

# 定義の必要十分性判別能力を試す課題の構築

斉藤 功樹<sup>†‡</sup>, 日高 昇平<sup>‡</sup>

Koki Saito, Shohei Hidaka

<sup>†</sup> 日本ユニシス株式会社, <sup>‡</sup> 北陸先端技術大学院大学

Nihon Unisys, Ltd., Japan Advanced Institute of Science and Technology

koki.saito@unisys.co.jp

## 概要

ソフトウェア開発の要件定義にて、顧客要求は過不足なく定義されるべきであるが、既存のレビュー指標ではその必要十分性を評価できず、レビューに依存する。そこで、レビューのもつ要求の必要十分性判別能力をはかるための課題を作成する実験を実施した。その結果、象徴化された顧客要求に対し、必要十分性を満たす／満たさない要求のセットを得た。さらに、本実験は一般の要件定義工程と同様の性質を持ち、その工程を十分に模した実験であることが示唆された。

キーワード：要件定義, 象徴化, 必要十分性

## 1. はじめに

ソフトウェア開発では、その開発に先立ち、開発するソフトウェアが満たすべき要件を定義する要件定義書あるいは仕様書・設計書の策定を行い、それに従ってエンジニアが要求される機能を持つソフトウェアを開発する。この開発の前段階にあたる上流工程で、仕様書や設計書の品質を担保することが、短い期間で高品質のソフトウェアを開発するために重要である。なぜなら、それらは後工程の成果物の品質へも影響を及ぼすため、品質が十分でない仕様書によって後工程で修正が発生した場合、上流工程で欠陥を修正した場合と比べて5-200倍のコストが発生する[1]。

最上流の要求分析では、原則として顧客要求は必要十分に過不足なく要求として定義されるべきであるが[2]、それを網羅的かつ定量的に評価することは難しい。一般的には、要件定義書の査読（レビュー）によりその品質を確認するが、既存の指標であるレビュー実施率や不具合検出率では、要件定義書が要求を必要十分に記述できているか、という品質を定量的には評価できない。さらに、レビューの観点にはレビューに依存するため、必要十分性が十分に検証されない可能性もある。

近年、ソフトウェアエンジニアリングの分野で視線情報が活用されており[3]、視線を用いて要件定義書レビューの品質を推定する研究も行われている[4][5]。そこで、視線情報を用いることで、レビューが要求の必要十分性を判別できるか否かを評価できると考えた。視線情報を用いてレビューの要求の必要十分性判

別能力をはかるためには、顧客要求とそれに対応する要件定義が必要となる。しかし、実際のシステム開発では顧客要求は複雑かつ多岐にわたっており、また、顧客に納品された要件定義書であっても必要十分性を満たしているか否かを判別できないため、それらを研究で用いることは難しい。そこで、本研究では、要求の必要十分性判別能力をはかるためのテストを作成する実験を提案する。実験では、顧客要求を象徴的に表現した代替物として幾何学的図形の組み合わせを用いて、その顧客要求を言語的に記述する要件定義書のセットを作成した。

## 2. 象徴化された顧客要求と要件定義書の刺激セットの構築手法

### 2.1. 顧客要求の作成

顧客要求とは、顧客が求める製品の性質を表す言語的表現（命題の集合；内包的定義）であり、それを満たす事例をここでは顧客要求事例（外延的定義）と呼ぶ。本研究では、実験上操作可能な顧客要求およびその事例の空間を、単位図形の組み合わせによって象徴的に表現する。

象徴化された顧客要求は、特定の図形の組み合わせの集合を指示する命題の集合であり、その事例は単位図形の組み合わせで視覚的に表現する。本研究では、単位図形は20種類で各1回まで1つの組み合わせに使えるとした。具体的には、円、正三角形、正四角形、ひし形、正五角形の五つの形状を基にそれぞれ大/小、黒塗り/白塗りの4種類の計20種類を単位図形とした（図1）。

それらを組み合わせで図形を作成し、顧客要求を満たすものを正例、満たさないものを負例とした。組み合わせ上可能な操作は平行移動のみとし、単位図形の回転・反転・拡大は不可とした。

組み合わせにて以下の制限事項を規定し、組み合わせ図形の事例が一定数となるようにした。③④では要求が同じである組み合わせ図形類（以降、同値類）を定義しており、その一例を図2に示す。

- ① 小の単位図形（以降，小）は大の単位図形（以降，大）に包含される
- ② 大が黒塗りの場合，小は白塗りのみである
- ③ 大と小が接する場合，接する辺や点の位置は要求として定義しない
- ④ 大と小が接しない場合，小の位置は要求として定義しない
- ⑤ 大と小が接する場合，辺と辺，辺と点（辺と頂点，辺と円が接する），点と点（頂点同士，円と他の図形の頂点，円と円が接する）の3通りで表現する

上記制限事項に基づき，⑤の3条件の組み合わせで作図可能な組み合わせ図形の個数を表1に示す。

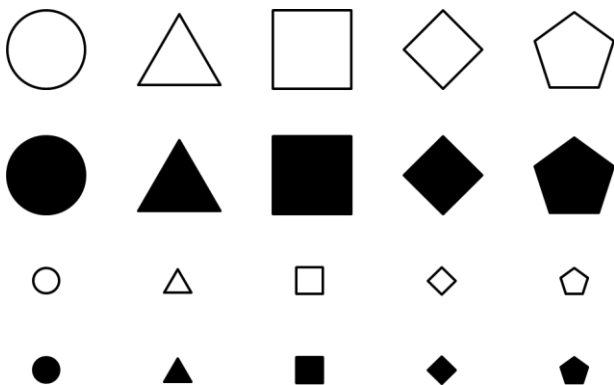


図1 20種類の単位図形

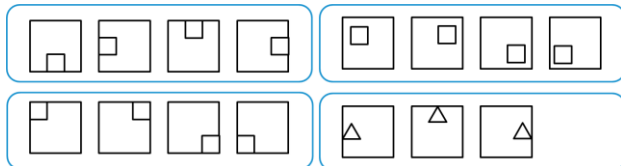


図2 同値類の一例（青線内が同値類）

表1 作図可能な組み合わせ図形の個数

大の形	小の形	大の塗り	小の塗り	点と点	辺と点	辺と辺	個数
				0点接する	0辺接する		75
				1点接する	0辺接する		48
円	円			0点接する	0辺接する		48
正三角形	正三角形			2点接する	1辺接する		30
正四角形	正四角形	黒塗り	黒塗り	3点接する	1辺接する		9
ひし形	ひし形	白塗り	白塗り	0点接する	0辺接する		24
正五角形	正五角形			1点接する	1点接する	1辺接する	9
					2点接する	2辺接する	12
				2点接する	0点接する	0辺接する	12
合計							267

## 2.2. 顧客要求の記述

顧客要求の言語的な記述にて，被験者間で表現のばらつきを抑えるため，顧客要求で用いることができる用語と記述規則を以下のように規定した。

顧客要求で可能な用語

- 形：円，正三角形，正四角形，ひし形，正五角形
- 四角形：正四角形とひし形
- 正多角形：正三角形，正四角形，正五角形
- 多角形：正三角形，正四角形，ひし形，正五角形
- 大きさ：大，小
- 塗り：白塗り，黒塗り
- 辺／頂点の数：辺，頂点共に円は0，正三角形は3，正四角形とひし形は4，正五角形は5とする
- 接する：単位図形同士の枠線が重なっている場合は，接するとし，辺と辺，辺と点（辺と頂点，辺と円が接する），点と点（頂点同士，円と他の図形の頂点，円と円が接する）の3通りで表現する（多角形の場合には頂点を点と，円の場合には接する点を点と記述する）

顧客要求で可能な構文

- AはBである／でない
  - AがBである／でない場合，CはDである／でない
- A, B, C, Dは1種類の要求のみ記述でき，同種類の要求であれば「または」で複数記述できるとした。

## 2.3. 要求と事例のセット作成実験

実験記号学における繰り返し学習パラダイム[6]のような様式の繰り返し要求と事例を生成する実験により，漸近的により洗練された要求と事例の刺激を作成する。

具体的には，被験者を2つのグループ（顧客要求作成グループと事例提示グループ）に分け，実験を行う。顧客要求作成グループ（以下，要求作成グループ）の被験者は，顧客要求として提示された図形の事例を基にその正例を含み，負例を含まない要求を言語的に記述する課題に取り組む。事例提示グループの被験者は，顧客要求作成グループが作成した要求を基に，要求を満たす図形の例をそれぞれできるだけ多く作図する課題に取り組む。

顧客要求作成グループと事例提示グループの1回の課題の対を1セッションとする。このセッションを複数回繰り返し，顧客要求作成グループに提示した正例と事例提示グループが作成した正例がすべて一致するか，規定のセッション回数を超えたときに，繰り返しを終了する。

顧客要求作成グループと事例提示グループが協調することにより、要求が必要十分でないにも関わらずセッションを終了する可能性がある。そのため、顧客要求作成グループは少ないセッションで、事例提示グループは多いセッションで終了した場合に得られる点数が多くなるような敵対的ゲームとした。

顧客要求はそれぞれの難易度が等しくなるように、言語的に記述された顧客要求は8-9個、正例は6個とした。したがって、顧客要求作成グループは少なくとも8-9個の要求で正例を記述できる。負例は、顧客要求を1つまたは2つ満たさない事例とし、正例と同じく6個とした。顧客要求の言語的表現とその正負例の一例を図3に示す。

顧客要求作成グループにはそれぞれ異なる顧客要求事例を提示した。顧客要求作成グループの1人に対して、事例提示グループの2人を対応付け、実験を実施した。本課題に慣れるため、最初のセッションでは顧客要求作成グループと事例提示グループそれぞれに例題2題を提示した。

実験終了後、質問紙調査を実施し、またインタビューを行い、個人特性を収集した。

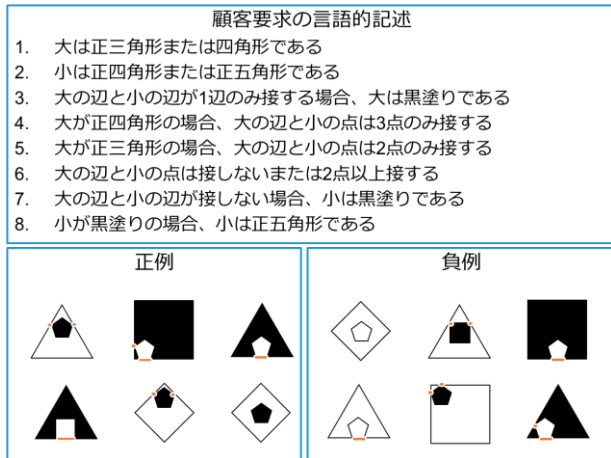


図3 顧客要求事例の一例

## 2.4. 被験者

被験者は10人のシステムエンジニア（男性：8名、女性：2名）、平均年齢は45.3（SD = 9.4）であった。10人を顧客要求作成、事例提示グループにそれぞれ5人ずつランダムに割り振った。

## 3. 結果

### 3.1. 顧客要求作成グループの結果

顧客要求作成グループの5人のうち、2人は2セッション目で、1人は3セッション目で、1人は4セッ

ション目で終了した。1人は4セッション目でも終了しなかったため、4セッションで終了とした。

顧客要求作成グループでは、セッションが進むにつれて作成した要求を満たす正例が顧客要求事例数である6個に収束していく。各被験者のセッションごとの顧客要求の文数とその正例数の推移を図4、図5に示す。

顧客要求の文数は、顧客要求事例数を超える場合は次セッションで増加するまたは変化しない傾向にあり、そうでない場合は減少する傾向にある。正例数は、顧客要求事例数を超えた後に減少して収束する傾向にある。したがって、顧客要求を満たすために必要な要求を列挙し、その後十分性を満たすように要求を追加または修正することで必要十分性を満たす要求を作成する傾向にあることが分かった。

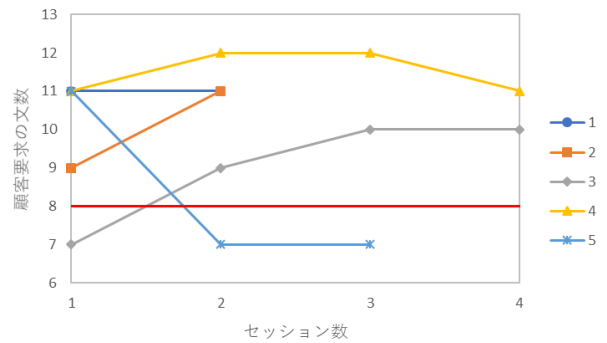


図4 各被験者のセッションごとに作成した顧客要求の文数推移

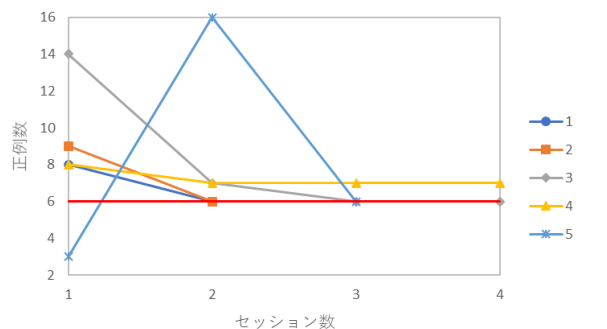


図5 各被験者のセッションごとの正例数推移

### 3.2. 事例提示グループの結果

事例提示グループの作図した図形事例にて、顧客要求作成グループの正例との類似度を示すJaccard係数を表2に、正例を網羅しているかどうかを示すカバー率を表3に示す。

Jaccard 係数は、多くの被験者でセッションが進むにつれて増加傾向にあり、セッションが進むほど顧客要求作成グループが作成した要求を必要十分に満たす事例を作成できるようになる傾向がある。しかし、Jaccard 係数が次セッションで著しく減少する場合もある。本実験では、事例作図グループは誤って負例を正例として作図しても減点を受けることなく、かつ顧客要求作成グループにはそのような事例は提示しなかった。そのため、セッションが終了しないことを危惧して、網羅性を満たすために多くの事例を作図したことによって Jaccard 係数が減少したと考えられる。

事例提示グループの個人のカバー率にはばらつきがあり、正例を網羅できていない場合も多く、顧客要求の検証には一人では不十分である。しかし、二人を合わせた合算でのカバー率は、すべてのセッションで86%以上であり、顧客要求の検証には二人で十分であることが分かった。

表 2 事例提示グループ作図事例の正例類似度

顧客要求 作成 被験者No	事例提示 被験者No	Jaccard係数			
		セッション1	セッション2	セッション3	セッション4
1	10	1.00	1.00	-	-
	9	0.88	0.86	-	-
2	9	0.60	1.00	-	-
	8	0.39	0.55	-	-
3	8	0.61	1.00	0.43	1.00
	7	0.75	0.36	0.75	0.63
4	7	0.18	0.22	0.44	0.71
	6	0.78	0.50	1.00	1.00
5	6	0.75	0.94	0.35	-
	10	0.67	0.94	0.83	-

表 3 事例提示グループ作図事例の正例カバー率

顧客要求 作成 被験者No	事例提示 被験者No	セッション1 カバー率		セッション2 カバー率		セッション3 カバー率		セッション4 カバー率	
		個人	合算	個人	合算	個人	合算	個人	合算
1	10	100%	100%	100%	100%	-	-	-	-
	9	88%	100%	100%	100%	-	-	-	-
2	9	67%	89%	100%	100%	-	-	-	-
	8	78%	100%	100%	100%	-	-	-	-
3	8	79%	86%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	7	86%	71%	100%	100%	100%	83%	100%	100%
4	7	38%	88%	29%	86%	57%	100%	71%	100%
	6	88%	88%	86%	86%	100%	100%	100%	100%
5	6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	-	-
	10	67%	100%	94%	100%	83%	100%	-	-

#### 4. 考察

本実験での顧客要求作成/事例提示グループは、それぞれ要件定義工程での、要件定義の作成者/レビュアのような役割を果たしていると考えられる。そし

て、要求の必要十分性を満たすためには、複数回のセッションが必要であり、かつ複数人の観点での検証が必要であることが実験で示された。これは、実際の業務での要件定義書作成においても同様であり、複数人による複数回のレビューが必要とされる。したがって、本実験は要件定義工程における要件定義書作成/レビューのプロセスを十分に模した実験であると考えられる。

#### 5. 今後の予定

##### 5.1. テスト作成方法

本実験では、セッションごとに異なるバージョンの要求が作成され、古いバージョンほど、顧客要求を満たす図形の組み合わせを必要十分に記述する定義書に近づくと期待されるため、セッション数は定性的に定義書の質の高さと相関すると考えられる。したがって、この作成順で順序づけられた刺激セットを要求の必要十分性判別能力テストの難易度として用いる。最終セッションで作成された要求は、顧客要求を満たす図形事例の最も必要十分性の高い要求と目されるが、それより古いセッションでの要求は必要十分性の度合いがより低い。セッションが古くなるにつれ、図形事例と要求の間の乖離が大きくなるため、古いバージョンの要求ほど必要十分性を満たすか否かの判別がしやすくなると考えられる。したがって、こうして作成された刺激の系列（バージョン）は、要件定義書のレビューで検出すべき要件定義書の瑕疵の一つの基準を与え、要件定義書のレビュー品質を検討する課題においてレビューの難易度の指標になりえる。

そこで、要求の必要十分性判別能力テストには、実験で使用した図形と複数のバージョンの要求を用いて作成予定である。一つの図形に対して、複数のバージョンの要求を対応付けることで、難易度に応じた必要十分性判別能力をはかることができ、より精緻なテストができる。

##### 5.2. 視線との関連

作成した要求の必要十分性判別能力テストを実施した際の視線情報を計測し、テスト結果と視線の間の関係について調査予定である。

#### 参考文献

- [1] B. W. Boehm, (1981) "Software Engineering Economics", 1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR.

- [2] P. Sawyer and G. Kotonya, (2001) “Software requirements,” *SWEBOK*, p. 9.
- [3] Z. Sharafi, T. Shaffer, B. Sharif, and Y.-G. Gueheneuc, (2015) “Eye-Tracking Metrics in Software Engineering,” in *2015 Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, pp. 96–103.
- [4] 斉藤功樹 and 土肥拓生, (2018) “アイトラッキングを利用した, 次世代の要件定義書レビュー評価手法,” in *日本認知科学会第35回大会論文集*, pp. sP1-50.
- [5] K. Saito and S. Hidaka, (accepted), (2019) “Analysis of review quality by using gaze data during document review,” in *The 41st Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2019)*.
- [6] K. Smith, S. Kirby, and H. Brighton, (2003) “Iterated Learning: A Framework for the Emergence of Language,” *Artificial Life*, vol. 9, no. 4, pp. 371–386.