

知識伝達における類推による説明能力の育成

Training of Explanation Ability in Knowledge Transfer by using Analogical Thinking

石田純太¹ 砂山渡² 川本佳代¹
Junta Ishida¹ Wataru Sunayama² Kayo Kawamoto¹

¹ 広島市立大学大学院 情報科学研究科

¹ Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

² 滋賀県立大学 工学部

² School of Engineering, The University of Shiga Prefecture

Abstract: Analogy can be effective means to make things easy to understand to others, as it can be seen well by comparing things do not know in known things. However, opportunities and methods of training of explanation ability by using analogical thinking do not exist generally. In this study, for the purpose of training of explanation ability in knowledge transfer by using analogical thinking, we propose a system to encourage understanding of the analogy process and the practice due to repeated. We evaluated to verify the effect of the proposed system.

1 序論

近年の変化の激しい社会を生き抜いていくために、「生きる力」を育むことが求められている。そのために、文部科学省は、「類推を用いて、説明し伝え合う活動」を重視すべき活動の1つに挙げている [1]。類推とは、以前に経験した事柄（ベースと呼ぶ）を現在直面している事柄、あるいは問題（ターゲットと呼ぶ）に当てはめることをいう [2]。

実際に、我々が新たな知識の理解を試みる際には、既知の知識の特徴を新たな知識に当てはめて理解する類推を行っている。例えば、中学校の理科の授業では、目に見えない電圧と電流、抵抗について学ぶ際、教師が電気回路を水流モデルに喩えて説明を行うことで、生徒は理解を深めることができる。このように類推は、わからない物事を何か既知のもので喩えるとよくわかるように、他人に対して物事の理解しやすい説明をするために有効な手段になり得る。しかし、類推による説明能力を育成する機会や方法は一般に存在しない。

そこで本研究では、自身が知っている知識を、その知識を知らない他人に伝える際に、類推を用いてわかりやすく説明する能力を育成するシステムを提案する。具体的には、類推のプロセスの理解を促し、その各プロセスの練習を繰り返し行うことができるシステムを構築する。このシステムにより、ユーザがコミュニケーションにおける説明能力を、独自に身につけられるようにすることを目指す。

また類推による他人への説明能力を身につけることができれば、自身が新しい知識を学ぶ際にも、類推を積極的に活用して理解を深めることや、類推を活用した新たな科学的発見が期待できる [3]。

以下本稿では、2章で関連研究について述べ、3章で

本研究における類推の定義を与える。4章で提案する類推による説明能力の育成システムの構成と詳細について、5章で構築したシステムの効果を検証する評価実験について述べ、6章で本稿を締めくくる。

2 関連研究

本章では、類推の活用と類推能力の育成、ならびに説明能力の育成に関わる研究について述べる。

2.1 類推による知識発見

解決方法がわからない問題に対して、創造的発想によって解決を目指す人の着想段階を、糸口となる知識を豊富に含む情報データベースの検索結果を類推に用いて支援した研究 [4] がある。また、ルール発想推論に、類推公理を加えることによって、ルールの生成と新述語の発見、類比の補完のすべてを統一的に実現させ、新しいスキルの発見を目指した研究 [5] がある。

これらの研究は、類推による知識発見を目指したものとなっており、類推を活用して人間を支援する点で本研究と類似している。しかし本研究では、基本的な類推プロセスの理解とその適用を促し、人が類推を行う能力を身につけられる環境の構築を目指す。

2.2 類推能力の育成

類推的思考に着目した問題解決力の育成を図った研究 [6] がある。この研究では、練習により未知の課題への類推の適用を促すことで、問題解決を支援している。

本研究とは、類推能力の育成という点で類似しているが、類推の適用による問題解決は、類推のプロセスの理解を前提とし、また問題解決のための選択肢は必ずしも多くならないため、即座に類推の適用が困難な人に対しての導入教育には、必ずしも向いていない。

本研究では、より基本的な類推のプロセスの理解を促し、より自由度が高い言葉による説明において類推を用いる支援を行う。

2.3 説明能力の育成

説明文のわかりやすさの要因は、書き手、読み手、文章表現の3つに分けられる。このうち、書き手の要因に着目した研究があり、わかりやすい説明文となるためには、読み手の知識状態に応じて説明文を書くこと必要なことが明らかになっている[7]。

すなわち、類推による説明を行う際には、説明の聞き手が知っているものをベースに選択する必要がある。その際、多くの人が知っているものをベースに選択することができれば、説明の聞き手に応じて説明を変える必要がなくなる。また様々な候補の中からベースを選択する練習を繰り返すことで、聞き手に応じた説明能力の獲得にも繋がることが期待できる。

3 知識伝達における類推

本章では、本研究で取り扱う知識伝達における類推の定義と類推の対象について述べる。

3.1 本研究における類推の定義

類推は「以前に経験した事柄（ベースと呼ぶ）を現在直面している事柄、あるいは問題（ターゲットと呼ぶ）に当てはめること」と定義され、一般的に次のプロセスで実現される[2]。

- P1. ターゲット問題の表象：問題が与えられ、それを何かの形で表象すること
- P2. ベースの検索：関連する過去の経験を長期記憶から検索すること
- P3. 写像：検索されたものの中から重要な事項を現在の問題に当てはめてみる
- P4. 正当化：写像が適切であると正当化すること
- P5. 学習：類推の結果をストックし、それを一般化すること

すなわち、P1のターゲット問題の表象で、現在直面している問題（ターゲット）の特徴を捉え、P2でその特徴に類似する過去の経験（ベース）を探し出す。P3でターゲットとベースの対応関係を見出し、P4でその対応関係の解釈を与えて、対応の正しさを確認する。最後にP5で、適用した類推を記憶にとどめ、将来の別の類推に活用できるように記憶する。

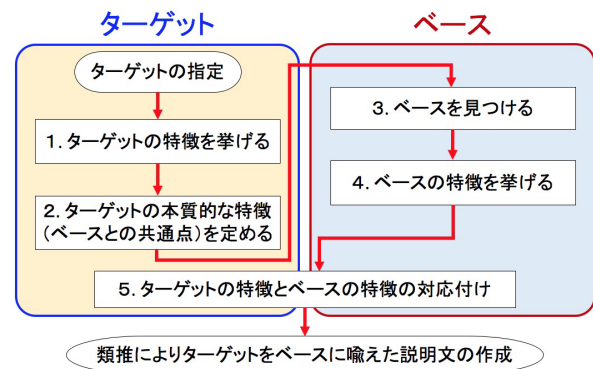


図 1: 説明文作成における類推手順

本研究においては、名詞1単語で表される自分の知っている事柄を、それを知らない他人に伝える知識伝達の際に、類推を用いて説明する練習を行う。先の類推手順に準じて用意した、説明文作成における類推手順を図1に示す。

すなわち、P1「ターゲット問題の表象」に対応して、手順1で説明したい事柄（ターゲット）の特徴を列挙する。次にP2「ベースの検索」に対応して、手順2で列挙した特徴の中から本質的な特徴を選定し、手順3で手順2で挙げた本質的な特徴を持つベースを見つける。続いてP3「写像」に対応して、手順4でベースの特徴を列挙し、手順5でターゲットの特徴との対応付けを行う。P4「正当化」は、先の手順5において、対応の適切さを確認しながら対応付けを行うとともに、この結果に従って、説明文を作成する際に再度確認する。P5「学習」は、説明文の作成によって一つの類推が完成するため、この経験が後に生かされることを期待する。

本研究においては、構築するシステムのユーザに、本節で述べた類推手順の理解を促し、各プロセスの練習を通じて、説明能力を身につけてもらう。

3.2 本研究が対象とする類推

本研究の説明文作成における類推では、他人に説明する対象となる、自分がよく知っている知識を「ターゲット」、類推の喩え先となる、自分と他人の両者がよく知っている知識を「ベース」と定義する。

このベースとターゲットの選び方によって、類推の難易度が変わってくる。本研究では、類推の考え方を初めて学ぶ人を対象に含むため、比較的類推が容易なベースとターゲットの関係を用意する。類推は、ベースとターゲットの類似性に着目して行われるため、ベースとターゲットに何らかの類似性が見出せる場合に考えやすくなる。また、ベースとターゲットの特徴に着目して対応付けを行うため、ベースやターゲットについての情報や知識が豊富なほど、対応付けが行いやすくなる。

そこで、本研究が対象とする類推における、ターゲットとベースの関係を、次の4つとした。

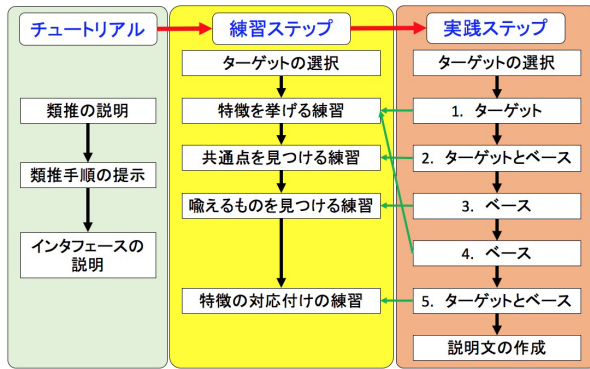


図 2: 類推による説明能力育成システムの構成と学習手順（赤と黒の矢印が学習手順を表す）

- C1. 同カテゴリ：日本語ソーラス [8] 上において，共通の親をもつ単語同士。例えば「哺乳類」を共通の親に持つ，「犬」と「猫」。
- C2. 並列カテゴリ：日本語ソーラス上において，親の親が共通となる単語同士。例えば，それぞれ「哺乳類」「爬虫類」を経て共通の親「脊椎動物」をもつ，「犬」と「蛇」。
- C3. 擬人化，逆擬人化：ものを人に喩える，または人をものに喩える。例えば，「人」を「家電製品」に喩える。あるいは「戦艦」を「人」に喩える。
- C4. 抽象カテゴリ：日本語ソーラスによらず，抽象的な言葉による共通点をもつ単語同士。例えば，「ものづくり」という共通点をもつ，「文章」と「料理」。

すなわち，C1,C2,C4は類似性が想定されるベースとターゲットの組み合わせとして，C3は，ベースあるいはターゲットを人とする事で，特徴の対応付けが行いやすい組み合わせとして用意した。

4 類推による説明能力の育成システム

本章では，提案する類推による説明能力の育成システムについて述べる。

図2に類推による説明能力育成システムの構成と学習手順を示す。システムは，チュートリアル，練習ステップ，実践ステップの3つから構成される。チュートリアルでは，類推の具体例を元に類推の手順についての説明を行う。練習ステップでは，類推手順における各ステップを，繰り返し練習可能な環境を提供する。実践ステップでは，類推手順を通して試すことができる。以下で各構成の詳細について述べる。

4.1 チュートリアル

チュートリアルは，「類推の説明」「類推手順の提示」「インタフェースの説明」の3つの要素からなる。システムを初めて利用するユーザは，最初にチュートリアルを実施して，類推の概要とシステムの使い方を学ぶ。

「類推の説明」では，類推の定義と本システムの狙い，類推の手順について説明を与える。説明は，システムの画面上にメッセージとして表示し，「OK」ボタンを押すことで次のメッセージに進むことができる。

「類推手順の提示」と「インタフェースの説明」は，類推の各手順ごとに，手順の説明とシステムの操作を繰り返しながら進める形とする。これにより，類推の進め方を視覚的に説明するとともに，システムの操作方法の習得を促す。各手順におけるシステムの詳細や操作方法は，次節で述べる。

このチュートリアルでは，電気回路を川に喩える類推をもとに説明を行う。これは，中学校の理科の授業で一般的によく使われる類推事例となっており，類推になじみのないユーザでも，類推について理解しやすいと考えたことによる。すなわち，ターゲットを電気回路，ベースを川として，どのように電気回路を川に喩えて説明するか，その一連の手順の説明を，システム上の操作を伴いながら確認できるようにする。

4.2 練習ステップ

練習ステップは，類推手順の各プロセスごとに練習するための環境とする。これは，類推における各プロセスの理解を促すためには，全ての手順を通して繰り返すだけでなく，各プロセスごとの要領を実践的に掴んでもらうことが重要と考えたことによる。またステップごとに練習できる環境は，苦手なプロセスを重点的に練習したいユーザにも対応できる。

練習ステップは，表1に示す，4つのステップと4つのレベルから構成される。各ステップは，それぞれ図1の5つの類推手順に対応する（ターゲットとベースのそれぞれの特徴を挙げる手順は，1つのステップにまとめられている）。またレベルは類推の難易度を表す指標として，3.2章で述べたC1からC4の4つのベースとターゲットの関係に基づく類推を表す。この難易度は，ベースとターゲットの間の共通点の見つけにくさを考慮して設定した。

ユーザは表1の上のステップから順に進めることができ，各ステップ内では，レベルの低いものから練習することができる。1つのレベルを5回終えることで，次のレベルに進むことができ，1つのステップ内のすべてのレベルをクリアすると，次のステップに進むことができる。

4.2.1 ターゲットの選択

システムには，ベースとターゲットの関係を表すカテゴリごとに，ターゲットとなる名詞が用意されている。用意したターゲットのカテゴリとターゲット数を表2に示す。

表 1: 練習ステップの構成

ステップ	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
特徴を挙げる練習	同カテゴリ	並列カテゴリ	擬人化, 逆擬人化	抽象カテゴリ
共通点を見つける練習	同カテゴリ	並列カテゴリ	擬人化, 逆擬人化	抽象カテゴリ
喩えるものを見つける練習	同カテゴリ	並列カテゴリ	擬人化, 逆擬人化	抽象カテゴリ
特徴の対応付けの練習	同カテゴリ	並列カテゴリ	擬人化, 逆擬人化	抽象カテゴリ

表 2: 用意したターゲットのカテゴリとターゲット数

カテゴリ名 (ターゲット数)	カテゴリの例
同カテゴリ (325 個)	哺乳類, 和食, 球技, 文房具, 情報機器 乗り物, 楽器, ゲームなど 30 種類
並列カテゴリ (223 個)	動物, 植物, 食べ物, 飲み物, スポーツ 施設, 家庭の道具の 7 種類
擬人化 逆擬人化 (「人」193 個, 「もの」189 個)	「人」として俳優, 偉人, スポーツ選手 歌手, アニメキャラクターなど 10 種類 「もの」として, 動物, 植物, 家電 食べ物, スポーツ, 情報機器など 8 種類
抽象カテゴリ (187 個)	モノづくり, 回る, 守ってくれる, 娯楽 一度きり, 止まったら困るなど 29 種類

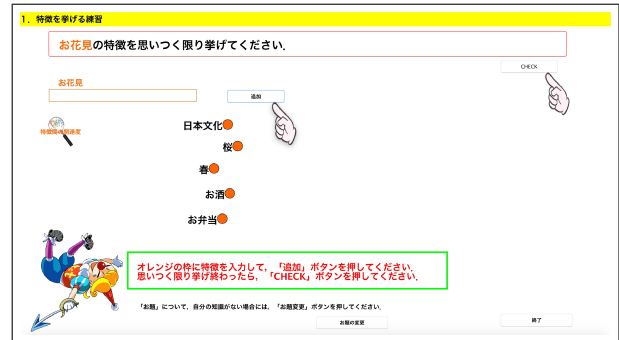


図 3: 特徴を挙げる練習ステップのインタフェース

ユーザには練習の開始前に、出題の対象となるカテゴリ（複数選択可能）をあらかじめ選択してもらうことで、練習時には、選択されているカテゴリの中からターゲットが自動的に出題される。本研究では、他人への説明を行うことを意図し、ターゲットはユーザにとって既知のものになることを想定している。そのため、あらかじめよく知らないカテゴリを除いてもらった上で、選択しているカテゴリについても、出題されたターゲットについてよく知らない時には、「お題変更」ボタンを用いてターゲットの変更を行ってもらう。

4.2.2 特徴を挙げる練習ステップ

特徴を挙げる練習ステップでは、ターゲットやベースの説明に欠かせない特徴を挙げる練習を行う。これはターゲットを説明するためには、ターゲット（説明したいもの）とベース（喩えるもの）について、説明に必要な十分な特徴を挙げるができなければ、わかりやすい説明ができないと考えられることによる。

本ステップでは、与えられたお題（ターゲットにもベースにもなり得る）に対して、思いっく限り特徴を挙げてもらう。本ステップのインタフェースを図 3 に示す。ユーザには、図 3 上部に提示されるお題の特徴を、単語としてテキストエリアに入力して特徴を挙げてもらう。

練習を終える条件は、説明に必要と考えられる特徴が 4 つ以上挙げられた状態で、右上にある「CHECK」ボタンを押すとクリアとなる。

説明に必要と考えられる特徴の判定には、入力された単語を用いた検索エンジンのヒット件数を用いた、式 (1) を用いて行う。ただし式中の F は入力された特徴を表す単語、 T はターゲット（お題）を表す単語、 $Hit(X)$

は X を検索語とした時の検索エンジンのヒット件数を表す。

$$Value(F) = \frac{Hit(F \wedge T)}{Hit(F)} + \frac{Hit(F \wedge T)}{Hit(T)} \quad (1)$$

式 (1) において、右辺の第 1 項は「ターゲットの主要な特徴となっているか」を表す特徴の十分性として、第 2 項は「ターゲットを想起可能な特徴となっているか」を表す特徴の必要性として用いている。これらの各項は、それぞれが条件付き確率を表すため、各項の値の取りうる範囲は 0 から 1 となる。

実験的に特徴になり得る単語の $Value(F)$ の値を調べた結果をもとに、第 1 項と第 2 項の両者が 0.2 未満のときには、「特徴ではない可能性がある」と判定する。またユーザの目安となるように、「特徴ではない可能性がある」以外に、 $Value(F)$ が 0.4 未満と 0.4 以上の場合について、「特徴と思われる」「特徴として欠かせない」という評価を設け、それぞれの結果を図 4 のセリフでフィードバックする。

4.2.3 共通点を見つける練習ステップ

共通点を見つける練習ステップでは、ベースを見つけるための手がかりとなる、ターゲットとベースの共通点を見つける練習を行う。これは、適当なベースを探すためには、ターゲットやベースの本質的な特徴間に類似性を見いだすことができなければ、うまくターゲットをベースで喩えることができないと考えられることによる。

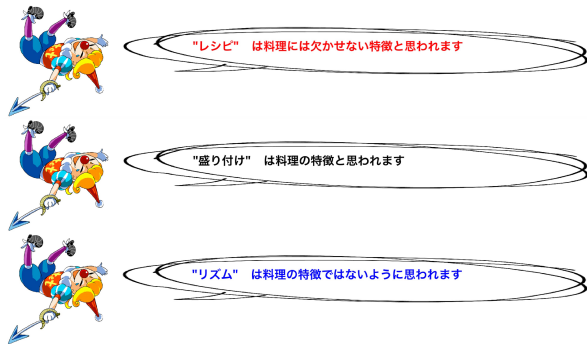


図 4: 特徴の評価のフィードバック

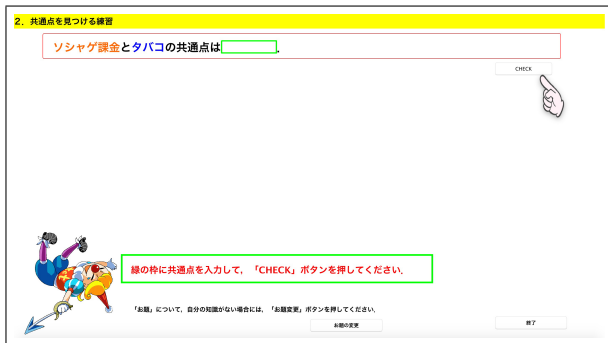


図 5: 共通点を見つける練習ステップのインターフェース

本ステップでは、提示されるターゲットとベースの共通点を答えてもらう。本ステップのインターフェースを図5に示す。ユーザは、図5の上部に示されるターゲットとベースの共通点を、単語としてテキストエリアに入力してもらう。

共通点の入力後、右上にある「CHECK」ボタンを押すと、入力された共通点の適切さの判定がなされ、以下の条件を満たして入ればクリアとなる。すなわち共通点の評価は、入力された共通点をターゲットとベースの共通の特徴として、ターゲットとベースのそれぞれについて、4.2.2 節で述べた式 (1) による特徴の適切さの評価を求め、両者ともに「特徴ではない可能性がある」と判定されなければクリアとする。

4.2.4 喩えるものを見つける練習ステップ

喩えるものを見つける練習ステップでは、ターゲットの喩え先となるベースを見つける練習を行う。これは、数多くのものの中から、ターゲットを喩えるために適切なものを探す能力が類推には必要と考えられることによる。

本ステップでは、提示されるターゲットと、喩える際の観点をもとに、ベースとターゲットとベースの共通点を答えてもらう。本ステップのインターフェースを図6に示す。ユーザは、図6の上部に示されるターゲットと観点から、ベースを単語としてテキストエリアに

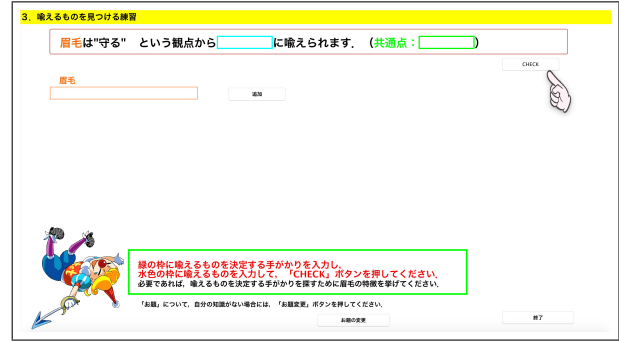


図 6: 喩えるものを見つける練習ステップのインターフェース

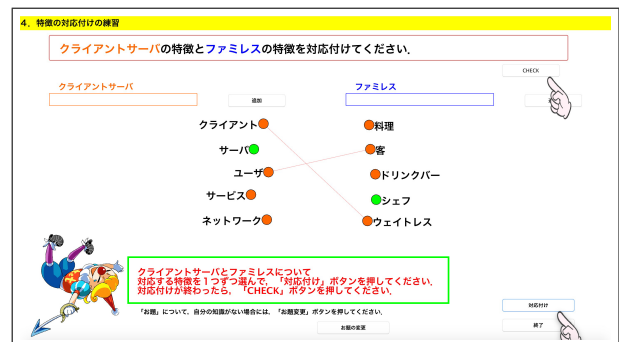


図 7: 特徴の対応付けの練習ステップのインターフェース

入力してもらう。ターゲットとベースの共通点は、観点と同一になる可能性もあるが、ベースを定めた際に、より具体的な共通点が生じる可能性を考慮して、共通点を入力するテキストエリアを設けている。

ベースと共通点の入力後、右上にある「CHECK」ボタンを押すと、入力されたベースの適切さの判定がなされ、以下の条件を満たして入ればクリアとなる。すなわち、共通点をターゲットとベースの共通の特徴として、ターゲットとベースのそれぞれについて、4.2.2 節で述べた式 (1) による特徴の適切さの評価を求め、両者ともに「特徴ではない可能性がある」と判定されなければクリアとする。

4.2.5 特徴の対応付けの練習ステップ

特徴の対応付けの練習ステップでは、ターゲットの特徴とベースの特徴がどのように対応しているかを考え、対応付けを行ってもらう。これは、ターゲットとベースとの間で、できるだけ多くの特徴間で対応付けを行うことができれば、ターゲットの多くの要素について、類推を用いて説明できると考えられることによる。

本ステップでは、ターゲットとベースの特徴間で対応する特徴同士を結びつけてもらう。本ステップのインターフェースを図7に示す。ユーザは、図7に提示されるターゲットとベース、ならびにそれぞれの5個以上の特徴について、対応があると思われる特徴のノー

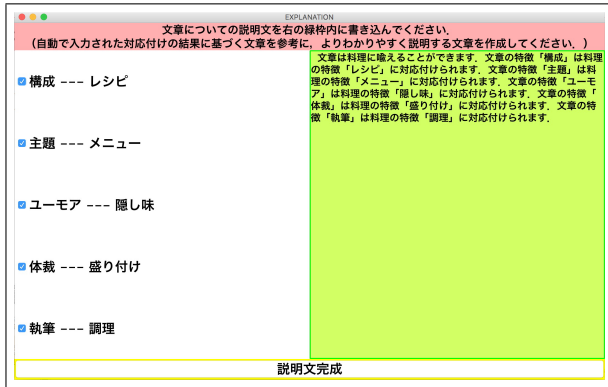


図 8: 説明文作成インタフェース

ドをマウスで選択し、右下の「対応付け」ボタンを押すことで、特徴間にリンクを貼ってもらう。

表示するターゲットとベースの特徴は、ターゲットについて書かれた Wikipedia[9] から特徴となる単語を取り出した上で、Word2Vec[10] を用いてベース側の対応する特徴の候補となる単語を取り出し、人手でターゲットに対応する特徴を選択して用意した。これら、正解となる特徴の組み合わせを 4 から 7 ペアの範囲で用意し、ダミーとなる特徴を 1 個から 2 個追加した上で表示する。

ユーザは、用意した正解となる特徴のペアのうちの 8 割以上の対応付けを正しく行った状態で、右上にある「CHECK」ボタンを押すとクリアとなる。

4.3 実践ステップ

実践ステップでは、図 2 右に示すように、すべての類推手順を通して行ってもらう、最後にターゲットの説明文を作成してもらう。これにより、類推の手順を覚えてもらうとともに、実際に類推による説明ができるようになるための練習を行う。

ターゲットとベースの対応付けが終わった後、対応付けの結果をもとに、ターゲットの説明文を作成してもらう。図 8 に説明文作成のためのインタフェースを示す。図 8 の左側には、対応付けの結果が表示され、右側には対応付けの内容が文章で書かれている。ユーザは右側のパネルの文章を編集することができ、各対応付けについて、より詳細でわかりやすい説明文を作成する。

5 類推による説明能力の育成システムの評価実験

本章では、提案する類推による説明能力の育成システムが、ユーザの説明能力の育成に効果を発揮するかを検証した実験について述べる。

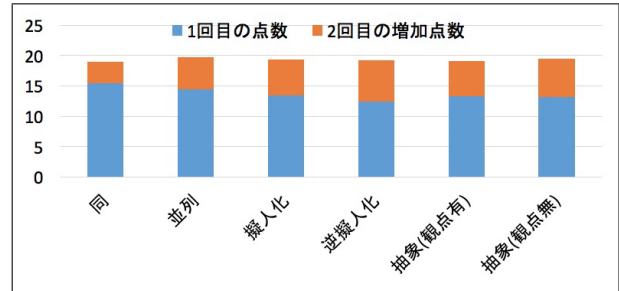


図 9: 相互評価による説明文の点数 (被験者平均)

5.1 実験手順

情報科学を専攻する大学生、大学院生 9 名に、提案システムによる類推手順の学習と説明文の作成を行ってもらう実験を行った。

実験は、1 日目に、「1 回目の説明文の作成」を行ってもらうとともに、「チュートリアル」と練習ステップの「特徴を挙げる練習」「共通点を見つける練習」を行ってもらった。説明文の作成においては、表 3 の説明文作成の課題に対して、「類推を用いてわかりやすい説明を行って下さい」と指示を与えた。2 日目に、練習ステップの「喩えるものを見つける練習」「特徴の対応付けの練習」、その後実践ステップを 5 回以上行ってもらい、1 回目と同じ課題で「2 回目の説明文の作成」を行ってもらった。3 日目に、全被験者が作成した 2 回分の説明文に対して、相互評価を行ってもらった。すなわち、説明文作成の課題ごとに存在する 18 の説明文のうち、被験者自身が作成したものを除く 16 の説明文に対して、無作為な順序で、以下の評価項目について 5 段階で評価を行ってもらった。

1. 説明能力：「説明したいもの」がわかりやすく説明されていますか？
2. ターゲットの特徴の適切性：「説明したいもの」の説明に欠かせない特徴を十分に挙げられていますか？
3. ベースの選択の適切性：「喩えるもの」の選び方は適切ですか？
4. ベースの特徴の適切性：「喩えるもの」の説明に欠かせない特徴を十分に挙げられていますか？
5. 特徴の対応付けの適切性：喩えを用いて、うまく対応付けて説明されていましたか？

5.2 実験結果と考察

図 9 に、2 回の説明文の相互評価の点数 (前節の 5 項目の合計で 25 点満点) を示す。すべての課題において、システムでの説明文の評価が高くなり、各項目ごとの評価値も、1 回目に比べて 2 回目の点数が高い結果となっていた。このことから、提案システムによる練習

表 3: 説明文作成の課題

ターゲットとベースの関係	説明課題
1. 同カテゴリ	好きな「球技」を「野球またはサッカー」に喩えて説明してください。
2. 並列カテゴリ	好きな「和食」を「何かの洋食」に喩えて説明してください。
3. 擬人化	好きな「乗り物」を「芸能人の誰か」に喩えて説明してください。
4. 逆擬人化	好きな「芸能人」を「何かの家電」に喩えて説明してください。
5. 抽象カテゴリ (観点有)	「コンビニ」を、「便利」という観点で何かに喩えて説明してください。
6. 抽象カテゴリ (観点無)	「消費税」を何かに喩えて説明してください。

表 4: 2 回目の説明文作成時に挙げられた特徴の数と対応付けが行われた特徴の数 (被験者平均)

課題	ターゲット	ベース	対応付け
同	5.4	5.3	5.2
並列	5.1	4.9	4.8
擬人化	5.2	4.8	4.6
逆擬人化	6.9	5.0	5.2
抽象 (観点有)	4.8	4.4	4.1
抽象 (観点無)	4.9	3.8	4.2

表 5: 事後アンケートの結果 (5 段階評価)

質問	5,4(肯定)	2,1(否定)
類推の手順を理解できましたか?	9	0
類推ができるようになりましたか?	8	1
説明に類推が有効だと思いますか?	9	0

は、よりわかりやすい説明文の作成に効果があったと言える。

表 4 に、2 回目の説明文作成時に、被験者によって挙げられた特徴の数、および対応付けが行われた特徴の数を示す。ターゲットとベースのそれぞれについて、5 個前後の特徴が挙げられ、そのほとんどの特徴について対応付けが行われていたことがわかる。このことから、被験者は類推の手順を理解し、特徴を挙げた上でそれらの対応付けを行い、それをもとに説明文を作成したことがわかる。表 5 に示す事後アンケートの結果においても、被験者全員が類推の手順を理解したと回答しており、またほとんどの被験者が類推ができるようになったと回答した。これらのことから、被験者はシステムを利用することによって、類推の手順を理解することができたと考えられる。

6 結論

本稿では、自身が知っている知識を、その知識を知らない他人に伝える際に、類推を用いてわかりやすく説明する能力を育成するシステムを提案した。評価実験により、システムを用いた被験者が、わかりやすい説明を行える能力を身につけられることを確認した。

今後は、類推を用いた知識伝達だけでなく、新しい物事を類推によって理解するための枠組み、また類推を用いて新しい考え方を発見できる枠組みに拡張していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 文部科学省：言語活動の充実に関する指導事例集～思考力、判断力、表現力等の育成に向けて～【中学校版】，(2011).
- [2] 鈴木宏昭：説明と類推による学習，波多野誼余夫 (編)『認知心理学 5 学習と発達』，pp.149-179，東京大学出版会，(1996).
- [3] 植田一博：科学者の類推による発見，人工知能学会論文誌，Vol.15，No.4，pp.608-617，(2000).
- [4] 田中一男：アナロジーを用いた着想支援方式，情報処理学会研究報告知能と複雑系 (ICS)，Vol.1992，No.70，pp.41-50，(1992).
- [5] 金城敬太，尾崎知伸，古川康一，原口誠：アナロジーを組み込んだルール発想推論によるスキル獲得支援，人工知能学会論文誌，Vol.29，No.1，pp.188-193，(2014).
- [6] 佐藤治樹，松田稔樹：類推的思考に着目した問題解決力育成のための技術教育教材の開発，日本教育工学会研究報告集，JSET10-1，pp.129-136，(2010).
- [7] 岸学，綿井雅康：手続き的知識の説明文を書く技能の様相について，日本教育工学雑誌，Vol.21，No.2，pp.119-128，(1997).
- [8] Francis Bond, Hitoshi Isahara, Sanae Fujita, Kiyotaka Uchimoto, Takayuki Kuribayashi and Kyoko Kanzaki : Enhancing the Japanese Word-Net, The 7th Workshop on Asian Language Resources, in Conjunction with ACL-IJCNLP, (2009).
- [9] Wikipedia : (URL) <https://ja.wikipedia.org/>
- [10] Word2Vec : (URL) <https://code.google.com/archive/p/word2vec/>