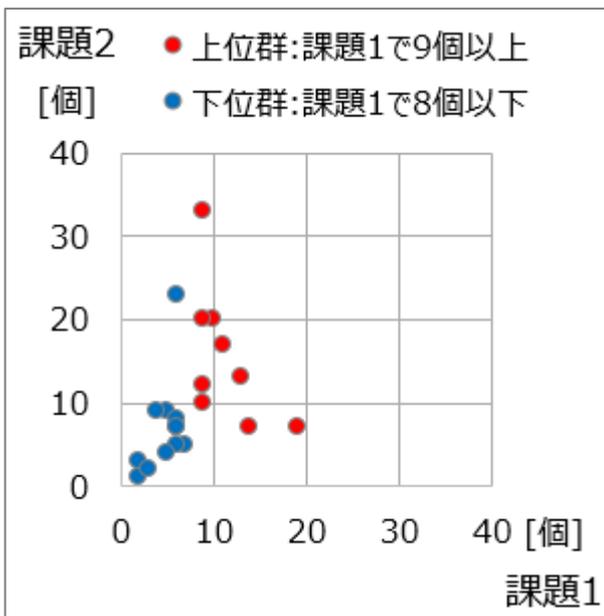


図 6 成績群ごとに見た問題予測数の変化

上位群の学習者は、下位群と比べて予測数のばらつきが大きい傾向が見られた。上位群には、課題 2 の予測数が課題 1 と比べて 3 倍以上に増加する学習者や、

課題 1 の半数以下に減少する学習者が見られた。上位群における予測数の減少は、学習者への負担が原因と考えられる。例えば課題 1 で最も多かった予測数は 19 であり、その学習者が予測数を増加させるためには、課題 2 で 20 個以上の問題予測が必要となる。

一方で、下位群の学習者は予測数のばらつきが小さかった。観点を意識させた実験群においても変化が小さかった原因として、下位群に対しては課題の再分析による効果が小さかったことが考えられる。例えば課題 1 の予測数が 2 個の学習者は、再分析する問題も 2 個である。

5.2 問題予測の具体性への効果

課題 2 における学習者の問題予測を、表 4 のように具体的な予測と抽象的な予測に分けて評価した。例えば定義内容が曖昧で開発できない問題「商品メニューのページ遷移はどのように行うか」の場合は、ボタンのタッチやスライド操作など、定義を実現するための手段を 2 種類以上記述した解答を具体的な予測とした。また、開発後の問題「ラストオーダーに関わる処理がない」の場合は、「顧客がまだ注文できると誤解する」、「システムでは注文を受けつけてしまう」など、処理がないことによる問題の焦点を記述した解答を具体的な予測とした。

表 4 問題予測の具体性

予測の質	学習者の解答例
具体的	商品メニューのページ遷移はスライドで切り替わるようにするべきか、ボタンをタップして切り替える方式の方がよいのかが分からない。
	ラストオーダーについての機能がないため、客がラストオーダーの時間が把握できない。またラストオーダー後も注文できてしまう可能性がある。
抽象的	注文画面でラストオーダー後の処理が不明

上述の問題予測を、表 5 のように「観点を意識していない状態の成績」、「予測の具体性」、「実験の群分け」の 3 要因に分けて分析した。3 要因に対する分散分析の結果を表 6 に示す。全体的に上位群は下位群より予測数が多いことや、具体的な予測より抽象的な予測の

ほうが多いことが言えた。しかし、観点の意識による予測の具体化については有意差が見られなかった。

表 5 学習者の要因ごとの問題予測数

課題 1 成績 実験群：統制群	予測 の質	課題 2 予測数平均[個]	
		実験群	統制群
上位群 4名：5名	具体的	5.5	3.8
	抽象的	13.5	8.4
下位群 6名：6名	具体的	2.2	3.0
	抽象的	6.8	2.8

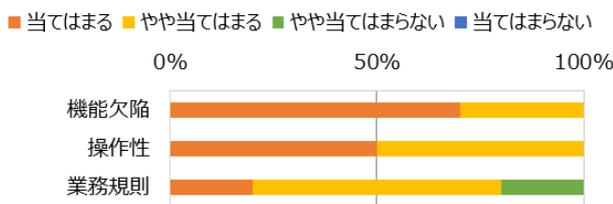
表 6 問題予測に対する学習者要因の分散分析

課題 2 予測数への影響要因		p 値
主効果	群分け	0.15
	課題 1 成績	p<0.05
	予測の質	p<0.01
群分け+課題 1 成績		0.45
群分け+予測の質		0.19
課題 1 成績+予測の質		0.13
群分け+課題 1 成績+予測の質		0.89

5.3 学習者における観点の意識

実験群の学習者 10 名に行ったアンケートの結果、図 7 のように、学習者は観点と要素を概ね意識していたと考えられる。しかし、業務規則の観点や要素は、他の観点と比べて意識しにくい傾向が見られた。

設問：分析の観点を意識していたと思う



設問：観点の要素を意識していたと思う

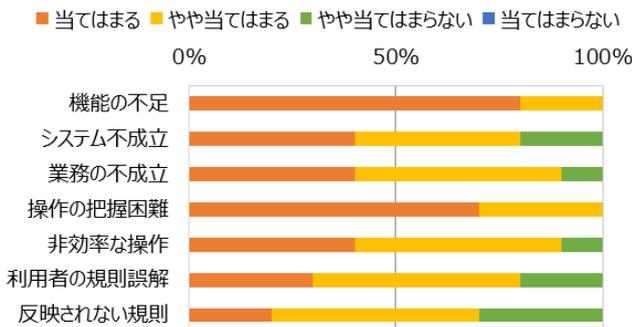


図 7 観点と要素に対する学習者の意識

業務規則の観点を意識しにくかった原因として、観点と課題の結びつけが難しかったことが考えられる。観点の解説では、課題 1 の問題予測例として発注者側の従業員に関わる「シフト表の誤解」を提示したが、課題 2 で想定した問題は顧客に関わる「ラストオーダーの誤解」などであり、課題 1 と課題 2 ではシステムの利用者が異なっていた。

5.4 業務とシステムを結びつけた問題予測

観点を意識した実験群の学習者には、課題文に埋めこまれた「発注者側の業務内容」と対象システムを結びつけた問題予測を行う傾向が見られた。実験群と統制群それぞれに多かった予測を表 8 に示す。統制群は「画面遷移できなくなる」、「表示する内容の定義が曖昧」などシステムの実現や動きに注目した予測が多かった。一方で実験群は「ラストオーダー時間を顧客が把握できない」、「商品が売り切れてもシステムでは注文できる」など発注者側の業務とシステムの結びつきに注目した予測が多かった。

上述の「業務と結びついた問題予測」と「業務規則に関わる観点の意識 (図 7)」との関係を表 7 のように調べた。その結果、主観的な観点意識が弱い学習者に予測傾向が見られた。業務規則の観点や要素の意識について「やや当てはまらない」の回答がある学習者は、実験群に多かった「業務と結びついた問題」を 3 個以上予測していた。一方で「当てはまる」、「やや当てはまる」のみを回答した学習者は、同様の問題のうち予測数が 0 個または 1 個だった。これは、観点の意識によって問題予測を促す本研究の仮説とは逆の結果であるため、学習者の主観的な観点意識と予測の関係を調査する必要がある。

6. まとめと今後の課題

システム開発課題の要求分析について、分析の観点を学習者に意識させることで、開発前後の問題予測を促す学習手法の開発と評価を行った。観点の意識による要求分析への効果を確認するため学習者を実験群と統制群に分け、2 群における問題予測数の差を調べた。実験の結果、実験群の学習者には予測数の増加傾向があったが、有意差は見られなかった。また、観点の意識による予測の具体化も見られなかった。

表 7 業務規則の観点意識と「業務を結びつけた問題予測」の関係

学習者	観点の意識：4件法			問題予測：◎具体的 ○抽象的				
	業務規則	要素(1)	要素(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)
		利用者の規則誤解	反映されない規則	問 44	問 45	問 54	問 55	問 60
A	2	2	2	○		○	○	
B	3	2	3	○	○	○	○	○
C	2	4	2	○	○	○	○	○
D	3	3	2		○	○	○	○
E	3	3	3	○				
F	3	3	3		◎			
G	3	3	3					
H	3	3	3					
I	4	4	4			○		
J	4	4	4					○

表 8 実験群または統制群に多かった問題予測（課題 2）

予測の特徴	番号	学習者の解答例	予測数[個]	
			実験群	統制群
システムの動きに注目	5	注文画面からの遷移先の機能がないため、選択画面で間違えて商品を選択した場合、強制的に注文するしかなくなる。	5	9
	16	従業員用の画面に詳細情報を表示させるようにするが、どんな情報を載せればよいか不明。	4	7
業務とシステムの関わりに注目	44	ラストオーダーがいつか、利用者側が分からない。	4	1
	45	ラストオーダー時間を過ぎた際の注文制限機能が実装されていない。制限をしておかなければ、時間外の注文が入ってきてしまい、業務に支障をきたす。	4	2
	54	顧客用の端末には売れ切れの表示する機能が必要。	5	1
	55	売れ切れの場合、従業員用の端末には注文できないようにする。	4	0
	60	ランチメニューを時間外に注文できないように変更する機能。	4	1

考察の結果、課題 1 の予測数が多い上位群は課題 2 で予測数のばらつきが大きいことと、観点を意識することで発注者側の業務とシステムを結びつけた問題予測の傾向があることの 2 つが得られた。特に業務とシステムを結びつけた問題については、業務規則の観点に対して主観的な意識の弱い学習者に予測傾向が見られた。今後の課題として、観点の意識が予測の具体化につながらなかったことが挙げられる。また、観点の意識と「業務とシステムを結びつけた問題予測の傾向」の関係も分析する。

参 考 文 献

- (1) 山本 修一郎：“要求を可視化するための要求定義・要求仕様書の作り方”，ソフト・リサーチ・センター，東京（2006）
- (2) 佐川 博樹：“よくわかる最新システム開発者のための要求定義の基本と仕組み”，秀和システム，東京（2010）
- (3) 大森 久美子，岡崎 義勝：“ずっと受けたかった要求分析の基礎研修”，翔泳社，東京（2011）
- (4) 飯村 結香子，山田 節夫，小林 伸幸：“企画・要件定義プロセスの改善”，NTT 技術ジャーナル，Vol.25, No.10, pp.15-18（2013）

- (5) 海谷 治彦, 北澤 直幸, 長田 晃, 海尻 賢二: "類似既存システムの情報を利用した要求獲得支援システムの開発と評価", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J93-D, No.10, pp.1836-1850 (2010)
- (6) 小形 真平, 松浦 佐江子: "プロトタイプ生成可能なモデル駆動要求分析手法の要求工学教育への適用", 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学, Vol.110, No.468, pp.37-42 (2011)
- (7) 工藤 隆司, 中須賀 真一, 堀 浩一: "ソフトウェア開発の上流工程を支援する SpecRefiner", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-I, No.6, pp.702-712 (2001)
- (8) 情報サービス産業協会 REBOK 企画 WG: "要求工学知識体系", 株式会社近代科学社, 東京 (2011)
- (9) Spillner, A.: "The W-MODEL —Strengthening the Bond Between Development and Test", STAREAST, Software Testing Conference (2002)
- (10) 羽田 裕, 青木 教之: "テスト視点による上流工程での予防活動と検知活動の成熟度向上", 組込みシステムシンポジウム 2013 論文集, pp.66-74 (2013)
- (11) 石井 俊也, 仲林 清: "システム要件定義における要求分析能力向上のための学習手法", 教育システム情報学会研究報告, Vol.32, No.1, pp.13-20 (2017)
- (12) 日本工業規格: "JIS X 0129-1 (ISO/IEC 9126-1)" (2003)
- (13) 情報処理推進機構(IPA): "共通キャリア・スキルフレームワーク", <http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/ccsf/download.html>, (2014)
- (14) 日本工業規格: "JIS X 25010 (ISO/IEC 25010)" (2011)