

感情語の類似性と連想性の解析による感情モデルの構造の検討 Investigating the structure of an emotion model by analysis of similarity and associativity between emotion words

岩城 史享[†], 高橋 達二[†]
Fumitaka Iwaki, Tatsuji Takahashi

[†] 東京電機大学

Tokyo Denki University

23rmd06@ms.dendai.ac.jp

概要

本研究の目的は Plutchik の感情の輪という感情モデルの妥当性を検討することである。実験により感情語順序対の類似性、連想性のデータを収集し、それぞれネットワークを作成した。まず、類似性に比べ連想性の方がより大域的であることを示した。そして、作成したネットワークの構造と元々の感情の輪を比較し、大部分の構造は等しいが、「恐れ」と「驚き」の位置関係が異なるという結果を得た。

キーワード：ネットワーク, 連想, 感情

1. はじめに

ネットワークは連想関係や類似関係などの関係の構造を表すのに有用な表現である。Inohara らは、日本語の単語同士の類似性と関連性について調査し、日本語のデータセットを作成した。さらに、類似性と関連性の間には高い相関があること、また一方類似性より関連性の方が重みの高い辺が多いという質的な違いも示した [1]。

自然言語処理では、しばしば感情を変数として扱いテキストの感情分析を試みることがある。その過程で感情をラベルとして扱う際、Plutchik が提案した感情の輪という感情モデルが利用されることがある [2]。例えば Kumar & Vardhan は、感情の輪を元にテキストの感情分析を行った [3]。しかし、感情の輪の構造の妥当性自体はあまり検討されていない。

そこで、実験により感情語のネットワークを作成し解析することで、感情の輪の構造的妥当性の検討ができなかと考えた。以前行った研究では、感情語の類似性ネットワークを作成し感情の輪と比較した [4]。その結果、大部分では似た構造が確認できたが、恐れと驚きの部分に異なる局所的構造が見られた。この結果を受け、感情の輪の円環構造の相反する性質の検出には類似性だけでは不十分であり、Inohara らによって

性質の差が示唆された連想性による解析が必要だと考えた。本研究では、感情語順序対について類似度と連想度を問う実験をそれぞれ行い、作成した2種類の感情語ネットワークと Plutchik の感情の輪の構造を比較した。

感情語ネットワークの解析にあたっては、遍在的かつ階層的なコミュニティ抽出が可能なマルコフ連鎖モジュール分解 (Modular Decomposition of Markov Chain: MDMC) という手法により分析した [5]。MDMC は、各ノードは全てのコミュニティに確率的に帰属しているとする抽出が可能であり、逆にコミュニティごとのノードの確率分布も得られる。さらに、階層的なコミュニティ抽出については、解像度のパラメータ α が存在し、コミュニティの大きさや数を調整することが可能である。

本研究では、まず感情語間の連関の評価における類似性と連想性の質的な差を、局所性、大域性という性質を考えることで示す。そして、類似度と連想度の感情語ネットワークに MDMC を適用しコミュニティ抽出を行う。以上の手続きから導かれる類似性、連想性の感情語ネットワークの構造と感情の輪の構造を比較する。これにより2つの性質の異なる実験結果から、感情の輪の構造的妥当性を検討する。

2. 感情の輪

感情の輪は Robert Plutchik が提案した感情モデルである [2]。8つの基本感情が円環状に並んでおり、内側に強派生感情、外側に弱派生感情が配置されている。また、2つの基本感情の間にはそれらが混ざった応用感情が位置している。隣り合う感情同士は類似しており、向かい合う感情同士は対立しているとされる。図1は、Plutchik の感情の輪を日本語に訳したものである。Plutchik は隣り合っていない2つの基本感情からなる応用感情も16個提示している。それらを含め

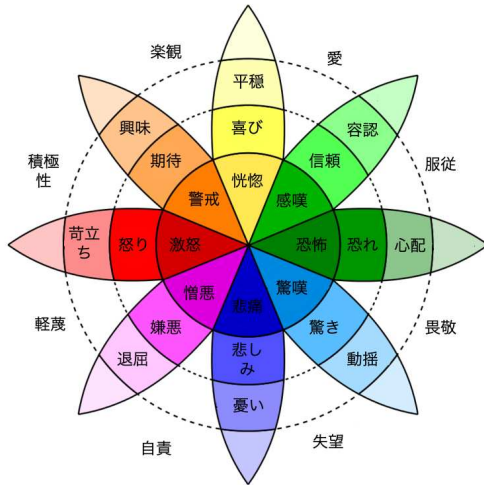


図1 Plutchikの感情の輪

た全48個の感情を表す単語を適当な日本語に翻訳し、表1にまとめた。

表1 Plutchikが提示した48個の感情語

基本感情	喜び 信頼 恐れ 驚き 悲しみ 嫌悪 怒り 期待
強派生感情	恍惚 感嘆 恐怖 驚嘆 悲痛 憎悪 激怒 警戒
弱派生感情	平穏 容認 心配 動揺 憂い 退屈 苛立ち 興味
応用感情	楽観 希望 不安 愛 罪悪感 歓喜 服従 好奇心 感傷 畏敬 絶望 恥 失望 不審 憤慨 自責 嫉妬 悲観 軽蔑 冷笑 陰鬱 積極性 誇り 優位

3. 実験

本実験は、日本語の単語の間の類似性と関連性を調査した [1] と色の類似度を調査した [6] を参考に行った。本実験では感情語順序対の類似度と連想度を問う実験をそれぞれ独立に行い、得られたデータをもとにネットワークを作成した。

3.1 実験手順

実験はWeb上で実施した。Webアンケートページの制作にはPythonのWebアプリケーションフレームワークであるFlaskを用いた。サーバーは、Amazon Web ServicesのEC2を使用した。また、実験の実施はCrowdWorks (<https://crowdworks.jp/>) というクラ

ウドソーシングサイトで行い、実験参加者を募集した。また、類似性と連想性の実験は独立に行った。

実験に使用した単語は、表1に示されている48単語であり、これら全ての順序対について類似度または連想度を問う質問をした。類似性の実験では、ある2つの感情語A, Bについて「AとBは似ていると思いますか?」という質問が提示され、「0: 全く似ていない」～「7: とても似ている」の8件法でドラッグして数値を選択し回答してもらった。連想性の実験では、「AからBを連想しますか?」という質問が提示され、同様に「0: 全く連想しない」～「7: 強く連想する」から回答してもらった。また、質の悪いデータを削除するため、catch trialとdouble-passという2つのフィルタリングの仕組みを施した。catch trialでは、途中で「nという値を選択してください」という質問を2回出題し、片方でも指示通りの値が入力されていないデータは削除した。double-passでは、最後に今まで回答した質問の中からランダムに再度20問出題し、その20ペアに関する回答の相関係数が0.4未満のデータを削除した。

本実験の参加者はそれぞれ20代から70代の240名ずつだった。その中で、類似性の実験では220名(年齢: $M = 42$, $SD = 9.9$, 性別: 男性120名, 女性97名, その他3名), 連想性の実験では214名(年齢: $M = 42$, $SD = 10.1$, 性別: 男性116名, 女性95名, その他3名)のデータを使用した。

3.2 ネットワークの作成

実験に使用した48個の感情語をノードとし、得られた類似度、連想度の評価値の回答者の平均値を2,256個のエッジの重みとしたネットワークをそれぞれ作成した。

4. 結果

4.1 類似性と連想性の性質の差異

類似性と連想性の性質の差を考察するため、辺の重みの分布を比較した。結果を図2に示す。類似性は重みの小さい辺が多く、連想性は大きい辺が多いことがわかる。2つの分布の差をカイ二乗検定で検定したところ、有意水準5%で優位差が認められた($p = 5.39 \times 10^{-97}$)。

さらに、感情の輪で同じ花卉(色分けされている楕円形)にある単語同士の結びつきの強さを局所性、ある花卉とその花卉と向かい合った花卉の間の結びつきの強さを大域性と定義し、類似性と連想性の間で比

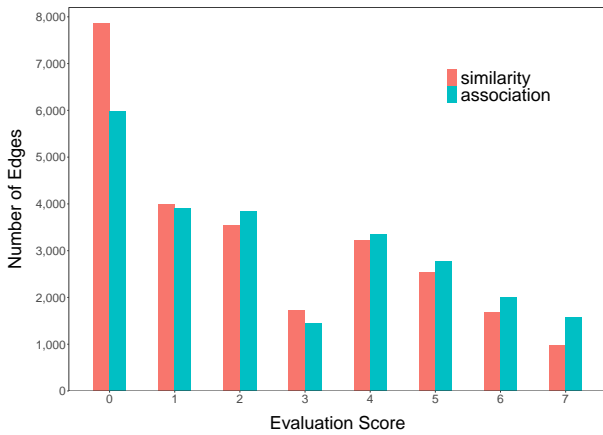


図2 辺の重みの分布

較した。局所性と大域性は以下のように定式化した。 L_{w_1, w_2} を単語 w_1 から単語 w_2 へのリンクの重み, W_k を花弁 k 中の単語の集合 ($k = 1 \sim 8$), \overline{W}_k を花弁 k と向かい合った花弁中の単語の集合とした。さらに, 単語ペアの集合 S_k と \overline{S}_k を以下のように定めた。

$$S_k = \{(w_1, w_2) | w_1, w_2 \in W_k, w_1 \neq w_2\}$$

$$\overline{S}_k = \{(w_1, w_2) | w_1 \in W_k, w_2 \in \overline{W}_k\}$$

また, とりうる最大の重み $E_{max} = 7$, 花弁数 $K = 8$ である。以上を用いて局所性 (locality) と大域性 (globality) を以下のように表した。

$$locality = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{1}{|S_k|} \sum_{w_1, w_2 \in S_k} \frac{L_{w_1, w_2} + L_{w_2, w_1}}{2E_{max}}$$

$$globality = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{1}{|\overline{S}_k|} \sum_{w_1, w_2 \in \overline{S}_k} \frac{L_{w_1, w_2} + L_{w_2, w_1}}{2E_{max}}$$

上式は, それぞれ単語ペア S_k, \overline{S}_k の全ての辺の重みが E_{max} であるとき 1 をとる。locality は同じ花弁内の単語ペアの辺の重みについて, globality は向かい合う花弁同士の間単語ペアの辺の重みについて, どれくらい E_{max} に近い値を取っているかの指標である。上式によって, 類似性と連想性の局所性, 大域性を計算した結果を以下に示す。表 2 より, 局所性の値

表 2 局所性と大域性の値

	局所性	大域性
類似性	0.61	0.42
連想性	0.62	0.51

は同程度だが, 大域性の値には差が見られ, 連想性の方が高かった。局所性と大域性について有意水準 5% で t 検定を行ったところ, 局所性では有意差が認め

られず ($p = 0.64$), 大域性では有意差が認められた ($p = 4.76 \times 10^{-10}$)。これにより, 類似性と連想性に質的な違いがあることが確認できる。

4.2 コミュニティ抽出の結果

作成したネットワークに対し, コミュニティ抽出による解析を行った。MDMC は事前にコミュニティの総数 K を決めておく必要があるため, 今回は $K = 10$ とし, コミュニティ番号を 1~10 とした。MDMC は解像度というパラメータを持っており, このパラメータが小さいときネットワークはより多くの, より小さなコミュニティに分解され, パラメータが大きくなるにつれてコミュニティ同士が結合し, より大きいコミュニティが形成される。解像度のパラメータ $\alpha = .001$ とした時のコミュニティの様子を図 3, 4 に示す。図 3,

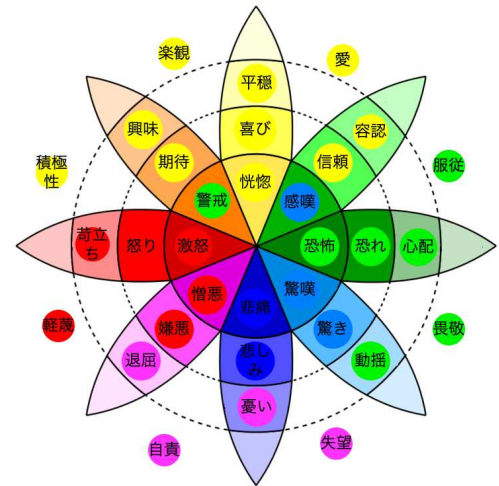


図 3 類似度ネットワークのコミュニティ ($\alpha = .001$)

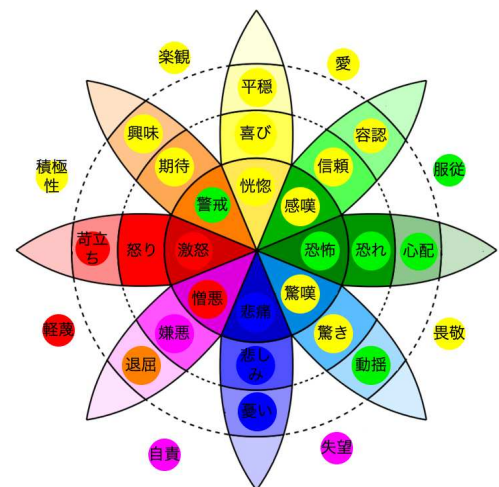


図 4 連想度ネットワークのコミュニティ ($\alpha = .001$)

4では、周囲が同じ色で彩色されている単語同士が同じコミュニティに帰属している。彩色については、コミュニティ内の単語を感情の輪と比較し、共通する単語が多く含まれる花卉の色を付けた。両ネットワークとも6つのコミュニティに分かれた。

4.3 複数の解像度でのコミュニティ抽出

複数の解像度 α でコミュニティ抽出を行った。類似性ネットワークは $\alpha = .142$ 、連想性ネットワークは $\alpha = .120$ のときに大きく2つのコミュニティに分解され、その様子、即ち全体の分解の結果は完全に同一であった。その結果を感情の輪の上にプロットした様子を図5に示す。大部分が同じコミュニティ同士で固

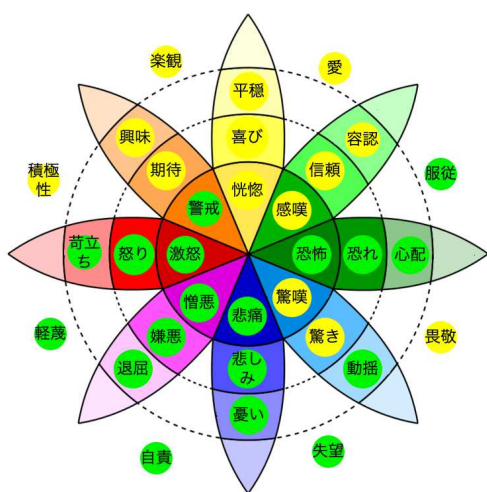


図5 2つのコミュニティに分解された様子

まっている様子が確認できる。

5. 考察

結果 4.1 より、類似性と連想性の質的な違いが確認できる。感情の輪で近い単語同士の重みの大きさを表す局所性は類似性と連想性で同程度だったが、対立する単語同士の重みの大きさを表す大域性は連想性の方が高かった。以上の結果から、与えられた2単語の類似性はその2単語のみに注目して評価される局所的な傾向があり、連想性はその2単語とそれに関連する単語にも注目して共通点を評価する大域的な傾向があると考えた。また、両者の間に質的な違いが想定され、この点は今後の分析を行う。

結果 4.2 より、感情の輪と作成したネットワークの構造を比較した。図3, 4にて、感情の輪の花弁の色と単語の周囲の色が同じ単語は、感情の輪と感情語ネッ

トワークで構造的な位置が一致していると考えた。期待、喜び、信頼は結びつきが強いため分かれなかったと解釈し、花卉内の24単語について比較すると、両ネットワークとも18単語の位置が感情の輪と一致していると考えられることから、どちらのネットワークも大部分の構造は感情の輪と等しいと考えた。また、類似性と連想性を比較したところ、最大コミュニティである喜びのコミュニティのサイズ(ノード数)が連想性の方が大きくなっていることが分かる。これは結果5.1から述べた大域性の違いによるものだと考えた。

結果 4.3 より、コミュニティが2つに分かれたとき、類似性と連想性の結果は一致し、恐れが悲しみと、驚きが喜びと同じコミュニティに属していることから、恐れと驚きの位置関係が異なるのではないかと考えた。これは先行研究で行った類似性の結果と同じであり、再現性が担保されるとともに連想性からも同様の結果が得られたことで、この主張がより補強されたと考える。また、期待と警戒、驚きと動揺がそれぞれ異なるコミュニティに帰属しており、この強弱派生関係の構造も妥当性が無いのではないかと考えた。

6. おわりに

本研究では、実験により得られたデータから感情語の類似性、連想性ネットワークをそれぞれ作成し、その構造を感情の輪と比較することで、感情の輪の妥当性を検討した。まず、類似性と連想性の性質に大域性において差があることを示し、質的な部分に違いがあることを主張した。妥当性検討の結果として、大部分では同様の構造が見られたが、恐れと驚きの位置関係が異なるという結果が得られた。

文献

- [1] Inohara & Utsumi (2022) "JWSAN: Japanese word similarity and association norm.", Language Resource and Evaluation, Vol.56, No.1, pp.109-137.
- [2] Plutchik (2001) "The Nature of Emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice.", American Scientist, No.4, pp.344-350.
- [3] Kumar & Vardhan (2022) "PWEBSA: Twitter Sentiment Analysis by Combining Plutchik Wheel of Emotion and Word Embedding.", International Journal of Information Technology, Vol.14, No.1, pp.69-77.
- [4] 岩城, 横須賀 & 高橋, (2023) "感情語類似度ネットワークの偏在的コミュニティ抽出による解析" 人工知能学会.
- [5] Okamoto & Qiu (2022) "Detecting hierarchical organization of pervasive communities by modular decomposition of Markov chain.", Scientific Reports, Vol.12, No.1, pp.20211.
- [6] Kawakita et al (2023) "Is my "red" your "red"?: Unsupervised alignment of qualia structures via optimal transport.", PsyArXiv, doi:10.31234/osf.io/h3pqm.