

# 曖昧表現の見直しノウハウの形式知化

齋藤 忍<sup>1,a)</sup> 飯村 結香子<sup>1</sup> 山田 節夫<sup>1</sup>

受付日 2020年8月3日, 採録日 2021年1月12日

**概要:** ユーザと開発者のコミュニケーションの質の良し悪しは、システム開発の重要成功要因の1つである。システム開発の専門家ではないユーザは、日々の生活で特に意識せずに使われる曖昧な表現を用いて、開発者にシステムの要求を伝達しがちである。これらの曖昧表現により、開発者がユーザの要求をとらえ違えると、ユーザの要求に即さないシステムが実装されてしまう。開発者には、ヒアリング等を通じて得られたユーザの要求について曖昧表現がないかを確認し、曖昧な点について再ヒアリング等を通して解消すること（曖昧表現の見直し）が求められる。そこで本稿では、曖昧表現の見直しを支援するノウハウ（経験者の思考、文例）のフォーマットを定義し、ノウハウを形式知化するプロセスを提案する。そのうえで、提案プロセスを適用し形式知化されたノウハウ（曖昧表現の見直しガイドライン）の効果を被験者実験により検証し、提案プロセスの有用性や課題を示す。

**キーワード:** 曖昧さ, 形式知化, 比較実験

## Knowledge Formalization Processes for Addressing Ambiguity Words

SHINOBU SAITO<sup>1,a)</sup> YUKAKO IIMURA<sup>1</sup> SETSUO YAMADA<sup>1</sup>

Received: August 3, 2020, Accepted: January 12, 2021

**Abstract:** One of the critical factors for project success is describing clear system requirements. On the other hand, system users often communicate with engineers about their requirements with ambiguity words. These are pointed out as main cause of project failure such as delivery delay and rework. Addressing the ambiguity words requires know-how from skilled engineers' knowledge (know-how). In this paper, we propose knowledge formalization processes for addressing ambiguity words. By adopting the processes, we create a guideline providing how to address them. We also conduct control experiments for evaluating the guideline. The results show that the guideline is helpful for novice engineers to identify and correct ambiguity words.

**Keywords:** ambiguity, knowledge formalization, control experiment

### 1. はじめに

システムを利用するユーザと、システムの仕様を策定する開発者と間のコミュニケーションの質の良し悪しは、システム開発の重要な成功要因である [2]。一方、システム開発の専門家ではないユーザは、日々の生活で特に意識せずに使われる曖昧な表現を用いて、開発者にシステムの要求を伝達しがちである [16]。これらの曖昧表現により、開発者がユーザの要求をとらえ違えると、ユーザの要求に即さないシステムが実装されてしまう。結果として、納期遅延

やコスト増加に至る。

システムの仕様を策定する開発者は、ユーザへのヒアリング等を通じて得られた要求の内容を確認し、曖昧な点を発見し、曖昧な点については再ヒアリング等を通じて解消することが求められる。従来、これら曖昧表現の見直し（=発見+解消）の作業は経験者に依存するケースが多かった。これまでに筆者らは、ウォーターフォール型のプロジェクトに対して品質ゲート（経験者による第3者インスペクション）を設けて、曖昧表現を含む仕様の後工程へのすり抜けを防止した取り組みを報告している [12]。しかしながら、アジャイル型のプロジェクトが増加し、より迅速なデリバリーが求められる現状では、第3者によるレビューやインスペクションによる指摘を受けるより前に、各開発

<sup>1</sup> 日本電信電話株式会社  
NTT Corporation, Chiyoda, Tokyo 100-8116, Japan  
<sup>a)</sup> shinobu.saitou.cm@hco.ntt.co.jp

者が曖昧表現の見直しを自ら実施することが求められる。これまでに筆者らは、経験者のノウハウが、曖昧表現の見直しに役立つことを報告している [13]。一方、経験者のノウハウをどのように形式知化するかに関する議論は不十分であった。

そこで本稿では、曖昧表現の見直しを支援するノウハウ（経験者の思考、文例）のフォーマットを定義し、これらノウハウを形式知化するプロセスを提案する。次に、企業で作成された複数の要求定義書に対して、提案プロセスを適用し、見直しノウハウの形式知化（見直しガイドラインの作成）を行う。提案プロセスの有用性を示す狙いで、以下に記す2つの研究設問（RQ: Research Question）を設定する。

- **RQ1** : 提案プロセスは、曖昧表現の発見に有効なノウハウを形式知化できるか？
- **RQ2** : 提案プロセスは、曖昧表現の解消に有効なノウハウを形式知化できるか？

RQに回答するため、形式知化ノウハウの効果検証の被験者実験を、初心者・経験者のそれぞれの被験者群に対して実施する。本稿の構成は以下のとおりである。2章では、関連研究を述べる。システムの仕様の曖昧さに関する研究を概観する。3章では、曖昧表現見直しのノウハウを形式知化するプロセスを提示する。4章では、提案プロセスの実践例とその結果得られた形式知化ノウハウ（曖昧表現の見直しガイドライン）の内容を示す。5章では、初心者・経験者に実施した見直しガイドラインの有効性評価の実験を報告する。6章で考察し、最後の7章で結論と今後の課題を述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 システム要求における曖昧表現

ソフトウェア要求仕様に対する推奨プラクティスを記したIEEE 830 [4]では、良いソフトウェア要求仕様書の特性として「正確」や「完成」、「一貫」とならび「無曖昧」があげられている。IEEE 830をリプレースしたISO/IEC/IEEE 29148:2018 [5]では、個別の要求の満たすべき特性として「無曖昧性」をあげており、言語表現上の基準として漠然とした、あるいは一般的な語は避けるべきとして曖昧な語例を示している。ソフトウェア開発を対象とした知識体系としてはSWEBOK [10]が知られている。近年、要求定義を含む上流工程に特化した技法やプロセスを体系化した知識体系も提唱されている [6], [7]。特に要求工学に関する知識体系のREBOK [7]は、SWEBOKを補完することを狙いとしており、11の要求の特性（単一性、完全性、一貫性、法令順守、独立性、追跡可能性、最新性、実現可能性、無曖昧性、必要性、検証可能性）を提唱している。そのなかの「無曖昧性」は、文字どおり「曖昧さがないことであり、2つ以上の解釈がないこと」と定義されている。システム要

求の品質とプロジェクトの最終的な成否には相関関係があることは以前より報告されている [1]。Wieggersら [15]は、プロジェクトが失敗する一般的な原因として、ステークホルダの関与不足や要求のクリープと並び、曖昧な要求をあげている。Masseyら [9]は、規制 (regulations) に関する要求の曖昧さに着目し、それらに起因するプロジェクトの問題を指摘している。

### 2.2 曖昧表現の発見と解消

文献 [3], [16]では、システム要求の文章を検索し、あらかじめ登録された、曖昧さを招き易い用語（キーワード）を検知する技法を提案している。これらの技法ではキーワードをあらかじめ抽出・整備しておくことが求められる。Wieggersら [15]も、曖昧さの一因となる語句の一覧をあげている。システム要求の文章からキーワードや語句を機械的に検知することで、曖昧表現の発見には一定の効果が期待できる。しかしながら、曖昧さの見直しの難しさは、上述のアプローチ（単純な文字の検知）では曖昧な点の解消までは至らないことである。他の開発者にシステム要求の文章を回覧し、コメントをもらうだけでも、曖昧表現の見直しには不十分である [15]。曖昧表現を含む文章は、回覧先（開発者）により異なる理解（解釈の違い）が発生した状態となる。各々の理解に基づくコメントが指摘されるにとどまり、曖昧な点の解消（一意に意味が限定された状態）には至らない。

### 2.3 曖昧さの分類

Pohl [11]は自然言語で記述された要求の曖昧さを5つに分類している（表1参照）。曖昧さ（ある文章に対する2つ以上の解釈）を避ける方法として、用語集、要求構文パターン、制約言語をあげている。用語集を作成し、文書中で利用する語の意味を限定すれば、lexicalな曖昧さを避けることができる。要求構文パターンや制約言語のように文章の構文、用語を限定することでsyntactic, semanticな曖昧さを避けることができる。ただし、統制が強く自然言語としての表現力の低い制約言語は要求獲得と呼ばれるシステム仕様の策定の初期には向かないと述べている。文

表1 曖昧さの分類

Table 1 Types of ambiguity.

| 曖昧さの分類             | 説明                                 |
|--------------------|------------------------------------|
| Lexical            | ある単語に異なる別の意味が存在する。                 |
| Syntactic          | 文章に複数の構文解釈（妥当な統語関係）が存在する。          |
| Semantic           | 文章の意味の解釈が複数存在する。                   |
| Referential        | 文章中の参照先の解釈が複数存在する。                 |
| Vagueness of terms | 文章中に外延的な定義が一般的に不明か定義が困難な「表現」が含まれる。 |

献 [15] であげられる文を短くする、能動態で書く、「そして」、「また」等の複数の文をつなげる接続詞を避ける等の記述スタイルの規定も syntactic, semantic な曖昧さを避けるのに有効である。“referential”, “vagueness of terms” な曖昧さは、文献 [11] では曖昧さの分類としてあげるにとどまり、文献 [5], [15] では使用を避けることのみが示されている。ただし、“referential” は、指示語・代名詞の使用の代わりに名詞を再記述する、あるいは、指示語・代名詞に名詞を補足することで解釈を限定する方法が知られている。一方 “vagueness of terms” は、日常的に広く使われていること、書き手、読み手それぞれの想定で解釈できてしまうこと、から曖昧さを見逃しやすい。曖昧さの解消も、どのように見直すかが開発者の知識や経験に依存しがちで、他の分類の対処法（文章の形式的な変換）と比較して難しい。そこで、本稿で対象とする曖昧表現は、曖昧さの分類 “vagueness of terms” とする。

### 3. ノウハウの形式知化プロセス

#### 3.1 ノウハウの活用シーン

曖昧表現の見直しには、システム要求の文書から曖昧表現を発見することに加えて、発見した曖昧表現では「どのような情報が足りないか、あるいは不明であるか」を開発者自身が考えることも重要である。そのうえで、実施済みのユーザヒアリングやヒアリングの再実施で情報を補い、曖昧な点を解消する。このような一連のステップを実施するには経験者のノウハウが有用である。

本稿が想定する形式知化ノウハウの活用シーンを図 1 に示す。活用シーンにおけるユーザと開発者との作業のステップを以下に記す。形式知化ノウハウはステップ (2) と (3) で参照される。

- ステップ (1) 要求の提示：ユーザは、開発対象システムの要求を開発者に提示する。
- ステップ (2) 曖昧表現の発見：開発者は、ユーザからのシステムの要求に含まれる曖昧表現を発見する。要求が記述された文章（要求文章）の中に、システムの外部仕様の作成を想定した場合に「システムの機能や振舞いとして複数の解釈が発生しえないか」を確認す

る。もし複数の解釈がとりうる場合には、要求文章よりそれらを曖昧表現として抽出する。

- ステップ (3) 見直し案の作成：開発者は、発見した曖昧表現に対して、見直し案（曖昧な点を解消する案）を作成する。要求文章を見直しするにあたって「どのような情報を補うべき、あるいは境界を定めるべきか？」を検討し、不足する情報や不明点をユーザへのヒアリング項目とし整理する。
- ステップ (4) 確認：開発者は、見直し案と見直しにあたって整理したヒアリング項目をユーザに確認する。

以上の 4 つのステップを、開発者とユーザの間で必要に応じて繰り返し実行することで、曖昧表現を含む要求文章全体の見直しを行う。

一方、要求文章の曖昧表現を解消していく過程においては、ユーザ視点からの要求の見直しも必要となると考えられる。具体的には、要求文章全体に対して、ユーザの要求に合致するものであるのか（合目的性）、過不足はないのか（網羅性）、等の観点から確認し、必要に応じて要求文章の内容の見直しを行う。当然、これらの見直しにもノウハウが必要であるが、本稿の形式知化の対象は、曖昧表現の見直しノウハウである。上述のユーザ視点からの見直しノウハウは対象外となる。

#### 3.2 形式知化のフォーマット

本稿で見直しの対象とする曖昧さ “vagueness of terms” への対処は、その表現を使わないことであると解説されることが多い [5], [15]。しかしある表現が曖昧であることに気づいて、その表現を避ける（見直す）ことは単純ではない。たとえば、“vagueness of terms” の文例としては “Fred is tall” が知られており、“tall” が曖昧表現に相当する。この文章の書き手は、Fred が属するクラス（年齢や参加している競技、職業等）、およびそのクラスにおける身長の高い低いを判断する基準を想定したうえで、Fred の身長が「高い」と表現している。しかしながら文章では、その書き手の基準が情報として欠落しているため、読み手は自身の経験等から身長が「高い」と判断する基準を想定し解釈する。書き手と読み手それぞれが想定する基準が異なっている（複数の解釈がとりうる）としても、読み手は自身の基準で解釈できるため、曖昧表現であることを見逃してしまう。たとえ、読み手が気づいたとしても、曖昧表現を解消するには、どのような情報を補うべきか（不足している情報）を書き手に確認する必要がある。

曖昧表現の見直しを行う経験者は、1) なぜ曖昧なのかを理解したうえで、2) 曖昧さを解消するにはどのような情報を補完するかの方針を建てて、3) 建てた方針に沿って曖昧な表現を記述し直す、という 3 つの手続きを実施していると考えられる。また、“vagueness of terms” の数は多く、それぞれの表現ごとに 3 つの段階で必要となる知識は異な

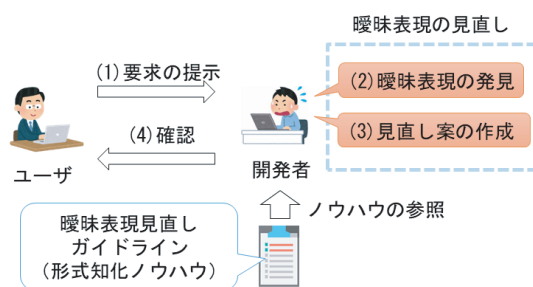


図 1 形式知化ノウハウの活用シーン

Fig. 1 Use case image of formalized knowledge.

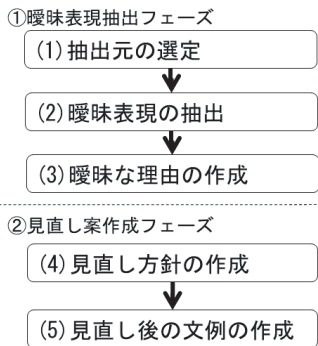


図 2 曖昧表現見直しノウハウの形式知化プロセス  
Fig. 2 Knowledge formalization processes.

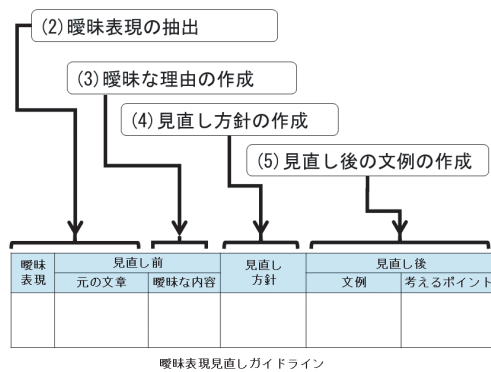


図 3 プロセスとガイドラインの構成要素の対応関係  
Fig. 3 The processes and the elements of guideline.

る。そこで本稿では、曖昧表現の見直しノウハウの形式知化のフォーマットとして、実際の要求文章から抽出された“vagueness of terms” 個々について、なぜ曖昧であるか（曖昧さの内容）、どのように情報を補完するか（見直し方針）、書き換えるうえでの注意点は何か（考えるポイント）、を定義し、それぞれの経験者の思考の内容を示す。また、曖昧表現はあるコンテキストにおいてのみ理解されるものであるため、具体的な文例を用いて解説を行う。

### 3.3 形式知化プロセスの内容

曖昧表現の見直しノウハウを形式知化するプロセスは5つのステップから構成される（図 2 参照）。形式知化プロセスは、曖昧表現抽出と見直し案作成の2つのフェーズに分けられる。2~5 番目のプロセスの実行結果が、形式知化ノウハウ（書き換えガイドライン）の各構成要素に反映される（図 3 参照）。これら4つのステップの実行者は、開発の経験者（形式知化するノウハウの保有者）が担当する。

各ステップの実行に際しては、リーディング技術の1つである PBR（Perspective-Based Reading）のアプローチを採用する [14]。PBR ではレビューにあらかじめ特定の視点（例：設計者、顧客、テスト）を指定する。レビューは与えられた視点に基づいてレビューを行う。提案プロセスも同様に、プロセスの実行者（経験者）は指定された視点に基づき、仮想的に曖昧表現の発見と解消を実施する。

曖昧表現抽出フェーズでは「外部仕様の作成者」の視点から曖昧表現の抽出を実施する。見直し案作成フェーズでは「システム要求の修正者」の視点から曖昧表現の書き換えを実施する。

#### (1) 抽出元の選定

実際に開発プロジェクトで使われていた曖昧表現を抽出するため、過去のプロジェクトで作成された要求定義書を選定する。選定の観点としては、以降で抽出する曖昧表現の種類の偏りを少なくするため、異なる業界・業種に向けて作成された複数の要求定義書を選定することが望ましい。

#### (2) 曖昧表現の抽出

選定された要求定義書に対して、経験者（プロセスの実行者）により、曖昧表現とそれらを含むシステム要求の文章の抽出を行う。曖昧表現の抽出の基準は「外部仕様の作成者」の立場を見た場合に、「想定されるシステムの機能や振舞いに複数の解釈が発生する程度表現であるか？」とする。そのうえで、曖昧表現とそれらを含む文章を、図 3 に示すガイドラインの対応する構成要素（曖昧表現、元の文章）に記載する。

曖昧表現は、要求定義書のなかで1回でも出現すれば抽出対象とする。また、要求定義書のなかで、同じ曖昧表現を含む文章が複数抽出された際は、それらの文章すべてを記載する。これは曖昧表現の抽出基準は、要求定義書の記述時点において、幅広い曖昧表現を発見・解消することが必要と考えるからである。通常の開発では、要求定義書の記述時点ですり抜けてしまった曖昧表現に起因する要求のとらえ違いは、外部設計以降の各工程でのレビューや試験により発見される。発見された要求のとらえ違いは工程を遡って解消（例：各工程で作成された成果物の修正）される。一般に、要求のとらえ違いによる手戻りの影響（修正コスト、工期遅延等）の大きさは、起因となる要求文章中の曖昧表現の種類や記載回数ではなく、発見された工程に多分に依存する。後工程になれば手戻りの影響が大きくなるため、要求定義書の記述時点で曖昧表現を排除することが望ましい。以上の考えより、提案プロセスでは、実際の要件定義書から抽出されたすべての曖昧表現に対し見直しノウハウを形式知化することとしている。

一方、特定のドメイン用語は抽出対象としない。ドメイン用語は、特定の分野（ドメイン）ごとに固有の意味を持つことが多い。要求定義書でこれらを記述する際には、別の意味で解釈していないか（曖昧さが発生していないか）留意する必要がある。しかし、これらは曖昧さの分類における Lexical（ある単語に異なる別の意味が存在する）に分類される。2.3 節に記載のとおり、用語リスト等での対応（曖昧さの解消）が適

切である。本提案で対象とする“vagueness of terms”ではないため、本プロセスでの抽出対象外となる。

(3) 曖昧な理由の作成

抽出された曖昧表現を含む文章群について重複を排除し、それぞれの文章に対して、なぜ曖昧であるかの理由を記述する。具体的には、なぜ元の文章では読み手(=外部仕様の作成者)が、要求内容からシステムの機能や振舞いを一意に定められないのか(=曖昧である理由)を記述する。作成された理由は、図3に示すガイドラインの対応する構成要素(曖昧な内容)に記載する。

(4) 見直し方針の作成

曖昧表現を含む文章に対する見直しの方針を検討する。検討の観点は「システム要求の修正者」の立場で見た場合に、「どのような情報を補うべき、あるいは境界を定めるべきか?」とする。定義された方針は、図3に示すガイドラインの対応する構成要素(見直し方針)に記載する。

(5) 見直し後の文例の作成

元の文章に含まれていた曖昧表現を解消した後の文例を作成する。あわせて、文例を作成するうえで、どのように思考して曖昧表現を解消したのかを、文例に即して記載する。これら2つの内容を、図3に示すガイドラインの対応する構成要素(文例、考えるポイント)に記載する。なお、ステップ(3)~(5)で実行者各々から出された内容に対して、実行者全員で議論を行い、最終的にガイドラインに記載すべき内容を定義する。これにより属人的に抽出・された知識を集合知に補正していく。

4. 形式知化プロセスの実践

4.1 形式知化プロセスの適用

本章では、前章で提案した形式知化プロセスを実際に要求定義書に適用し曖昧表現の見直しガイドを作成しながら、提案プロセスの一連の流れと、得られた成果物(ガイドライン)の具体例を示し、提案プロセスによるノウハウの形式知化が実現可能であることを確認する。

はじめの曖昧表現抽出フェーズでは、あるSI企業の業務システムの開発プロジェクトで実際に作成された要求定義書9個を選定した。選定にあたり、記述内容の偏りをなくすため、異なる業界・業種の顧客に向けたシステムの要求定義書を対象とした。9つの開発プロジェクトは、当該企業内で異なる組織で実施しており、全プロジェクトがウォーターフォール型(新規開発)を採用している。新規開発とした理由は、記述項目の網羅性確保である。システムの機能拡充(追加・修正等)や更改のプロジェクトで作成される要求定義書は、過去の要求定義書に対する差分のみが記載される場合が多い。調査対象として、十分な要求文

表2 抽出された曖昧表現(抜粋)

Table 2 Examples of vague terms in system requirements.

| 曖昧表現 | 元の文章                                      | 曖昧な内容                 |
|------|---|-----------------------|
| 明らか  | 画面 Y に表示の画像が明らかなである場合、画像表示確認のダイアログを表示しない。 | どのような状態が「明らか」かが分からない。 |
| 難しい  | 業務 Y の中で難しい作業はシステム化対象外とする。                | 「難しい」が該当する状況が分からない。   |
| 特に   | 特に大きいファイルの場合、送信は不可とする。                    | 「特に」の誇張する程度が分からない。    |
| 近隣   | 検索に当たったユーザの近隣ユーザに関するデータも表示する。             | 「近隣」が指す範囲が分からない。      |

章を含む要求定義書を選定するため、機能拡充や更改は候補から外した。これら9つの要求定義書に対して、要求提議書の執筆者ではない第3者の開発経験者3人により提案プロセスを適用したところ、395個の曖昧表現を含む文章が存在し、重複を除き90個の曖昧表現を含む文章を抽出した(表A.1参照)。

表2に抽出された曖昧表現のサンプルを4つ示す。表の左から1列目は、曖昧表現が記されている。2列目は、その曖昧表現が実際の要求定義書でどのような文の中に含まれていたのか(元の文)を示している。3列目は、なぜその表現が読み手にとって解釈が一意に決められない(曖昧な内容)になるのかの説明となる。抽出された曖昧表現の品詞別の割合は、名詞が6割強で最も多く、次が形容詞の3割弱となり、残りが副詞であった。

次の見直し案作成フェーズでは、90個の曖昧表現に対する、見直し方針、見直し案(文例と考えるポイント)について、3人の開発経験者全員の議論により定義した。

プロセスの適用工数の実績は以下のとおりである。3人の開発経験者が実行した4つのステップ(ステップ(2)から(5))において、最初のフェーズにあたるステップ(2)(曖昧表現の抽出)では、3人合計で約15人日を要した。作業内容としては、3人それぞれが要求定義書を読解し、独立に曖昧表現を抽出し、最後に抽出した表現の意識合わせを全員で実施した。1日に2つの要求定義書から抽出することを目安として、9つの要求定義書を完了するのに5日間をかけた(3人×5日=15人日)。次のフェーズにあたるステップ(3)~(5)では、3人合計で約7.5日を要した。作業内容としては、3人が1日をかけて独立に曖昧表現に対して、見直し方針、見直し後の文例、考えるポイントを作成した。その後、3人全員で作成した内容を共有し、整理・修正を約1.5日で実施した(3人×1日+3人×1.5日=7.5人日)。以上より、4つのステップの工数実績は約1人月(=約7.5人日×実行者3人)であった。

表 3 曖昧表現の見直しガイドラインの内容 (抜粋)

Table 3 Example of guideline.

| 曖昧表現 | 見直し前                                      |                         | 見直し方針                           | 見直し後  |   |
|------|---|-------------------------|---------------------------------|---|---|
|      | 元の文章                                      | 曖昧な内容                   |                                 | 文例  | 考えるポイント                                     |
| 明らか  | 画面 Y に表示する画像が明らかである場合、画像表示確認のダイアログを表示しない。 | どのような状態が「明らか」かが分からない。   | 「明らか」となる対象と、「明らか」にする手段の双方を記載する。 | 画面 Y に表示する画像がアクタ A より指定されたものである場合、画像表示確認のダイアログを表示しない。         | 明らかにする手段 (誰がどのようにするか) を明確化するため、下線部の表現に書き換え。 |
| 難しい  | 業務 Y の中で難しい作業はシステム化対象外とする。                | 「難しい」が該当する状況が分からない。     | 何にとってどのように「難しい」のかを記載する。         | 業務 Y の中で人手が介在せざるを得ない作業はシステム化対象外とする。                           | システムによる完全自動化が難しい状況を明確にするため、下線部の表現に書き換え。     |
| 特に   | 1) 他と比べて程度を誇張特に大きいファイルの場合、送信は不可とする。       | 「特に」の誇張する程度が分からない。      | 「特に」が指す量的情報を記載する。               | 100MB を超えるファイルの場合、送信は不可とする。                                   | ファイルの大きさを明確にするため、定量的な値を含む下線部の表現に書き換え。       |
|      | 2) 他との区別を示す業務 A については、特に処理 A が必要となる。      | 「特に」がどういう意味で特別なかが分からない。 | 他と区別する情報を記載する。                  | 業務 A については、他の業務にはない処理 A が必要となる。                               | 処理 A がどういった意味で「特に」なのかを明確にするため、下線部の表現に書き換え。  |
|      | 3) 「特になし」と記載                              | -                       | 見直しは不要                          | -   | -   |
| 近隣   | 検索に当たったユーザの近隣ユーザに関するデータも表示する。             | 「近隣」が指す範囲が分からない。        | どこまでを「近隣」とするのかを示す量的情報を記載する。     | 検索に当たったユーザの DB 上の前後 5 レコード (当たったユーザは含まない) にあるユーザに関するデータも表示する。 | 「近隣」の範囲を明確にするため、定量的な値を含む下線部の表現に書き換え。        |

4.2 形式知化されたノウハウの内容

ガイドラインは見直し前、見直し方針、見直し後の3つのパートで構成される。表 3 に、表 2 の4つの曖昧表現に対するガイドラインの内容を示す。

- 見直し前：曖昧表現がどのような曖昧さを持っているのか (何が悪いのか?) に関する内容が、ガイドラインの2列目「元の文章」と3列目「曖昧な内容」に記載されている。記載内容は、前節のプロセス2とプロセス3の実施結果に基づく。たとえば、「特に」は3つのケースが記載されている。これはフェーズ1で抽出された「特に」を含む複数の文章において、システム仕様を作成する経験者の判断として、曖昧な理由は3つに分類されることを言語化している。
- 見直し方針：曖昧表現を解消するうえで何を明確化すべきであるか (見直し時に心がけることは?) に関する内容が、ガイドラインの4列目「見直し方針」に記載されている。記載内容は、前節のプロセス4の実施結果に基づく。一方、「特に」の3番目のケースでは、「見直しは不要」と記載されている。これは、「特になし」という文脈においては、曖昧表現「特に」によって生じる複数の解釈がないという、システム要求を修正する経験者の判断を言語化している。

- 見直し後：曖昧表現を解消するうえで何を指すべきか (具体的なお手本は?) に関する内容が、ガイドラインの5列目「文例」と6列目「考えるポイント」に記載されている。記載内容は、前節のプロセス5の実施結果に基づいている。見直し後の文例を作成した、システム要求を修正する経験者の意図を言語化している。

5. 被験者実験

提案プロセスにより形式知化されたノウハウ (曖昧表現の見直しガイドライン) の効果を検証するため、2種類の被験者による比較実験を実施した。1つ目はシステム開発の経験が浅い被験者 (初心者) を対象、2つ目は経験が豊富な被験者 (経験者) を対象としている。どちらの比較実験も被験者を曖昧表現見直しガイドラインを提供しない集団 (グループ A) と、提供する集団 (グループ B) の2つのグループに分ける。グループ A の被験者には曖昧表現の見直しガイドラインに含まれる曖昧表現の一覧のみを配布した。両グループに曖昧表現の発見・解消を行う問題に解答してもらい、形式知化ノウハウの提供有無にともなう両グループの正答率の結果を比較する。

### 5.1 実験の被験者

- **初心者**：ソフトウェア工学の授業を履修していた80人の大学生を無作為に2つに分けた。すべての大学生は同じ大学・同じ学部に所属していた。一方を「初心者グループA」とし、他方を「初心者グループB」とした。
- **経験者**：企業（システムインテグレータ）に所属しソフトウェア開発経験年数が10年以上である20人の技術者を無作為に2つに分けた。すべての技術者は同じ企業に所属している。一方を「経験者グループA」とし、他方を「経験者グループB」とした。

### 5.2 実験の問題

すべての被験者は、要求文章のなかから曖昧表現を発見する問題と、曖昧表現を解消する問題の2種類に解答する。すべての問題の文章は、ガイドラインに記載されている文章とは異なるものを用意した。曖昧表現の発見問題は15問、解消問題は11問で構成される（表A-2、表A-3参照）。

#### 5.2.1 曖昧表現の発見問題

被験者は問題文中に含まれる曖昧表現を発見する。図4に実際に被験者に出された問題と正答（曖昧表現は「適正」）の内容を示す。曖昧表現の発見問題では、問題として提示された文章が複数の解釈できると判断した場合にその曖昧さの原因となる表現を抽出することを被験者に求めた。被験者が問題文が曖昧ではないと判断した場合には、曖昧表現なしと回答するように指示をした。また、曖昧表現を含む文章であっても、その解釈を限定する十分な記述があれば、曖昧表現としては抽出しない（曖昧表現なし）とするようにも伝えた。したがって、曖昧表現の一覧に載っている表現を問題文から機械的に抜き出すだけが、発見問題の正答とはならない。また、問題文中には「Vagueness of term」以外の曖昧さが含まれないように記述をしている。

発見問題15問のうち曖昧表現が含まれるのは10問、残りの5問は、曖昧表現が問題文中に存在しない（すなわち、「曖昧表現はない」が正答となる）。曖昧表現が含まれる10問のうち、発見すべき曖昧表現が曖昧表現見直しガイドラ

**問題文**

客席のタッチパネルまたは接客係のハンディターミナルで受けた注文の飲料や料理を、一品一葉の受注伝票として**適正**に発行する。なお、一品一葉とは1つの伝票に1品のみ書くことをいう。

「**適正**」は曖昧な名詞  
 ■曖昧な内容  
 何にとつてどうすることが「**適正**」かが分からない

図4 曖昧表現の発見問題と正答例

Fig. 4 Example of question and correct answer on identifying ambiguity words in experiment.

イン（グループAでは曖昧表現の一覧）に記載されているのは8問、残り2問は曖昧表現見直しガイドライン（曖昧表現の一覧）には未記載の曖昧表現を発見する必要がある。

#### 5.2.2 曖昧表現の解消問題

被験者は文中の曖昧表現の解消を行う。図5に実際に出された問題と正答例の内容を示す。各問の文章中にはあらかじめ曖昧表現の出現箇所を下線が引かれている。図の例では「事前」が曖昧表現となる。当然、被験者は実際に要求定義書が作成された当時の執筆者ではないため、当時のユーザのシステム要求の内容は把握していない。そのため被験者には、指定された曖昧表現に対して不足する情報は自らの判断で補ったうえで書き換え（回答）を行うように求めた。解消問題の内訳は、8問が曖昧表現見直しガイドライン（グループAでは曖昧表現の一覧）に記載の表現、3問が未記載の表現である。

発見問題の採点とは異なり、解消問題ではあらかじめ用意した正答との単純な比較で採点（正誤判定）ができない。そのため、解消問題の採点では、企業において要求定義書の執筆・レビューを実施した経験のある3人の開発者を、採点者として用意した。採点者の3人は、4章で述べたガイドライン作成に関わった3人とは異なる。各問題の採点においては、3人の採点者が解答（被験者が見直した文章）を読み、事前に準備した採点基準と照らし合わせて、曖昧さが解消されているかを各々が判断する。

採点では、曖昧さが解消されているか否かのみを問うものとし、他の要求の特性の良し悪しは問わないこととした。たとえば、図5の「事前」は、日時が特定できるように見直されていれば正解とし、「発注日の翌日」のように営業日の考慮がない（要求の「完全性」を満たさない）ことは正誤判定に影響しない。最終的に3人の採点結果を照らし合わせ、個々の解答（被験者が見直した文章）に対して、3人の採点者の全員が曖昧さが解消されていると判断した場合のみ、当該解答は正解であると判定した。したがって、1人でも採点者が、曖昧さが残る文であると判断すれば、当該解答は誤答であると判定した。

**問題文**

発注された書籍に貼付するラベルと挿入する貸出カードを**事前**に印刷する。

**正答例**

発注された書籍に貼付するラベルと挿入する貸出カードを**納入予定日のX日前（まで）**に印刷する。

採点基準：  
 日（・時）を特定できていれば正答。  
 「発注時に」「発注日の翌営業日に」は可だが、「納入される前に」「貸し出す前に」は不可。

図5 曖昧表現の解消問題と正答例

Fig. 5 Example of question and correct answer on correcting ambiguity words in experiment.

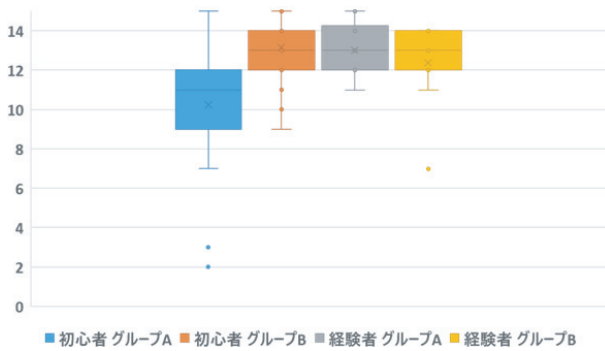


図 6 曖昧表現の発見における正答数の比較 (箱ひげ図)

Fig. 6 Results of identifying ambiguity words (box chart).

### 5.3 実験の手順

初心者・経験者の実験は以下の手順で同様に実施した。

- 手順 1：両グループにシステム要求における曖昧表現の解説を行う (約 30 分)。この際、ガイドラインに記載の曖昧表現 (90 個) の一覧のみ、説明資料に記す。
- 手順 2：グループ A を会場からいったん退席させ、グループ B にガイドラインを配布し説明を行う (約 15 分)。
- 手順 3：グループ A を再び会場に戻し、問題用紙を両グループに配布し、回答を開始させる (約 60 分)。回答に際し、グループ A は手順 1 で配布した曖昧表現の一覧を、グループ B はそれに加えて手順 2 で配布したガイドラインを適宜参照してよいとした。

### 5.4 実験の結果

#### 5.4.1 曖昧表現の発見の実験結果

初心者の 2 つのグループ、および経験者の 2 つのグループの正答数のばらつきを図 6 に示す (15 点満点)。

- 初心者：正答数の平均点は、初心者グループ A (ガイドラインなし) が 10.2 点であり、初心者グループ B (ガイドラインあり) は 13.2 点となった。次に 2 グループの平均点の差の検定を実施した。等分散の検定 (F 検定) の結果をふまえ、t 検定 (等分散を仮定した 2 標本の検定) を実施した結果、両グループの平均点の差に 5%水準で優位差が認められた。
- 経験者：正答数の平均点は、経験者グループ A (ガイドラインなし) が 13.0 点であり、経験者グループ B (ガイドラインあり) は 12.4 点となった。次に 2 グループの平均点の差の検定を実施した。等分散の検定 (F 検定) の結果をふまえ、t 検定 (分散が等しくないと仮定した 2 標本の検定) を実施した結果、両グループの平均点の差には 5%水準で優位差は認められなかった。

#### 5.4.2 曖昧表現の発見での被験者回答の分析

曖昧表現の発見での回答傾向について設問 (表 A.2) 別に初心者のグループ間で比較する。曖昧表現見直しガイドライン (グループ A では曖昧表現の一覧) への記載の有

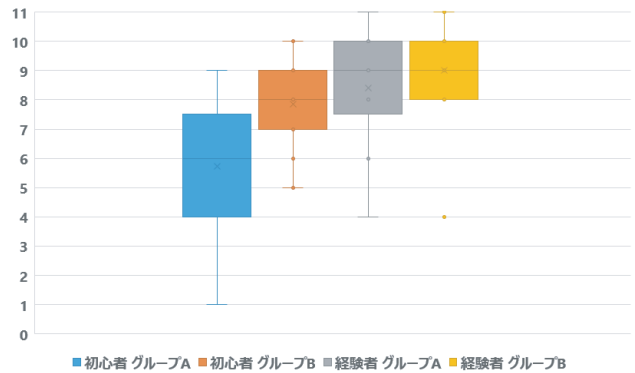


図 7 曖昧表現の解消における正答数の比較 (箱ひげ図)

Fig. 7 Results of correcting ambiguity words (box chart).

無、また曖昧表現が含まれている含まれていない (曖昧表現なしが正答) にかかわらず、初心者グループ B (ガイドラインあり) の方が正答率は高かった。曖昧表現見直しガイドラインに記載がある設問 (8 問) で、初心者グループ B (ガイドラインあり) は全問で正答率は 8 割を超えたが、初心者グループ A (ガイドラインなし) では、設問 11, 12, 14, 15 の 4 問で正答率が 7 割を下回った。これらの設問での誤答は「曖昧表現なし」としたものが最も多く、なぜ曖昧であるかを理由が説明されないグループ A (ガイドラインなし) では曖昧表現があっても解釈を限定する十分な記述があると判断する傾向が高いと考えられる。

曖昧表現が問題文中に存在しない (「曖昧表現はない」が正答) 5 問では、初心者グループ B (ガイドラインあり) では設問 13 を除き正答率は 8 割を超え、対して初心者グループ A (ガイドラインなし) の正答率は全問で 8 割を下回る。設問 13 は、初心者グループ A が 56%、初心者グループ B が 67%と双方のグループで正答率が低い。最も多く見られた誤答は「(数値基準を) 超えたとき」を指摘するものであり、曖昧表現見直しガイドライン (グループ A では曖昧表現の一覧) 記載の「多い」、「大きい」、等の「基準を示さない量的な表現」の曖昧さとの混同が起きた可能性がある。

#### 5.4.3 曖昧表現の解消での実験結果

初心者の 2 つのグループ、および経験者の 2 つのグループの正答数のばらつきを図 7 に示す (11 点満点)。

- 初心者：正答数の平均点は、初心者グループ A (リストなし) が 5.7 点であり、初心者グループ B (ガイドラインあり) は 7.8 点となった。次に 2 グループの平均点の差の検定を実施した。等分散の検定 (F 検定) の結果をふまえ、t 検定 (等分散を仮定した 2 標本の検定) を実施した結果、両グループの平均点の差に 5%水準で優位差が認められた。
- 経験者：正答数の平均点は、経験者グループ A (ガイドラインなし) が 8.4 点であり、経験者グループ B (ガイドラインあり) は 9.5 点となった。次に 2 グループの平均点の差の検定を実施した。等分散の検定 (F 検



定)の結果をふまえ、t検定(分散が等しくないと仮定した2標本の検定)を実施した結果、両グループの平均点の差には5%水準で優位差は認められなかった。

#### 5.4.4 曖昧表現の解消の被験者回答の分析

曖昧表現の解消での回答傾向について設問(表 A-3)別に初心者グループ間で比較する。曖昧表現見直しガイドライン(グループAでは曖昧表現の一覧)への記載の有無にかかわらず、初心者グループB(ガイドラインあり)の方が正答率は高かった。曖昧表現見直しガイドライン(グループAでは曖昧表現の一覧)に記載がある8問のうち、初心者グループB(ガイドラインあり)の正答率が8割を下回ったのは設問2, 7, 8の3問であり、グループA(ガイドラインなし)では設問6を加えた4問で正答率が8割を下回った。誤答には、より具体的、限定的な表現を試みたものの基準や境界の示し方に曖昧さが残る表現が多く見られた。たとえば、設問2の「事前」について「納品日のn日前」のように基準「納品日」とその基準からの数量的尺度を示すことで曖昧さの解消を試みたが、「納品日」は未来の不確定な日付であるためそのn日前と示すことでは曖昧さを解消できていない等があげられる。曖昧表現見直しガイドライン(グループAでは曖昧表現の一覧)に記載がない3問については、初心者グループB(ガイドラインあり)が設問11で97%の正答率であったこと除き、その正答率は7割を下回った。初心者グループB(ガイドラインあり)は、曖昧な表現「よく」について定量的な表現に置き換えることで曖昧表現の解消ができていた。対し、グループA(ガイドラインなし)では、「人気のある」や「貸し出し回数が多い」のように定量的な基準にまで落とし込めない例が見られた。

#### 5.5 研究設問(RQ)の回答

- **RQ1**(提案プロセスは、曖昧表現の発見に有効なノウハウを形式知化できるか?)の回答:

ノウハウ(ガイドライン)を参照した初心者は、参照しない初心者と比較して曖昧表現を正しく発見できることが統計的に実証された。経験者ではノウハウの参照の有無による差は見られなかった。ガイドラインを参照した初心者のグループの平均点は、経験者の両グループの平均点と同等となった。

提案プロセスは、経験者の持つ曖昧表現の発見に有効なノウハウを形式知化し経験の浅い初心者に伝達することができた。ノウハウを参照することで初心者であっても作業水準(曖昧表現の発見の正答率)は、経験者の作業水準まで到達した。

- **RQ2**(提案プロセスは、曖昧表現の解消に有効なノウハウを形式知化できるか?)の回答:

ノウハウ(ガイドライン)を参照した初心者は、参照しない初心者と比較して曖昧表現を正しく解消できる

ことが統計的に実証された。経験者ではノウハウの参照の有無による差は見られなかった。ガイドラインを参照した初心者のグループの平均点は、ガイドラインを参照しなかった経験者のグループの平均点に及ばなかった。

提案プロセスは、経験者の持つ曖昧表現の解消に有効なノウハウを形式知化し、経験の浅い初心者に伝達することができた。ただし、ノウハウを参照した場合であっても作業水準(曖昧表現の解消の正答率)は経験者の作業水準までには達しなかった。

## 6. 考察

### 6.1 ノウハウの形式知化の有用性

本稿では経験者のノウハウは、曖昧表現の発見・解消の双方に有効であるとの考えのもと、ノウハウを形式知化するプロセスを提案し、実践を行った。提案プロセスの実践により、9つの要求定義書から90個の曖昧表現を抽出し、個々の表現の曖昧さの理由に基づき、見直し方針や考えるポイント、および見直し後の文例をノウハウと定義できた。以上より、提案プロセスの企業の開発現場における実現可能性を確認できた。そのうえで被験者実験の結果より、提案プロセスにより形式知化されたノウハウは、初心者に対して曖昧表現の発見・解消に有用となることが実証できた。

実験に参加した経験者からは、「曖昧表現の見直しを感覚的に行っていたが、ガイドラインで各曖昧表現について具体的に曖昧さの理由が示されることで改めて理解できた」等の意見が得られた。経験を積んだ技術者であっても、曖昧表現の発見や解消のノウハウを意識せずに使っていると推測される。経験者が無意識に保有する暗黙知を、経験者自らが認識(言語化された知識として理解)するためには、本提案のように形式知化プロセスを経ることが必要であると考える。

### 6.2 ノウハウのフォーマットの妥当性

見直しを支援するノウハウ(経験者の思考、文例)を形式知化するフォーマットとして、曖昧な理由、見直しの方針、考えポイント、および見直し前後の具体的な文例、の合計5つの記述項目を定義した。3.2節で述べたように、このフォーマットは、経験者が曖昧表現の見直し(発見・解消)を行う際の手続きに基づいてる。一方、本稿で示した被験者実験はノウハウの内容に関する評価が主体であり、ノウハウのフォーマットに関する評価は実施できていない。フォーマットの評価観点としては、利用者がノウハウを参照・利用する際における、曖昧表現の一覧性や検索容易性等があげられる。今後は、利用者からのフィードバックに基づきノウハウのフォーマットの妥当性の検証や、検証結果に基づくフォーマットの改善を進めることは必要な課題である。同様の課題は、最終的な曖昧表現数(90個)

を確認できた時点において、ノウハウの形式知化プロセスの実行者（開発経験者）からも指摘されている。

フォーマット改善の方向性の1つとして、ノウハウ内容に基づく、曖昧表現のグルーピングや構造化が考えられる。これにより、現状の記述粒度よりも抽象度の高いノウハウが提示できるようになり、知識の再利用性や一般性を高める効果が期待できる。加えて、形式知化のフォーマットとプロセスは相互に依存する。形式知化プロセスにおいても、利用者からのフィードバックに基づき、ノウハウの内容やフォーマットを改善するステップを内包することも必要であると考えられる。

### 6.3 ノウハウの限界

被験者実験の結果から、形式知化されたノウハウの参照による初心者の作業水準（評価実験での正答率）の向上の度合いは、曖昧表現の発見と解消で異なることが確認できた。特に曖昧表現の解消については、たとえノウハウを参照した初心者であっても、ノウハウを参照しなかった経験者（企業で10年以上の開発経験を有する技術者）の正答率には及ばなかった。このことから、初心者が曖昧表現見直しの能力を向上させるためには、本稿の実験で行ったような学習（形式知化されたノウハウの読解による理解）だけでは限界があるといえる。ノウハウを有効に活用するための訓練（例：OJT）も含めて検討することがより有用であるといえる。このような訓練を通じて、形式知化されたノウハウを繰り返し参照することで、開発者（初心者）の自身の思考過程において、ノウハウの内容が定着するようになる。これにより、ユーザが曖昧な表現で要求を開発者に提示した時点で、見直しのためのヒアリング項目の検討や確認が即座に実践できるようになることが期待される。

### 6.4 ノウハウの形式知化のコスト

形式知化プロセスの適用対象の要求定義書を増やすことで、抽出される曖昧表現は増やすことは可能である。一方、4.1節で述べたように実践にともなう形式知化のコストの主たる要因は、抽出元の要求定義書のボリュームとプロセスの実行者（開発経験者）の人数である。多くの要求定義書を選定し、プロセスの実行者を増員すれば、形式知化するノウハウの品質向上（抽出される曖昧表現の偏りを少なくする、数多くの見直し案を作成できる）は期待できるが、その分だけ形式知化のコストは増大してしまう。そのため、ノウハウ形式知化のプロセスを採用する企業・組織は、いきなり多くの要求定義書・開発経験者でプロセスを実行するのではなく、費用対効果を確認しながら、プロセスを繰り返し実行（形式知化ノウハウを漸進的に増加）することが現実的な適用方法であるといえる。また、6.2節（ノウハウのフォーマットの妥当性）においてフォーマット改善の方向性として示した、曖昧表現のグルーピングや

構造化は、形式知化ノウハウの再利用性や一般性を高める効果も期待できることから、費用対効果の向上にもつながると考えられる。

## 7. おわりに

本稿では、ユーザのシステム要求における曖昧表現を見直し（発見・解消）するため、開発経験者のノウハウを形式知化するプロセスを提案した。企業で作成された複数の要求定義書を対象に提案プロセスを適用し、ノウハウの形式知化（曖昧表現の見直しガイドラインの作成）を実施した。被験者による比較実験により、提案プロセスは、システム開発経験の浅い技術者（初心者）が曖昧表現の発見と解消をするうえで有用なノウハウを形式知化できることを検証できた。今後の課題としては、考察で述べたようなプロセス自体の改善に加えて、形式化ノウハウの利用を支援する機能（ノウハウの内容の条件検索や絞り込み等）を提供するツールの開発・整備もあげられる。

謝辞 本稿における調査や実験にご協力いただいたソフトウェアイノベーションセンタ金丸朗氏、酒井和男氏に深謝する。

## 参考文献

- [1] Barney, B.R.: 5.1.4 The Benefits of Integrated, Quantitative Risk Management, *INCOSE International Symposium*, Vol.11, No.1, pp.120–125 (2001).
- [2] Davis, M.A.: *Just Enough Requirements Management: Where Software Development Meets Marketing*, Dorset House (2005).
- [3] 久野綾子, 平尾英司, 五藤智久: 仕様書の曖昧性を検出するツールの試作と評価, 電子情報通信学会, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, Vol.2012, No.1, p.27 (2012).
- [4] IEEE Std. 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, IEEE (1998).
- [5] ISO/IEC/IEEE 29148: 2018(E), International Standard – Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering (2018).
- [6] IIBA: BABOK: A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge, Lightning Source Inc. (2015).
- [7] 一般社団法人情報サービス産業協会 REBOK 企画 WG: 要求工学知識体系, 近代科学社 (2011).
- [8] 河野哲也, 猪塚 修, 藤森麻紀子, 本間周二, 茂中義典: キーワードベースドレビュードキュメントのあいまいさや不備に着目したレビュー手法 (オンライン), 入手先 (<<http://jasst.jp/archives/jasst10e/pdf/C2-3.pdf>>) (参照 2020-07-08).
- [9] Massey, A., Rutledge, L., Antón, A. and Swire, P.: Identifying and classifying ambiguity for regulatory requirements, *2014 IEEE 22nd International Requirements Engineering Conference (RE)*, pp.83–92 (2014).
- [10] 松本吉弘 (訳): ソフトウェアエンジニアリング基礎知識体系—SWEBOK V3.0, オーム社 (2014).
- [11] Pohl, K.: *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques*, Springer Publishing Company, Incorporated (2014).
- [12] 斎藤 忍, 竹内睦貴, 山田節夫, 青山幹雄: RISDM: ソフトウェア要求仕様書のインスペクションデザイン方法論の提案と適用評価, ソフトウェアエンジニアリングシ

- ンポジウム 2014 論文集, pp.105-114 (2014).
- [13] 斎藤 忍, 飯村結香子, 山田節夫: 要求文書における曖昧表現の見直し, *JISA Quarterly*, No.132, 2019 Winter (2019).
  - [14] Shull, F., Rus, I. and Basili, V.: How perspective-based reading can improve requirements inspections, *IEEE Computer*, Vol.33, No.7, pp.73-79 (2000).
  - [15] Wiegers, K.E. and Beatty, J.: *Software Requirements, 3rd edition*, Microsoft Press (2014).
  - [16] 山本芳郎, 高山 啓: 曖昧キーワードチェックツールの開発と実践的適用 (オンライン), 入手先 (<http://www.juse.jp/sqip/library/shousai/?id=137>) (参照 2020-07-08).

## 付 録

### A.1 曖昧表現の一覧

#### A.2 実験の問題

##### A.2.1 曖昧さの発見問題における指示文

各設問文 (表 A.2) の中の曖昧語を○で囲って指摘してください。設問文中に曖昧語がないと判断した場合には、「なし」と回答してください。

##### A.2.2 曖昧さの解消問題における指示文

各設問文 (表 A.3) には下線に示す曖昧語があります。その曖昧語を曖昧でない仕様とするために妥当な名詞, 名詞句等書き換えてください。

表 A.1 曖昧表現の一覧

Table A.1 List of ambiguity words.

| 行 | 曖昧表現  |
|---|---|
| あ | 明らか, 新しい  |
| か | 限り, 确实, 過剰, 可能な範囲, 完全, 基準値, 基本的, 協調的, 共通的, 業務的, 局所化, 極端, 極力, 近隣, 計画的, 原則, 原則的, 高性能, 高度, 効率, 効率的, 効率良い, 今後 |
| さ | 最小限, 最新, 最低, 最低限, 最適, 事前, 十分, 重要, 主要, 将来, 少量, 所定, 少ない, 速やか, 全体的, 戦略的, 疎, 早期, 早急                           |
| た | タイムリー, 大量, 高い, 確からしい, 多数, 段階的, 小さい, 近い, 中期的, 中心, 通常, 定期的, 程度, 適正, 適切, できる限り, できるだけ, 統一的, 同様, 特定, 特に       |
| な | に応じ   |
| は | 汎用的, 低い, 必要, 必要があれば, 必要最低限, 必要性, 必要であれば, 必要に応じ, 複数, ふさわしい, ほぼ, 本来   |
| ま | 難しい, 明確   |
| ら | 臨時的   |

表 A.2 曖昧さの発見問題

Table A.2 Questions on identifying ambiguity words in experiment.

| 問  | 問題文   |
|----|---|
| 1  | 閲覧ブースの PC の利用者カードリーダーを用いて利用者がログインした後、利用者がログアウトしない限り、その利用者に当該 PC を所定の時間が経過するまで占有させる。   |
| 2  | 購入を決めた書籍の主な情報を登録する。   |
| 3  | 図書が納品された日の翌営業日の午前中に経理あての支払伝票を作成する。  |
| 4  | 毎月第 2 火曜日に開催される定例運営委員会で購入が決まった書籍の購入希望者に対して、購入を決定した定例運営委員会開催日から 2 営業日以内に当該書籍の購入決定と納入・配架予定日を知らせる。                                     |
| 5  | 図書館を長期間利用していない利用者の一覧表を作成する。   |
| 6  | 利用者の年齢別 (10 才未満, 10 才以上 20 才未満, . . . , 50 才以上 60 才未満, 60 才以上) に貸出回数が上位 30 位までの書籍ごとの貸出回数の一覧表を定期的に作成する。                              |
| 7  | 必要に応じて、書籍別回転数/月の多い順に一覧表を作成する。   |
| 8  | リストの出力を指示された時点で、店舗に在庫している商品のうちの、実在庫量が商品ごとの安全在庫量よりも少ない商品の、実在庫量と安全在庫量のリストを出力する。なお、実在庫量、全在庫量については「〇〇社の在庫管理システム概説」を参照のこと。               |
| 9  | 顧客がレジに持参した商品の請求金額を正確に算出し、表示する。  |
| 10 | 出発予定時刻 hh:mm:ss (日本標準時) の列車の、出発予定時刻の 20 秒前から出発予定時刻まで、その列車が出発するホームの出発予告ブザーを鳴らす。  |
| 11 | 客席のタッチパネルまたは接客係のハンディターミナルで受けた注文の飲料や料理を、一品一葉の受注伝票として適正に発行する。なお、一品一葉とは 1 つの伝票に 1 品のみ書くことをいう。  |
| 12 | エレベータは、原則的に、ドアが閉じていてかつフロアにあるボタンか、エレベータ内の行き先ボタンが押され、少なくとも 1 つのボタン操作が有効であるときに移動する。「ボタン操作が有効である」については、別紙 X 用語定義にある「有効なボタン操作」の説明を参照のこと。 |
| 13 | エレベータごとの定員が n のとき、エレベータ内の人荷の総重量が、 $n \times 60\text{kg}$ を超えたときには、重量超過のブザーを鳴らし、扉を閉まらなくする。   |
| 14 | エレベータ内にある行き先ボタンは、原則として消灯している。ボタンを押したとき、そのボタンの操作が有効であれば点灯させ、無効であれば消灯したままにする。   |
| 15 | 基本的に「有効なボタン操作」がないとき、エレベータはドアを閉じたまま最終到着フロアで停止し、次の移動要求を受けるまで待つ。「ボタン操作が有効である」については、別紙 X 用語定義にある「有効なボタン操作」の説明を参照のこと。                    |

表 A.3 曖昧さの解消問題

Table A.3 Questions on correcting ambiguity words in experiment.

| 問  | 問題文   |
|----|---|
| 1  | 毎月特定の日に発注書を印刷する。  |
| 2  | 発注された書籍に貼付するラベルと挿入する貸出カードを、事前に印刷する。   |
| 3  | 定期的に、新たに貸出可能になった図書 (登録した図書) の一覧表を作る。  |
| 4  | 検索を要求された著者、分野別の図書について、表示件数が大量のときは件数を、少量のときは図書情報の一覧を表示する。  |
| 5  | 必要に応じて、空席 (部屋またはテーブル) を表示する。  |
| 6  | 予約注文 (予約申込代表者、人数、開始時刻、時間) をできる限り受け付ける。  |
| 7  | 適切なタイミングで、開始時刻を過ぎた予約注文を表示する。  |
| 8  | 移動要求があったフロアにエレベータが到着したとき、エレベータのドアを開け、エレベータ内の開ボタンが押されている間または一定時間ドアを開けておく。一定時間経過したかエレベータ内の閉ボタンが押されたらエレベータのドアを閉じる。 |
| 9  | 著者、タイトル、. . . などのキーワード検索により、該当する著者・タイトルのフルネームと貸出中か、貸出可能か、(貸出は不可だが) 閲覧可能かを示した一覧表を表示する。                           |
| 10 | 利用者は、図書館内で利用者が利用可能な PC を使い購入を希望する書籍を申請できる。  |
| 11 | 利用者の年代別 (10 代間隔) に良く読まれている書籍の、月間貸出回数の一覧表を、m ヶ月に 1 回作成する。  |



齋藤 忍 (正会員)

日本電信電話株式会社. 2001年慶應義塾大学大学院修士課程修了, 同年株式会社エヌ・ティ・ティ・データに入社. 2015年日本電信電話株式会社に転籍. 現在, ソフトウェアイノベーションセンタに所属. 2016年よりカリフォルニア大学アーバイン校客員研究員. ソフトウェア工学, 要求工学に関する研究開発に従事. 2007年慶應義塾大学大学院博士課程修了. 博士(工学).



飯村 結香子 (正会員)

日本電信電話株式会社. 2001年熊本県立大学大学院修士課程修了, 同年日本電信電話株式会社入社. 知識再利用や利用者の嗜好分析の開発に従事. 2012年よりNTTソフトウェアイノベーションセンタにてソフトウェア工学に関する研究開発に従事.



山田 節夫 (正会員)

日本電信電話株式会社. 1990年東京電機大学理工学部情報科学科卒業. 1992年同大学大学院情報科学専攻修士課程修了. 同年日本電信電話株式会社入社. 1997年よりATR音声翻訳通信研究所, ATR音声言語通信研究所へ出向. 2000年日本電信電話株式会社へ復帰. 現在, NTTメディアインテリジェンス研究所. 自然言語処理, ソフトウェア開発の研究に従事. 博士(工学).