

階層型クラスタリングを利用した文脈によるオノマトペの分類

古宮 嘉那子 小谷 善行

東京農工大学 工学研究院

{kkomiya,kotani}@cc.tuat.ac.jp

概要

日本語には数千ものオノマトペがあり、近年自然言語処理の研究対象として注目を集めつつある。中には意味的または音韻的に似通っているオノマトペもあり、それらが微妙な意味の違いをもたらしている。筆者らは日本語のオノマトペを、周りの単語や品詞、意味のような文脈により、階層型のシングルリンク・クラスタリングを使って分類し、明示的にそれらの関係を表示した。クラスタリングに用いる距離には通常、語義曖昧性解消に用いる素性の分布間の JS 距離を用い、語義的な関係を明らかにした。「照る・晴れる」、「雨・雪・氷」、「寒い・冷たい」、「怒る・不機嫌・無愛想」のオノマトペの分類を行った結果を示す。

1 はじめに

オノマトペとは音を表すことで感覚や感性を表す言葉である。[18] によれば、擬音語と擬態語に大別され、(1) 人間の発声器官以外から出た音を表した言葉、(2) 人間の発声器官から出した音声で、ひとつひとつの音に分解できない音を表した言葉、(3) 音ないもの、または聞こえないものに対して、その状況にある音そのものが持つ感覚で表現した言葉という三つのグループから成る。日本語には数千ものオノマトペがあり ([18], [21])、近年自然言語処理の研究対象として注目を集めつつある。

オノマトペの中には意味的または音韻的に似通っているものもあり、それらが微妙な意味の違いをもたらしている。例えば、「にこにこ」も「にやにや」も共に微笑みを表すオノマトペであるが、「にこにこ」は感じの良い笑みを表すのに対し、「にやにや」はそうではない。一方で、「にこにこ」と「にこり(と)」はほとんど同じ様子を表す。そこで、我々は周囲の単語や品詞、意味のような文脈をもとにオノマトペを分類し、その関係を示すためのクラスタリング手法を提案する。

本稿の構成は以下のようになっている。まず 2 章でオノマトペ研究とそのクラスタリングの関連研究について紹介する。3 章ではオノマトペを分類するクラスタリングについて説明し、4 章では実験の設定について述べる。5 章に結果を、6 章に考察を、7 章にまとめを述べる。

2 関連研究

上述したように、オノマトペは近年、自然言語処理の研究対象として注目を集めつつある。Miyazaki らはオノマトペが面白い音とリズムをもつことに注目し、子供向けの「Onomato Planets」という教育システムを提案した ([7])。那須川らは日本語と英語の機器の不具合の報告に出現するオノマトペの傾向を分析した ([22])。黒澤らは共起情報を用いて Web 上のオノマトペの用例を絞り込む方法を示し、用例の質の向上をはかった ([16])。

オノマトペの辞書の構築についての研究もある。Okumura らは Web の用例を用いて日本語オノマトペの辞書を自動的に構築する手法を報告している ([8])。また、古武らの用例に基づいたオノマトペ用法辞典の編纂についての報告がある ([14])。

朝賀らは Web 上から集めてきた用例文からなる「オノマトペディア」という用例ベースのオノマトペ辞典を提案した ([1], [20])。これらのオノマトペのクラスタリングアルゴリズムは文脈によって多義のオノマトペに焦点を当てているが、本論文は用例の分類ではなくオノマトペ自身の種類の分類を提案する。森田らは SOM を利用して感覚を表すオノマトペを分類した ([19])。Tomoto らはシソーラスマップを提案し、作成した ([9])。類似関係を可視化するために、シソーラスマップ上の事物にオノマトペ的な単語によってラベルを付けるというものである。しかし Tomoto らは音韻的な特徴に注目しており、文脈の情報についてのクラスタリングを行ってはいない。Ichioka らもまた、

Web から用例を集め、Web 上の共起情報と音韻的素性を用いてオノマトペの自動分類を行っている ([2])。しかしながらこの研究も周辺の単語などの文脈情報は利用していない。

我々は周辺の単語やその品詞情報などの文脈情報に基づいたオノマトペのクラスタリングを提案する。これらの素性は語義曖昧性解消に使われるものであり、我々のシステムは語義の観点からオノマトペを分類し、可視化することを目指している。

本論文は今年 5 月に書かれたものをもとにしているが ([3])、今年 6 月に人工知能学会においてオノマトペのセッションが行われ、さまざまな研究が発表された。黒澤らは pLSA と SMO を用いて擬情語の分類を行った ([12])。分類には擬情語の直後に出てくる動詞を用いている。宇野らは、オノマトペ辞書の構築を目指し、身体的イメージとウェブコーパスを用いた方法の二つの手法を用いてオノマトペを分析した ([10])。他にも、橋本ら ([11]) 平田ら ([23]) 石橋ら ([13]) の研究が同セッションにある。

3 オノマトペの分類のためのクラスタリング手法

我々のオノマトペのクラスタリングは以下の四ステップから成る。

1. コーパスからオノマトペの用例を集める
2. それぞれの用例について素性を生成する
3. オノマトペの分布間の距離を測る
4. オノマトペ間の距離をもとにクラスタリングを行う

以下、四つのステップを順に説明する。

3.1 オノマトペの用例収集

オノマトペの用例は「ひまわり」 ([17]) を利用してコーパスから抽出した。「ひまわり」はオノマトペとマッチする文字列とその左右 10 文字ずつを抽出する。したがって、「かっか」を集める際に「まっかっか」も集めてしまうなど、オノマトペにマッチするがオノマトペそのものではない表現も抽出されている。これらのケースは次のステップ「クラスタリングのための素性作成」において削除される。

3.2 クラスタリングのための素性作成

学習の素性には、以下の 17 素性を用いた。これらの素性は、大抵、語義曖昧性解消に用いられるものである。これらの素性を用いることで、オノマトペの語義的な分類を行う。

- オノマトペの前後二語までの形態素の表記 (4 素性)
- オノマトペの前後二語までの品詞 (4 素性)
- オノマトペの前後二語までの品詞の細分類 (4 素性)
- オノマトペの前後二語までの意味分類コード (4 素性)
- 係り受け (1 素性)
 - － オノマトペが修飾する動詞

形態素解析器には ChaSen¹ を、分類語彙表の分類コードには [15] を、係り受け解析には CaboCha² を使用した。

オノマトペ o の用例 x の素性ベクトル $f^{x,o}$ を式 (1) とする。

$$f^{x,o} = (f_1^{x,o}, f_2^{x,o}, \dots, f_n^{x,o}) \quad (1)$$

今回は 17 素性あるため、 n は 17 である。

この段階で、システムは ChaSen により用例がオノマトペであるかどうかをチェックし、文字列としてオノマトペを含んでいてもオノマトペではない用例を除いている。

3.3 クラスタリングのための距離

このステップでオノマトペ間の距離を定義する。ひとつのオノマトペの用例を分類するのではなく、複数のオノマトペの種類を分類するのが目的であることにご留意願いたい。

クラスタリングの距離には Jensen-Shannon divergence (JSD) ([4]) を利用した。JSD は Kullback-Leibler divergence (KLD) を対称にして平滑化したものである。KLD は $P(i)$ を分布 P の出力 i の確率とすると、以下の式であらわされる。

$$D_{KL}(P||Q) = \sum_i P(i) \log \frac{P(i)}{Q(i)} \quad (2)$$

¹<http://sourceforge.net/projects/masayu-a/>
²<http://sourceforge.net/projects/cabocha/>

このとき、JSD は以下の式であらわされる。

$$D_{JSD}(P||Q) = \frac{1}{2}D_{KL}(P||M) + \frac{1}{2}D_{KL}(Q||M) \quad (3)$$

where

$$M = \frac{1}{2}(P + Q)$$

式 (2) と式 (3) から式 (4) が導かれる。

$$\begin{aligned} D_{JSD}(P||Q) &= \frac{1}{2} \sum_i P(i) \log \frac{P(i)}{M(i)} + \frac{1}{2} \sum_i Q(i) \log \frac{Q(i)}{M(i)} \\ &= H\left(\frac{1}{2}P + \frac{1}{2}Q\right) - \frac{1}{2}H(P) - \frac{1}{2}H(Q) \end{aligned} \quad (4)$$

このとき $H(P)$ は分布 P のシャノンのエントロピーであり以下の式であらわされる。

$$H(X) = - \sum_i^n p(x_i) \log_b P(x_i) \quad (5)$$

ここで二つのオノマトペ (O_A と O_B) 間の JSD を以下のように定義する。

$$D_{JSD}(O_A||O_B) = \sum_i^n D_{JSD}(O_{A,j}||O_{B,j}) \quad (6)$$

このとき $O_{A,j}$ はオノマトペ O_A の j 番目の素性の分布を表し、 m はオノマトペ O_A の用例番号であるとすると、

$$O_{A,j} = (f_j^{x1,oA}, f_j^{x2,oA}, \dots, f_j^{xm,oA}) \quad (7)$$

である。

言い換えれば、二つのオノマトペ間の距離は、それぞれの素性の分布の JSD を計算して足し合わせることににより求める。

3.4 クラスタリング手法

本ステップでは、オノマトペを分類しその関係を可視化するために上述の距離によりクラスタリングを行う。クラスタリングとしては階層型のシングルリンククラスタリングをボトムアップ方式で行った ([6])。ボトムアップクラスタリングはそれぞれのオノマトペを表す個々のクラスタから始まり、段々と最も良く似た二つのクラスタを一つの新しいクラスタにまとめ上げていくものである。類似度としては $-DJS$ を利用した。また、シングルリンククラスタリングとは、二つのクラスタの類似度をクラスタ中の最も似ているメ

ンバー同士の類似度とするものである。つまり、クラスタ c_u とクラスタ c_v が $c_w = c_u \cup c_v$ にマージされる際、クラスタ c_w とクラスタ c_k の類似度は、以下のように二つの個々の類似度の最大値となる。

$$\text{sim}(c_w, c_k) = \max(\text{sim}(c_u, c_k), \text{sim}(c_v, c_k)) \quad (8)$$

4 実験

文献 [18] から選んだ以下の 4 パターンのオノマトペをコーパスから抽出して分類を行った。コーパスとしては、現代日本語書き言葉均衡コーパス (BCCWJ) ([5]) を利用した。

- 「照る・晴れる」についてのオノマトペ
- 「雨・雪・氷」についてのオノマトペ
- 「寒い・冷たい」についてのオノマトペ
- 「怒る・不機嫌・無愛想」についてのオノマトペ

「照る・晴れる」についてのオノマトペはうらうら、おっと、かつ (と)、かつか、からっ (と)、からり、かんかん、ぎらぎら、けろり、さんさん、じりじり、すかつ (と)、てかてか、とっぷり、なんなん、ぼかぼか、ぼっ (と) の 17 種類である。

「雨・雪・氷」についてのオノマトペは、ごろごろ、こんこん、ぎーぎー、さーつ (と)、さっ (と)、ぎーつ (と)、ざっ (と)、ざざっ (と)、ざんざら、ざんざん、しとしと、じとじと、じめじめ、しゃりしゃ、しょぼしょぼ、ちらちら、どしゃどしゃ、どんより、はらはら、ばらばら、ばらばら、びしゃびしゃ、びちゃびちゃ、びしょびしょ、びちよびちよ、ぼつぼつ、みりりの 27 種類である。

「寒い・冷たい」についてのオノマトペは、じわじわ、しん (と)、じんじん、すーすー、すかすか、ぞーつ (と)、ぞくぞく、ぞくり、ひやっ (と)、ひやり、ひやひや、ひやりひやり、りん (と)、じんじん、ひんやり、きーんの 16 種類である。

「怒る・不機嫌・無愛想」についてのオノマトペは、いけつんつん、からっ (と)、かちん、かつん、かつ (と)、かつか、かつかつ (と)、がみがみ、かりかり、かんかん、きっ (と)、くさくさ、ぐつぐつ、くらくら、ぐらぐら、こちん、ぞっ (と)、つつけんどん、つん、つんつん、つんけん、とげと、ぷい、ぷー、ぶすっ (と)、ぶすり、ぷっ (と)、ぷりっ (と)、ぷりぷり、

表 1: 辞書中のオノマトペの数と最終的な実験のオノマトペの数

オノマトペの種類	辞書	最終的な実験
照る・晴れる	17	12
雨・雪・氷	28	13
寒い・冷たい	17	6
怒る・不機嫌・無愛想	40	19

表 2: 最終的な実験におけるオノマトペの用例数の最小, 最大, 平均

オノマトペの種類	最小	最大	平均
照る・晴れる	12	228	79.00
雨・雪・氷	13	1175	230.46
寒い・冷たい	24	243	139.83
怒る・不機嫌・無愛想	15	5894	390.58

ぶん, ぶんぶん, ぼさつ (と), むっ (と), むかっ (と), むかむか, むしゃくしゃ, むすっ (と), むっ (と), むつつり, むらむらの 40 種類である。

このうち, コーパス中に全くまたはあまり出現しないオノマトペもあるが, 文脈の分布をもとにクラスタリングを行うためには, ある一定以上の用例が必要である。そのため, 10 回以上出てくるオノマトペだけを採用し, それ以下のものは最終的な実験の対象外とした。表 1 は辞書中のオノマトペの数と最終的な実験のオノマトペの数を示している。また, 表 2 は最終的な実験におけるオノマトペの用例数の最小, 最大, 平均を示している。

5 結果

図 1 は「照る・晴れる」についてのオノマトペのクラスタリング結果を示している。図 1 によれば, 最も似通っているオノマトペは「ぎらぎら」と「てかてか」である。次に, 「おっとり」, 「じりじり」, 「ぼかぼか」, 「かっ」とがこの順で加わり, さらに別のグループ(「からっ」と「すかっ」と)が加わる。その後, 「ぽっ」と「とっぷり」, 「かんかん」, 「からり」がこの順で加わる。

また, 図 2 は「雨・雪・氷」についてのオノマトペのクラスタリング結果を示している。図 2 によれば, 最も似通っているオノマトペは「じめじめ」と「どん

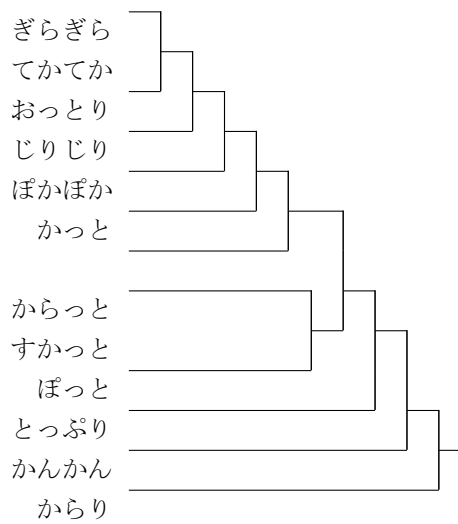


図 1: 「照る・晴れる」についてのオノマトペの階層型クラスタリング

より」である。これら二つのオノマトペは曇っているが雨は降っていない状態である。雷の音を示す「ごろごろ」を除いた「雨・雪・氷」についての他のオノマトペは雨が降っているので, これら二つが似通っているというのは直感的に納得できる。次に「ざっ」と「さっ」が小さなグループを作成する。次に「はらはら」が「じめじめ」と「どんより」のグループに加わる。次に「ばらばら」と「びしょびしょ」が小さなグループを作る。「はらはら」, 「ばらばら」, 「ばらばら」は「ざっ」と「さっ」のように音韻的に似通っているがこの結果によればこれらは似ていない。これについては後述する。その後, 「ごろごろ」がメイングループに加わり, 「ばらばら」と「ぽつぽつ」のグループがさらにそれに加わる。それから, 「しょぼしょぼ」と「ちらほら」がこの順でグループに加わる。さらに, 「ざっ」と「さっ」が, そしてその後「ばらばら」と「びしょびしょ」が, 最後に「しとしと」が加わる。

さらに, 図 3 は「寒い・冷たい」についてのオノマトペのクラスタリング結果を示している。図 3 によれば, 最も似通っているオノマトペは「ぞくぞく」と「ひんやり」である。その後, 「じわじわ」が加わり, 「ひんやり」と「しんと」が新しいグループを生成する。さらにその後, 「ひやひや」と「しんと」が新しいグループを作る。その後, 二つのグループが合わさり, 最後に「りんと」が加わる。

最後に, 図 4 は「怒る・不機嫌・無愛想」についてのオノマトペのクラスタリング結果を示している。図 4 によれば, 最も似通っているオノマトペは「ぞっ」と「むっ」とである。そして「ぶすっ」, 「むしゃくしゃ」, 「かっ」がこの順で加わる。さらに, 「ぐらく

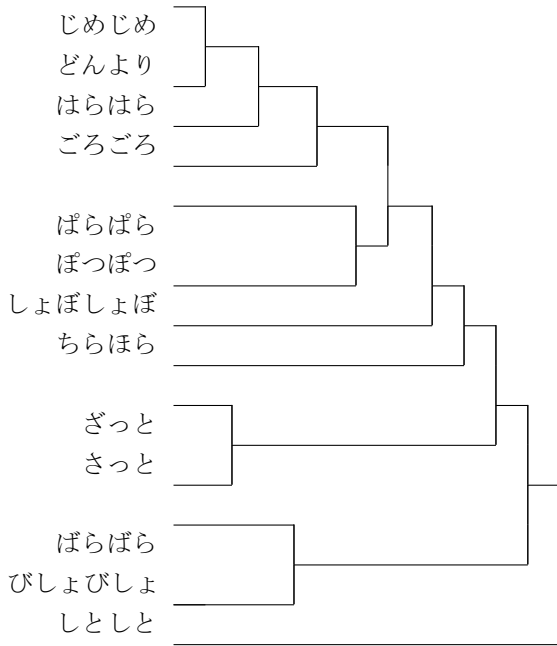


図 2: 「雨・雪・氷」についてのオノマトペの階層型クラスタリング

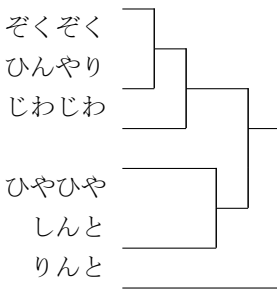


図 3: 「寒い・冷たい」についてのオノマトペの階層型クラスタリング

ら」と「むかむか」が別のグループを作り、二つのグループが合わさる。それから「つんと」、「ぷりぷり」、「ぶんぶん」、「むっつり」がこの順で加わる。そして「かんかん」と「つけんどん」が新しいグループを作成する。次に、「つんつん」、「ぐつぐつ」、「ふんと」がメインのグループにこの順で加わり、二つのグループが合わさる。最後に「きつと」、「かちん」、「がみがみ」がこの順で加わる。

6 考察

5章中の結果を見ると、意味的な類似が明示的に示されていることが分かる。「ぎらぎら」と「てかてか」、「からっと」と「すかっと」、「じめじめ」と「どんより」、「ざっと」と「さっと」はその典型的な例である。さらに、これらのうちのいくつか（上記の例では「ざ

と」と「さっと」以外）は音韻的な素性からは抽出できないものであると思われる。一方、「はらはら」、「ばらばら」、「ばらばら」は音韻的には似通っているが、図2によればあまり似ていない。図2には(1)「じめじめ」から「ごろごろ」、(2)「ばらばら」から「ちらほら」、(3)「ざっと」と「さっと」、(4)「ばらばら」から「しとしと」の四つのグループがある。これらの区分は雨の激しさに対応しており、図の上方にあるオノマトペの方が、雨の勢いが少なくなっている。言い換えれば、オノマトペのグループが雨の激しさの順に集まっている。「はらはら」を除くグループ(1)は雨が降っていない状態であり（「ごろごろ」は雷の音であり雨の情報ではない）、グループ(2)と「はらはら」は軽い雨を示す。また「はらはら」は「ばらばら」よりも軽い雨であることが予想できる。「はらはら」、「ばらばら」、「ばらばら」は音韻的に似通っており、雨が降っている様子であることも同じであるが、その違いは雨の激しさにあるため、本実験の結果ではこれらのオノマトペは遠くに表示されたと考えられる。

一方、直観的に納得感のない分類も存在する。例えば、「からり」と「からっと」は直観的に似通っているが、「照る・晴れる」についてのオノマトペの実験においてはそんなに似通っていない。原因として、形態素解析の問題が挙げられる。「からり」と「からっ」はほぼ同じ意味であるが、形態素解析器は「からっ」を抽出しないため本実験では「からっと」として扱っている。こうすると左右の形態素の素性がずれるため、「からり」と「からっと」が遠ざかると考えられる。同様の問題によって接尾語「と」をもつ単語が集まってしまっている。例として図4の「ぞっと」、「むっと」、「ぶすっと」、「かっと」が集まっていることが挙げられる。

また、いくつかのオノマトペには多義性がある。例えば、「かっ(と)」や「かんかん」は「照る・晴れる」についてのオノマトペと「怒る・不機嫌・無愛想」についてのオノマトペの両方に出現している。「はらはら」は雨だけでなく「どきどきはらはら」のはらはらの意味もあり、「ぐらぐら」にも物が揺れることを表す場合がある。さらに、形態素解析によって文字列がオノマトペであるか判定できない場合もあった。例えば、「きつ(と)」は怒りのオノマトペに属するが、「必ず」という意味もある。これらの問題の解決は今後の課題となる。

また、JSDを計算するときの素性の重みづけや、タグ付きコーパスが入手できた際の素性分析も今後の課題となる。

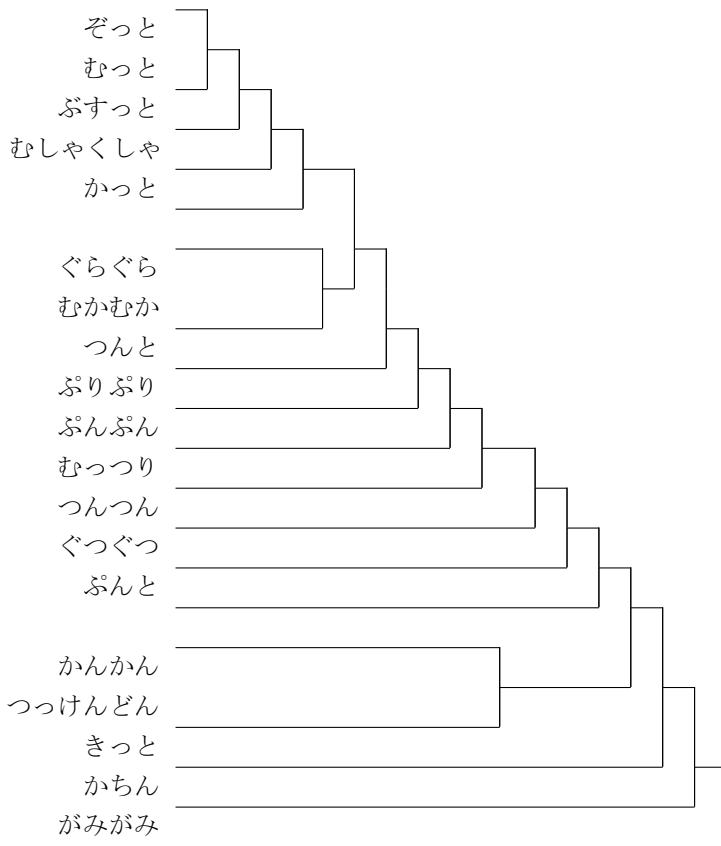


図 4: 「怒る・不機嫌・無愛想」についてのオノマトペの階層型クラスタリング

7 おわりに

本稿では、日本語のオノマトペを、語義の観点から関係を分類、可視化するために、オノマトペの文脈の分布をもとにしたクラスタリングを提案・実行した。クラスタリング手法には階層型のシングルリンク・クラスタリングを採用し、オノマトペ間の距離には JSD を利用した。また、オノマトペを語義の観点から分類するため、素性には、通常語義曖昧性解消に用いられる、周りの単語や品詞、意味のような文脈の素性を利用した。「照る・晴れる」、「雨・雪・氷」、「寒い・冷たい」、「怒る・不機嫌・無愛想」のオノマトペの分類を行った結果、音韻的な素性からは抽出できないような意味的な関係が見られた。オノマトペは形態素解析で正しく切るのは難しく、接尾語などの問題が残る。また、オノマトペの多義性解消も今後の課題である。

参考文献

[1] Chisato Asaga, Yusuf Mukarramah, and Chiemi Watanabe. Onomatopedia: Onomatopoeia online example dictionary system extracted from data on the web. In *Proceedings of the 10th*

Asia-Pacific web conference on Progress in WWW research and development, pp. 601–612, 2008.

- [2] Kenichi Ichioka and Fumiyo Fukumoto. Graph-based clustering for semantic classification of onomatopoeic words. In *Proceedings of the 3rd Textgraphs Workshop on Graph-Based Algorithms for Natural Language Processing*, pp. 33–40, 2008.
- [3] Kanako Komiya and Yoshiyuki Kotani. Classification of japanese onomatopoeias using hierarchical clustering depending on contexts. In *Proceedings of the 2011 English International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 108–1013, 2011.
- [4] Jianhua Lin. Divergence measures based on the shannon entropy. *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 37, No. 1, pp. 145–151, 1991.
- [5] Kikuo Maekawa. Balanced corpus of contemporary written japanese. In *Proceedings of the*

- 6th Workshop on Asian Language Resources (ALR), pp. 101–102, 2008.
- [6] Christopher D Manning and Hinrich Schütze. *Foundations of statistical natural language processing*. The MIT Press, 1991.
- [7] Aya Miyazaki and Kiyoshi Tomimatsu. Onomatopoeia: Physical computing of Japanese onomatopoeia. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, pp. 301–304, 2009.
- [8] Manabu Okumura, Atsushi Okumura, and Suguru Saito. Automatic construction of a Japanese onomatopoeic dictionary using text data on the www. In *Proceedings of the 11th International Conference on Applications of Natural Language to Information Systems*, pp. 209–215, 2006.
- [9] Yutaro Tomoto, Tsuyoshi Nakamura, Masayoshi Kanoh, and Takanori Komatsu. Visualization of similarity relationships by onomatopoeia thesaurus map. In *Proceedings of the IEEE World Congress on Computational Intelligence*, pp. 3304–3309, 2010.
- [10] 宇野良子, 鍛冶伸裕, 大海悠太, 池上高志, 喜連川優. オノマトペの意味共有度と主観性. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, pp. 1C2-OS4b-8, 2011.
- [11] 橋本喜代太, 竹内和広. ジャンル、文脈に応じたオノマトペ表現の感性極性値の推定手法の提案. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, pp. 1C2-OS4b-6, 2011.
- [12] 黒澤義明, 竹澤寿幸. 自己組織化マップ som を用いた擬情語の分類比較 ～確率的潜在意味解析 pls による効果の検討～. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, pp. 1C2-OS4b-7, 2011.
- [13] 石橋賢, 宮田一乗. 感情を表すオノマトペを用いた感情情報入力手法の提案と画像検索への応用. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, pp. 1C2-OS4b-10, 2011.
- [14] 古武泰樹, 佐藤理史. 用例に基づくオノマトペ用法辞書の編纂. 言語処理学会 第 16 回年次大会 発表論文集, pp. 994–997, 2010.
- [15] 国立国語研究所. 分類語彙表. 集英社, 1964.
- [16] 黒澤義明, 目良和也, 竹澤寿幸. 自己組織マップ som による心情を表すオノマトペ分類の再検討. 言語処理学会 第 16 回年次大会 発表論文集, pp. 1058–1061, 2010.
- [17] 山口昌也. 全文検索システム『ひまわり』を利用した言語資料検索環境の構築手法. In *Japanese linguistics 21*, pp. 111–123, 2007.
- [18] 小野正弘. 日本語オノマトペ辞典. 小学館, 2007.
- [19] 森田一匡, 鈴木良弥. Web 上のオノマトペの妖精を共起単語で絞り込む用例抽出法. 言語処理学会 第 16 回年次大会 発表論文集, pp. 924–927, 2010.
- [20] 朝賀千里, Yusuf Mukarramah, 渡辺千恵美. オンラインオノマトペ用例辞典「オノマトペディア」における用例を意味により分類するための係り受け関係を考慮したクラスタリング手法. In *Proceedings of DEWS2008*, pp. A3–4, 2008.
- [21] 天沼寧. 擬音語・擬態語辞典. 東京堂出版, 1993.
- [22] 那須川哲哉, 海野裕也, 村上明子. 機器の不具合を記述した日本語と英語のコーパスにおけるオノマトペ. 言語処理学会 第 16 回年次大会 発表論文集, pp. 154–158, 2010.
- [23] 平田佐智子, 澤井大樹, 藤井弘樹, 喜多伸一. Twitter を用いたオノマトペ記述データの収集システム. In *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, pp. 1C2-OS4b-9, 2011.