

ビジネスルール可視化の効果検証 理解容易性の観点からの自然言語記述と図表の比較実験

齋藤 忍^{1,a)} 山田 節夫¹ 飯村 結香子¹

受付日 2016年3月28日, 採録日 2016年9月6日

概要: システム開発の要求定義では, 開発者は「ユーザ要求」と「ビジネスルール (BR)」の2つの入力情報に基づきシステム仕様の検討を行う。代表的な BR として法令や規定があげられる。法令や規定の文書は法律や業界の専門家向けであることが多く, 開発者が読解するにはスキル・知識が求められる。もし開発者の BR の理解に誤りや漏れがあればシステム仕様に不備が発生し, 手戻り・追加作業のリスクも高まる。そこで本稿では理解容易性の向上のために BR 可視化の対応表を提案する。BR 可視化の対応表は, BR の種類を系統立てた BR の階層分類 (最下層は 25 分類) に対して, それぞれ BR の理解容易性の向上に寄与する記法 (図, 表, グラフ等の合計 13 個) を割り当てている。本稿では, BR 可視化の対応表の効果を検証するため, 自然言語で記述された BR (BR テキスト) と, 対応表を適用して可視化した BR (BR モデル) を用意し, 理解容易性の観点から比較実験を行う。実験では 47 人の被験者を, BR テキストを読解するグループ (自然言語グループ) と, BR モデルを読解するグループ (記法グループ) の2つに無作為に配置する。両グループに記述内容の理解度を問う質問を提示し, 回答結果 (正答率) を比較する。質問ごとにグループを構成する被験者の組み換えも実施する。結果, 記法グループの正答率が, 自然言語グループより統計的に有意に高くなり, BR 可視化の対応表が BR の理解容易性の向上に効果があることが確認された。

キーワード: ビジネスルール, 可視化, 比較実験

Effectiveness of Business Rules Visualization for Improving Readability in Requirements Engineering Process

SHINOBU SAITO^{1,a)} SETUO YAMADA¹ YUKAKO IIMURA¹

Received: March 28, 2016, Accepted: September 6, 2016

Abstract: In requirements engineering process, requirements engineers consider not only requirements from system user but also business rules as such laws and regulations. From the aspect of system compliance, when requirements engineers describe software requirements specification they have to fully grasp the contents of the Business Rules (BRs) for making the development system comply with them. However, BRs are generally described in natural language. Highly-skill is a must for requirements engineers to read the BRs. This paper proposes a BR visualization matrix for improving the readability of the BRs. The matrix comprises of two parts: hierarchical taxonomy of business rules and selection guide on modeling notations. The taxonomy provides 25 fine granularity classifications on business rules. The guide indicates total 13 modeling notations (i.e., diagram, chart) on each classification for visualizing the contents of BRs. We also reports the case study. In the study, we prepared two groups from 47 participants. One group only read the BRs in natural language. Other group read the modeled BRs by means of the proposed matrix. Each participant of two groups is requested to answer the questions on the comprehension of the BRs. From the results (i.e., correct rate), we found the tool contributes to the improvement of participants' comprehension on the BRs.

Keywords: Business rules, Visualization, Control experiment

1. はじめに

システム開発の要求定義では, 開発者は「ユーザ要求」と「ビジネスルール (以降, BR)」の2つの入力情報に基

¹ 日本電信電話株式会社
NTT CORPORATION, Chiyoda, Tokyo 100-8116, Japan

^{a)} saito.shinobu@lab.ntt.co.jp

づき、システム仕様の検討を行う [1]。1つ目のユーザ要求には、ユーザがシステムを用いて実現したい内容が示される。2つ目のBRには、システムのユーザ、および実装されたシステムが従うべき内容が記されている。

代表的なBRとしては、ユーザの属する企業・組織の規定類や、企業・組織の属する国・業界の法規制等があげられる。企業・組織はこれらのBRの内容に従うことが求められる。当然、企業・組織で開発・運用されるシステムの内容（システム仕様）も、BRの内容に正しく準拠している必要がある。

特に勤怠管理、承認管理、人事管理、経費管理等に代表される企業・組織の基幹系システムの開発では、準拠すべき法令・規定の内容を制約条件とし、要求定義（ユーザ要求の分析）が行われる [1]。基幹系システムの開発において参照される代表的な法令・規定として、就業規定、責任規定、労働基準法、旅費運賃規定等があげられる。これらの法令・規定は、業種・業界を問わず、企業が基幹系システムを開発する際に準拠すべき文書（BR）である。

システムの開発者は、システムがBRに正しく準拠するためにBRの内容を正しく理解することが求められる。開発者は、ユーザからの要求に基づくだけでなく、BRへの準拠もふまえたうえでシステム仕様の策定を行う。

一方で、BRの文書は法律や業界の専門家向けであることが多く、システムの開発者が読むことを想定して記述されていない。加えて、多くのBRの文書は自然言語で記述されており可読性も低く、開発者が理解するのは容易ではない。開発者には読解のスキルや知識が求められる。

もし開発者のBRの内容理解に誤りがあると、策定されたシステム仕様にも不備（BRの内容へのシステムの順守不足や誤り）が生じる可能性がある。結果として、開発作業の手戻りや追加作業のリスクも高まる。

自然言語で記述されたBRを、記法を適用して表現（可視化）することでBRの理解容易性が高まることは従来報告されている [1], [2], [3], [4], [5]。一方、適用する記法は、BRの内容により適切に選択するべきであり、実務者の判断に委ねられている [3]。そこで本稿では、自然言語記述のBRを可視化するうえで、理解容易性の向上に有効な記法の選択に関する実務者のノウハウを形式知化した枠組みとして、「BR可視化の対応表」を提案する。

「BR可視化の対応表」は、「BRの階層分類」と「推奨記法の割当て」の2つの部分から構成される。「BRの階層分類」はBRの種類を系統立てて整理されている。開発者は階層分類を参照することで読解対象のBRの種類を特定できる。「推奨記法の割当て」は、「BRの階層分類」（最少粒度の25個のBR分類）に対して、BRの理解容易性の向上に有効な記法（図、表、グラフ等の合計13個）を割り当てている。「推奨記法の割当て」を参照することで、開発者は前述の階層分類で把握したBRの種類に対して、理解容易

性の向上に寄与する記法を選択できる。

本稿の構成は以下のとおりである。2章では、関連研究を紹介する。3章では、BR可視化のアプローチの概要を示す。4章では、「BR可視化の対応表」の開発内容を記す。5章では、「BR可視化の対応表」の内容（BRの階層分類・推奨記法の割当て）を提示する。6章では、「BR可視化の対応表」の効果検証のための比較実験を記す。実験では47人の被験者を、BRテキストを読解するグループ（自然言語グループ）と、BRモデルを読解するグループ（記法グループ）の2つに無作為に配置する。両グループに記述内容の理解度を問う質問を提示し、回答結果（正答率）を比較する。なお、質問ごとにグループを構成する被験者の組み換えも実施する。7章では、比較実験の結果に基づき、提案する対応表の有効性や実験結果の妥当性・信頼性を考察し、まとめと今後の課題を8章で述べる。

2. 関連研究

2.1 ビジネスルールの分類

BRの分類に関する議論や分類体系は、多くの実務家・研究者から提案がなされている [1], [2], [3], [4], [5]。

Wiegiersら [1] は、BRを「ファクト」、「アクションイネーブラ（AE: Action Enabler）」、「制約」、「推論」、「計算」、の5種類に分類している。「ファクト」は重要な業務用語間の関係を表す。「アクションイネーブラ（AE）」は特定の条件下で何らかのアクションを引き起こすルール、一方で、「制約」は特定の条件下でアクションを制限するルールが記述される。「推論」は特定の条件が真であるときに提示・作成される情報を表すルールである。最後の「計算」は特定の数式・アルゴリズムを使用して実行される内容が記述される。

Wiegiersら [1] の提案内容と類似する分類としては、BRG (Business Rules Group) [6], [7], [8] や Halle [9] の提案する分類があげられる。BRG [6], [7], [8] では、BRを Mathematical calculation (数学的計算), Inference (推論), Terms (用語), Facts (ファクト), Authorization (認証), Condition (条件), Integrity Constraint (整合性制約), の7種類に分類している。一方で Halle [9] は、BRの分類として、Term (用語), Fact (ファクト), Mandatory constraint (必須制約), Guideline (ガイドライン), Action enabler (アクションイネーブラ), Computation (計算), Inference (推論), の7種類を提案している。たとえば、Wiegiersの「ファクト」は、BRG [6], [7], [8] の分類では Terms や Facts, そして Halle の分類では Term や Fact に対応付けされる。

Witt [10] は、完全なルール分類 (A complete taxonomy of rules) として、BRを41種類に分類している。Wittの分類の考え方は、はじめに4つの大分類（定義 (Definition), データ (Data), 活動 (Activity), 活動者 (Party)) を示し、それらを意味的に詳細化していく。たとえば、大分類「定

義」には 12 種類の BR の分類が存在するが、そのなかに「内包的定義 (Formal intensional definitions)」と「外延的定義 (Formal extensional definitions)」の 2 つがある。これらはどちらも用語を定義する分類であり、Wiegers ら [1] の分類では「ファクト」に対応付けされる。Witt [10] の分類では、両者は分類方法が異なる。前者は、その用語を構成する要素に共通的な性質を示すことで定義する (例: 「シニア乗客」とはフライト時の年齢が 70 歳以上の乗客のこと)。後者は、その用語の構成要素をすべて列挙することで定義する (例: 「近親者」とは当人の「両親」「兄弟」「配偶者」「子供」のこと)。Witt の分類 [10] では、このような定義方法の意味的 (例: 外延的・内包的) な観点から細かい分類を提示している。また、Witt は BR の定義をより広範囲にとらえており、物理的制限や自然法則も BR の範囲に含むとしている。

Wiegers ら [1], BRG [6], [7], [8], Halle [9] らの分類は、複数個の BR を 5 つ (または 7 つ) で分類する等、BR の全体像を把握する際に活用できる。一方、Witt の 41 個の分類は、個々の BR の内容を詳細に理解する際に有用である。

筆者らはこれまでに、BR 分類の全体像の把握と詳細な理解を両立させるための 2 階層の BR 分類を考案し [11], これらの分類との記法の対応付け、記法のサンプル等を報告してきた [12]。本稿ではこれまでの筆者らの研究報告を充実・発展させて、「BR 可視化の対応表」を提案する。加えて、「BR 可視化の対応表」の導出過程の提示および、対応表の有効性の検証も行う。

2.2 制限言語によるビジネスルールの表現

2.2.1 制限英語によるビジネスルールの表現

BR を形式的な自然言語で表現する仕様として、SVBR (Semantics Of Business Vocabulary and Rules) [13] が OMG (Object Management Group) [14] から提案されている。SVBR ではビジネスの語彙、および BR のメタモデルを定義している。SVBR で記述される BR は、表現可能な語彙や文法に制限を課した制限英語 (Controlled English) の形態を持ち、BR の内容の曖昧さ (人による解釈の余地) を排除した表現が可能となる。前述の Witt [10] も、SVBR [13] の仕様を踏襲した BR の表現方法を提案している。

2.2.2 日本語に関する制限言語

日本語に対しても語彙や文法を制限した記述方法 (制限日本語) に関する研究は提案されている。田中ら [15] は「法律や法令の条文は、一見多様な形態を持つと思われるが、目的別に運用される一種の制限言語である」と定義している。法律や法令は立案時に審査されるが、審査の観点の 1 つとして、一定の形式を持った記述であるのかも含まれる [16]。条文の表現・配列等の構成が適当であることや、用字・用語に誤りが無いことが確認される。

会社の規定や規約も「法令文に準じて起案されるような

文書」といわれている [17]。一般に規定や規約を作る人は、法令のような記述をするように努める。すなわち、本研究で扱う自然言語で記述された BR (BR テキスト) も制限日本語である。一方で、非曖昧な記述であっても自然言語記述の BR は可読性が低くなる。

2.3 図表によるビジネスルールの表現

Wiegers ら [1] は、提案する 5 分類の「ファクト」の内容は、データディクショナリ (表形式) やデータモデル (クラス図・ER 図) で表現できるとしている。また、「計算」の内容は、自然言語で記述するよりも数式 (記号形式) で表すことでより明確化されると述べている。ビジネスアナリシス (BA: Business Analysis) の知識体系である BABOK [18] は、BR 分析の技術のなかで、複雑な BR は決定表 (決定木) を用いて表すことを推奨している。BR の実行環境として多くのベンダから BRMS (Business Rule Management System) が提供されている [2], [4], [5]。開発者が BRMS を利用する際の BR の入力形式は、現状は各ベンダがそれぞれ独自の決定表を定義している。Gottesdiener [3] は、複数の要因や動作を有する複雑な BR を読みやすくするためには、決定表 (決定木) を作成するべきと主張している。

上述のように、図表を用いた BR の表現に関する研究は、特定の記述内容の BR に対して、限られた記法 (表形式、クラス図・ER 図、数式、決定表) を推奨するにとどまっている。前述の Gottesdiener [3] も、すべての BR を決定表で表すことが良いとは述べていない。表現形式 (記法) の選択は専門家の判断に委ねるべきと述べている。すなわち、既存研究では、BR の記述内容に応じて適切な表現記法を選択するための検討や考察には至っていない。

3. ビジネスルール可視化のアプローチ

3.1 「ビジネスルール可視化の対応表」の利用イメージ

図 1 に提案する対応表の利用シーンを示す。システムのユーザから BR を提示された開発者 (要求エンジニア) は、

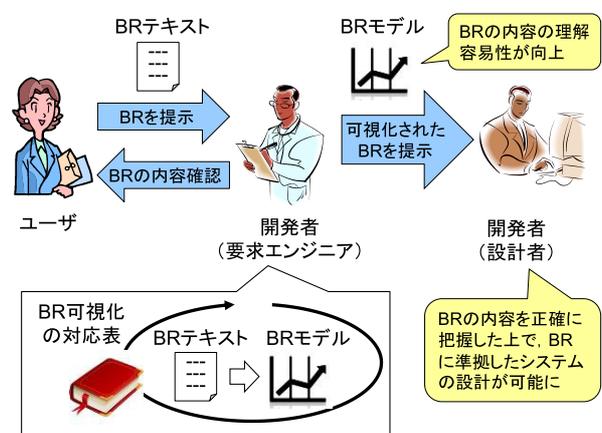


図 1 BR 可視化の対応表の利用シーン

Fig. 1 Use case of business rule visualization.

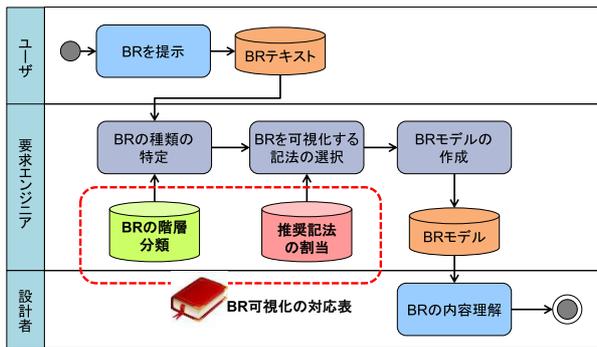


図 2 BR 可視化の対応表の利用ステップ
Fig. 2 Adoption procedures of visualization tool.

自然言語で記述された BR (BR テキスト) に対して「BR 可視化の対応表」を適用し、記法で可視化された BR (BR モデル) の作成を行う。もし対応表適用の過程で BR の内容に曖昧や不明確な個所が発見されたら、要求エンジニアは BR の提供元のユーザーに内容確認を行う。

BR の可視化 (BR テキストから BR モデルへの作成) を通じて BR の理解容易性が向上する。これにより、開発者 (設計者) は BR の内容を正確に把握したうえで、BR の内容に準拠したシステムの設計が可能になる。

3.2 ビジネスルール可視化の対応表に求められる要件

3.1 節で述べた利用シーンを実現するために、「BR 可視化の対応表」に求められる要件を検討する。

提案する対応表の具体的な利用ステップを考察する (図 2 参照)。要求エンジニアは 2 段階のステップで BR 可視化の対応表の適用を行う (表 3 参照)。はじめに、ユーザーから提示された BR テキストに記述されている内容から、対応表の「BR の階層分類」を参照し、対象となる BR テキストの種類の特定を行う。次に、対象となる BR テキストを記法で記述する。要求エンジニアは対応表の「推奨記法の割当て」を参照し、適用記法の選択を行う。要求エンジニアは対応表が提示する記法を用いて対象の BR テキストの図表化を行い、BR モデルを作成する。

以上のような利用ステップを実現するうえで、BR 可視化の対応表に求められる要件は以下ようになる。

- 「BR の階層分類」の要件：

要求エンジニアが、適用対象の BR テキストの種類を特定できること。

- 「推奨記法の割当て」の要件：

BR 分類に応じて、BR の内容の理解容易性向上に寄与する記法が示されていること。

次章では、上述の要件を満たすために実施した BR 可視化の対応表の開発内容を示す。

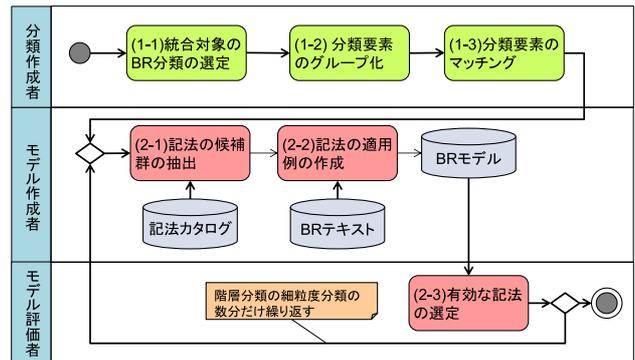


図 3 BR 可視化の対応表の開発ステップ
Fig. 3 Development procedures of BR visualization matrix.

4. ビジネスルール可視化の対応表の開発

図 3 に提案する対応表の開発ステップを表す。図中の 3 つの役割 (スイムレーン) のなかで、分類作成者は「BR の階層分類」を策定し、モデル作成者とモデル評価者が「推奨記法の割当て」の検討を担った。以降では各ステップの実施内容を概説する。

4.1 「BR の階層分類」の策定

前章で述べた要件を満たすには、要求エンジニアが BR 分類の全体像の把握、および特定の BR 分類の詳細な理解を両立できることが必要となる。このため、既存の粗粒度の BR 分類と、細粒度の BR 分類を統合した階層的な BR の分類 (BR の階層分類) を構成する。以下に BR の階層分類を策定するための 3 つのステップを記す。これらのステップは分類作成者が実施した。

(1-1) 統合対象の BR 分類の選定

2 章で述べた既存の BR 分類のなかから、粗粒度の BR 分類として Wiegiers の 5 分類 [1] を、細粒度の BR 分類として、Witt の 41 分類 [10] を選定した。

細粒度の BR 分類に Witt の 41 分類 [10] を選定した理由は、2.2 節で記した既存研究のなかで、提示されている BR の分類数が最も多いためである。多様な視点で整理されている Witt の分類をベースにすることで、本稿で扱う BR の種類をより多く扱うことができる。

(1-2) 分類要素のグループ化

前ステップで選定された BR 分類の統合のために、はじめに BR 分類の各分類要素を統一的な視点でグループ化を行った。オブジェクト指向におけるモデル化 (対象物の可視化) では、3 つの視点 (構造, 振舞い, 機能) から整理・表現する [19]。本ステップでもこの 3 つの視点を用いて、上述の Wiegiers の 5 分類 [1] と Witt の 41 分類 [10] のグループ化を行った。

表 1 に 3 つの視点の定義、およびこれらの視点に基づく Wiegiers の 5 分類 [1] との対応付けを示す。構造の視点で

はファクトのみ、振舞いの視点ではアクションイネーブラ (AE) と制約の2つ、そして機能の視点では推論と計算の2つがグループ化された。同様に Witt の 41 分類 [10] でもグループ化を実施した。

(1-3) 分類要素のマッチング

前ステップでグループ化された単位で、粗粒度と細粒度の BR の分類要素について意味的な対応付けを行った。そのうえで、粗粒度の分類要素を上位層に、細粒度の分類要素を下位層にし、BR の階層分類を構成した。前述の Wieggers の 5 分類 [1] を上位層に、Witt の 41 分類 [10] を下位層にし、BR の階層分類を構成した。加えて、対応する BR 分類のサンプル (BR テキスト) も策定した (付録 A.3 参照)。

4.2 「推奨記法の割当」の検討

前章で述べた要件を満たすには、BR の階層分類における細粒度の BR 分類に応じて、BR テキストの内容の理解容易性向上に寄与する記法が提示されていることが必要となる。以下に、推奨記法の割当ての検討するための3つのステップを記す。表 2 には、検討過程で作成した中間成果物 (適用記法の検討表) もあわせて示す。最初の2ステップ ((2-1), (2-2)) を実施するモデル作成者と、(2-3) ステップを実施するモデル評価者は、異なる複数のエンジニアが

担当した。

(2-1) 記法の候補群の抽出

モデル作成者は、BR の階層分類の最下層 (細粒度の BR 分類) に対応する BR について、その内容の理解容易性の向上が期待できる記法の候補を抽出した。記法の候補群の抽出に際しては、モデル作成者の記法に関する知識の偏りへの依存を排するため、システム開発において広く利用されている記法を集めた記法カタログをあらかじめ用意した。モデル作成者は、記法カタログから当該 BR 分類の理解容易性の向上に寄与する記法群を選定した。

本研究では、ソフトウェア開発経験 10 年以上のエンジニアが、モデル作成者として本ステップを実施した。モデル作成者は、記法カタログを参照し、当該 BR 分類に対して3種類の記法候補を抽出した。

記法カタログの作成では、3つの情報源 (SWEBOK [20], 情報処理技術者試験のシラバス [21], 機能要件の合意形成ガイド [22]) を参照した。SWEBOK [20] の3章 (Software Design) には18記法、情報処理技術者試験のシラバス [21] の応用情報技術者試験 (レベル3) には21記法、機能要件の合意形成ガイド [22] には18記法が述べられている。本研究ではこれらの情報源で述べられている記法の重複を除いた、合計40記法を集めてカタログ化した。

表2の適用記法の検討表 (抜粋) に、番号14のBR分類「事物などに対するアクタごとの操作の制限」の検討内容を記す。表2の5列目には、当該分類に対する3つの記法候補 (決定表, 簡条書き, ステートマシン図) が記されている。モデル作成者は、それらの3つの記法候補の抽出理由も表2の6列目に記録した。抽出理由を明文化することで、経験を有する (ソフトウェア開発経験10年以上) の実務者のノウハウを形式知化した。

表 1 3つの視点と Wieggers の 5 分類との対応関係

Table 1 Mapping relation between three viewpoints and Wieggers's five types of business rules.

視点	視点の定義	Wieggers の分類
構造	システム内部に存在する構成要素間の総合関係	ファクト
振舞い	システムの時間的変化に対する状態や動作の遷移	アクションイネーブラ (AE) 制約
機能	システム内部における処理や変換の動作内容	推論 計算

表 2 適用記法の検討表 (抜粋)

Table 2 Business rule modeling notation evaluation matrix.

番号	視点	粗粒度	細粒度	記法候補	記法候補の抽出理由	可読性の観点での評価		
						メリット	デメリット	
14	振舞い	制約	事物などに対するアクタ毎の操作の制限	決定表	アクタ毎に可能な操作・禁止な操作の組み合わせを、表形式で表現できるため。	全てのアクタと操作の組み合わせが表のセルで表現されるため、記載内容の抜け漏れが把握し易い。	アクタ・操作の総数が増えると、表が大きくなり、全体像の把握が困難になる。	○ (推奨される記法)
				簡条書き	アクタ毎の可能な操作・禁止な操作の内容を、個々に書き並べることができるため。	(簡条書きは)構成が単純であるため、個々の記述内容を理解し易い。	アクタ・操作の総数が増えると、列挙される数が多くなり、全体像の把握が困難になる。アクタと操作の関係記載の抜け漏れが無いかが確認することが難しい。	△ (状況により有効な記法)
				ステートマシン図	アクタ毎の可能な操作の内容を、状態の変化(操作前から操作後の遷移)として記載できるため。	アクタがとり得る全ての操作(遷移可能な状態)を、図中の矢印の数やラベルから把握できる。	読み手が UML に不慣れな場合、習得期間が必要になる。状態遷移の総数が増えると、ステートマシン上の矢印が増えるため、視認性が悪くなる。	△ (状況により有効な記法)

(2-2) 記法の適用例の作成

前ステップで抽出した3種類の記法それぞれに対して、自然言語で記述されたBR (BRテキスト) に適用し、BRの内容の図表化 (BRモデルの作成) を行った。

本研究では、BRテキストの情報源として法令・規定類 [23], [24], [25], [26], [27], [28] の6文書を用意した。モデル作成者はこれらの文書から、当該BRの分類に対応するBRテキストを抜き出した。そして、前ステップで抽出した3種類の記法を適用し、それぞれの記法ごとにBRモデルを作成した。一方で、記法カタログには存在しないが、これまでに活用したことがある等の理由で理解容易性の向上が期待できるとモデル作成者が判断すれば、独自記法によるBRモデルの作成も行った (付録A.1.3参照)。

(2-3) 推奨記法の選定

前ステップで作成した複数のBRモデルを対象に、モデル評価者による評価を実施し、理解容易性の観点から有効である記法 (推奨記法) の選定を行った。ソフトウェア開

発経験10年以上の5人のエンジニアが、モデル評価者として本ステップを実施した。有効性の評価に際しては、各記法に関するメリットとデメリットを全員で議論し、記法の選定は合議制とした。記法の選定では、1つのBR分類に対して1つの記法を原則とした。

表2の7, 8列目に、前述の3つの記法に対する可読性の観点からの評価の内容を示す。モデル評価者は、モデル作成者が記した記法候補の抽出理由、および実際に作成したBRモデルを精査し、各記法のメリット (可読性が良くなる点)、および記法採用で生じるデメリット (可読性が悪くなる点) を議論した。記法抽出の理由と同様に、メリット・デメリットの内容も記録し、経験を有する (ソフトウェア開発経験10年以上) の実務者のノウハウを形式知化した。そのうえで各記法の最終評価を3段階で行い、推奨記法を選定した。3段階の評価は「○ (推奨される記法)」、「△ (状況により有効な記法)」、「× (有効でない記法)」とした。表2の右端の列に示すように、当該BR分

表3 BR可視化の対応表
Table 3 BR visualization matrix.

BRの階層分類				推奨記法の割当													
				(1)	(2)	(3)	(4)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	
番号	視点	粗粒度	細粒度	データディクショナリ (表形式)	データモデル (クラス図・図)	数式	決定表	フォーマット図 (付録A.1)	数直線グラフ	責任分担保	アクティビティ図	ステートマシン図	期限チャート (付録A.2)	折れ線グラフ	時間帯グラフ (付録A.3)	例示	
1	構造	ファクト	用語の定義	X													
2			項目の列挙	X													
3			カテゴリの指定	X													
4			項目の存在条件の指定	X													
5			複数の値に対する関係の指定			X											
6			文字列のフォーマットの定義				X										
7			フォーマットの適用項目の指定	X													
8			有効範囲が連続量の指定							X							
9			有効範囲が離散量の指定	X													
10			条件による事物などの定義	X													
11			事物などの関係(関連と多重度)の定義		X												
12			行為に対する責任の割り当て								X						
13	振舞い	AE	アクタ毎のアクティビティの定義								X						
14		制約	事物などに対するアクタ毎の操作の制限				X										
15			組合せ条件による行為の制限				X										
16			状態によって次に実施する行為の制限										X				
17			状態毎の行為可否の制限					X									
18			事前に実施する行為の指定									X					
19			期間や期限の指定											X			
20			値の増減に関する制限												X		
21			空間的な制約の指定														X
22	機能	推論	事物などの状態の変化の指定									X					
23			時間帯の指定												X		
24			条件の組合せによる出力パターン													X	
25	計算		アルゴリズム			X					X			X			

類 (番号 14) では決定表が推奨記法に採用され, BR 可視化の対応表にも反映された (表 3 参照).

ここまでの 3 つのステップを, BR の最下層分類の数 (25 個) だけ繰り返し, 推奨記法の割当てを検討した.

5. ビジネスルール可視化の対応表の提案

前章の開発内容を実施して得られた BR 可視化の対応表を提案する (表 3 参照). 以降では対応表の構成要素である BR の階層分類, 推奨記法の割当ての内容を記す.

5.1 ビジネスルールの階層分類

表 3 の 2 列目 (最上位の階層) は, 「(1-2) 分類要素のグループ化」で言及した 3 つの視点を位置付けた. 3 列目の層 (粗粒度の分類) には, Wieggers の 5 分類 [1] の分類要素を, そして 4 列目の最下層 (細粒度の分類) には, Witt の 41 分類 [10] をグループ化した分類要素を設定した.

2 章で述べたように Witt の 41 分類 [10] では, 細かな説明的差異 (例: 外延的定義と内包的定義) であっても異なる分類として定義されている. しかしながら, 実際のシステム開発の現場では, こうした細かな差異を要求エンジニアが区別することは必ずしも必要ではない. そこで作成した BR の階層分類では, このような意味的に類似する分類要素は 1 つに統合した. たとえば, 前述の Witt の 2 つの分類要素 (外延的定義と内包的定義) は, 本稿で作成する BR の階層分類では「用語の定義」として統合している. 結果として, 最下層の分類は合計 25 個にまとめられた.

5.2 推奨記法の割当て

表 3 の 5 列目以降には合計 13 個の記法が並ぶ.

選定された 13 個の記法のなかには, 2.3 節で述べた既存研究 [1], [3], [18] で推奨される (1)~(4) の 4 つの記法 (データディクショナリ, データモデル, 数式, 決定表) が含まれる. 残りの 9 つの記法 (a)~(i) のなかには, 記法カタログには存在しない 3 つの独自記法 (フォーマット図, 期限チャート, 時間帯グラフ) が含まれる. 4.2 節の (2-3) で述べたように, これらはモデル作成者が理解容易性の観点で有効であると判断して作成した BR モデルである. さらに, モデル評価者も有用と評価し, 選定した結果である. 独自記法であるため, これらの記法の意味と使い方は付録に付記した (付録 A.1.3 参照).

25 個の BR の分類のなかで「アルゴリズム」のみ, 例外的に 3 つの記法 (数式, アクティビティ図, 折れ線グラフ) が選定されている. 前章で述べたように, 原則は 1 つの分類には 1 つの記法を選定している. 一方で, 「アルゴリズム」に対応して抽出される BR テキストはその内容に応じて有効な記法が異なる, もしくは併用すべきとモデル評価者は判断した. そこでモデル作成者が作成した 3 つの記法 (数式・アクティビティ図・折れ線グラフ) をすべて採用し

た. アルゴリズムの BR は「数式」での表記を基本とするが, 記述内容 (計算過程) に分岐やループが含まれる場合は「アクティビティ図」も併用する. また, 鉄道運賃のように入力値 (乗車距離) に対して出力値 (乗車運賃) が階段状に変化するような場合は「折れ線グラフ」も併用し, 視覚的な表現により理解容易性の向上をはかる.

6. 比較実験

提案する対応表による BR の可視化が, BR の理解容易性の向上に寄与するかを評価するため, 被験者実験を実施した. 本実験の評価対象は, 表 3 で選定された 13 個の記法から既存研究 [1], [3], [18] で推奨される 4 個を除いた 9 個の記法 ((a)~(i)) とする. 本実験ではこれら 9 個の記法に着目し, 被験者実験を通じて記法の有効性 (被験者の理解容易性の向上) の確認を行う.

6.1 実験計画

4 年制大学でソフトウェア工学を専攻する学部生 (47 人) を被験者とした. 被験者は, 3.1 節の利用シーンにおける「開発者 (設計者)」を想定している. なお被験者には, BR 可視化の対応表の策定に関わった人はいない. 実験では評価対象の 9 つの記法に対応した問題 (9 問) を作成した.

各問題では, 自然言語グループには自然言語記述の BR (BR テキスト) を提示し, 記法グループには提案する対応表に従って作成した BR モデルを提示する. 両グループには記述内容の理解度を確認する質問に回答してもらう. こうして得られた両グループの回答結果 (正答率) を比較する. 正答率が高ければ, 被験者にとって BR の内容の理解が容易であったと見なす.

知識やスキルの高い被験者が一方のグループに偏ることを回避するために, 被験者を 4 つの群に分け, 質問ごとにグループを構成する群の組み換えを実施した.

4 つの群への振り分け方法と結果は以下のとおりである. あらかじめ, 参加予定の被験者全員を 4 つの群 (無作為, かつ均等人数) に分けたいうで, 実験当日に被験者の座席を指定し, 後述の実験資材を各座席に配布した. 一方, 実験の当日に欠席者が出たため, 結果としては各群の人数は, 1 群-12 人, 2 群-14 人, 3 群-13 人, 4 群-8 人となった.

表 4 に示すように, 本実験では問題ごとに 2 群ずつを組み合わせて, 2 つのグループに配置し直す. たとえば 1 群の被験者は, 質問 1, 3, 5, 7 では自然言語グループに配置される. 一方, 質問 2, 4, 6, 8, 9 では記法グループに配置される.

実験に先立ち, 被験者全員に対して表 3 であげられている記法のレクチャを実施した. 説明ではレクチャ資料を被験者に配布し, 初めの約 30 分で記法の説明を行った. その後, 質疑応答の時間 (約 15 分) も確保し, 被験者からの質問に対して追加説明等を実施した. 各問題の回答には制

表 4 質問項目とグループ構成

Table 4 Questions and experimental groups.

問題	適用記法	自然言語グループ		記法グループ	
		群の組み合わせ	被験者数(人)	群の組み合わせ	被験者数(人)
1	(a) フォーマット図	1群+3群	25	2群+4群	22
2	(b) 数直線グラフ	2群+3群	27	1群+4群	20
3	(c) 責任分担表	1群+4群	20	2群+3群	27
4	(d) アクティビティ図	2群+4群	22	1群+3群	25
5	(e) ステートマシン図	1群+3群	25	2群+4群	22
6	(f) 時間帯グラフ	2群+3群	27	1群+4群	20
7	(g) 折れ線グラフ	1群+4群	20	2群+3群	27
8	(h) 期限チャート	2群+3群	27	1群+4群	20
9	(i) 例示	2群+4群	22	1群+3群	25
合計(のべ数)			215		208

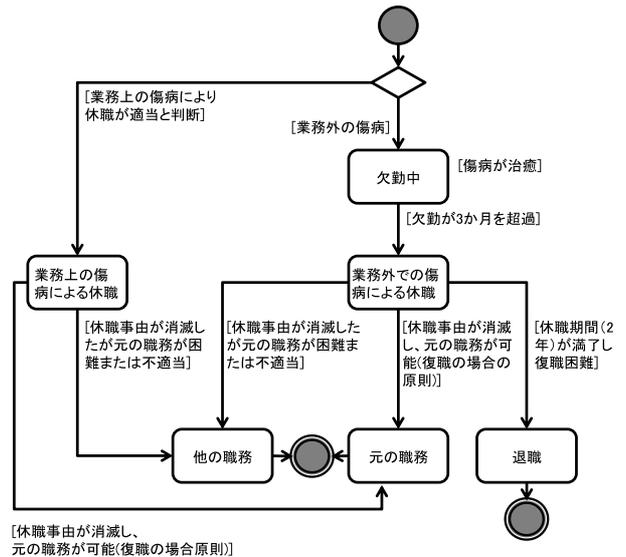


図 4 BR モデル (ステートマシン図)*1

Fig. 4 Business rule model (State machine diagram).

限時間を設定した。

6.2 実験資材

実験で利用した9問のBRテキストは、企業・組織の基幹系システムの開発時に参照される文書を想定し、公開されている法令・規定のなかから3つ(就業規定・責任規定[23], 労働基準法[28], 旅費運賃規定[27])を選択した。これらの法令・規定から、システム仕様の制約になりうる箇所を条文単位で抽出し、問題(BRテキストと質問)を作成した。

実験の被験者は企業での勤務経験はないことから、会社組織の規定に関する一般的な知識、および読解の経験・スキルは有していない。そのため、実験で利用するBRテキストに関する事前知識は、被験者間で差はない。

実験で使用した問題の1つ(問題5)を示す。以降では、本問で自然言語グループに提示したBRテキストの内容、記法グループに提示したBRモデル(ステートマシン図)、質問と正答を記す(他の8個の問題は付録A.2参照)。

6.2.1 BR テキスト

BRテキストの分類は、粗粒度「推論」の「事物などの状態の変化の指定」である。

- BR テキスト:

労働者の休職から職務への復帰または退職を以下のように定める。

労働者が、次のいずれかに該当するときは、所定の期間休職とする。

- ① 業務外の傷病による欠勤が3か月を超え、なお療養を継続する必要があるため勤務できないとき(2年以内)
- ② 業務を理由とする傷病により休職させることが適当と認められるとき(必要な期間)

第2項 休職期間中に休職事由が消滅したときは、原則として元の職務に復帰させる。ただし、元の職務に復帰させることが困難又は不適当な場合には、他の職務に就かせ

表 5 2群比率の差の検定

Table 5 Statistical analysis result.

	自然言語グループ	記法グループ	計	カイ二乗値 =10.48 (p < 0.0001)
正答	130	151	281	
誤答	85	57	142	
計	215	208	423	

ることがある。

第3項 第1項第1号により休職し、休職期間が満了してもなお傷病が治癒せず就業が困難な場合は、休職期間の満了をもって退職とする。

6.2.2 BR モデル

上述のBRテキストの分類記法はステートマシン図になる(表3参照)。図4にBRテキストの内容を表したステートマシン図を示す。

6.2.3 質問と正答

比較実験において提示した、BRの内容に関する質問は以下のとおりになる。本質問の正答は、8/21になる。

- 質問:

以下の文章中の__を答えなさい。

「業務外の傷病により5/1に入院し、医師から6か月以上の入院治療が必要と伝えられた。5/20までは有給休暇を取れるので、5/21から欠勤になる。休職扱いになるのは、__月__日以降である。なお、「有給休暇を使った疾病の治療は欠勤とは言わない」とする。

6.3 実験結果

表5に両グループの全体(9問)の正答数と誤答数を示す。9つの質問に対する両グループからの回答はすべて回収できた。正答率は、自然言語グループが59.7%(=130/215),

*1 文献[12]のp.81をもとに筆者が編集。

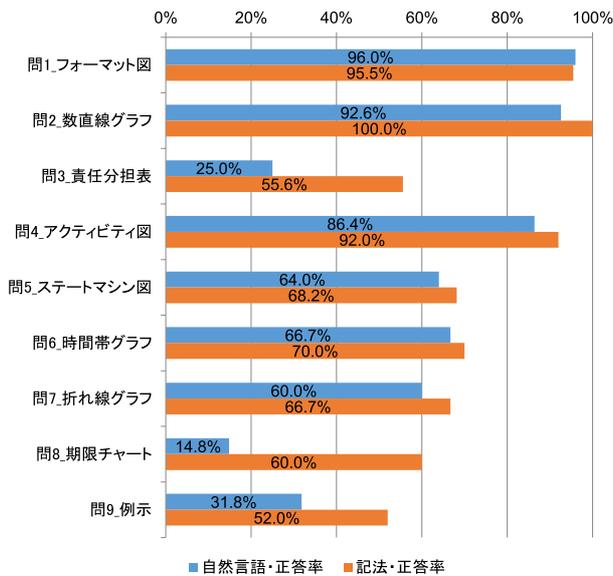


図 5 問題別の正答率

Fig. 5 Results (Correct rate).

表 6 問題別の正答状況

Table 6 Experimental results.

問題	適用記法	自然言語グループ		記法グループ	
		回答数	正答数	回答数	正答数
1	(a) フォーマット図	25	24	22	21
2	(b) 数直線グラフ	27	25	20	20
3	(c) 責任分担表	20	5	27	15
4	(d) アクティビティ図	22	19	25	23
5	(e) ステートマシン図	25	16	22	15
6	(f) 時間帯グラフ	27	18	20	14
7	(g) 折れ線グラフ	20	12	27	18
8	(h) 期限チャート	27	4	20	12
9	(i) 例示	22	7	25	13
全問題		215	130	208	151

記法グループが 73.3% (= 151/208) であった。両グループの正答率に関して 2 群比率の差の検定を行い、両グループの正答率に差があるかを検討した。その結果、カイ二乗値 = 10.48 ($p < 0.0001$) となり、有意な差を確認できた。すなわち、記法グループは、自然言語グループよりも高い正答率であることが認められた。

問題別の正答状況、正答率を図 5・表 6 に示す。9 問の正答状況の内訳は、8 問は記法グループの正答率が自然言語グループを上回り、残りの 1 問 (問題 1) は正答率がほぼ同等となった。9 つの記法のすべてにおいて、記法グループの正答率は改善もしくは同等であることが確認できた。以上より、記法グループは、自然言語グループよりも BR の内容を正しく理解できたことが認められた。提案する対応表での BR 可視化の効果を示すことができた。

6.4 実験のまとめ

前節の実験結果より、記法グループの正答率は自然言語

グループを上回る結果となった。記法グループは、記法で記述された BR (BR モデル) を読解する過程において、内容をより正確に理解することができたといえる。

本実験で使われた 9 つの問題は、BR テキストの内容、およびそれにともない自然言語の記述量に差があることから、各問題で難易度に差がある可能性もある。しかしながら、本実験の目的は、BR 可視化の対応表 (記法の選択内容) の妥当性を検証することである。この目的のために、各問題の BR テキストと、BR 可視化の対応表が選択する記法 (推奨記法) を適用した BR モデルにおいて、相対的な評価 (正答率の評価) を実施した。結果は、前節に記したように 9 つの記法すべてにおいて記法グループの正答率は改善もしくは同等であることを確認した。BR モデルの正答率が相対的に高い結果を受けて、BR 可視化の対応表が示す記法の選択内容が正しいこと (妥当性) を検証できた。このように、本実験では BR テキストと BR モデルの相対的な評価を実施しており、それぞれの記法の優劣を個別に評価しているわけではない。そのため、各問題間の難易度の差は、提案内容の妥当性 (記法の選択内容の正しさ) を議論するうえでは影響は受けない。

以上の実験結果より、実際のシステム開発の現場で、開発者 (設計者) は自然言語の BR (BR テキスト) をそのまま読解するのではなく、提案する BR 可視化の対応表が選択する記法で記述した BR (BR モデル) を読むことで、BR の内容をより正確に把握できることが示された。本稿の 3 章の利用シーンで述べた内容 (BR 可視化の効果) を確認できた。

7. 考察

7.1 妥当性と信頼性

実験結果を考察するうえでは、妥当性 (内部妥当性・外部妥当性) と信頼性を評価する必要がある。

内部妥当性は、実験結果が何らかの因果関係の確立を示す内容であるかの程度を意味する。本実験における内部妥当性の脅威としては、被験者の知識・経験の相違が、実験結果 (正答率) に影響を与える可能性があげられる。しかしながら、本実験の被験者は、全員が同一の大学の所属であり、同一の専攻 (ソフトウェア工学) である。加えて、実験で利用した BR テキストに関する事前知識も被験者間で差はない。実験では被験者を 4 つの群に分けた。各群の人数に差が発生したことから、知識やスキルの高い被験者の構成分布に、群によって多少の偏りが発生した可能性も考えられる。そこで、知識やスキルを有する被験者が 2 つのグループ (自然言語・記法) のどちらか一方に偏ることを回避するために、質問ごとにグループを構成する群の組み換えを実施している。このような事実は本実験の内部妥当性を確保しうるものである。

外部妥当性は、実験結果が一般化しうる内容であるかの

程度を意味する。本実験における外部妥当性への脅威は、ただか9個の限定されたBRについて自然言語と記法の理解容易性を比較していることである。しかしながら、実験で利用したBRテキストの抽出元（就業規定・責任規定 [23]、旅費運賃規定 [27]、労働基準法 [28]）は、企業・組織の基幹系システムの開発の際に参照される法令や規定の代表的なものである。就業規定や旅費運賃規定は、勤怠管理・経費管理を行ううえで必要である。責任規定は、企業・組織内のあらゆる決裁・承認管理を行ううえで必要となる。労働基準法は、労働者を雇用する企業・組織は必ず準拠しなければならない。このような法令・規定は、業種・業界を問わず、企業・組織が基幹系システムを開発する際に参照される文書（BR）である。また、記法グループに適用した9個の推奨記法は、その多くがシステム開発において広く利用されている記法を集めた記法カタログから選定されたものである。以上のような事実は本実験の外部妥当性を確保しうるものである。

信頼性は、比較実験を繰り返して同じ結果が得られるかの程度を意味する。本実験における信頼性への脅威は、1回の比較実験のみで評価・考察をしている。しかしながら、本実験で利用した、BRテキスト、BRモデル、質問はすべて様式を定義している（付録A.2参照）。また、記法グループの被験者に対して、BR可視化の対応表の内容を説明するレクチャ資料も策定している（付録A.1参照）。これらの様式・レクチャ資料を用いることで、他の研究者も本実験の実施が遂行可能である。

7.2 活用上の留意点

本稿で提案したBR可視化の対応表を参照し、推奨記法を選択したとしても、開発者（図1, 2における要求エンジニア）のモデリング能力が低く、BRテキストからBRモデルに適切に記述（可視化）ができなければ、可視化の効果は限定的になる。本稿の貢献は、実務者の記法選択のノウハウを形式化したことであり、要求エンジニアがBRテキストの記法を選択するうえで有益な情報を提供するものである。一方で、記法の選択後に適切にBRモデルを作成することに関しては本稿の対象外になる。提案するBR可視化の対応表を開発プロジェクトに適用するうえでの留意点として、プロジェクトに属する要求エンジニアが、対応表の推奨記法に関する知識・経験を有することが前提となる。しかしながら、適用する記法はBRの内容により選択すべきである [3] と述べられているように、記法に関する知識・経験のみではBRに適した記法で記述できるとは限らない。そのため、BR可視化の対応表が有用となる。

一方で、BR可視化の対応表を活用せずに要求定義を遂行する状況も存在する。たとえば、システム画面の操作性やユーザビリティを確認するためにデモシステムやモックアップを開発する場合があげられる。この状況では、初め

にユーザ要求に基づいて動くもの（デモシステムやモックアップ）を作ることが優先される。それらを実際にユーザが利用したうえで、ユーザからのフィードバックに基づきシステム画面の仕様を固める。この段階ではユーザ要求の確認・検証が重要であり、BRを理解する必要性は低い。提案するBR可視化の対応表が活用されることはないといえる。一方で、本格的にシステム開発をする段階に進めば、ユーザの属する企業・組織の準拠する法令や規定（BR）を理解したうえで、システムの仕様を確定することになる。この段階まで進むと、BR可視化の対応表が活用される状況になる。

8. まとめと今後の課題

本稿ではBR可視化の対応表を提案し、その有効性の検証を実施した。対応表は、モデリングの視点に基づいてBRの内容を階層的に系統立てた「BRの階層分類」と「推奨記法の割当て」から構成される。BRの階層分類の最下層には、25種類の分類を定義した。これらの分類に対して、推奨記法の割当てには、理解容易性の向上に有効な13個の記法（図、表、グラフ等）を割り当てた。BR可視化の対応表を活用することで、開発者（要求エンジニア）は、読解対象のBRの種類を把握し、その種類に応じて理解容易性向上に寄与する記法を選択ができるようになる。本稿では、提案する対応表の効果検証の実験を実施した。47人の被験者を、BRテキストを読解するグループ（自然言語グループ）と、BRモデルを読解するグループ（記法グループ）の2つに無作為に配置した。両グループに記述内容の理解度を問う質問を提示し、回答結果（正答率）を比較した。なお、質問ごとにグループを構成する被験者の組み換えも実施した。結果は、記法グループに配置された被験者は、自然言語グループに配置された被験者よりもBRの内容を正しく理解できることが観測された。以上により、提案するBR可視化の対応表の効果を確認できた。

2章の関連研究で述べたように、BRをどのように分類するのかの議論は多くの研究者や実務家で議論がなされてきた。一方、BRをどのように表現（図表化）するのかの議論もなされてきた。本稿の貢献は、これまでのBRの分類と表現（図表化）に関する研究内容を統合し、1つの枠組み（BR可視化の対応表）として確立したことである。2章の関連研究を調査した限り、過去にこのような枠組みを提案した研究は存在しない。本稿のもう1つの貢献は比較実験による提案する枠組みの効果検証があげられる。BRを図表化することの有用性は既存研究でも指摘されている [1], [3], [11], [18]。本稿では、BR可視化の対応表の効果を定量的に測定し、評価を実施した。このような実験結果は、システム開発の現場において、要求エンジニアがBRの記法を選択する際に有益な情報（記法選択の根拠）となる。

今後も引き続き、様々な BR の文書に対して対応表を適用し、対応表の改善・整備を進めていく。一方で、すべてのテキストを図表化することは現実的とはいえない。自然言語と記法の表現の使い分けに関する検討を進めることも残された課題である。加えて、対応表のシステム開発への現場適用を推進するには、対応表の活用工数の省力化も重要になる。BR の文書から BR テキストの抽出や、BR 分類の選択の自動化を支援するツールの開発も今後の課題である。

参考文献

[1] Wiegers, K.E. and Beatty, J.: ソフトウェア要求 第3版, 日経 BP 社 (2014).

[2] Corticon, available from (https://www.progress.com/corticon) (accessed 2016-09-07).

[3] エレン・ゴッテスディーナー: 実践ソフトウェア要求ハンドブック, 翔泳社 (2009).

[4] ILOG, available from (http://www-06.ibm.com/software/jp/websphere/ilog/)

[5] JBoss Drools, available from (http://www.jboss.org/drools) (accessed 2016-09-07).

[6] BusinessRulesGroup, available from (http://www.businessrulesgroup.org/) (accessed 2016-09-07).

[7] Ross, R.G.: *Principles of the Business Rule Approach*, Addison-Wesley Professional (2003).

[8] Ross, R.G. and Lam, G.S.W.: *Building Business Solutions*, Business Rule Solutions, LLC (2011).

[9] Halle, B.V.: *Business Rules Applied: Building Better Systems Using the Business Rules Approach*, Wiley (2001).

[10] Witt, G.: *Writing Effective Business Rules*, Elsevier (2012).

[11] 山田節夫, 田本真詞, 斎藤 忍, 飯村結香子, 永嶋浩樹, 神林友和: ソフトウェア開発におけるビジネスルール分類の考察, ソフトウェア工学の基礎 XXI (FOSE2014), pp.207-212 (2014).

[12] NTT ソフトウェアイノベーションセンタ, NTT データ: ビジネスルールを可視化する要件定義の図解術, 日経 BP 社 (2015).

[13] Semantics of Business Vocabulary and Rules (SBVR), available from (http://www.omg.org/spec/SBVR/)

[14] OMG, available from (http://www.omg.org/) (accessed 2016-09-07).

[15] 田中規久雄, 川添一郎, 成田 一: 法律条文の標準構造: 自然言語による法知識処理をめざして, 情報処理学会研究報告, 自然言語処理研究会報告, Vol.93, No.79, pp.79-86 (1993).

[16] 内閣法制局, 入手先 (http://www.clb.go.jp/index.html) (参照 2016-09-07).

[17] 田島信威: 法令用語ハンドブック 三訂版, ぎょうせい (2009).

[18] IIBA: *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge, Version 2.0*, IIBA (2009).

[19] ジェームズ・ランボーほか: オブジェクト指向方法論 OMT—モデル化と設計, トッパン (1992).

[20] 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—SWEBOOK, オーム社 (2003).

[21] IPA: 情報処理技術者試験 応用情報技術者試験 (レベル3) シラバス Ver. 4.0, 入手先 (https://www.jitec.ipa.go.jp/1-13download/syllabus_ap_ver4_0_henkou.pdf) (参照

2016-09-07).

[22] IPA: 機能要件の合意形成ガイド, 入手先 (https://www.ipa.go.jp/sec/softwareengineering/reports/20100331.html) (参照 2016-09-07).

[23] 厚生労働省: モデル就業規則 (2014年4月1日版), 入手先 (http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/zygyonushi/model/index.html)

[24] 会社法, 入手先 (http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H17/H17HO086.html) (参照 2016-09-07).

[25] 日本国有鉄道旅客及び荷物運送規則 (旅客編), 入手先 (http://www.k4.dion.ne.jp/~desktopt/ryoki1952.htm) (参照 2016-09-07).

[26] 不動産登記法, 入手先 (http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H16/H16HO123.html) (参照 2016-09-07).

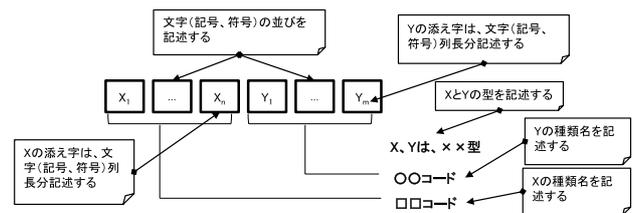
[27] 旅券法, 入手先 (http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S26/S26HO267.html) (参照 2016-09-07).

[28] 労働基準法, 入手先 (http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S22/S22HO049.html) (参照 2016-09-07).

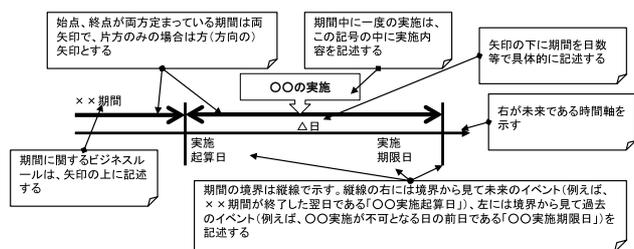
付 録

A.1 独自記法

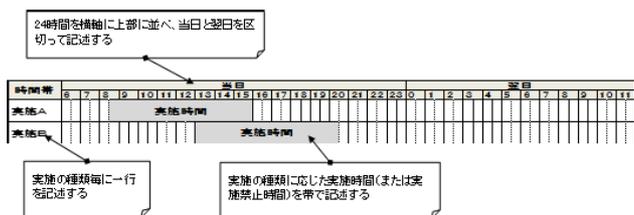
A.1.1 フォーマット図*2



A.1.2 期限チャート*3



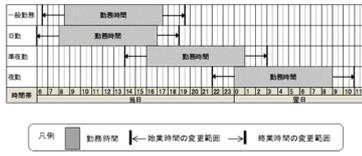
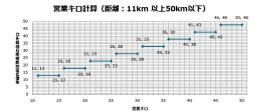
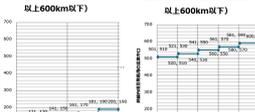
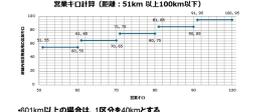
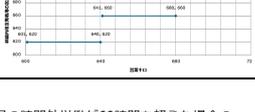
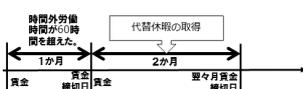
A.1.3 時間帯グラフ*4



*2 文献 [12] の p.102 の図をもとに筆者が編集。
 *3 文献 [12] の p.100 の図をもとに筆者が編集。
 *4 文献 [12] の p.101 の図をもとに筆者が編集。

A.2 被験者実験の問題・質問・正答

問題	読解対象の BR		質問	正答																									
	BR テキスト	BR モデル																											
1	社員コードは、最初が正規は 0、非正規は 1 であり、次の 2 桁が 50 音の頭文字 (例: アなら 11, カなら 21), 次の 4 桁が、その頭文字の入社順からなる。	<p>社員コードのフォーマットは以下の通り。</p>	社員コードとして正しいものを次からすべて選んで下さい。 (ア)4309821 (イ)2893109 (ウ)8029376 (エ)1310012 (オ)0150510 [制限時間: 10 分]	(エ), (オ)																									
2	物品購入では、支払金額が 5 万円以上の 100 万円未満であれば都度、課長の承認を必要とする。100 万円以上の支払金額であれば、部長以上の管理職の承認を必要とする。5 万円未満であれば管理職による都度の承認は不要である。		部長以上、課長、承認不要の購入金額 (万円) の組み合わせとして正しいものを次からすべて選んで下さい。 (ア)101 と 5 と 1 (イ)100 と 99 と 1 (ウ)100 と 6 と 5 (エ)101 と 100 と 5 (オ)100 と 99 と 4 [制限時間: 10 分]	(ア), (イ), (オ)																									
3	<p>会計部門では通常業務として、オペレータのみが初回の入金データ、および、初回の出金データ、取引先データを入力できる。変更とは、データの入力後に誤りを直接修正することである。オペレータ、またはマネージャが入金データと出金データの誤りを変更することは禁止されている。</p> <p>訂正とは、データを直接修正することなく誤りを直すことである。例えば、入金データの誤りを訂正するには、誤ったデータと同じ内容の入金データと正しい内容の入金データの入力が必要である。同様に誤った出金データを訂正するには、誤ったデータと同じ内容の出金データと正しい内容の出金データの入力が必要である。</p> <p>一回目の訂正は、オペレータ、および、マネージャが訂正できる。</p> <p>二回目以降の訂正、つまり訂正のために入力した入金データまたは出金データに誤りがあった場合は、オペレータによる訂正は禁止されており、マネージャのみが訂正できる。</p> <p>なお、取引先データの誤りは正しい取引先データを入力しなおすことにより変更可能である。</p>	<p>会計部門ではオペレータとマネージャの2つの役割がある。通常業務として、オペレータのみが初回の入金データ、および、初回の出金データ、取引先データを入力できる。入金データ、出金データ、取引先データ、訂正のために入力した入金データまたは出金データの入力、変更及び訂正の可否は、以下の通り。</p> <p>ただし、変更とは、データの入力後に誤りを直接修正することである。訂正とは、データを直接修正することなく、誤りを直すことである。例えば、入金データの誤りを訂正するには、誤ったデータと同じ内容の出金データと正しい内容の入金データの入力が必要である。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象</th> <th>行為</th> <th>オペレータ</th> <th>マネージャ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">初回の入金データ、または、初回の出金データ</td> <td>入力</td> <td>○</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>変更</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">訂正のために入力した入金データ、または、訂正のために入力した出金データ</td> <td>訂正</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>変更</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">取引先データ</td> <td>入力</td> <td>○</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>変更</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 文献[12]の p71 の図を元に著者が編集</p>	対象	行為	オペレータ	マネージャ	初回の入金データ、または、初回の出金データ	入力	○	X	変更	X	X	訂正のために入力した入金データ、または、訂正のために入力した出金データ	訂正	○	○	変更	X	X	取引先データ	入力	○	X	変更	○	○	マネージャができない操作をすべて答えて下さい [制限時間: 20 分]	<ul style="list-style-type: none"> 初回の入金データの入力 (初回の) 入金データの変更 初回の出金データの入力 (初回の) 出金データの変更 取引先データの入力 訂正のために入力した入金データまたは出金データの変更
対象	行為	オペレータ	マネージャ																										
初回の入金データ、または、初回の出金データ	入力	○	X																										
	変更	X	X																										
訂正のために入力した入金データ、または、訂正のために入力した出金データ	訂正	○	○																										
	変更	X	X																										
取引先データ	入力	○	X																										
	変更	○	○																										
4	労働者は遅刻、早退若しくは欠勤をし、又は勤務時間中に私用で事業場から外出する際は、事前に上長に対し申し出るとともに、承認を受けなければならない。第2項 傷病のため継続して5日以上欠勤するときは、医師の診断書を提出しなければならない。	<p>労働者は遅刻、早退、欠勤、又は勤務時間中に私用で事業場から退出する場合は、以下の手続きを行わなければならない。</p> <p>※ 文献[12]の p73 の図を元に著者が編集</p>	A さんは月曜日に、突然入院することになり、上長に入院することを伝えて承認を得た。有給休暇が3日残っており、有給休暇を取って入院し3日間経過したところで、医者から少なくとも後7日間(計10日間)は入院治療が必要と言われ、10日間入院することにした。Aさんがすべきことは何か? (Aさんの勤務先は週休2日(土・日)で、該当週とその翌週は祭日が無い。「有給休暇を使つての疾病の治療は欠勤ではない」とする。 [制限時間: 20 分]	医師の診断書を提出する																									
5	6.2に記載	6.2に記載	6.2に記載 [制限時間: 20 分]	6.2に記載																									

問題	読解対象のBR		質問	正答																																			
	BR テキスト	BR モデル																																					
6	<p>1. 労働時間は1日については8時間とする。途中に1時間の休憩時間を設ける。</p> <p>2. 始業・終業の時刻は、次のとおりとする。ただし、業務の都合その他やむを得ない事情により、始業・終業の時刻を前後に最大2時間変更することができる。</p> <p>① 一般勤務 始業：午前 8時 30分 終業：午後 5時 30分</p> <p>② 交替勤務 (イ)1番(日勤) 始業：午前 8時 00分 終業：午後 5時 00分 (ロ)2番(準夜勤) 始業：午後 4時 00分 終業：午前 1時 00分 (ハ)3番(夜勤) 始業：午前 00時 00分 終業：午前 9時 00分</p>	<p>1. 労働時間は1日については8時間とする。途中に1時間の休憩時間を設ける。</p> <p>2. 始業・終業の時刻は、次のとおりとする。ただし、業務の都合その他やむを得ない事情により、始業・終業の時刻を前後に最大2時間変更することができる。</p>  <p>※ 文献[12]の p84 の図を元に著者が編集</p>	<p>準夜勤の労働時間を変更して、1時間繰り上げた日の、準夜勤者の終業時刻はどうなりますか？</p> <p>[制限時間：20分]</p>	<p>午前0時0分</p>																																			
7	<p>幹線内相互発着の大人片道普通旅客運賃は、次に定める営業キロのものを用いる。</p> <p>(1) 11キロメートルから50キロメートルまで11キロメートルから5キロメートルごとに区分し、11キロメートルから15キロメートルまでは13キロメートルとし、16キロメートル以上は、これに1区分を増すごとに5キロメートルを加えた営業キロとする。</p> <p>(2) 51キロメートルから100キロメートルまで51キロメートルから10キロメートルごとに区分し、51キロメートルから60キロメートルまでは55キロメートルとし、61キロメートル以上は、これに1区分を増すごとに10キロメートルを加えた営業キロとする。</p> <p>(3) 101キロメートルから600キロメートルまで101キロメートルから20キロメートルごとに区分し、101キロメートルから120キロメートルまでは110キロメートルとし、121キロメートル以上は、これに1区分を増すごとに20キロメートルを加えた営業キロとする。</p> <p>(4) 601キロメートル以上601キロメートルから40キロメートルごとに区分し、601キロメートルから640キロメートルまでは620キロメートルとし、641キロメートル以上は、これに1区分を増すごとに40キロメートルを加えた営業キロとする。</p>	<p>幹線内相互発着用の営業キロは、決められた区間で同じ営業キロに見える</p> <p>※11km以上50km以下の場合は、1区分を5kmとする ※区分を増す毎に、幹線内相互発着用の営業キロに5kmを加える</p> <p>営業キロ計算 (距離：11km以上50km以下)</p>  <p>※101km以上600km以下の場合は、1区分を20kmとする ※区分を増す毎に、幹線内相互発着用の営業キロに20kmを加える</p> <p>営業キロ計算 (距離：101km以上600km以下)</p>  <p>※51km以上100km以下の場合は、1区分を10kmとする ※区分を増す毎に、幹線内相互発着用の営業キロに10kmを加える</p> <p>営業キロ計算 (距離：51km以上100km以下)</p>  <p>※601km以上の場合は、1区分を40kmとする ※区分を増す毎に、幹線内相互発着用の営業キロに40kmを加える</p> <p>営業キロ計算 (距離：601km以上)</p> 	<p>営業キロが520キロの場合、幹線内相互発着用の営業キロをお答え下さい</p> <p>[制限時間：20分]</p>	<p>510キロ</p>																																			
8	<p>賃金締切日から翌賃金締切日までの1か月の時間外労働が60時間を超えた労働者に対して、労使協定に基づき、次により代替休暇を与えるものとする。</p> <p>第2項 代替休暇を取得できる期間は、賃金締切日翌日から翌賃金締切日までの1か月の時間外労働が60時間を超えた翌日から起算して、翌々月の賃金締切日までとする</p>	<p>1か月の時間外労働が60時間を超えた場合の、代替休暇を取得できる期間は以下の通り。ここで1か月は賃金締切日から翌賃金締切日までとする。</p> 	<p>2013/9/30に提出した勤務表の残業時間合計が60時間を超えていた。60時間を超えたのは2013/9/18であった。代替休暇を取得できる期間はいつからいつまでですか？</p> <p>[制限時間：10分]</p>	<p>2013年10月1日から2013年11月30日</p>																																			
9	<p>第294条 次の各号に掲げる者が、乗車以外の目的で乗降場に入場しようとする場合は、入場券を購入し、これを所持しなければならない。この場合、入場者の年齢別の区分については、第73条第1項の規定を準用する。</p> <p>(1) 大人 (2) 小児(大人及び小児が、2人を超える幼児を同伴するときは、その超える幼児については、小児とみなす。)</p> <p>第73条第1項 旅客運賃、急行料金又は座席指定料金は、次に掲げる年齢別の旅客の区分によつて、この規則の定めるところにより、その旅客運賃・料金を収受する。</p> <p>大人 12才以上の者 小児 6才以上12才未満の者 幼児 1才以上6才未満の者 乳児 1才未満の者</p>	<p>第294条 次の各号に掲げる者が、乗車以外の目的で乗降場に入場しようとする場合は、入場券を購入し、これを所持しなければならない。この場合、入場者の年齢別の区分については、第73条第1項の規定を準用する。</p> <p>(1) 大人 (2) 小児(大人及び小児が、2人を超える幼児を同伴するときは、その超える幼児については、小児とみなす。)</p> <p>例)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ケース</th> <th>大人 (A)</th> <th>小児 (A)</th> <th>幼児 (A)</th> <th>小児とみなす幼児の人数 (A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>第73条第1項 旅客運賃、急行料金又は座席指定料金は、次に掲げる年齢別の旅客の区分によつて、この規則の定めるところにより、その旅客運賃・料金を収受する。</p> <p>大人 12才以上の者 小児 6才以上12才未満の者 幼児 1才以上6才未満の者 乳児 1才未満の者</p> <p>※ 文献[12]の p88 の図を元に著者が編集</p>	ケース	大人 (A)	小児 (A)	幼児 (A)	小児とみなす幼児の人数 (A)	1	1	0	2	0	2	1	0	3	1	3	0	1	2	0	4	0	1	4	1	5	1	1	4	0	6	1	1	5	1	<p>大人2名、小児1名、幼児7名の場合、必要となる入場券を全てあげて下さい</p> <p>[制限時間：20分]</p>	<p>大人：2名 小児：2名 ※幼児7名のうち6名は幼児となり入場券は不要1名は小児の入場券が必要</p>
ケース	大人 (A)	小児 (A)	幼児 (A)	小児とみなす幼児の人数 (A)																																			
1	1	0	2	0																																			
2	1	0	3	1																																			
3	0	1	2	0																																			
4	0	1	4	1																																			
5	1	1	4	0																																			
6	1	1	5	1																																			

A.3 BR 分類ごとの BR テキストのサンプル

番号	視点	粗粒度	細粒度	BR テキストのサンプル
1	構造	ファクト	用語の定義	「シニア乗客」とは、フライト時の年齢が 70 歳以上の乗客のことである。
2			項目の列挙	座席に割り当てる「座席番号」、「出発日」、「出発地」、「フライトナンバー」の組合せは一意なものではなくてはならない。
3			カテゴリの指定	人の性別は、「男」と「女」に分類できる。
4			項目の存在条件の指定	片道飛行における「フライト予約確認書」は「帰港日」の項目を持たない。
5			複数の値に対する関係の指定	一筆の土地を分割する場合、所有者が持つ土地の割合の総和は必ず 1 になる。
6			文字列のフォーマットの定義	フライトナンバーは、エアラインコードと、それに続く最大 4 文字までの数字とする。
7			フォーマットの適用項目の指定	「フライト予約確認書」の携帯電話の番号は、有効な電話番号でなければならない。
8			有効範囲が連続量の指定	水の温度は最低でも 0℃、最高でも 100℃である。
9			有効範囲が離散量の指定	フライト予約申請時の出発地は、航空会社の示す地域の一つでなければならない。
10			条件による事物などの定義	「フライト予約確認書」の出発地は、そのフライト予約確認書の元となったフライト予約申請の出発地と同一のものでなくてはならない。
11			事物などの関係（関連と多重度）の定義	「フライト」は、ただ一つの出発地を持つ。
12			行為に対する責任の割り当て	不動産譲渡時に発生する印紙税の支払者は「譲受者」でなければならない。
13	振舞い	AE	アクタ毎のアクティビティの定義	離陸前に飛行機のドアのロックを実施した乗務員は、離陸後の機内では安全装置のチェックをしなければならない。ドアのロックを実施しなかった乗務員は、離陸後の機内ではドアの状態のチェックをしなければならない。
14			事物などに対するアクタ毎の操作の制限	社員の職歴情報への閲覧は、本人、本人の管理者、人事部以外の人にはしてはならない。
15			組合せ条件による行為の制限	チケットが構内から出る方向で改札機に投入され、且つこれ以上旅程がないチケットであった場合、改札機はチケットを發出してはいけない。
16			状態によって次に実施する行為の制限	アルコールを摂取後 6 時間は、自動車の運転をすることはできない。
17			状態毎の行為可否の制限	フォルダ内のファイルが編集状態の時は、フォルダの名前の変更はできない。
18			事前に実施する行為の指定	金融取引におけるデータ項目は変更することは出ない。
19			期間や期限の指定	フライトのオンラインチェックインは、当該フライトの 24 時間前まで実施できない。
20			値の増減に関する制限	労働者の時給を変更する場合、減額をすることはできない。
21			空間的な制約の指定	一筆の土地を分割する場合、分割された各区域は、他の区域と重複してはならない。
22			機能	推論
23	時間帯の指定	満 18 歳に満たない場合、勤務可能時間は午前 7 時から午後 10 時までになる。		
24	条件の組合せによる出力パターン	入場券の購入に際して、大人または小児が随伴する 2 人を超える幼児は、小児として扱う。		
25	計算	アルゴリズム	1 か月の時間外労働の時間数に応じた割増賃金率は、以下のとおりとする。 時間外労働 45 時間以下: 25%、46 時間以上: 30%	



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 NTT 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)。



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)。



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。