

人工天啓: 悩みに応じた心に響く名言検索エンジン

村田 百葉[†] 山本 祐輔[†]

[†] 静岡大学大学院総合科学技術研究科 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†]murata@design.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし 本稿では、悩みを持った人の気持ちを切り替え、前向きにするための名言を提示する検索エンジン「人工天啓」を提案する。人工天啓はユーザの悩みに対して、悩みが置かれている心の状態（悩みタイプ）から適した名言を検索する。悩みタイプの分類には、BERT の日本語事前学習済みモデルに悩み文と悩みタイプラベルを追加学習した分類器を構築した。そして、分類器が出力する悩みタイプに該当する確率と、悩みタイプが名言に適合する値を計算し検索結果のランキングを作成した。評価実験の結果、人工天啓は対象が抽象的な悩みに対して適切な名言を提示することができることが示唆された。本研究で作成した人工天啓はアプリケーションとして実装することで、人々のメンタルヘルス改善に貢献することが期待される。

キーワード 名言, ポジティブコンピューティング, 情報検索

1 はじめに

人生に悩みは尽きない。悩みを持つことは心理的なストレスを伴い、過度のストレスはうつ病などの精神疾患を誘発することにつながる [1]。厚生労働省によると、現在の日本では生涯を通じて 5 人に 1 人がこころの病気にかかるといわれており¹、特に昨今のコロナ禍でその傾向は顕著になっている [2]。実際にうつ病患者の割合は、2013 年の 7.9 % から 2020 年の 17.3 % と 2 倍以上に増加している²。このように現代社会において悩みを軽減する需要は高まっている。

これに対し一般的な解決方法は、精神科医・心理カウンセラーなどの専門家へ相談することである [3]。しかし身近に心理カウンセラーのような専門家がいないことや、仮にいたとしても気軽に悩みを打ち明けるのが困難であるなどの課題がある。これはオラクル株式会社の調査で、82 % の人が人間よりロボットにメンタルヘルス支援を求めたいと回答した結果からも示唆されている³。一方、自分自身で対処する手段として、偉人や有名人の格言・名言から悩み解決の糸口を見出す方法がある⁴。実際に世の中には悩みを持つ人向けに多くの名言集が出版されている。また近年、Twitter や Instagram のような SNS で悩んでいる人に向けられた名言を投稿しているアカウントが存在している。それらは専門家への相談に比べて気軽であるものの、正確性や利便性、柔軟性の点に課題がある。例えば、書籍に含まれる膨大な量の中から自分自身で適切な名言に辿り着くことは難しい。また SNS は一方的に投稿されているため、個人の現在の悩みに応じた名言が投稿されない場合がほとんどである。いずれも自身の悩みを適切に把握し、膨大な量から探すのは困難であると考えられる。

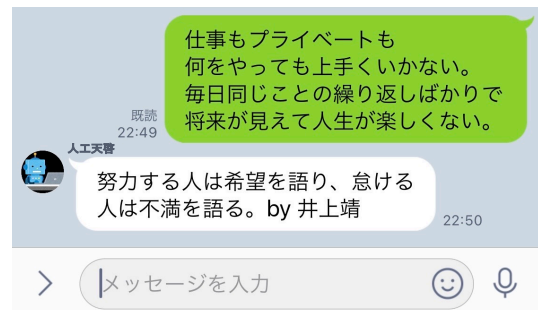


図 1 提案する人工天啓の利用イメージ

これらの課題を踏まえ、本研究ではコンピュータを用いることで気軽に悩み相談ができ、個人の悩みに応じて的確に心に響く名言を提示する検索エンジンを提案する。(以下この検索エンジンを人工天啓と呼ぶ。)今回提案する人工天啓の利用イメージを図 1 に示す。人工天啓はユーザの悩みの文章を入力とし、名言を出力とする。人工天啓をユーザの使用率が高い LINE のような会話アプリケーションに実装することで、気軽に利用することが可能になると考えられる。

人工天啓を実現するために、本稿では「悩みに応じて心に響く名言を検索するにはどうしたらよいか」というリサーチクエスチョンを設定する。心に響く名言を検索するには、悩みの文脈に応じて、個人が置かれている心の状態を推定し、本質的な名言をあてる必要がある。そのために、表層的なカテゴリではなく文脈を考慮した分類を設定した。具体的には、悩みを「仕事」、「恋愛」、「人生」などのこれまでのやり方で分類するのではなく、「周囲の評価や人の目が気になるとき」、「疲れて挫けそうとき」、「運が悪いと感じたとき」のような心の状態に応じて分類する。悩みはカテゴリと心の状態（以下、悩みタイプとする）という要素をもち、同じカテゴリに属している悩みも心の状態によって適するアドバイスの種類が異なると考えられる。例えば、同じ仕事の悩みでも「周囲の評価や人の目が気になるとき」は「自らの道を歩め。他人には好きに語らせよ。by マ

1: 厚生労働省 (2011) 「こころの病気について理解を深めよう」

2: 経済協力開発機構 (2021) 「メンタルヘルスに関する国際調査」

3: Oracle (2021) 「Employees Use Tech to Regain Control」

4: 上月正博 (2021) 『名言で心と体を整える』さくら舎

ルクス」のような言葉が心に響く。一方、「疲れて挫けそうなとき」は「人は、常に前へだけは進めない。引き潮あり、差し潮がある。by ニーチェ」のような言葉が心に響く。また、単一的な分類ではなく複合的な分類を行った。具体的には「仕事もプライベートも何をやっても上手くいかない。毎日同じことの繰り返しばかりで将来が見えて人生が楽しくない。」という悩みに対して「ネガティブなことばかり思い浮かぶとき」だけではなく、「ネガティブなことばかり思い浮かぶとき、会社を辞めたいとき」のように分類する。悩みは1つの悩みタイプで表せるものではなく、複数の悩みタイプが重なりあって存在するものだと考えられる。

このように、悩みの背後にある心の状態（悩みタイプ）を捉えることでより悩みの解消につながる名言を検索することができると考えられる。上記を実現する手段として、悩みタイプの分類には、BERT [4] の日本語事前学習済みモデルに悩み文と悩みタイプラベルを追加学習した分類器を構築した。そして、分類器が出力する悩みタイプに該当する確率と、悩みタイプが名言に適合する値を計算し検索結果のランキングを作成した。

2 関連研究

2.1 精神状態の測定

スマートフォンやウェアラブルデバイスの普及によって、精神状態の測定が容易になりつつある。Rafae らは、ウェアラブルセンサーによって精神状態を検出する方法を提案した [5]。

センサー情報以外からうつ病を推定する方法も提案されている。Tsugawa らは Twitter の活動履歴からうつ病であるかを推定する分類器を作成した [6]。これと同様に、Yuki らは会話データからうつ病の初期状態を早期発見するためのモデルを構築した [7]。

本研究では、ユーザの悩みの文章から悩みの背後にある心の状態（悩みタイプ）を推定する分類器を作成する。

2.2 悩み・名言の分析および検索

悩みや名言を分析し、検索可能にした研究がいくつかある。橋口らは、Q&A サイトにおいて質問者が投稿した悩みに対して、相談者が共感できるような類似する悩みを含む質問を検索する手法を提案している [8]。具体的には、BERT モデルをファインチューニングしたモデルを作成し、類似文検索を可能にしている。WEARABLE WISDOM は、個人の成長を目的とした音声ベースのメガネ型デバイスで、偉人の名言を時間や場所を問わず再生できる [9]。ユーザは偉人に対して、聞きたいことを「人生とは？」のようにクエリとして投げる。WEARABLE WISDOM はそのクエリを受け取り、そのクエリ文と名言テキストの単語の類似度から名言を検索している。

佛木らは名言が人の心を癒す効果に着目した研究を行っている [10]。名言の特徴分析を行い、それに基づいて心に響く励まし文の自動生成を行っている。

本研究では、適切な名言を検索することを見据え、悩みの心の状態を表現するような悩みラベル（悩みタイプ）を設定する。

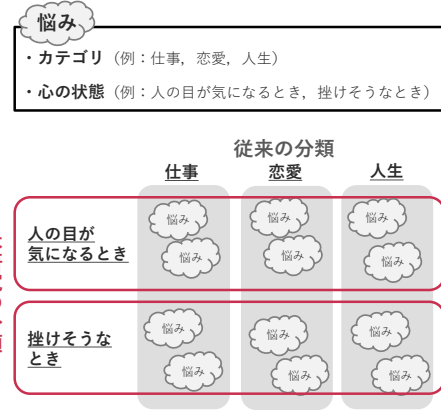


図2 悩みタイプの分類イメージ

3 人工天啓

提案システムである人工天啓は、ユーザから任意の悩み文を受け取ると、悩みの解消に資する名言リストのランキングを出力する。人工天啓の内部処理は次のように行う。まず、ユーザから悩み文を受け取ると、その背後にある潜在的な悩みタイプを推定する。その後、推定された潜在悩みタイプに応じてデータベース中の名言をランキングし、その上位 K 件をユーザに提示する。

推定される悩みタイプの分類イメージを図2に示す。悩みの置かれる文脈を表すには、「仕事」「恋愛」「人生」などのカテゴリで分類するのではなく、「周囲の評価や人の目が気になるとき」「疲れて挫けそうなとき」「運が悪いと感じたとき」のような心の状態で分類する必要がある。心の状態で分類することで悩みの本質を表現することができ、より適切な名言を検索できると考える。

3.1 ランキング関数

ユーザから入力される悩み文を t 、悩みの潜在カテゴリ（悩みタイプ）を $c \in C$ 、名言を m とする。本研究では、任意の悩みはいくつかの潜在的な悩みタイプの組み合わせで表現されると仮定する。このとき、提案システムは、下記ランキング関数 $rank$ をもとに、名言リスト $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ 中の名言 m のスコアリングを行う：

$$rank(t, m) = Pr(m|t) \quad (1)$$

$$= \sum_{c \in C} Pr(m, c|t) \quad (2)$$

$$= \sum_{c \in C} Pr(m|c, t) Pr(c|t) \quad (3)$$

ここで、名言 m は潜在カテゴリ（悩みタイプ） c にのみ依存し、悩み文 t からは影響を受けないと仮定し、式 (3) を以下のように変形する。

$$rank(t, m) = \sum_{c \in C} Pr(m|c) Pr(c|t) \quad (4)$$

上式において、 $Pr(m|c)$ は悩みタイプ c に対して名言 m が想起

表 1 悩みタイプの一覧

ID	悩みタイプ	ID	悩みタイプ
1	悩みではない	15	周囲から浮いていると感じた
2	困難な状況に立ち向かう必要がある	16	周囲の人から批判を受けている
3	夢に向かって踏み出せない	17	友人ができない
4	新しいことにチャレンジできない	18	自分の殻に閉じこもっている
5	精神的に疲れている	19	愛することの意味が分からない
6	ネガティブなことばかり思い浮かぶ	20	片想いをしている
7	周囲の評価や人の目が気になる	21	失恋をして傷ついている
8	自分の決断や行動に自信が持てない	22	結婚したいのにできない
9	調子に乗りすぎている	23	イライラと怒りっぽくなっている
10	会社を辞めたい	24	肉体的に疲れているとき
11	成果がなかなか出ない	25	老化や衰えを感じている
12	大きなミスをしてしまった	26	人生を楽しめていない
13	アイデアがなかなか浮かばない	27	お金がない
14	重要な仕事を任せられた	28	運が悪いと感じている

される確率, $Pr(c|t)$ は悩み文 t が悩みタイプ c に属する確率と考えることができる. 本研究では, 式 (4) を用いて名言のランキングを行う. 以下, 名言のスコア計算に必要な $Pr(m|c)$ および $Pr(c|t)$ の実際の計算方法について説明する.

3.2 悩みタイプ分類器の構築

本節では, 悩み文の悩みタイプを推定する分類器の構築方法について述べる. 構築した分類器は, 式 (4) における $Pr(c|t)$ の計算に用いられる. 分類器が出力した悩み文 t の悩みタイプ c の分類確率を $Pr(c|t)$ とする. 分類器は BERT [4] の事前学習済みモデルに悩み文, 悩みタイプのペアデータを追加学習することで行った. 以下, 学習のデータの作成・学習・評価について述べる.

3.2.1 データセット

悩み文データは, 「Yahoo!知恵袋データ (第 3 版)」⁵ を利用した. このデータは, 3 年間の Yahoo!知恵袋に投稿された解決済みの質問とその回答からなっている. 悩んでいる状態は答えが出ていない状態であるといえるため, 今回は質問文のみを対象とした.

悩みタイプは「名言・座右の銘 1500」⁶ の見出しを用いた. これは, 偉人や著名人, 映画, 小説, 古典, 各国で伝わることわざなど, 1500 の名言・座右の銘を掲載している書籍である. 目的別に収録されているため, 自身に適した名言を探しやすくなっている. この書籍の「目的別」が本稿で提案する悩みタイプと対応している. ある程度名言に精通した専門家が網羅的に悩みタイプを設定しているものとして選択した. 悩みタイプの一覧を表 1 に示す.

3.2.2 学習用の悩み文の収集

ここでは, 人間が抱く代表的な悩みを抽出するために, Yahoo!知恵袋の悩みカテゴリに投稿された質問のクラスタリングを行う. Yahoo!知恵袋の各悩みカテゴリに投稿された悩みはその内容に偏りが見られる. 潜在的な悩みの種類に対してまんべんなくデータをつくるために, クラスタ数を指定して機械的にクラスタリングを行った.

Yahoo!知恵袋には複数のカテゴリが存在するが, 悩みに限定

するため, 単に知識を問うような質問文が含まれるカテゴリは省き, 悩みに関する質問文を使用した. 具体的に悩みに関する質問文はカテゴリにおいて以下の条件で抽出した.

- 「悩み」を含むもの
- 「健康, 美容とファッション, 性の悩み, 相談」を含むもの

次に, 悩みに関する質問文 (以下, 悩み文とする.) を計算可能にするために Sentence-BERT [11] の事前学習済みモデルを用いて, 768 次元のベクトル表現を得た. 意味内容が近い悩み文ごとに分類するため, 悩み文のベクトルに対して k-means 法を用いることで悩み文を 100 個のクラスタに分類した. クラスタに分類する際のベクトル間の距離の計算にはコサイン類似度を用いた.

データ数が多く, すべての悩み文をクラウドソーシングでラベル付けすることは困難なため, 各クラスタから典型的な悩み文を抽出した. 典型的な悩み文の抽出は次の手順で行った. まず, クラスタ内にある悩み文の 768 次元のベクトルを取得し, すべてのベクトル間の類似度を計算した. 類似度の計算にはコサイン類似度を用いた. 次に LexRank を適用して, クラスタ内での悩み文の重要度を計算した. LexRank は, 文章群の中で多くの文章と似ている文章を重要な文章であると定義して重要度を計算するアルゴリズムである [12]. 悩み文をノードとし, 悩み文同士のコサイン類似度をエッジとしてグラフ構造を作成した. 各クラスタから, LexRank の値が高く, 文書長が 100~300 字程度の悩み文を上位 50 件取得した. クラスタ内に悩み文が 50 件含まれていないものが存在したため, 100 クラスタから計 4487 悩み文を取得した.

3.2.3 悩みタイプラベルアノテーションのためのクラウドソーシング

ここでは, クラウドソーシングによる悩みタイプのラベルづけについて説明する. クラウドソーシングはランサーズ⁷を用いた. 1 タスクにつき, 報酬として 16 円支払った. タスクはクラスタリングされた悩み文をランダムで表示し, 該当する悩みタイプを回答するよう依頼した. 具体的には, 「以下の文章を読み, 文章の書き手が抱えている悩みの種類を『悩みの種類』から選んでください (複数選択可能).」とし, チェックボックスを選択するようになっている. 悩みタイプは「悩みでない」場合を除いて複数回答できるようにした. 1 つの悩み文あたり最低 5 人にラベルづけを行ってもらい, 22500 回答を得た.

その結果集まったデータを図 3 に示す. 横軸が表 1 の悩みタイプと対応している. 縦軸が半数以上のワーカーがラベルづけした悩み文の割合を示している.

3.2.4 学習

分類は, 多クラス分類のマルチラベル問題として扱った. 半数以上のワーカーがラベルづけしたペアのある悩み文の悩みタイプラベルとして扱った. また, ラベルづけされた件数が 50 件未満の悩みタイプラベルは頻出しな悩みとみなしデータから省いた. その結果, 表 1 の ID2, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 23, 26, 27 の悩みタイプを用いた.

5: Yahoo! 知恵袋データ (第 3 版) | 国立情報学研究所

6: インパクト (2011) 『生きる力がわいてくる名言・座右の銘 1500』ナガオカ文庫

7: Lancers | <https://www.lancers.jp/>

クラウドソーシングで収集した悩み文と悩みタイプ 4487 ペアを追加データとして BERT の事前学習モデルで学習を行った。任意の悩み文に対して 14 個のラベルを、One-hot エンコーディングで表現した。実装は、Simple-Transformers⁸ パッケージを用いた。BERT の事前学習モデルには、東北大学乾研究室の日本語モデル⁹を使用した。悩みタイプラベルごとにデータの偏りがあるため学習の際には重みづけを行っている。重みには全データに対する各悩みタイプ比率の逆数を用いた。学習の際のエポック数は 3 とした。

3.2.5 評価

5 分割交差検証を行い、悩みタイプの分類性能の評価を行った。評価指標には、LRAP (Label ranking average precision) [13]、適合率 (マクロ平均)、再現率 (マクロ平均)、F 値 (マクロ平均) を用いた。LRAP は多ラベル分類の評価指標のひとつで、予測確率のより高いラベルが実際に正解ラベルであるほどスコアが高くなる指標である。分類する悩み文の数を $n_{samples}$ 、ラベルの種類数を n_{labels} 、ある悩み文に対する真のラベルの割り当てを 0 もしくは 1 で表現した行列を $y \in \{0, 1\}^{n_{samples} \times n_{labels}}$ 、ラベル割り当ての予測確率の行列を $\hat{f} \in R^{n_{samples} \times n_{labels}}$ とする。このとき、LRAP は以下の式で定義される。

$$LRAP(y, \hat{f}) = \frac{1}{n_{samples}} \sum_{i=0}^{n_{samples}-1} \frac{1}{\|y_i\|_0} \sum_{j: y_{ij}=1} \frac{Positive_{ij}}{rank_{ij}} \quad (5)$$

$$where \ Positive_{ij} = |\{k : y_{ik} = 1, \hat{f}_{ik} \geq \hat{f}_{ij}\}|, \quad (6)$$

$$rank_{ij} = |\{k : \hat{f}_{ik} \geq \hat{f}_{ij}\}| \quad (7)$$

LRAP は 0 から 1 の範囲を取り、1 に近づくほど分類器の性能が高いと評価される。比較手法としてラベルの判定に、アノ

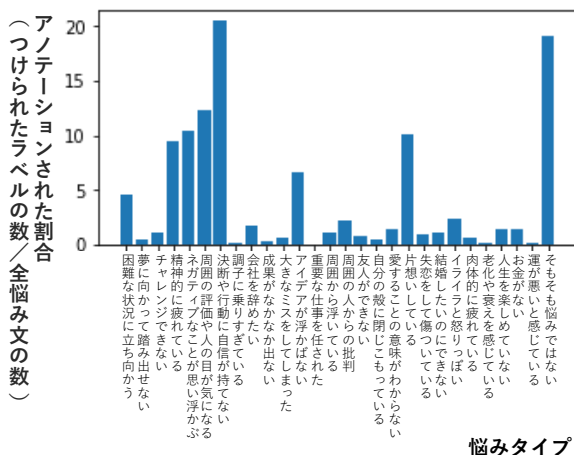


図 3 悩みタイプの分布結果 (横軸が悩みタイプ、縦軸がアノテーションされた割合を示す。)

表 2 分類器の評価結果

評価指標	分類方法		
	BERT	分布	ランダム
LRAP	0.78	0.70	0.48
適合率	0.19	0.06	0.06
再現率	0.59	0.06	0.50
F 値	0.28	0.06	0.10

表 3 任意の悩み文に対する悩みタイプの予測結果

悩み文	悩みタイプ
中3です。今脈ありっぽい好きな男の子がいます。失敗はしたくないので相手から告白してほしいと思っているのですがどうやったら相手から告白してくるでしょうか	自分の決断や行動に自信が持てない、愛することの意味がわからない、片思いしている
緊張しやすいんでしょうか、仕事で緊張してしまうんでしょうか。話が苦手な人は大勢いますが、なんか普通に心が毎日の緊張が伝わって乱れてしまいます。私にアドバイスありますか？気にしないでいいよは苛立ちを覚えるので、どう意識というか持論に逃げたいと思いますか？	ネガティブなことばかり思い浮かぶ、周囲の評価や人の目が気になる

テーションされた割合を使用 (分布) と 50 % の確率を使用 (ランダム) を用意した。評価結果を表 2 に示す。

作成した分類器に訓練データ以外の Yahoo!知恵袋の悩み文をいくつか入力し、どの悩みタイプに分類されるかを予測した。予測結果の具体例を表 3 に示す。

3.3 悩みタイプから想起される名言のスコアリング

本節では、悩みタイプに対応する名言のスコアリング方法について述べる。当該スコアリング手法は、式 (4) における $Pr(m|c)$ の計算に用いられる。

データセットは、表 1 の ID2, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 23, 26, 27 の悩みタイプを用いた。名言データは、「名言・座右の銘 1500」から引用した。28 個ある見出しの先頭から 10 件ずつ名言を抽出し、計 280 個の名言を使用した。

次に、任意の悩みタイプに対して各名言が心に響くかをクラウドソーシングで評価してもらった。クラウドソーシングはランサーズを用いた。1 タスクにつき、報酬として 22 円支払った。タスクは悩みタイプ 1 つと名言 1 つのペアを表示し、心に響くかどうかを 5 段階のリッカード尺度で回答するものである。選択肢は、「1: 心に響く」「2: やや心に響く」「3: どちらともいえない」「4: あまり心に響かない」「5: 心に響かない」とした。1 つのペアあたり最低 10 件の評価を行ってもらい、39887 件の回答を得た。

そして、リッカード尺度の「心に響く: 5 点」～「心に響かない: 1 点」とし、悩みタイプ c に対する名言 m のワーカークの評価値の平均点を $Pr(m|c)$ とする。心に響くスコアの範囲は 1 ～5 をとり、全スコアの平均値は 2.63 であった。

4 評価実験

4.1 手順

まず評価者として、静岡大学浜松キャンパスの学部生および大学院生 7 人 (女性 1 人、男性 6 人) を募集した。評価者には悩み文に対して名言が心に響くかを評価するタスクを依頼した。実際にタスクで使用した説明文を以下に記す。

8 : SimpleTransformers | <https://simpletransformers.ai/>

9 : <https://huggingface.co/cl-tohoku/bert-base-japanese-whole-word-masking>

このタスクでは計 20 種類の悩み (文) に対して、様々な名言がリストとして提示されます。もしあなたが提示された悩みを持っているときに、提示された名言がどの程度心に響くかを 5 段階で評価してください。

選択肢は、5 段階のリッカード尺度 (「5: 心に響く」「4: やや心に響く」「3: どちらともいえない」「2: あまり心に響かない」「1: 心に響かない») とした。評価者には、悩み文と名言のリストが載った Google スプレッドシートを配布し、選択肢の数字で回答するように依頼した。

4.2 評価用データ

本節では、実験で使用した悩み文と名言データについて述べる。悩み文は hasunoha.jp¹⁰ の投稿を使用した。hasunoha.jp は、仏僧が悩みに答える Q&A サイトである。ここに投稿される悩みは様々な種類のものがあり、悩みを投稿する人の属性も様々である。また、解決策を求めるといよりも、考え方を変えて心を軽くしたいというような悩みであることが多い。以上の点から、人工天啓が対象にしている悩みであると考え、このサイトの投稿を利用した。

hasunoha.jp には「生き方・心構え」「恋愛相談・人間関係」「仏教・お坊さん」という大カテゴリが 10 個存在し、その中の小カテゴリがいくつかある。今回の実験では、大カテゴリ「生き方・心構え」の小カテゴリを先頭から 10 個用いた (「仏教における慈悲」は除いた)。実際のカテゴリを下に示す。

- 煩惱
- 他人・周りと自分を比べてしまう
- 寂しい
- 頑張れない・頑張っただけで報われるか
- ストレスを解消するには
- 生きること・生きるとは
- 人を信用できない・信じられない
- 他人の目・評価・顔色を気にする
- 気持ちを切り替えたい
- 理不尽・納得できない・ひどいこと

各カテゴリから悩み文を選択する条件は、掲載順に文書長が 200~300 字の文章とした。また、悩み文をシステムに入力する際には改行を消し、句点をつける処理を行った。10 個のカテゴリから 2 文ずつ選択し、計 20 個の悩み文を引用した。

名言は次節で説明する 3 つの手法 (提案手法、比較手法 2 つ) でランキングした上位 30 件を使用した。3 つの手法で出力された名言には被りがあるため、1 つの悩み文あたり 64~80 個の名言が選択されている。

悩み文 20 個に対してそれぞれ 70 個程度の名言があるため、評価する名言と悩み文のペアは合計で 1429 個である。「心に響く」は人によって捉え方が異なる可能性がある。悩み文や名言ごとに評価軸が揺れることを防ぐために、1 人の評価者が悩み文と名言のペア 1429 個すべての評価を行った。7 人の評価者がいるため、回答は 10003 件集まった。

4.3 比較手法

比較手法は 2 つ用意する。1 つは悩み文と名言の類似度をランキングのスコアとする手法である。これは先行研究である WEALABLE WISDOM [9] で用いられている、問いかけと名言の類似度を利用するというアイデアを悩み文と名言の検索に取り入れたものである。人工天啓が提案する悩みタイプを設定することの有効性を検証するために用意している。

ユーザから入力される悩み文を t 、名言を m 、ベクトル化された悩み文を v_t 、ベクトル化された名言を v_m としたとき、この手法のランキング関数 $rank_{cos}$ の定義は以下の通りである。

$$rank_{cos}(t, m) = \frac{\mathbf{v}_t \cdot \mathbf{v}_m}{|\mathbf{v}_t| |\mathbf{v}_m|} \quad (8)$$

実装方法は、悩み文と名言は Sentence-BERT [11] でベクトル化し、類似度の計算にはコサイン類似度を用いる。

もう 1 つは単一の悩みタイプから推定する手法を用いる。これは人工天啓が提案する悩みタイプを複合的に組み合わせることの有効性を検証するために用意している。

ユーザから入力される悩み文を t 、名言を m としたとき、この手法のランキング関数 $rank_{single}$ の定義は以下の通りである。

$$rank_{single}(t, m) = Pr(m|c') \quad (9)$$

$$c' = \arg \max_c Pr(c|t) \quad (10)$$

$Pr(c|t)$ は、提案手法と同様に分類器が出力した悩み文 t の悩みタイプ c の分類確率である。 $Pr(m|c')$ は、分類確率が最も高い悩みタイプ c' に対応する名言 m の確率を意味する。

4.4 評価指標

名言ランキングの精度評価には既存の情報検索評価指標を用いる。具体的には、P@k (Precision@k) と nDCG (normalized discounted cumulative gain) [14] を用いる。P@k は二値適合性を用いる。二値適合性は、7 人の評価者の回答を悩み文と名言ペアごとに平均した値の 3 以上を正解、3 未満の値を不正解とした。nDCG は多値適合性を用いる。多値適合性は、7 人の評価者の回答を悩み文と名言ペアごとの平均した値を小数第 1 位で四捨五入したものをを用いる。各指標の定義は以下の通りである。評価用悩み文の集合を $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ 、悩み文 q の正解とされた名言の集合を $I(q)$ 、各手法のランキングから評価対象にする名言の数を k 、悩み文 q のときの上位 k 件の名言の集合を $M(q, k)$ としたとき、P@k は以下の式で定義される。

$$P@k = \frac{|M(q, k) \cap I(q)|}{k} \quad (11)$$

評価用悩み文の集合を $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ 、検索された名言の順位を r 、検索結果数の上限を r_{max} 、悩み文 q で検索された結果の第 r 位の心に響くスコアを $s(q, r)$ としたとき、nDCG は以下の式で定義される。

$$nDCG = \frac{\sum_{r=1}^{r_{max}} \frac{s(q, r)}{\log(r+1)}}{\sum_{r=1}^{r_{max}} \frac{5}{\log(r+1)}} \quad (12)$$

10: <https://hasunoha.jp/>

表 4 悩み文ごとの正解の割合, P @ k の評価値. (なお, 正解の割合とは名言リストにおける真の正解の割合を意味する.)

悩み文	悩みカテゴリ	正解の割合	P@5			P@10			P@20		
			提案	比較 1	比較 2	提案	比較 1	比較 2	提案	比較 1	比較 2
1	煩悩	0.35	0.80	0.40	0.20	0.70	0.30	0.10	0.80	0.20	0.25
2	煩悩	0.37	0.80	0.00	0.80	0.60	0.00	0.80	0.60	0.15	0.70
3	他人・周りと自分を比べてしまう	0.55	0.60	0.40	1.00	0.70	0.30	0.80	0.75	0.20	0.80
4	他人・周りと自分を比べてしまう	0.65	0.80	0.60	0.40	0.80	0.40	0.60	0.80	0.45	0.70
5	寂しい	0.40	0.40	0.20	0.40	0.70	0.30	0.70	0.70	0.25	0.65
6	寂しい	0.41	0.40	0.60	0.20	0.50	0.40	0.20	0.60	0.35	0.40
7	頑張れない・頑張って報われるか	0.59	0.80	0.20	0.80	0.90	0.20	0.90	0.85	0.35	0.80
8	頑張れない・頑張って報われるか	0.44	0.60	0.00	0.40	0.50	0.00	0.50	0.65	0.25	0.45
9	ストレスを解消するには	0.26	0.40	0.20	0.60	0.50	0.10	0.60	0.35	0.15	0.35
10	ストレスを解消するには	0.21	0.20	0.00	0.40	0.30	0.10	0.30	0.30	0.05	0.30
11	生きること・生きるとは	0.21	0.40	0.00	0.40	0.30	0.00	0.30	0.25	0.00	0.50
12	生きること・生きるとは	0.29	0.20	0.20	0.20	0.50	0.30	0.30	0.40	0.25	0.45
13	人を信用できない・信じられない	0.20	0.40	0.00	0.40	0.40	0.10	0.50	0.25	0.05	0.35
14	人を信用できない・信じられない	0.16	0.40	0.00	0.40	0.20	0.00	0.20	0.20	0.05	0.30
15	他人の目・評価・顔を気にする	0.52	0.60	0.20	0.60	0.60	0.10	0.70	0.75	0.20	0.75
16	他人の目・評価・顔を気にする	0.50	1.00	0.20	0.60	0.70	0.30	0.60	0.65	0.30	0.65
17	気持ちを切り替えたい	0.39	0.40	0.20	0.60	0.60	0.50	0.50	0.60	0.35	0.50
18	気持ちを切り替えたい	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.30	0.45	0.30	0.50
19	理不尽・納得できない・ひどいこと	0.19	0.00	0.20	0.60	0.10	0.20	0.50	0.15	0.10	0.40
20	理不尽・納得できない・ひどいこと	0.09	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.15	0.00	0.05
平均		0.36	0.49	0.20	0.47	0.51	0.21	0.47	0.51	0.20	0.49

各指標の計算には PyNTCIREVAL パッケージ¹¹を用いた。

5 結果

本章では 4 章で行った評価実験の結果について述べる。評価に使用した悩み文ごとの正解名言の割合を表 4 に示す。ランキング対象となる名言リストにおける正解名言の割合を悩みカテゴリごとにとみると、悩み文 4 が属する「他人・周りと自分を比べてしまう」が大きく、悩み文 20 が属する「理不尽・納得できない・ひどいこと」が小さかった。

次節から、4 章で説明した評価指標 (P@k, nDCG) の結果を述べる。最後に、nDCG の結果をもとにケーススタディを行う。

5.1 適合率

今回の実験では、k の値を 5, 10, 20 とした。悩み文ごとの評価値およびそれらを平均した値を表 4 に示す。適合率は、提案手法 > 比較手法 2 > 比較手法 1 の順で高いと予想していた。平均値をみると、P@5, P@10, P@20 いずれも提案手法 > 比較手法 2 > 比較手法 1 の順で値が高かった。しかし、悩み文ごとに P@k の値が大きく異なり、比較手法 2 の値が最も高いものが提案手法と同量に存在している。悩み文 20 はどの手法においても値が小さかった。

5.2 nDCG

P@k と同様に、悩み文ごとの評価値およびそれらを平均した値を表 2 に示す。次節では、これらの値をもとにケーススタディを行う。評価値は、提案手法 > 比較手法 2 > 比較手法 1 の順で高いと予想していた。実際の結果は、平均値をみると、比較手法 2 > 提案手法 > 比較手法 1 の順で評価値が高かった。しかし、提案手法と比較手法 2 はかなり近い値を示した。P@k が二値適合性に対して、nDCG は多値適合性を用いてるが、悩み文ごとの評価値の傾向は概ね同様であった。例えば、提案手法は悩み文 1, 4, 7, 20 が高かった。比較手法 1 は悩み文 4, 6, 18 が高かった。比較手法 2 は悩み文 3, 4, 9, 13, 14, 19 が

表 5 悩み文ごとの nDCG の評価値. (各悩み文で最も大きいスコアを太字で表す.)

悩み文	悩みカテゴリ	提案	比較 1	比較 2
1	煩悩	0.84	0.60	0.67
2	煩悩	0.78	0.59	0.79
3	他人・周りと自分を比べてしまう	0.83	0.67	0.84
4	他人・周りと自分を比べてしまう	0.87	0.76	0.87
5	寂しい	0.76	0.64	0.75
6	寂しい	0.70	0.69	0.67
7	頑張れない・頑張って報われるか	0.79	0.58	0.76
8	頑張れない・頑張って報われるか	0.73	0.51	0.72
9	ストレスを解消するには	0.84	0.67	0.86
10	ストレスを解消するには	0.74	0.58	0.76
11	生きること・生きるとは	0.72	0.54	0.72
12	生きること・生きるとは	0.70	0.66	0.67
13	人を信用できない・信じられない	0.82	0.62	0.88
14	人を信用できない・信じられない	0.77	0.68	0.86
15	他人の目・評価・顔を気にする	0.77	0.57	0.75
16	他人の目・評価・顔を気にする	0.77	0.69	0.77
17	気持ちを切り替えたい	0.70	0.52	0.70
18	気持ちを切り替えたい	0.71	0.68	0.74
19	理不尽・納得できない・ひどいこと	0.62	0.63	0.83
20	理不尽・納得できない・ひどいこと	0.79	0.63	0.79
平均		0.76	0.63	0.77

高かった。

提案手法と比較手法 2 の nDCG スコアの差は、悩み文 19 が最も大きく、評価値は提案手法より比較手法 2 のほうが高かった。これに対して、評価値が比較手法 2 より提案手法のほうが高い悩み文の中では、悩み文 1 が最も差が大きかった。

5.3 ケーススタディ

それぞれの手法が上手く機能する場合としない場合を分析するためにケーススタディを行う。提案手法と比較手法 2 はどちらも同程度に評価値が高かった。しかし、P@k, nDCG@10 いずれも、悩み文ごとに評価値の大小が大きく異なったため、それぞれが上手く機能する場合を事例として扱う。これについては、nDCG@10 の値に大きく差がある悩み文を取り上げる。具体的には、下記の事例に着目して分析を行う。

- 提案手法が顕著に機能を発揮した事例 (悩み文 20 個のうち、nDCG@10 の値が提案手法のほうが比較手法 2 より高く、それらの差が最も大きかった悩み文)

- 比較手法 2 が顕著に機能を発揮した事例 (悩み文 20 個のうち、nDCG@10 の値が比較手法 2 のほうが提案手法より高く、それらの差が最も大きかった悩み文)

悩み文の文章、検索結果、悩みタイプの判定結果をそれぞれ示す。検索結果の各名言の後ろの括弧内には、7 人評価者の回答を平均した値を適合スコアとして記す。太字は「正解: 心に響く」とされた値である。なお、悩みタイプの判定結果は、分類器の分類確率が 0.5 以上のものであり、提案手法のランキング関数には 14 個の悩みタイプすべての分類確率が使用されている。

5.3.1 提案手法が顕著に機能を発揮した事例

提案手法が顕著に機能を発揮した悩み文 1 について結果を示す。

11: PyNTCIREVAL | <https://github.com/mpkato/pyNTCIREVAL>

表 6 悩み文 1「やりたいこともなく、無気力になって生きていく意味がわからないとき」の検索結果上位 3 件。（各名言の後ろの括弧内は、評価者 7 人の回答を平均した値、太字は「正解: 心に響く」とされた値を示す。）

順位	提案手法	比較手法 1 (rank _{cos})	比較手法 2 (rank _{single})
1	大切なのは、自分のしたいことを自分で知っていることだよ by トーベ・ヤンソン (4.29)	恋と戦争には、あらゆる戦術が許される。 by ジョン・フレッチャー (1.86)	短い人生の中で、最も楽しいことは、自分の心の波長と合う人との出会いです。 by 稲盛和夫 (2.71)
2	自分の前に敵がいっぱいあらわれたときは振り返って見よ。味方がいっぱいいるものだ。 by 生田長江 (2.00)	臆病は伝染するものだ。 by R・L・スティーヴンスン (2.29)	長続きするたった一つのは片思い by 映画『ウディ・アレンの影と霧』 (1.57)
3	疲れた人は、しばし路傍の草に腰をおろして、道行く人を眺めるがよい。人は決してそう遠くへは行かない。 by アイヴァン・ツルゲーネフ (3.71)	転んだときはいつも何か拾え。 by オズワルド・アペリー (3.29)	何事も経験してみるまでわからない。諺も、人生で経験してみるまでは諺にならない。 by ジョン・キーツ (4.29)

以下が悩み文本文である。

何かが好き、もっと欲しい、もっとこうしたい、ああなりたい、というような気持ちは「欲」という煩惱だと思いますが、こういった気持ちが全く何もなくなる時があります。「欲」がなくなった状態とは、仏教的には良い状態なのではと思うのですが、そういう境地の時は何かに執着している時以上に生きるのが辛いと感じます。何もやりたい事も無く、求めるものも無いと無気力になり、なぜ生きているのかと言う事を、よく考えてしまいます。欲を無くし、ただ辛い世の中だと思いつつながら生きるの正しい生き方なのでしょうか。私は今、何を求めているのか何がしたいかわかりません。それもまた別の煩惱と言うのかもしれません。

この悩みはやりたいこともなく、無気力になって生きていく意味がわからないときの悩みである。検索結果の上位 3 件の名言を表 6 に示す。

悩み文 1 の引用元でのカテゴリは「煩惱」である。分類器が出力した悩みタイプは以下の通りである。最も高い確率を出力した悩みタイプを太字で示す。

- 精神的に疲れている
- 愛することの意味が分からない**
- 片想いをしている

5.3.2 比較手法 2 が顕著に機能を発揮した事例

比較手法 2 が顕著に機能を発揮した悩み文 4 について結果を示す。以下が悩み文本文である。

ほぼ愚痴で申し訳ないのですが、先日買い物帰りに自転車で横断歩道を曲がったところ直進してきたバイク（大型二輪）に暴言を吐かれました（内容は記憶が薄れてしまい思い出せませんが「パーカ!!」と言われたことだけ覚えています）。私は普通に曲がっただけです（見通しはいいです）、猛スピードで直進してきたのはあちらなので暴言を吐かれる覚えは無いのですがさすがにムカつきました。暴言を受け取りたくないのに踏ん張っているのですが、難しいです。何か気持ちをスッキリさせるお言葉を頂けないでしょうか？

この悩みは、自身に非はないが、暴言を吐かれてイライラしたときの悩みである。検索結果の上位 3 件の名言を表 7 に示す。

悩み文 19 の引用元でのカテゴリは「理不尽・納得できない・ひどいこと」である。分類器が出力した悩みタイプは以下の通りである。最も高い確率を出力した悩みタイプを太字で示す。

- 周囲の評価や人の目が気になる
- イライラと怒りっぽくなっている**

表 7 悩み文 19「自身に非はないが、暴言を吐かれてイライラしたとき」の検索結果上位 3 件。（各名言の後ろの括弧内は、評価者 7 人の回答を平均した値、太字は「正解: 心に響く」とされた値を示す。） ※×××は公序良俗に反する記述のため省略。

順位	提案手法	比較手法 1 (rank _{cos})	比較手法 2 (rank _{single})
1	自分の前に敵がいっぱいあらわれたときは振り返って見よ。味方がいっぱいいるものだ。 by 生田長江 (2.43)	何を笑うかによって、その人柄がわかる。 by マルセル・パニョル (3.14)	怒っていても、泣いていても、笑っていても、変わらず一生は過ぎるものである。だったら笑っていた方が得ではないか。 by 大津秀一 (2.71)
2	間違っていたと認めるのは、なんら恥ではない。それは言い換えれば、今日は昨日よりも賢くなったということなのだから。 by アレキサンダー・ポープ (2.00)	給料をもらって働くか、働いてから給料をもらうか。 by 松井道夫 (1.86)	怒りは無謀をもってはじまり、後悔をもって終わる。 by ビタゴラス (2.57)
3	自由に生きてても、忍耐で生きてても、それほど文句を言われる量は変わらないと思う。だとしたら、自由に生きたほうが、自分のためになるのではないか。 by 大津秀一 (1.86)	×××は××××××ではなく、耳と耳の間で行う。 by 北村邦夫 (1.71)	憎しみはその心を抱くものの上に戻ってくる。 by ペーターベン (3.29)

6 考 察

本研究で提案した人工天啓は、悩みタイプを設定し、その悩みタイプを複合的に組み合わせることで、心に響く名言を検索できるようにした。

6.1 悩みタイプを設定することの有効性

既存の悩みと名言の文章の類似度から検索する方法（比較手法 1）と悩みの背後にある悩みタイプを考慮する方法（提案手法、比較手法 2）では、明らかに後者の方が適合率の平均値と nDCG の平均値が高かった（5.1 節、5.2 節）。悩みと名言の文章の類似度から検索する方法（比較手法 1）の評価値が低かった理由として、悩みと名言の性質的な点で問題があったと考えられる。名言は悩みを要約したのではなく、悩みに対しての答えであるという性質を持っている。そこで、単に悩みと名言の文章の類似性を計算しても、名言が悩みに対する回答として妥当であるかは測れないと考えられる。このように、類似しているかで判定するのではなく悩みタイプに落とし込むことは、適切な名言を検索するうえで有効であることが明らかになった。

6.2 悩みタイプを複合的に組み合わせることの有効性

潜在的な悩みタイプを考慮する方法（提案手法、比較手法 2）の中では、提案手法の方が高い性能を示すと予想していたものの、平均値ではほとんど差がみられなかった（5.2 節）。しかし、悩み文ごとに提案手法の方が高い場合と比較手法 2 の方が高い場合が異なった。そこで本節では 5.3 節のケーススタディについて提案手法と比較手法 2 に絞って考察し、詳細を議論する。

6.2.1 提案手法が顕著に機能を発揮した事例

5.3.1 項の悩み文 1 は特定の場面での悩みではなく、人生全体に対しての達観した悩みである。このようなとき、単一の悩みと断定する比較手法 2 は、その判定が間違っていたときに全く異なる脈絡の名言を出力してしまう可能性がある。悩みが任意の悩みタイプである確率が低くても、14 個の悩みタイプの中で最も高ければその悩みタイプであると判定してしまうからである。それに対して、提案手法は複合的な悩みを考慮するため、適した名言を検索できたと考えられる。

6.2.2 比較手法2が顕著に機能を発揮した事例

5.3.2項の分類器が出力した悩みタイプについて、悩み文から読解すると「イライラと怒りっぽくなっている」というのは該当しているが、「周囲の評価や人の目が気になる」はあまり該当していないと思われる。それに対して、提案手法では該当していない悩みも考慮してしまうため、適する名言が検索できなかった可能性がある。このように、悩み文19は具体的な場面を想定しており、イライラしているという本人の状況が文章に表れている。このような単一の悩みタイプが悩み文に適合しているとき、余分な悩みタイプが考慮されないの、提案手法に比べて比較手法2は適切な名言を検索できたと考えられる。

以上のケーススタディにより、提案手法は対象が抽象的な悩みに強く、比較手法2は場面が具体的な悩みに強いと考えられる。提案手法が具体的な悩みに弱い点に関しては、悩みタイプ分類器の推定確率の精度を向上させることで解決できると考えられる。よって、悩みタイプを複合的に組み合わせることの有効性も示唆された。

6.3 ランキング関数の改善

本稿で提案した人工天啓のランキング関数は、悩みの文章から悩みタイプを判定することで心に響く名言を検索できるようにした。しかし、名言が心に響くかは性格や感性、教養、培ってきた人生経験によるものが大きいと考えられる。そこで、悩みタイプだけではなく、年齢や性別、性格を考慮することで、より個人に適した名言が検索できると考えられる。

7 おわりに

本稿では、悩みを持った人の気持ちを切り替え、前向きにするための名言を提示する検索エンジン「人工天啓」を提案した。人工天啓はユーザの悩みに対して、悩みが置かれている心の状態（悩みタイプ）を複合的に組み合わせることで名言を検索する。評価実験の結果、人工天啓は既存の手法である悩みと名言の文章の類似度から検索する方法より明らかに有効であることが示された。また、人工天啓は単一の悩みタイプから検索する手法に比べて、抽象的な悩みに強く、悩みタイプに直接該当しないような悩みに対して比較的有効性が高いことが示唆された。今後は本研究で作成した人工天啓をアプリケーションとして実装することで、人々のメンタルヘルスの改善に貢献したい。

謝 辞

本研究はJSPS科研費JP18H03244, 21H03554, 21H03775の助成を受けたものです。また、本研究は、国立情報学研究所のIDR データセット提供サービスによりヤフー株式会社から提供を受けた「Yahoo!知恵袋データ(第3版)」を利用したものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

[1] MK Anniko, Katja Boersma, and Maria Tillfors. Sources of stress and worry in the development of stress-related mental health problems: A longitudinal investigation from early-to

mid-adolescence. In *Anxiety, Stress, & Coping*, Vol. 32, pp. 155–167, 2019.

[2] Nader Salari, Amin Hosseinian-Far, Rostam Jalali, Aliakbar Vaisi-Raygani, Shna Rasoulpoor, Masoud Mohammadi, Shabnam Rasoulpoor, and Behnam Khaledi-Paveh. Prevalence of stress, anxiety, depression among the general population during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. In *Globalization and health*, Vol. 16, pp. 1–11, 2020.

[3] Joseph R Calabrese, Siegfried Kasper, Gordon Johnson, Osamu Tajima, Lakshmi N Yatham, and Allan H Young. International consensus group on bipolar i depression treatment guidelines. In *The Journal of clinical psychiatry*, Vol. 65, pp. 569–579, 2004.

[4] Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers)*, NAACL '19, pp. 4171–4186, 2019.

[5] Rafael A. Calvo, Karthik Dinakar, Rosalind Picard, and Pattie Maes. Computing in mental health. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '16, pp. 3438–3445, 2016.

[6] Sho Tsugawa, Yusuke Kikuchi, Fumio Kishino, Kosuke Nakajima, Yuichi Itoh, and Hiroyuki Ohsaki. Recognizing depression from twitter activity. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '15, pp. 3187–3196, 2015.

[7] Jesia Quader Yuki, Md. Mahfil Quader Sakib, Zaisha Zamal, Sabiha Haque Efel, and Mohammad Ashrafuzzaman Khan. Detecting depression from human conversations. In *Proceedings of the 8th International Conference on Computer and Communications Management*, ICCCM '20, pp. 14–18, 2020.

[8] 橋口友哉, 山本岳洋, 藤田澄男, 大島裕明. CQA コンテンツからの状況が類似する悩みの検索. 人工知能学会論文誌, 第 36 巻, pp. W12–B-1, 2021.

[9] Pat Pataranutaporn, Tomás Vega Gálvez, Lisa Yoo, Abishkar Chhetri, and Pattie Maes. Wearable wisdom: An intelligent audio-based system for mediating wisdom and advice. In *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '20, pp. 1–8, 2020.

[10] 佛木真穂, 萩原将文. 名言の特徴分析及び心に響く励まし文の自動生成. 日本感性工学会論文誌, 第 15 巻, pp. 625–633, 2016.

[11] Nils Reimers and Iryna Gurevych. Sentence-BERT: Sentence embeddings using siamese BERT-networks. In *Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing*, EMNLP-IJCNLP '19, pp. 3982–3992, 2019.

[12] Günes Erkan and Dragomir R Radev. LexRank: Graph-based lexical centrality as salience in text summarization. In *Journal of artificial intelligence research*, Vol. 22, pp. 457–479, 2004.

[13] Johannes Fürnkranz, Eyke Hüllermeier, Eneldo Loza Mencía, and Klaus Brinker. Multilabel classification via calibrated label ranking. In *Machine learning*, Vol. 73, pp. 133–153, 2008.

[14] Chris Burges, Tal Shaked, Erin Renshaw, Ari Lazier, Matt Deeds, Nicole Hamilton, and Greg Hullender. Learning to rank using gradient descent. In *Proceedings of the 22nd international conference on Machine learning*, ICML '05, pp. 89–96, 2005.