

比喩理解のための言語処理

徳永健伸, 寺井あすか
(東京工業大学)

1 はじめに：計算機による比喩理解はなぜむずかしいか？

我々は日常のコミュニケーションにおいて比喩を無意識のうちに使っている。聞き手に新しい概念を理解させ、情報を円滑に伝達するための手段として、比喩は有効な方法のひとつである [2]。計算機による言語理解を目的とする言語処理の研究分野において、比喩理解は残念ながら中心的な関心を集めてこなかった。その理由はいくつか考えられる。字義どおりの言語理解では、選択制限の知識があいまい性を解消する上で重要な手がかりとなるが、比喩では必ずしも選択制限が有効ではない。たとえば、「この車はよくガソリンを食う」という表現では、「食う」は目的語に食物をとるという意味的な制限を破っている。また、比喩は動的、想像的であり、その理解は文脈に大きく依存する。この文脈は、話し手・聞き手の文化的な背景知識にまでおよぶこともある。たとえば、「りんごのような頬」という比喩により、日本では、頬が赤いことが連想されるが、これは、日本のりんごの典型的な色が赤であるからであり、青りんごも同様に一般的な欧州では、この比喩が同じ意味でそのまま成立するかどうかは疑わしい [9]。本稿では、計算機による比喩理解の試みの一例を紹介する。まず、比喩理解のための計算モデルを紹介し、モデルのパラメタをコーパスから獲得した結果と被験者を使った心理実験の結果がどのくらい一致するかについて述べる。

2 比喩理解のための計算モデル

本節では我々が提案している比喩理解の計算モデルを紹介する [6]。ただし、比喩には、直喩、隠喩、換喩、提喩などいくつかの下位分類があり [7]、その用法や理解に必要な知識には差異がある。ここでは対象を直喩、しかも「名詞1のような名詞2」¹という形式に限定し、比喩表現を理解する計算モデルについて述べる。

計算機が比喩を理解するとはどういうことだろうか？そもそも何をもって計算機が言語を理解したかを定義することは難しい。ここでは、 N_2 (被喩辞)で表現されている概念が「 N_1 (喩辞)のような」という修飾を受けることによって、どのように変化するかを形式的に記述することによって、「 N_1 のような N_2 」という比喩表現が理解できたものと考えよう。これは Ortony の顕現性落差理論と呼ばれている [3]。我々は字義どおりの言語理解においても、ある概念に言及するとき、暗黙的にその概念のひとつの側面に注目している。たとえば、以下の2文における「小学校」の意味合いは異なっている。

- (1) 「小学校でサッカーをする」
- (2) 「小学校が会見をおこなった」

¹以下、「 N_1 のような N_2 」と略記する。

(1) は場所としての「小学校」に、(2) は法人としての「小学校」にそれぞれ言及している。「小学校」をシソーラスの中で分類する際には、「場所」と「法人・組織」の両方の下位分類に配置することになる。つまり、一般に語は複数の上位語を持つことになる。字義どおりの理解では、どのような上位語(視点)から見たときの概念を述べているかを同定することが問題となる。これは語義のあいまい性解消の一種である。この場合、選択された上位語の持つ性質が上位/下位関係を通して継承され、強調されることになる。一方、比喩「 N_1 のような N_2 」では、2つの語 N_1 と N_2 の間に上位/下位関係がない場合にも N_1 という視点から N_2 を解釈することであると考えられる。この場合は2語の間に上位/下位関係はないので、 N_1 の持ついくつかの性質が選択され、 N_2 において強調されると考える。「りんごのような頬」であれば、りんごの「赤い」という性質が頬において強調されると考えるわけである。

このような考え方を定式化するために、まず、名詞が表わす概念をその概念の持つ性質(属性名:属性値の対)の集合で表現する。たとえば、「りんご」は「色:赤い」のような性質を持つ。しかし、すべてのりんごが赤いわけではないことを考えると、この表現では不十分である。そこで、属性値の多様性を表現するために、確率付きの属性値を導入する [4]。たとえば、ひとつの性質を「色:{赤/0.6, 黄/0.3, 青/0.1}」のように表現する。これがりんごの性質だとすると、直感的には、りんごの色の6割は赤、3割が黄色、1割が青ということを表している。このような形式で N_1 と N_2 が表現されたとすると、「 N_1 のような N_2 」の解釈は、「 N_1 のような」で修飾された後の N_2 の各性質の属性値分布の計算として定式化できる。言い換えれば、 N_2 の性質の分布が、 N_1 の性質の分布の影響を受けてどのように変化するかを計算することである。

このためには、(1) N_2 に影響を及ぼす性質として N_1 のどの性質を選択するか、(2) 選択した N_1 の性質に N_2 のどの性質を対応付けるか、(3) その結果、 N_2 の性質の分布をどのように変化させるか、の3つの問題を解決しなければならない。ここでは特に(1)の問題について考える。 N_1 の性質の中で N_2 の変化に影響を及ぼすものは、 N_1 の中で「目立った」性質であると考えるのが自然である。Tversky はこれを顕現性 (saliency) と呼び、性質の強度 (intensity) と診断度 (diagnosticity) から成るものとした [5]。 N_1 の性質を選択する際に、より高い確率値の属性値を持つ性質を選択するのが妥当であろう。たとえば、「色:{赤/0.6, 黄/0.3, 青/0.1}」と「形状:{球状/0.4, 円柱/0.3, 円錐/0.3}」では、「色:赤」という性質がより目立つといえる。また、確率値が同じ場合でも「色:{赤/0.6, 黄/0.3, 青/0.1}」と「形状:{球状/0.6, 円柱/0.4}」では、色の方が形状よりも強いライバルがないという意味ではより目立つといえる。情報理論ではこのような確率分布の偏りを表わす尺度としてエントロピーが定義されており、性質の強度として属性値の分布のエントロピーを使うことができる。

一方、診断度は N_2 を修飾するのになぜ N_1 を使うのかという理由を説明する。たとえば、頬をたとえるのに、同じ果物でもバナナではなくなぜりんごにたとえるのだろうか。これは果物一般の中でりんごが特に持つ性質を強調したいからだと考えることができる。したがって、ある概念のある性質の診断度は、同じグループに属する全概念が持つその性質の強度の総和に対する比率で定義できる。ここで同じグループに属する概念をどのように定義するかは難しい問題であるが、シソーラスの同一の意味分類をグループとみなすのは

ひとつの考え方である。

計算モデルの数学的な詳細は [6] にゆずるとして、このモデルの基本的な考え方は、概念内で性質が目立つ度合（強度）を属性値分布のエントロピーで表わし、同じグループに属する概念間で性質が目立つ度合（診断度）を強度の比率で表わすことにより、定量化することである。

3 確率はどこから来るか? : モデルのパラメタ推定

前節で述べた計算モデルでは、属性値に付与された確率分布が重要な役割をはたす。このモデルを計算機上で動作するシステムとして実現するためには、確率の推定が必要となる。Smithらは被験者を使った投票によってこの確率を決めている [4]。我々は最近の言語処理研究の時流にのって、大量のデータからこの確率を推定することを試みた。まず、インターネット上で公開されている青空文庫 (<http://www.aozora.gr.jp>) の小説から「 N_1 のような N_2 」に合致する表現を抽出し、 N_1 と N_2 の両方の位置に出現する名詞 924 語を対象とした。次に、これらの名詞の性質を収集するために、形容詞と名詞の共起を抽出する。対象とする形容詞を岩波国語事典と形態素解析プログラム「茶釜」の辞書から抽出し、対象となる形容詞 686 語を選定した。これらの名詞と形容詞のすべての組み合わせをクエリとしてインターネットの検索エンジン (<http://www.goo.ne.jp>) に入力し、そのページカウントで共起頻度を近似する。この結果、たとえば、「りんご」と共起する形容詞として「おいしい」、「赤い」、「青い」、「甘い」などが高頻度で得られる。これらの形容詞は基本的に属性値を表わすので、これを同一属性にまとめる必要があるが、これは人手でおこなった。以上の準備によって確率分布が推定できるので、これを元にシステムが実装できる。

4 モデルと人間の比較：心理実験によるモデルの検証

前述のように、モデルのパラメタを人間の評価に依存せず、コーパスから作成することで、多数の概念、性質に関する情報を網羅することが可能となる。しかし、そのようにして実装されたモデルが人間と同じように比喩の解釈をできるかを確認する必要がある。そこで、心理実験をおこない実装したモデルが推定した「 N_1 のような N_2 」の解釈と、人間の解釈を比較することで、モデルの妥当性を評価する [10]。

はじめに、比喩表現・例示表現の区別にかかわらず「 N_1 のような N_2 」という形式で N_1 および N_2 として頻出した単語を用いて、被験者 32 名に「 N_1 のような N_2 」という比喩を作成してもらった。青空文庫と毎日新聞 10 年分から抽出した「 N_1 のような N_2 」という形式に頻出する N_1 および N_2 の 44 単語を、比喩表現における喩辞あるいは被喩辞になりやすい語として選定した。被験者にこれらの単語だけを用いて「 N_1 のような N_2 」という形式の比喩を作成してもらった。その結果、312 種類の比喩が得られた。

次に、 N_1 , N_2 , 「 N_1 のような N_2 」(比喩) が各々どのような性質を持つかを、比喩を作成した被験者とは異なる被験者 31 名に回答してもらった。比喩生成実験で得られた頻度の高い比喩 26 文を対象に、比喩, N_1 , N_2 を、被験者に提示し、それらの持つ性質を回答してもらった。被験者は、比喩, N_1 , N_2 の性質を形容詞または形容動詞で 3 個以上回答するとともに、回答した形容詞または形容動詞が比喩, N_1 あるいは N_2 の性質としてどの程度あてはまるかを 7 段階で評定した。さらに、提示された「 N_1 のような N_2 」という文がどの程度比喩として理解できるかを 7 段階で評定してもらい、比喩の理解度を調査した。

各性質として、少なくとも3個以上の形容詞または形容動詞を回答してもらったため、被験者がそれらの性質としてあてはまらないものを回答してしまう事例が散見された。そこで、性質としてあてはまるか否かに関する評定値が基準以上のもの(ここでは4:「どちらでもない」以上)のみを分析の対象とした。

最後に、上記のプロセスで作成された比喩と回答された各々の性質及びモデルによって比喩の解釈として推定された性質に関し、どのような性質が比喩によって強調されるかを調べる実験を行った。生成された比喩からその理解度の程度を考慮して、理解度が高い・中程度・低い比喩8表現を選択した。ここでは2つの例「花のようなおい」、「山のような仕事」について詳しく述べる。「花のようなおい」について、モデルは「甘い」、「清い」、「優しい」という性質の顕現性が高いと推定した。一方、「山のような仕事」に関しては、モデルは特に顕現性の高い性質を出力しなかった。まず、これまでに行った二つの実験の被験者とは異なる被験者25名に、比喩、N₁、N₂と、それらの性質を提示し、比喩またはN₁、N₂にそれらの性質がどの程度あてはまるかを7段階で回答してもらった。

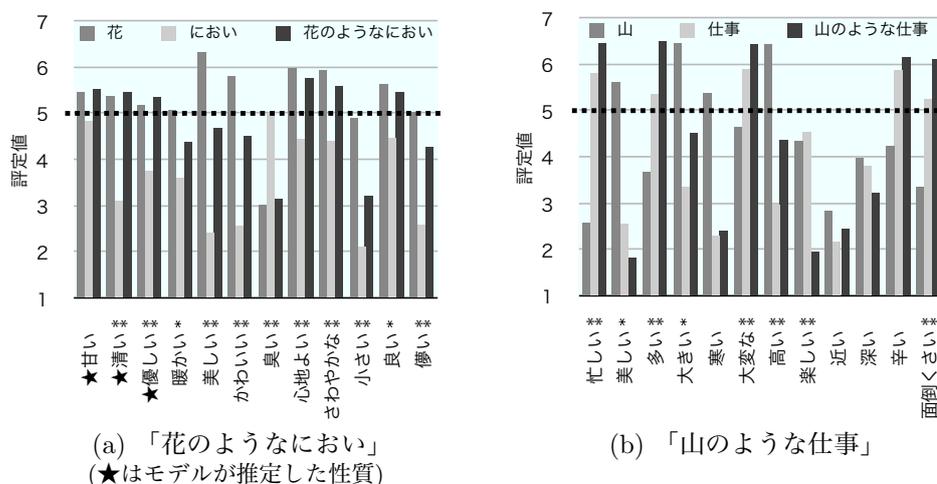


図 1: 顕現特徴抽出実験の結果

「花のようなおい」という比喩に関する結果として、各性質のN₁、N₂、「N₁のようなN₂」に対する評定値の平均値を図1(a)に示す。各性質ごとに、N₂に対する評定値と比喩に対する評定値を比較し、比喩に対する評定値が統計的に有意に大きな値となっている性質は、比喩によってその性質が強調されたと考えられる。(N₂に対する評定値と、比喩に対する評定値の差に対し検定を行った結果、1% (あるいは5%) の水準で有意な差がみられた性質を** (あるいは*) で示す。) その差が有意に大きく、かつ比喩に対する評定値が高い(ここでは5:「多少あてはまる」以上) 性質が、比喩によって強調された性質、すなわち比喩の解釈とみなすことができる。「花のようなおい」の例では、「清い」、「優しい」、「心地よい」、「さわやかな」、「良い」という性質が強調されて解釈されるといえる。一方、比喩理解モデルは、「甘い」、「清い」、「優しい」が強調されると推定しており、「清い」、「優しい」に関しては、人間と一致する結果となっている。

次に、「山のような仕事」という比喩に関する結果を図 1 (a) に示す。人間は、「忙しい」、「多い」、「大変な」、「面倒くさい」が強調されるとしている。また、「忙しい」、「大変な」、「面倒くさい」は、 N_1 に対する評定値が高い値でないにもかかわらず、 N_2 に対する評定値が、比喩理解においてより強調されている。すなわち、 N_1 において顕現性が高い性質ではないにもかかわらず、 N_2 では強調されると解釈されている。このような比喩の解釈のメカニズムは Ortony の顕現性落差理論では説明されていない。すでに、 N_1 、 N_2 における顕現性が低いにもかかわらず、比喩理解において強調される性質（創発特徴）も、比喩理解に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている [8, 1])。したがって、顕現性落差理論に基づく本モデルでは、顕現性落差理論では説明ができない「山のような仕事」の解釈ができなかったと考えられる。

5 おわりに

本稿では、計算機による比喩理解のための試みの一例を紹介した。心理実験の結果からもわかるように、まだまだ人間の比喩理解には遠くおよばないものの、問題の定式化の一例を通して、計算機による比喩理解をどのようにとらえるかのイメージをつかんでいただけたのではないかと思う。現在のモデルでは比喩のダイナミズムをまだまだとらえきれていない。特に創発特徴および、このような特徴が顕現化するメカニズムについて、このモデルが依拠する顕現性落差理論では説明が難しい。このため、このような特徴が顕現化する比喩「山のような仕事」では、顕現特徴をうまく予測できていない。もうひとつの課題は 3 節で紹介したように、属性値の確率分布をどのように推定するかという問題である。本稿で紹介したようにコーパスを用いて推定する手法では、創発的な属性の関係を収集しにくいという問題がある。コーパスと同時に被験者から収集した情報を体系的に組み合わせ、比喩理解のための知識を構築する必要がある。

参考文献

- [1] M. Gineste, B. Indurkha, and V. Scart. Emergence of features in metaphor comprehension. *Metaphor and Symbol*, Vol. 15, No. 3, pp. 117–135, 2000.
- [2] G. Lakoff and M. Johnson. *Metaphors we live by*. Chicago University Press, 1980.
- [3] A. Ortony. Beyond literal similarity. *Psychological Review*, Vol. 86, No. 3, pp. 161–180, 1979.
- [4] E. Smith, D. N. Osherson, L. Rips, and M. Keane. A selective modification model. *Cognitive Science*, Vol. 12, No. 4, pp. 485–527, 1988.
- [5] A. Tversky. Features of similarity. *Psychological Review*, Vol. 84, No. 4, pp. 327–352, 1977.
- [6] 岩山真, 徳永健伸, 田中穂積. 比喩を含む言語理解における顕現性の役割. *人工知能学会誌*, Vol. 6, No. 5, pp. 674–681, 1991.
- [7] 佐藤信夫. *レトリック感覚*. 講談社, 1992.
- [8] 内海彰. 比喩の認知/計算モデル. *Computer Today*, Vol. 86, pp. 34–39, 2000.
- [9] 鈴木孝夫. *ことばの社会学*. 新潮社, 1987.
- [10] 寺井あすか, 中川正宣, 徳永健伸. 比喩理解過程における創発特徴の心理実験による検証. *日本認知科学会第 23 回大会発表論文集*, pp. 388, 2006