

意味空間に基づく文脈情報を用いた比喩生成

中條 寛也^{1,a)} 松吉 俊^{1,b)} 内海 彰^{1,c)}

概要：従来の比喩生成における入力には喩えたい語と特徴語のみであり、その比喩が実際に使用される文章を全く考慮していない。実用面でも有用である比喩を生成するためには、埋め込まれる文章への適合度を考慮すべきである。本研究では、文章の特徴を表す文脈ベクトルも利用して比喩を生成する。比喩生成にあたり、次の4つを用いる。(1) 喩えたい語と比喩候補のシソーラス上の距離、(2) 意味空間における、喩えたい語と特徴語の合成ベクトルと比喩候補ベクトルの類似度、(3) 比喩候補の具象度、(4) 文脈ベクトルと比喩候補ベクトルの類似度。青空文庫の11作品から比喩表現を含む18個の文章断片(各200字程度)を抽出し、評価データとした。人手による評価の結果、文脈と喩えたい語の関連度が高い場合、文脈を反映することにより文章に適した比喩を生成できることがわかった。

Metaphor Generation Using a Feature Vector and a Context Vector based on Semantic Space Model

HIROYA NAKAJOU^{1,a)} SUGURU MATSUYOSHI^{1,b)} AKIRA UTSUMI^{1,c)}

1. はじめに

比喩はある概念を別の概念で喩える技法である。例えば、次の文には比喩が使用されている。

(1) 雪は真綿のようだ。

この例では、雪が真綿に喩えられている。比喩に関して、用語を次のように定める。

被喩辞 喩えられる語。例文(1)では「雪」。

喩辞 喩える語。例文(1)では「真綿」。

比喩表現 被喩辞と喩辞を組み合わせた言語表現。例えば、「雪は真綿のようだ」「雪は真綿だ」、「真綿のような雪だ」など。

一般に、比喩表現において、喩辞により被喩辞が持つ特徴が強調される。例えば、例文(1)では、喩辞「真綿」によって、被喩辞「雪」の「白くてふわふわしている」という特徴が強調される。「雪」は、「冷たい」や「軽い」など、他に多くの特徴を持っているが、「真綿」によって、「白い」

と「ふわふわ」の特徴のみが強調される。

ある被喩辞に対して、人間が比喩表現を考える場合、まずは、強調して表現したい特徴を定め、それから、その特徴が強調されるような語句を選択していると思われる。

ある被喩辞に対して計算機で比喩表現を自動生成する方法として、次のような手順が考えられる。

- (i) 入力される被喩辞に対して、特徴を定める
- (ii) その特徴が強調されるような語句をいくつか生成する
- (iii) 生成された語句をなんらかの基準によりランキングして出力する

比喩生成の研究(例えば、[3], [5])では、強調したい特徴はすでに定まっているものとし、上記の手順(i)を行わない。これは、比喩生成の主な応用として文章作成支援を考えており、利用者の頭の中に、表現したい特徴がすでにあることを想定しているからであると思われる。本研究でもこの立場をとり、比喩生成に用いる特徴は利用者により与えられるものとする。

文章を執筆している人間が、そこに利用するために比喩表現を考える場合、文章への適合性も重要である。しかしながら、先行研究では、生成された比喩表現が実際に使用される文章や場面を全く考慮せずに喩辞を生成する。

¹ 電気通信大学, The University of Electro-Communications

^{a)} n1730076@edu.cc.uec.ac.jp

^{b)} matuyosi@uec.ac.jp

^{c)} utsumi@uec.ac.jp

「(前略) 人間には、生きようという意志と一緒に、滅亡に赴こうという意志があるような気がするんですよ。どうもそんな気がする。此のような熾んな自然の中で、人間が ○○ のようにもろく亡んでいく。奇体に美しいですね」

(梅崎 春生『桜島』)

図 1 被喩辞「人間」に対する比喩表現を埋め込みたい文脈

例えば、図 1*1 における、二重下線の被喩辞「人間」に対して、「もろい」という特徴を強調する喩辞を生成することを考える。既存の研究における入力、被喩辞「人間」と特徴語「もろい」のみであり、周辺文脈の情報が利用されることはない。既存のアルゴリズムを用いると、例えば、「人間」と「もろい」から喩辞「ガラス」が得られる。確かに、「人間はガラスのようにもろい」という比喩表現は適切な比喩であるが、この文脈には合わない。図 1 の場面では述べている「人間」は、単純に壊れやすいというだけではなく、厳しい自然の中で滅んだり、生きようという意志を持っていたりする。『桜島』で著者の梅崎が実際に使用した比喩表現は、「人間が蛾のようにもろく亡んでいく」であり、喩辞「蛾」はこのような文脈がうまく反映されている語である。

実用面でも有用である比喩を生成するためには、埋め込まれる文章や場面への適合度を考慮すべきである。そこで、本研究では、比喩生成において、被喩辞と特徴語のみでなく、生成された比喩表現を実際に埋め込む先の文脈の情報も利用する。すなわち、上記の手順 (iii) において、文脈情報も考慮して喩辞候補の語句をランキングする。

本論文は、以下のように構成される。まず、2 章で、比喩生成の先行研究について述べる。次に、3 章で、提案手法である、文脈を考慮した比喩生成について説明する。4 章では、青空文庫を利用して作成した比喩表現データについて述べる。5 章において、提案手法の評価実験について述べる。6 章はまとめである。

2. 先行研究

この章では、まず、比喩生成においてよく利用される意味空間モデルについて説明する。次に、複数の語からなる語句を意味空間上の 1 つのベクトルとして表現するための手法の 1 つである、predication algorithm [1] を説明する。最後に、日本語を対象とした比喩生成の研究について述べる。

2.1 意味空間モデル

計算機による意味処理において、ある語と別の語がどれ

ほど類似しているかを知ることは重要である。意味空間モデルでは、各語を高次元の実ベクトル空間上のベクトルとして扱う。語と語の間の類似度は、対応する 2 つのベクトル間の類似度として計算する。

語を実数ベクトルに変換する手法はいろいろなものが提案されている。ここでは、その具体例として、本研究で利用している手法を説明する。

- (i) テキストコーパスを段落単位に分割する
 - (ii) 語彙 × 語彙の共起行列を作る。ここで、共起の範囲は同一段落内として、その回数を数える
 - (iii) 共起行列の各要素に、重みとしてそれぞれのエントロピー [2] の値を掛ける
 - (iv) 特異値分解により行列を圧縮し、語彙 × 500 の行列を得る
 - (v) この行列の 1 行が、各語の意味ベクトルである
- 意味空間の精度を高めるため、コーパスでの出現頻度が低い語は、語彙リストに含めないことが多い。これは、確からしさの度合いが低いベクトルが混じっていると、最も類似度が高いベクトルを抽出したい時に、そのようなベクトルがノイズとなってしまうからである。

2.2 predication algorithm

計算機による意味処理において、1 語と 1 語の類似度だけでなく、1 語と複合語の類似度や複合語と複合語の類似度を計算したいことがある。意味空間モデルを採用する場合、複数の語からなる語句を意味空間上の 1 つのベクトルとして表現することが必要となる。

predication algorithm [1] は、これを実現するための手法の 1 つである。このアルゴリズムに基づいて、「主要語 t_1 とその他の語 t_2 からなる語句」の意味ベクトルを計算する手順を説明する。

- (i) 意味空間から、 t_2 と類似度の高い語を j 個抽出する
- (ii) j 個の語の中から、 t_1 と類似度の高い語を k 個抽出する。ここで、 $k \leq j$ である
- (iii) 次のすべてのベクトルの重心を計算する
 t_1, t_2, k 個の語
- (iv) その重心ベクトルを、 t_1 と t_2 からなる語句の意味ベクトルとする

語句「赤い花」を対象として、手順の具体例を示す。この例では、 $j = 5, k = 2$ とした。

- (i) 意味空間から、 $t_2 = 「赤い」$ と類似度が高い語を抽出する
白い, 緑色, 黄色, 真っ赤, 赤*2
- (ii) このリストから、 $t_1 = 「花」$ と類似度が高い語を抽出する
黄色, 赤

*1 本論文では、説明の都合上、引用する文章において、原著本文に存在するオリジナルの比喩表現を伏せていたり、省略したりしていることがある。

*2 「赤い」(形容詞) と「赤」(名詞) は別語である。

- (iii) 次のすべてのベクトルの重心を計算する
花, 赤い, 黄色, 赤

2.3 日本語を対象とした比喩生成

北田ら [3] は, 「(被喩辞) は (特徴)」という形式の文からその比喩表現を生成する手法を提案している. この手法では, 認知心理学における知見を基にして比喩度という尺度を定義し, この尺度が高いものを良い喩辞であるとしている.

岡本 [5] は, 意味空間モデルに基づき, 遺伝的アルゴリズムを利用して, 被喩辞とその特徴の対から喩辞を生成する手法を提案している. この手法を 1 回実行すると, 1 つの喩辞が得られる. 複数回実行することにより, 様々な喩辞^{*3}が得られる.

これらの研究における入力には被喩辞と特徴語のみであり, 比喩表現が実際に使用される文章や場面を全く考慮していない.

3. 提案手法

意味空間モデルに基づき, 被喩辞とその特徴語, および, 文脈情報を利用して喩辞を生成する手法を説明する.

3.1 システムの概要

本システムへの入力は, 以下のものであり, 出力は, スコアでランキングされた喩辞のリストである.

- 被喩辞
- 被喩辞が持つ特徴を表す語句
- 被喩辞を含むテキスト. 被喩辞の位置情報も明示

入力する文脈テキストにおいて, 位置情報を必要とするのは, 図 1 のように, 被喩辞と同じ文字列が複数含まれている可能性があるためである.

本研究は, 我々が知る限り, 文脈情報を利用して比喩を生成する初めてのものである. 誤り分析等を見通しよく実施するために, 被喩辞と特徴語, および, 出力される喩辞候補に次の条件を設定する.

- 被喩辞は名詞 1 語とする
- 特徴語は内容語 1 語とする
- 喩辞候補は名詞 1 語とする

これらの条件は本質的なものではない. 本章で説明するアルゴリズムは, 被喩辞が動詞や形容詞であっても同様に適用可能である. 被喩辞が複合語であったとしても, 2.2 節で説明した predication algorithm を利用することにより, 本アルゴリズムを適用可能である. 探索空間が指数的に広がるため, 探索方法を工夫する必要があるが, 喩辞候補に複合語を許すような拡張も可能である.

提案手法では, 2 ステップにより, 喩辞を生成する. 最初

のステップでは, シソーラスを利用して, 喩辞候補をフィルタリング (3.2 節) する. 次のステップにおいて, 以下の 3 つの観点から, 残った喩辞候補をランキングする.

- (i) 被喩辞と特徴語の合成ベクトルと喩辞候補ベクトルの類似度 (3.3 節)
 - (ii) 喩辞候補の具象度 (3.4 節)
 - (iii) 文脈ベクトルと喩辞候補ベクトルの類似度 (3.5 節)
- 以下, これらについて説明する.

3.2 喩辞候補のフィルタリング

比喩表現が, 字義通りの意味ではなく, 受け手に比喩として解釈されるためには, 被喩辞や喩辞のカテゴリーに注目することが重要である. 例えば, 次の例文 (2) と (3) は, 例文 (4) と比べて, 「比喩」という感じを受けない.

- (2) このレモンはみかんのようだ.
- (3) この海は湖のようだ.
- (4) 雪は真綿のようだ.

「レモン」と「みかん」は, 柑橘類という同じカテゴリーに属する. 同様に, 「海」と「湖」は, 湖沼という同じカテゴリーに属する. 一方, 「雪」と「真綿」は, 全く異なるカテゴリーに属する.

比喩としての解釈可能性が高い比喩表現を生成するためには, 入力される被喩辞とは離れたカテゴリーの喩辞を選択すると良さそうである. そこで, 本研究では, 既存のシソーラスを利用して, 被喩辞と同じカテゴリーに属する語を喩辞候補リストから排除する. 具体的には, 日本語大シソーラス [7] が設定する 1,044 個のカテゴリーを利用する. これらのカテゴリーの例を, カテゴリー番号とともに以下に示す.

- 0021 美しい
- 0083 軽重
- 0165 模様
- 0226 人気
- 0347 喜怒哀楽
- 0501 口をきく
- 0563 成否
- 1019 海
- 1024 湖沼など

例として, 被喩辞「海」と喩辞候補「湖」を使用して, フィルタリング処理について説明する.

- (i) 被喩辞「海」に対してシソーラスを引き, それが属するすべてのカテゴリーを得る. 「海」の場合, “931 文具” と “1019 海” と “1024 湖沼など” の 3 つのカテゴリーを得る.
- (ii) 喩辞候補「湖」に対してシソーラスを引き, それが属するすべてのカテゴリーを得る. 「湖」の場合, “1024

^{*3} もちろん, すでに得られた喩辞と重複するものが生成されることもある.

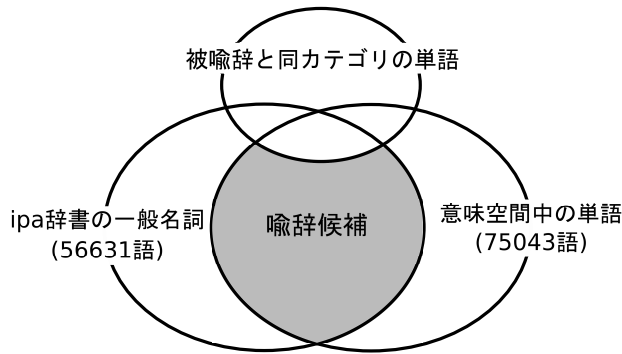


図2 フィルタリングの全体像

湖沼など”のカテゴリのみを得る。

- (iii) 上記2つのカテゴリ集合に1つでも重複がある場合、喩辞候補を喩辞候補リストから排除する。この例では、“1024 湖沼など”が重複するため、「海」の喩辞候補リストから「湖」を排除する。

前節で述べたように、本研究では、被喩辞も喩辞候補も名詞1語である。モノである名詞に対して、コトである喩辞候補を生成することは、比喩の解釈可能性の観点から好ましくない。それゆえ、シソーラスによるフィルタリングに先立ち、品詞細分類によるフィルタリングを実施する。具体的には、IPA辞書^{*4}の名詞のうち、以下のものをあらかじめ喩辞候補リストから除外する。

サ変接続、形容動詞語幹、副詞可能、非自立

3.3節から述べる次のステップにおいて、喩辞候補の意味ベクトルを利用する。2.1節で述べたように、コーパスでの出現頻度が低い場合、その語は意味ベクトルを持たない。システム全体の高速化のため、意味ベクトルを持たない語は、このステップのうちにあらかじめ除外する。

本研究の最初の喩辞候補リストは、名詞全体である。3種類のフィルタリングを適用し、残ったものを次のステップで利用する。図2に、フィルタリングの全体像を示す。

3.3 被喩辞と特徴語の合成ベクトルと喩辞候補ベクトルの類似度

1章で述べたように、喩辞は、被喩辞が持つ特徴を強調する。比喩生成の観点からみると、喩辞は、その意味として、「被喩辞が持つ特徴」の意味を持っていないなければならない。それゆえ、良い喩辞候補は、被喩辞やその特徴語に近い意味を持っていると考えられる。

意味空間において、被喩辞と特徴語の合成ベクトルと喩辞候補ベクトルの類似度を計算し、その類似度を上記を表すスコアとして利用する。被喩辞と特徴語の合成ベクトルの算出には、2.2節で説明した predication algorithm を、被喩辞を主要語として適用する。2つのベクトルの類似度

表1 辞書[4]における心像性の例

語	心像性
波羅蜜	1.542
以後	3.657
堂々	4.229
雪道	5.029
マウス	6.114
ゴリラ	6.657

は、コサイン類似度で計算する。

3.4 喩辞候補の具象度

比喩生成において、喩辞に抽象度の高い語を用いることは、比喩の解釈可能性の観点から好ましくない。例えば、以下の2つの例文はいずれも被喩辞「人間」を喩えたものである。

- (5) あの先輩は、以後のような人間だ。

- (6) あの先輩は、ゴリラのような人間だ。

抽象度のとても高い喩辞「以後」を使用した例文(5)は、その意味を取ることが難しい。一方、例文(6)の比喩の解釈は容易である。

比喩としての解釈可能性が高い比喩表現を生成するためには、抽象的な語は避けるのが無難である。そこで、本研究では、単語心像性の辞書[4]を利用して、抽象度の低い語に対して高いスコアを与える。ここで、心像性とは、心理的な尺度であり、具体的なイメージの思い浮かびやすさのことである。

この辞書[4]では、各語に対して1から7の実数値で心像性を与えている。表1に、心像性の値の例を示す。値が高いほど、イメージしやすい具体的な語である。

心像性を0から1の範囲に正規化したものを、具象度として定義し、この具象度を喩辞候補のスコアとして利用する。ただし、心像性が4.5より高いものはそれほど具象度に差がないように思われるので、これらは同じ具象度となるように設定する。数式で表現すると、以下のようになる。

$$\text{具象度} = \begin{cases} (\text{心像性} - 1)/6 & (\text{心像性} \leq 4.5) \\ (4.5 - 1)/6 & (\text{上記以外}) \end{cases}$$

3.5 文脈ベクトルと喩辞候補ベクトルの類似度

1章で述べたように、実用面でも有用である比喩を生成するためには、比喩表現が埋め込まれる文章や場面への適合度を考慮すべきである。

意味空間において、文脈ベクトルと喩辞候補ベクトルの類似度を計算し、その類似度を上記の適合度を表すスコアとして利用する。ここで、文脈ベクトルをどのように算出するかは、多くの選択肢があり、とても難しい問題である。

本研究では、比喩生成への文脈利用の第1歩として、被

^{*4} <https://ja.osdn.net/projects/ipadic/releases/>

そしてそれは、盆の中で選り分けられる小豆のように、ころころした。波田は、櫓を入れた。船は、そこにどっしりしていた。そして、波の小舟は忙しくころんだ。寂しい気持ちであった。彼は全身の力をこめて、櫓を押した。船のともを回ろうとした時、伝馬はなかなかその頭を、どちらへも振り向けようとしなかった。

(葉山嘉樹『海に生くる人々』)

図 3 被喩辞の周辺に出現する内容語集合 ($m = 5, n = 3$)

サンパンの船頭は、ストーヴの前へ腰をおろして、皆黙々としていた。おもての、デッキでは、ビームがデッキへ打つ突かる音や、ウインチの回る音などで、船全体が響きわたった。ボーイ長は、自分では大して自由にならないからだを持ち扱って退屈し切っていた。

(葉山嘉樹『海に生くる人々』)

図 4 被喩辞「船」とその特徴語「響く」に関する文脈

喩辞の周辺に出現する内容語集合の重心ベクトルを文脈ベクトルとして利用する。文という単位は無視し、被喩辞の直前 m 個と直後 n 個の合計 $m + n$ 個の内容語を取得する。安定した文脈ベクトルを構築するために、意味ベクトルを持たない語はスキップしつつ、確実に意味ベクトルを持つ語を $m + n$ 個取得する。入力された被喩辞や特徴語と一致する場合も、例外として、その語をスキップする。

文脈ベクトルのための内容語集合取得の例を図 3 に示す。この図では、二重下線の被喩辞「船」に対して取得された語に下線を引いている。この例では、内容語集合として以下の語が得られた。

盆, 選り分ける, 小豆, 櫓, 入れる, 波, 小舟, 忙しい

本システムでは、テキストの形態素解析器に MeCab^{*5} version 0.996 と IPA 辞書 version 2.7.0 を利用する。

3.6 喩辞候補のランキング

提案手法では、3.3 節, 3.4 節, 3.5 節で説明した 3 つのスコアの線形和による適切度スコアにより、喩辞候補をランキングする。これらの要素に対する重みを w_1, w_2, w_3 と書く。

図 4 における二重下線の被喩辞「船」とその特徴語「響く」を入力した時の、提案手法による喩辞候補のランキング結果を表 2 に示す。ここで、システムのパラメーター等は、5 章で説明するものを利用している。

4. 比喩表現データ

比喩表現辞典 [6] は、200 人の作家の 400 編の作品から

表 2 被喩辞「船」とその特徴語「響く」に対する提案手法の出力の上位 10 件

順位	喩辞	適切度
1	音	1.423
2	響き	1.171
3	低音	1.170
4	高音	1.149
5	雑音	1.110
6	渦	1.091
7	浜辺	1.091
8	地響き	1.080
9	音階	1.079
10	耳	1.076

採集した 7,000 件の比喩表現を収録する辞典である。例えば、「人間」の項目に用例 (7) が挙げてあり、「針」の項目に用例 (8) が挙げてある。

(7) 熾んな自然の中で、人間が蛾のようにもろく亡んで行く。(梅崎 春生『桜島』)

(8) ごく実際の鋭い頭が針のように光ってとがっていた。(有島 武朗『或る女』)

良い比喩表現を自動生成するために、このような辞典を参考にすることは重要である。しかしながら、収録されている用例の範囲は、1 文であるため、この辞典を利用して原著における周辺文脈を得ることはできない。

人間が作成した比喩表現を分析するにあたり、本研究では、文脈を補いながら、この中の少数の用例をデータ化した。

データ化にあたり、次の 4 つの基準を満たす用例を辞典から選択した。

- 青空文庫^{*6}に原著テキストがある
- 旧仮名遣いでない
- 被喩辞と喩辞が共に名詞 1 語である
- 特徴語が原著テキストの周辺文脈から明示的に取得できる

基準 a. は、テキストを入力する手間を省くためである。喩辞により強調される、被喩辞が持つ特徴は、明示的に文章に書いてあることもあるが、明示されず、読み手が推測しなければならないこともある。基準 d. は、読み手による特徴推測の揺れをなくして比喩生成、および、その後のシステム評価ができるようにするために設定した。

ランダムに辞典のページを開き、その中から上記 4 つの基準を満たす用例を手で探した。そのような用例は 21 件見つかった。

後で人手評価を実施することを考えると、「周辺文脈」の範囲をどのように定めるかは、難しい問題である。例えば、「周辺文脈」として原著全体を選択する場合、人手評価の実

^{*5} <http://taku910.github.io/mecab/>

^{*6} <http://www.aozora.gr.jp>

施が困難になる。一方、「周辺文脈」として、被喩辞を含む 1 文のみを選択する場合、提案手法が有効に働かない恐れがある。本研究では、(評価時に人間に見せるための)「周辺文脈」として、被喩辞の周辺の最低 200 字のテキストを選択した。このテキストを抽出する手順を以下に示す。

- (i) 被喩辞を含む文を抽出する
- (ii) 抽出したテキストの総文字数が 200 字を超えている場合、処理を終了する。超えていない場合、以下の処理を続ける
- (iii) 抽出したテキストの直前の文を抽出する
- (iv) 抽出したテキストの総文字数が 200 字を超えている場合、処理を終了する。超えていない場合、以下の処理を続ける
- (v) 抽出したテキストの直後の文を抽出する
- (vi) 上の (ii) に戻る

用例 21 件のうち、3 件はパラメーターの決定 (5.2 節参照) に用い、残りの 18 件を評価実験 (5.4 節参照) に利用した。パラメーター決定に用いた被喩辞は次のとおりである。

- 被喩辞「人」、特徴語「機転」
- 被喩辞「山」、特徴語「塞ぐ」
- 被喩辞「瞳」、特徴語「鋭い」

評価実験に利用した被喩辞を表 3 の「入力」に示す。ここで、「入力」は、「特徴語 被喩辞」という形式で記述している。原著で使用されていたオリジナルの喩辞をこの表の「オリジナル」に示す。一番左の列の「番号」は、比喩表現辞典 [6] における用例番号 ID である。

3.5 節で説明した類似度を計算するとき、および、評価実験において作業者に被喩辞の文脈を提示するときには、原著の喩辞を含む部分を削除したものを用いる。例えば、用例 (7) では、「蛾のように」の部分削除する。

5. 評価実験

前章で説明した比喩表現データを利用して、提案手法の性能を評価した。

5.1 意味空間と喩辞候補リスト

本実験では、2.1 節で説明した方法により、毎日新聞 2006-2011 年分^{*7}を用いて、意味空間を構築した。

本研究の初期喩辞候補リストである名詞全体に対して、3.2 節で述べたフィルタリングのうち、品詞細分類、意味ベクトルによる 2 種類のフィルタリングを実施すると、喩辞候補は 26,222 語となる。さらに、入力された被喩辞ごとにカテゴリーによるフィルタリングを行うことで喩辞候補リストを定める。

5.2 パラメーターの決定

^{*7} <http://www.nichigai.co.jp/sales/mainichi/mainichi-data.html>

提案手法には、表 4 に示す 7 つのパラメーター (2.2 節, 3.5 節, 3.6 節参照) がある。比較評価に先立ち、これらの値を適切に設定する必要がある。

評価実験に用いない 3 件のデータを利用して、これらのパラメーターを決定した。各パラメーターの探索範囲である選択肢を表 4 の右側に示す。太字は、最終的に決定した値 ($j=10, k=5, m=3, n=3, w_1=1, w_2=1, w_3=0.4$) である。喩辞候補のランキングに使用する 3 つのスコアのうち、「被喩辞と特徴語の合成ベクトルとの類似度」と「具象度」は、比喩らしい比喩表現を生成するための本質的なものである。一方、「文脈ベクトルとの類似度」は、文脈との関連度を高めるための補助的なものである。重み w_3 を w_1 や w_2 より大きくした場合、文脈との関連度は高いが、比喩らしさを感じない表現が生成されてしまう恐れがある。それゆえ、本実験では、 w_1 と w_2 の値は 1 に固定し、 $0 < w_3 < 1$ の範囲で重みの適切な値を探索することとした。ランキング結果には影響しないため、本実験では重みの正規化は行っていない^{*8}。

パラメーターの適切な組み合わせを決定するにあたり、以下の手順を用いた。

- (i) 任意^{*9}に 1 つの組み合わせ ($j=10, k=10, m=10, n=3, w_1=1, w_2=1, w_3=0.6$) を選ぶ
- (ii) 3 件の被喩辞に対して、それぞれシステムの出力を得る
- (iii) 各出力の上位 30 語 (計 90 語) に対して、文脈への適合性を考慮しながら、比喩表現としての良さを 1 か 0 で人手で判断する
- (iv) 人手で 1 と評価された喩辞候補のリストを正解リストと呼ぶ
- (v) この正解リストを用いて、評価関数を以下のように定める
出力の上位 30 語のうち、正解リストに含まれるものに 1 を自動付与する。1 が付与された喩辞候補の順位の逆数の和を求める
- (vi) パラメーターのすべての組み合わせに対して、3 件の被喩辞に関する評価関数の値を計算する
- (vii) 評価関数の値が最も高かったパラメーターの組み合わせを、最適な組み合わせとして決定する

5.3 比較対象

提案手法の出力を評価するにあたり、本実験では、以下の 4 つの喩辞を比較する。

オリジナル 原著で使用されていたオリジナルの喩辞

先行研究 岡本 [5] の手法による喩辞

提案手法 A 提案手法においてランキングに文脈情報を利

^{*8} 従って、表 2 に示されるように、今回は、最終的な適切度の値は、1 を超えることもある。

^{*9} 実用上は、日頃の観察結果から、良い喩辞候補が上位に来そうなものを選ぶ。

表 3 18 件の被喩辞を対象とした各出力とそれらの評定結果
(数値は左から、文章への適切度、斬新さ、発想促進性の評定値を表す)

番号	入力	オリジナル				先行研究				提案手法 A				提案手法 B			
77	しゃんと 上衣	竹 骨 の	4.7	3.0	3.0	危うい漂	1.7	4.0	3.0	新緑	2.0	3.3	3.7	空	1.3	3.3	3.0
		張 っ た				白											
		風紙															
651	響く 船	太鼓	2.7	3.0	3.3	物騒がし	2.7	4.3	3.3	地響き	2.7	2.3	3.3	地響き	2.7	2.3	3.3
						いトナカ											
						イ											
653	どっしり 船	真 っ 黒	4.3	2.3	4.3	多い分銅	3.7	3.0	3.0	いかり	3.7	3.3	2.7	本腰	1.3	4.7	1.7
		い岩															
948	冷たい 空気	硝子	4.7	4.0	4.3	小汚い良	1.7	4.3	4.0	冷気	2.7	1.3	2.3	クーラー	1.7	1.3	2.3
						心											
969	青い 水	新茶	4.0	3.7	4.0	青いエー	2.0	4.0	3.7	バケツ	1.3	3.7	2.3	池	2.7	1.7	2.7
						テル											
975	奇麗 水	虹	3.7	2.3	4.3	うまい昔	1.3	4.3	1.7	コップ	1.3	3.0	3.0	コップ	1.3	3.0	3.0
1404	立つ 山	楔子	3.0	1.5	3.5	高いバリ	3.5	3.5	2.0	教壇	1.5	4.0	2.5	丸太	1.5	4.0	2.5
						ケード											
1420	そびえる 山	巨人	3.3	3.0	3.7	小さい山	1.3	1.3	1.3	巨木	3.3	2.3	3.0	山の神	3.7	3.7	4.3
						脈											
1704	垂れる 葉桜	笠	4.5	1.5	3.0	有難いス	1.0	4.5	2.0	汁	2.5	3.0	3.0	汁	2.5	3.0	3.0
						ローガン											
2140	うごめく 人間	桶 の 底	5.0	1.3	3.7	ひどい干	1.0	4.7	3.3	河童	3.3	2.0	3.3	狂気	2.0	4.0	3.7
		のウジ				渉											
2142	もろい 人間	蛾	3.3	1.7	3.0	弱弱しい	2.3	4.0	4.0	老婆	4.0	2.0	3.7	昆虫	2.7	2.0	2.7
						斑点											
2147	強い 人	大砲	3.3	2.3	2.0	うまいア	1.3	3.0	3.3	日差し	1.7	2.0	2.0	力	1.0	2.7	1.7
						ルト											
2155	掴む 人	猿	4.0	2.0	3.0	有難いユ	2.0	4.0	3.3	坊さん	1.3	2.0	2.3	空気	2.3	1.3	2.7
						ーザー											
3596	潤う 瞳	二 対 の	3.7	3.7	4.3	だだっ広	1.3	3.0	4.0	原油	2.3	4.0	3.7	好景気	1.0	2.0	2.0
		魂				い扁平											
3597	光る 瞳	硝子玉	3.0	1.7	4.0	華々しい	1.5	4.7	2.0	エース	2.0	1.3	1.7	エース	2.0	1.3	1.7
						天日											
3928	鋭い 頭	針	4.0	2.3	4.0	鋭い物知	3.0	2.0	3.0	ゴール	1.0	2.7	3.7	腕	1.0	4.3	1.7
						り											
4295	早い 思い出	矢	3.7	1.7	1.7	慌ただし	2.0	1.7	1.0	雪解け	1.0	2.3	3.0	焦り	2.0	2.0	1.3
						い事											
4585	流れる 愛	五 月 の	3.3	3.7	3.3	気安い記	1.0	3.3	3.3	水	4.3	2.0	3.3	蛇口	1.3	4.0	2.3
		微風				念											
	マクロ平均		3.8	2.5	3.5		1.9	3.5	2.9		2.4	2.6	2.9		1.9	2.8	2.5

表 4 パラメーターの一覧と値の選択肢

パラメーター	値の選択肢
j	10, 50, 100
k	3, 5, 10
m	3, 5, 10
n	3, 5, 10
w_1	1
w_2	1
w_3	0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1

用しない手法による喩辞

(具体的には、5.2 節の最適なパラメーターの組み合わせにおいて、単純に $w_3 = 0$ とする手法)

提案手法 B 提案手法による喩辞

5.4 実験設定

評価実験は次の 2 段階で行った。

(i) 最良喩辞の選択

(ii) 文脈を見て、喩辞の評価

自然言語処理における他の生成タスクと同様に、比喩生成は難しいタスクである。特に、解析や分類と異なり、あらかじめ正解を一意^{*10}に決めておくことは極めて困難である。それゆえ、評価において、システムの出力を人手で逐一確認することが求められる。比喩生成は難しいタスクであり、出力リストの 1 位に最良の喩辞を出力することは、現在の技術では非常に難しい。従って、上位いくつか (例えば、10 位まで) の喩辞候補を評価することが妥当であると思われる^{*11}。しかしながら、本研究では、比喩としての適否のみではなく、文章や場面への適合度も評価してもらうため、評価すべきデータが多い場合、作業への負荷がとて大くなる。例えば、上位 10 位までを考慮する場合、1 つの被喩辞に対して、5.3 節で述べた 3 つのシステムの延べ出力は 30 件である。「作業ごとの判断バイアス」の影響を小さくするためには、この 30 件を 1 セットとして 1 人の作業員に評価してもらうことが望ましい。しかしながら、文章や場面への適合度を考慮しながら、30 件の比喩表現を評価するのは、非常に負荷が高い。そこで、本実験では、「30 件を 1 セット」を「4 件を 1 セット」に減らすために、評価実験を 2 段階で行うこととした。

5.4.1 最良喩辞の選択

入力 of 被喩辞に対して、各システムで上位 10 位まで喩辞候補を出力し、それらを次の評価項目によって作業員に 5 段階で評価してもらった。

理解可能性 被喩辞に対して出力された喩辞は、比喩とし

^{*10} 機械翻訳や自動要約のタスクと同様に、事前に人手で正解を (複数) 用意できるが、正解と完全に一致するもののみが正しいわけではない。機械翻訳や自動要約のタスクと同様、正解と異なっている、正しいと評価すべきものがある。本実験では、オリジナルの喩辞を利用できるが、良評価の出力はこれに限られない。

^{*11} 比喩生成の主な応用として文章作成支援を考える場合、出力を 1 つに絞る必要はない。

て理解できるか?

特徴反映度 喩辞が強調する特徴は、指定された特徴語と類似しているか?

この評価では、作業員に次のような形式で、被喩辞、特徴語、喩辞を提示した。

比喩表現: (喩辞) のような (被喩辞)

特徴: (特徴語)

例を以下に示す。

比喩表現: 水滴のような空気

特徴: 冷たい

作業員への負荷を小さくするため、この段階では、作業員に文脈を提示していない。

計 11 名の大学生、大学院生、研究員に評価作業を依頼した。1 人あたり 2 ~ 6 件の被喩辞に関して評価してもらった。

18 件の被喩辞に対して、システムごとに、「理解可能性」と「特徴反映度」の評価平均値の和が最も高かった喩辞候補を最良喩辞として選択し、次段階の評価に使用する。

5.4.2 文脈を見て、喩辞の評価

入力 of 被喩辞に対して、5.3 節で述べた 4 つの喩辞を次の評価項目によって作業員に 5 段階で評価してもらった。3 つのシステムに関しては、前節で得られた最良喩辞のみが評価の対象である。

文章への適切度 出力された喩辞は、文章に対して適切なものであるか?

斬新さ 斬新な比喩表現であるか?

発想促進性 この比喩表現が使用されることにより、物語の発想が広がるか?

この評価では、作業員に次のような形式で、被喩辞と喩辞を提示するとともに、被喩辞を含むテキストを与えた。

比喩表現: (喩辞) のような (被喩辞)

被喩辞を含むテキストの例を図 1 に示す。この図に示されるように、オリジナルの喩辞があった場所は示すが、その内容は伏せた。「作業員ごとの判断バイアス」の影響を小さくするため、1 つの被喩辞に対する 4 つの喩辞を 1 セットとして 1 人の作業員に評価してもらった。作業員にはこれらの喩辞がどのようにして生成されたかは一切伝えていない^{*12}。

計 49 名の大学生と研究員に評価作業を依頼した。1 つの被喩辞あたり 2 ~ 3 名の作業員に評価してもらった。

5.5 実験結果

各システムの上位 10 位までの喩辞候補の評価結果を表 5 に示す。数値は、各被喩辞に関して作業員が付けた評価値の平均に対して、さらに被喩辞全体でマクロ平均をとったものである。数字が大きいくほど良い評価であることを表

^{*12} それゆえ、4 つのうち 1 つがオリジナルの喩辞であることも知らされていない。

表 5 上位 10 位までの喩辞候補の評価結果

	先行研究	提案手法 A	提案手法 B
理解可能性	3.3	3.3	3.2
特徴反映度	3.2	3.4	3.6

表 6 被喩辞「空気」と特徴語「冷たい」に対する喩辞候補

	先行研究	提案手法 A	提案手法 B
1	煙たい旅心	冷氣	冷氣
2	煙たい才覚	水滴	湿気
3	煙たい旅心	温度	水滴
4	冷たい国学	湿気	夕立
5	ほろ苦い集配	風	温度
6	小汚い良心	水分	クーラー
7	後ろめたい国学	日差し	風
8	愚かしい根回し	夕立	風呂
9	似つかわしい罪滅ぼし	日光	眠り
10	冷たい国学	霧	水分

す。例として、被喩辞「空気」と特徴語「冷たい」に対する各システムの出力を表 6 に示す。

3 つのシステムにおいて理解可能性の評定値に有意な差はない。一方、特徴反映度は、提案手法が先行研究より高い結果となった。

この結果について考察する。理解可能性の評定値はいずれも 3 を少し超える程度であり、まだまだ改善する必要があると思われる。3.4 節で述べたように、提案手法では、喩辞候補の抽象度を測るために、心像性を元にした具象性を用いた。今後の発展として、次の 2 つの手法が考えられる。

- なんらかのコーパスを用いて語の出現頻度を数え、その頻度を心像性の代わりに用いる。これは、出現頻度が高くよく使われている語は分かりやすい概念であることが期待されるからである。
- 修飾語を付けた名詞も喩辞候補として扱う。これは、たとえ抽象的な語であってもそこに修飾語を付けると具象性が高まることが期待されるからである。

被喩辞を含む文脈を見た上での、各システムの喩辞候補の評価結果を表 3 に示す。この表には、各システムの最良喩辞と 3 つの平均評定値を示す。数値は左から順に、文章への適切度、斬新さ、発想促進性の評定値である。数字が大きいほど良い評価であることを表す。

表 3 の最下段に評定値のマクロ平均を示す。オリジナルの喩辞を除いて、文章への適切度が一番高いのは、文脈情報を利用してない提案手法 A であった。斬新さが一番高いのは、遺伝的アルゴリズムにより候補の探索を行う先行研究であった。発想促進性は、先行研究と提案手法 A で同程度であった。提案手法 B は、マクロ平均に関して、すべての評価項目において先行研究に劣っている結果となった。

文脈情報が有効に働いた結果、オリジナルの喩辞に近い喩辞を提案手法 B のみが出力した代表例として、表 3 の「番号」が 2142 の事例が挙げられる。この事例の文脈テキ

ストは、図 1 である。先行研究では「弱々しい斑点」、提案手法 A では「老婆」が出力されたのに対し、提案手法 B では、オリジナルの「蛾」に近い「虫」が出力された。文脈ベクトルを構成するにあたり、被喩辞の周辺に存在した「自然」という語が有効に働いたものと思われる。

提案手法 B が文脈に適合した喩辞を生成できた事例は、比喩生成の観点において被喩辞との関連度が高い語が被喩辞の周辺に存在していた場合であった。従って、比喩生成に有効な文脈ベクトルを構築するためには、関連度が高い語をうまく抽出する必要がある。このような語が、被喩辞の周辺に必ず存在するとは限らないため、徐々に探索範囲を広げつつ、手がかりになりそうな語であるかどうかを適切に自動分類することが重要であるように思える。これを実現するために必要となる技術として以下が挙げられる。

- 格フレーム辞書^{*13} などを利用して関連度の高さを判定する
- 基本的な談話解析を行うシステムを簡易的に実装し、文章の流れを把握する

これらを用いた手法の開発は、今後の課題である。

今回、評価実験において作業者に提示した比喩表現のパターンは、次の 1 種類のみであった。

比喩表現: (喩辞) のような (被喩辞)

このような比喩表現のパターンを複数用意すると、生成された喩辞の容認可能性が上がる可能性が高い。例えば、別の比喩表現パターンとして次のようなものが考えられる。

比喩表現: (喩辞) な (被喩辞)

比喩表現: (被喩辞) は (喩辞)

本実験では、被喩辞と喩辞はともに名詞 1 語に限定した。今後、扱う範囲を拡大するに伴い、比喩表現パターンの多様性や体系についても分析・検討していきたい。

6. おわりに

本研究では、被喩辞を含むテキストを文脈情報として利用することにより、文脈や場面に適合した喩辞を生成する手法を提案した。提案システムを評価した結果、比喩生成の観点において被喩辞との関連度が高い語が被喩辞の周辺に存在していた場合に、文脈に適合した喩辞をうまく生成できることがわかった。

今後の課題は大きく 3 つある。1 つめは、有効な文脈ベクトルを構築するために、徐々に探索範囲を広げつつ、手がかりになりそうな語を自動的に見つける手法を考案することである。2 つめは、喩辞候補のランキングにおいて利用する適切度スコアの改良である。現在は、3 つのスコアの線形和を採用しているが、任意の 2 つを掛け合わせた項も加えるなど、より良いものを検討する必要がある。3 つめは、名詞 1 語に限らず、扱う範囲を拡大することである。

^{*13} <http://www.gsk.or.jp/catalog/gsk2008-b/>

複合名詞や固有名詞など、名詞の中で範囲を拡大するとともに、動詞や形容動詞など、名詞以外の品詞にも挑戦したいと考えている。

参考文献

- [1] Kintsch, W.: Metaphor comprehension: A computational theory, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 7, pp. 257–266 (2000).
- [2] Quesada, J., Landauer, T., McNamara, D., Dennis, S. and Kintsch, W.: *Creating your own LSA space*, pp. 71–85, Lawrence Erlbaum associates (2007).
- [3] 北田純弥, 萩原将文: 電子辞書を用いた比喻による文書作成支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 5, pp. 1232–1241 (2001).
- [4] 佐久間尚子, 伊集院睦雄, 伏見貴夫, 辰巳 格, 田中正之, 天野成昭, 近藤公久: NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性 第3期 第8巻, 三省堂 (1999).
- [5] 岡本正俊: 意味空間モデルと遺伝的アルゴリズムを用いた比喻表現の自動生成システム, 平成 21 年度卒業研究論文, 電気通信大学システム工学科 (2010).
- [6] 中村 明: 比喻表現辞典, 角川書店 (1977).
- [7] 山口 翼: 日本語大シソーラス—類語検索大辞典一, 大修館書店 (2003).