

歌詞に内在する意味を反映した言語情報提示に基づく 試聴不要な楽曲探索支援の提案

鈴木 華奈子^{1,a)} 佃 洸^{2,b)} 中塚 貴之^{2,c)} 渡邊 研斗^{2,d)} 中野 倫靖^{2,e)} 後藤 真孝^{2,f)}
田中 啓太郎^{3,g)} 森島 繁生^{4,h)}

概要：一般的な楽曲探索では、ユーザが楽曲を試聴しながら探索することを前提としているため、その過程ではユーザが自身の好みに合わない楽曲を聴く機会が多くなる。ユーザがそうした試聴を避けたいと思ったとしても、各楽曲に対して表示されているタイトル、アーティスト名、ジャケット画像などの限られた情報だけから、好みに合うかを判断するのは難しい。そこで本研究では、試聴することなく好みに合う楽曲の探索支援をするために、歌詞の情報をを用いるアプローチを提案する。具体的には、歌詞に内在する意味をキャッチコピー、モチーフ、要約文といった 21 項目の言語情報として大規模言語モデル (LLM) を用いて抽出し提示することで、歌詞全体を読むことなく歌詞の好みを判断可能にする。クラウドソーシングを用いた調査を実施し、それら 21 項目に対する好みと歌詞全体に対する好みの一致度や、歌詞全体に対する好みとその楽曲を聴いたときの好みの一致度などを分析する。

1. はじめに

音楽配信サービスや動画共有サービスを通じて膨大な数の楽曲に誰もがアクセスできるようになった。そうしたサービス上でユーザは、これまでに好きになった楽曲を聴くだけでなく、ジャンル名で検索した楽曲や、日々の楽曲聴取履歴に基づいて推薦された楽曲の中から、これまでに聴いたことがなく、かつ自分の好みに合う楽曲を探すことも日常的に行う。一般的なサービスでは、ユーザが楽曲を試聴しながら自分の好みに合うかを判断することを前提としているため、探索の過程において、ユーザが自身の好みに合わない楽曲を聴く機会が多くなる。

そうした好みに合わない楽曲の試聴を避けるためには、ユーザは楽曲に関連して提示された情報に基づいて、楽曲が自分の好みに合っているかを判断する必要がある。しかし、多くのサービスでは、楽曲のタイトルやアーティスト

名、ジャケット画像といった限られた情報しか提示されないため、そうした情報から十分な精度で好みに合うか判断するのが難しいという問題がある。

この問題を解決するために、楽曲の中身についてタイトル等よりも詳細に推測できるような情報を提示する方法が考えられる。特に楽曲自体に関する情報としては、楽曲のメロディ、テンポ、歌詞、歌声などの音楽要素があげられる。様々な音楽要素の中でも、楽曲を再生しながら歌詞を表示する機能を多くの音楽配信サービスが提供していたり [1]、歌詞の解釈を共有し合う Web サービスが公開されていたり [2] と、人々が楽曲を聴いたり楽しんだりするうえで、歌詞は重要な情報である。さらに、初めて聴く楽曲の好みを判断する際に、歌詞は重要な音楽要素の一つであることも報告されている [3]。これらの理由から、本研究では提示する情報として歌詞に着目する。

歌詞の情報を提示する際に、それぞれの楽曲に対して歌詞の先頭から末尾までの全てのテキストを表示してしまうと、ユーザが歌詞の好みを判断する際の認知負荷が大きくなりすぎるという問題がある。この問題に対して我々は、歌詞のキャッチコピー、モチーフ、要約文といった、歌詞に内在する意味に着目し、そうした情報を言語情報として提示することで、ユーザの認知負荷を下げながら効率的に歌詞に対する好みを判断できるようにするアプローチを提案する。ただし、様々な言語情報の全てを提示すると、やはりユーザの認知負荷は大きくなってしまふ。歌詞に関す

¹ 早稲田大学
² 産業技術総合研究所
³ 早稲田大学理工学術院総合研究所
⁴ 早稲田大学理工学術院
^{a)} kanakowie@toki.waseda.jp
^{b)} k.tsukuda@aist.go.jp
^{c)} takayuki.nakatsuka@aist.go.jp
^{d)} kento.watanabe@aist.go.jp
^{e)} t.nakano@aist.go.jp
^{f)} m.goto@aist.go.jp
^{g)} keitaro@aoni.waseda.jp
^{h)} shigeo@waseda.jp

る言語情報に対するユーザの好みと、歌詞全体を読んだときの歌詞に対するユーザの好みと比較したときに、両者の好みの一致度が高い言語情報だけを提示できれば、ユーザの認知負荷を下げつつ、楽曲の効率的な探索が可能になる。しかし、どのような言語情報であれば両者の好みの一致度が高くなるかは自明ではない。

そこで本研究では、歌詞に関する様々な言語情報を対象に、言語情報に対する好みと、歌詞全体を読んだときの歌詞に対する好みの一致度を明らかにする。具体的には、まず大規模言語モデル (LLM) を用いて、一つの歌詞からキャッチコピー、モチーフ、要約文、天気、季節など合計 21 種類の言語情報を抽出する。次に、クラウドソーシングを通じて、各言語情報に対する好みと、歌詞全体を読んだときの歌詞の好みを回答するタスクを実施し、240 名から得られた回答を用いて、各言語情報について両者の好みの一致度を分析する。さらに、提示した歌詞を含む楽曲を聴いたときの好みと、楽曲聴取および楽曲探索に関する好みも回答させるタスクも実施し、試聴不要な楽曲探索システムの実現可能性についての分析とその需要を明らかにする。

2. 関連研究

2.1 楽曲聴取における歌詞の役割

人々が日々音楽を聴く中で、歌詞は様々な役割を果たしている。例えば、初めて聴く楽曲が自分の好みに合っているかを判断する際は、メロディや歌声などの音響的な特徴だけでなく、歌詞の内容も好みを判断するうえで重要である [3]。また、聴く楽曲を決める際は、歌詞のトピックを考慮して決めることも一般的である [4], [5], [6]。過去に聴いたことのある楽曲を特定したい場合、その楽曲の歌詞に含まれる単語を手がかりとして伝えることも多く [7], [8]、曲を探するという状況において歌詞は活用される。

音楽配信サービスのスマートフォン用アプリで、楽曲を聴きながらアプリ上に表示された歌詞を閲覧する際は、「何と歌われているのか確認するため」「歌詞をより深く理解するため」「楽曲の構成 (A メロ・B メロ・サビなど) を確認するため」などの多様な目的で閲覧していることが報告されている [1]。そうした目的で歌詞を閲覧する際は、一度だけ閲覧するのではなく、同じ歌詞を繰り返し閲覧することが多く、歌詞の閲覧ログの分析結果から、ユーザが閲覧する歌詞の 40% 弱は、過去にそのユーザが閲覧した歌詞であることも報告されている [1]。さらに、歌詞は一人で閲覧して楽しむだけでなく、歌詞に対する解説を自由に投稿して共有し合い、歌詞への理解を深める支援をするための Web サービスも公開されている [2]。

このように歌詞は、楽曲を聴くうえで様々な場面や目的で活用されていることを踏まえて、本研究では歌詞に着目した楽曲探索支援に取り組む。さらに、歌詞に対する理解を深めることへのニーズの高さを踏まえると、探索の過程

において、歌詞に内在する意味を反映した様々な言語情報を提示することは、歌詞に対する理解を深めながら楽曲を探索することにもつながるため、特にそうしたニーズを持ったユーザに活用されることも期待できる。

2.2 歌詞を用いた楽曲探索システム

Knees らの文献 [9] で紹介されているように、楽曲の探索支援を目的としたシステムはこれまでに多数提案されてきた。本節では、本研究との関連性が高い、歌詞を用いた楽曲探索システムについて述べる。Brochu ら [10] は、メロディと歌詞テキストを入力として楽曲を検索できるように、両者を同時にモデル化する手法を提案した。Müller ら [11] は楽曲と歌詞のペアに対して、歌詞に対応する楽曲中の歌唱部分を割り当てる手法を提案し、歌詞の一部をクエリとして入力できる楽曲検索システムを提案した。ユーザが検索結果中の楽曲を選択すると、クエリの歌詞を含む箇所から音楽が再生される。ユーザが歌った歌詞と一致する楽曲の検索も多数取り組まれている [12], [13]。Fujihara ら [14] は歌詞中のフレーズに基づいて歌詞間にハイパーリンクを貼る「Music Web」という概念を提唱した。これにより、ユーザが楽曲を聴いている最中に、リンクされたフレーズをクリックすることで同じフレーズを持つ別の楽曲に遷移できる。歌詞が持つ潜在的な意味をトピックとして抽出し、トピックに基づく楽曲探索を実現したシステムとしては LyricsRadar [15] や Lyric Jumper [16] も提案された。楽曲集合を俯瞰するアプローチのひとつとして可視化の研究も行われてきた。SongWords [17] は、自己組織化マップを用いて歌詞とタグを二次元平面上に表示するテーブルトップコンピュータ向けのシステムである。Lyricon [18] は、ユーザが直感的に歌詞の内容を理解できるように、歌詞中の単語と適合するアイコンを歌詞に沿って表示するシステムである。

上記のように歌詞を用いた様々な楽曲探索システムが提案されてきたが、いずれも楽曲を極力試聴せずに好みの楽曲を探索することを動機とはしていない。そのため、歌詞に内在するどのような言語情報を提示すれば、歌詞の好みも効率的に判断しながら楽曲探索できるかはこれまでに明らかになっていない。本研究ではその点を明らかにすることで、歌詞に基づく楽曲探索の可能性をさらに広げられると考えている。

3. 歌詞に基づく言語情報の生成

1 章で述べたように、本研究では、試聴を伴わずに楽曲の好みを判断するための情報として歌詞を用いる。さらに、歌詞の好みをもっと効率的に判断可能にするために、歌詞に内在する意味を反映した言語情報に着目する。そこで次章以降で、どのような言語情報であれば、歌詞に対する好みとの一致度が高いかを調査する。その際、できるだけ多様

な言語情報を調査できるように、本研究では以下で述べる5つの観点から調査対象とする言語情報を整理し、各観点到含まれる言語情報として21項目を提案する。各項目に対応する言語情報は、近年のLLMの性能の発展を踏まえ、OpenAIにより提供されているGPT-5.1のAPIを用いて、歌詞を入力として与えて生成した。21項目のそれぞれの生成に用いたプロンプトは表1にまとめており、以下で説明する各項目の詳細を補足する説明としても参照されたい。

- (1) ある程度の長さの文章により、歌詞を詳細に説明するという観点であり、「100字要約」「200字要約」「400字要約」「推薦文」「説明文」の5つの項目が含まれる。
- (2) 歌詞に含まれる言葉を用いて、歌詞を端的に説明するという観点であり、「キーフレーズ」「キーワード」「モチーフ」「サビの1フレーズ目」の4つの項目が含まれる。
- (3) 歌詞に含まれない言葉を用いて、歌詞を端的に説明するという観点であり、「メインテーマ」「キャッチコピー」「サブタイトル」の3つの項目が含まれる。
- (4) 音楽情報処理の分野において歌詞や楽曲の分類に用いられるカテゴリを用いて、歌詞を端的に説明するという観点であり、「感情」「ジャンル」「センチメント」「トピック」の4つの項目が含まれる。「感情」で出力するカテゴリの一覧は江川ら[19]の研究を参考にし、「トピック」で出力するカテゴリの一覧はTsukudara[16]の研究を参考にした。
- (5) 歌詞が表す状況に基づいて、歌詞を端的に説明するという観点であり、「季節」「天気」「場所」「登場人物」「時間帯」の5つの項目が含まれる。例えばいずれの季節にも該当しない歌詞があるように、前述の4つの観点到含まれる項目とは異なり、この観点到含まれる5つの項目はいずれも、歌詞によっては言語情報が生成されないことがある。

4. 調査

歌詞から抽出した各言語情報に対する好みと、歌詞全体を読んだときの歌詞に対する好み（以下では、簡単のために「歌詞の好み」のように表記する）の一致度を検証するために、クラウドソーシングを用いた調査を実施した。本章では、まず調査に用いた楽曲データと、言語情報データを各参加者に評価用に割り当てる手順を述べる。次に調査の参加者が取り組むタスクについて説明し、最後にクラウドソーシングでの調査の実施方法を述べる。

4.1 楽曲データ

本調査では、VOCALOIDなどの歌声合成ソフトウェアを用いて創作されたオリジナル楽曲（以下「VOCALOID楽曲」と呼ぶ）を対象とした。具体的には、動画共有サ-

ビスの「ニコニコ動画^{*1}」に投稿されたVOCALOID楽曲の音楽動画の中から、以下の4つの条件を全て満たすVOCALOID楽曲をランダムに240曲選択し、調査に用いた。

- 条件1** ニコニコ動画への投稿日が2007年3月6日から2025年11月3日の間である。
- 条件2** ニコニコ動画における再生数が10万回以上、30万回以下である。
- 条件3** 「初音ミク Wiki^{*2}」に歌詞が存在する。
- 条件4** ニコニコ動画と同一のVOCALOID楽曲の動画がYouTubeにも存在する。

4.3節で述べるように、本調査では楽曲を聴いてもらい、楽曲に対する好みも回答してもらう。その際に、曲調の流行の影響に左右されず、できるだけ多様な楽曲を対象とするために条件1を設け、楽曲の質が一定以上である可能性を高めるために条件2の再生回数が10万回以上という条件を設けた。さらに、5章では参加者が未知の楽曲だけを対象に分析するため、既知の楽曲である可能性を下げるために条件2の再生回数が30万回以下という条件を設けた。本調査では「初音ミク Wiki」の歌詞データを用いるため、条件3を設けた。また、4.3.3項で述べるように、調査では楽曲を聴かせるが、再生が終わるまで回答できないように制御する際にYouTubeの動画埋め込みプレイヤーを使用したため、条件4を設けた。

4.2 言語情報データの割り当て

3章で述べた方法を用いて、240曲の楽曲から言語情報を抽出した。各言語情報の文字数の平均値と標準偏差を表2に示す。3章で述べたように、歌詞の状況に関する項目は全ての歌詞に対して言語情報が生成されるわけではない。今回用いた240曲の楽曲のうち、言語情報が生成された楽曲数は、「季節」が30曲、「天気」が52曲、「場所」が72曲、「登場人物」が240曲、「時間帯」が110曲であった。このように、これらの5項目は必ずしも言語情報が生成されるわけではなく、かつ生成される情報の文字数も比較的小さいことから、単体の項目としては好みの判断をするうえで十分な情報を提示できるとはいえない。そこで本稿では、これら5項目をまとめて「状況カテゴリ」と呼び、状況カテゴリに含まれる項目でありかつ言語情報が生成された項目は同時に提示して好みを回答してもらう。

参加者が楽曲 s の各言語情報に対する好みと、 s の歌詞の好みを回答する際に、 s の言語情報だけを提示すると、参加者は同じ楽曲の言語情報であることに気づいたり、歌詞全体を見たときに、その歌詞がそれまで見ていた言語情報の元となる楽曲の歌詞だと気づいたりして、回答にバイアスが生じる可能性がある。こうしたバイアスを避けるた

^{*1} <https://www.nicovideo.jp/>

^{*2} <https://w.atwiki.jp/hmiku/>

表 1 歌詞に内在する意味を反映した言語情報を GPT-5.1 で生成する際に用いたプロンプト (全 21 項目)

項目	プロンプト
100 字要約	- 90 字～110 字の短い要約 (日本語) - 歌詞の内容を、歌詞本文を逐語引用せず、日本語で短く要約してください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
200 字要約	- 190 字～210 字の要約 (日本語) - 歌詞の内容を、歌詞本文を逐語引用せず、日本語で少し詳しく要約してください。 - summary_short の単なる長文化ではなく、もう一歩踏み込んだ説明として書いてください。
400 字要約	- 390 字～410 字の要約 (日本語) - 歌詞の内容を、歌詞本文を逐語引用せず、日本語でとても詳しく要約してください。 - summary_short や summary_medium の単なる長文化ではなく、もう一歩踏み込んだ説明として書いてください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
推薦文	- この歌詞を聞き手に推薦することを想定して、この歌詞の推薦文を生成してください。 - 見出しや前置きは不要です。
説明文	- この歌詞を聞き手に説明することを想定して、この歌詞の説明文を生成してください。 - 見出しや前置きは不要です。
キーフレーズ	- この歌詞の中で、楽曲の表現したいことが伝わるような最も重要だと思われる 1 つのフレーズを出力してください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
キーワード	- この歌詞の中で最も重要な単語を 1 語だけ出力してください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
モチーフ	- 歌詞に含まれる重要なコンテンツ/モチーフを、名詞 1 語だけ抽出してください。 - 曖昧なものは除外し、確実なものだけ出力してください。 - 見出しや前置きは不要です。
サビの 1 フレーズ目	- この歌詞の中で、サビの 1 フレーズ目と思われる 1 つのフレーズを出力してください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
メインテーマ	- この歌詞のテーマを、非常に短く 1 つだけ一言で考えてください。 - 歌詞の内容を、歌詞本文を逐語引用せず、日本語で可能な限り短く要約してください。 - 見出しや前置きは不要です。
キャッチコピー	- 歌詞の内容を、歌詞本文を逐語引用せず、日本語で短く要約してください。 - この歌詞に短い 1 つのキャッチコピーをつけてください。楽曲の表現したいことが伝わるように短くまとめてください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
サブタイトル	- この歌詞にサブタイトルをつけることを想定して、サブタイトルを生成してください。 - なるべく短く一言でわかるようにしてください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
感情	- この歌詞が持つ感情を「興奮した」「驚愕した」「愉快」「幸福感」「嬉しい」「喜び」「満足」「充足」「穏やか」「落ち着き」「安心」「くつろぎ」「眠気」「疲れ」「気だるい」「退屈」「哀しみ」「憂うつ」「落ち込む」「惨めな」「フラストレーション」「不愉快」「悩み」「怒り」「緊張」「恐れ」「警戒」「覚醒した」の 28 個の中から 1 つだけ選び、1 語だけ出力してください。 - もっとも適切な 1 語だけをそのまま出力してください。余計な語や記号、説明、改行は不要です。
ジャンル	- この歌詞のジャンルを 1 つだけ判定してください。 - 日本語の 1 つの単語でまとめてください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
トピック	- 歌詞のトピックを 1 つだけ判定する分類器です。 - この歌詞のトピックを「永遠の愛」「一途な恋」「ラブソング」「大人の恋愛 (女性編)」「大人の恋愛 (男性編)」「コトバ遊び」「イケイケ」「みんなでうたおう」「歌うヒーロー」「夢と未来」「青春」「人生」「自分探し」「混沌 (カオス)」「センチメンタル」「ノスタルジー」「硬派」「光と影」「自由気まま」「浮世離れ」の 20 個の中から 1 つだけ選び、1 つだけ出力してください。 - もっとも適切な 1 つだけをそのまま出力してください。余計な語や記号、説明、改行は不要です。
センチメント	- この歌詞を、ポジティブな歌詞か、ニュートラルな歌詞か、ネガティブな歌詞の 3 つに分類してください。 - 「ポジティブ」「ニュートラル (ポジティブでもネガティブでもない)」「ネガティブ」の中から 1 つだけ出力してください。 - 曖昧な場合は最も近いものに分類してください。 - 見出しや前置きは不要です。複数行生成しないでください。
季節	- 歌詞本文から明確に読み取れる場合に限り、季節 (春/夏/秋/冬) を抽出します。 - 曖昧な場合は None とします。 - 出力は<春/夏/秋/冬/None>のいずれかのみとしてください。 - 見出しや前置きは不要です。
天気	- 歌詞本文から明確に読み取れる場合に限り、天候 (晴れ/曇り/雨/雪/嵐) を抽出します。 - 曖昧な場合は None とします。 - 出力は<晴れ/曇り/雨/雪/嵐/None>のいずれかのみとしてください。 - 見出しや前置きは不要です。
場所	- 歌詞の中で明確に読み取れる『場所』のみを抽出してください (配列)。 - 例: 海辺, 教室, 駅のホーム, 夜の街, 屋上, 祭り会場 など。 - 曖昧なものは除外し、見出しや説明は不要です。 - 複数ある場合はカンマ区切りで出力。何もなければ None とだけ出力してください。
登場人物	- 歌詞から明確に読み取れる登場人物 (呼称) を抽出してください (配列)。 - 例: 君, 僕, 私, あなた, 彼, 彼女, 友だち, 母, 父, 先生, みんな など。 - 曖昧な場合は出力しないでください。 - 見出しや説明は不要。重複は除いてください。 - 何もなければ None とだけ出力してください。
時間帯	- 歌詞本文から明確に読み取れる場合に限り、時間帯 (朝/昼/夜) を抽出します。 - 曖昧な場合は None とします。 - 出力は<朝/昼/夜/None>のいずれかのみとしてください。 - 見出しや前置きは不要です。

表 2 各項目で生成された言語情報の文字数の平均値と標準偏差

項目	平均値	標準偏差
100 字要約	99.1	11.1
200 字要約	225	21.2
400 字要約	515	69.0
推薦文	177	30.4
説明文	273	49.1
キーフレーズ	17.2	6.39
キーワード	2.64	1.54
モチーフ	2.22	1.32
サビの 1 フレーズ目	14.1	6.83
メインテーマ	14.5	4.49
キャッチコピー	33.6	7.61
サブタイトル	8.27	2.30
感情	4.08	2.57
ジャンル	3.17	0.51
トピック	5.51	2.00
センチメント	6.58	5.27
季節	3.62	1.00
天気	3.42	1.12
場所	5.98	5.37
登場人物	6.72	5.40
時間帯	2.62	1.50

めに、 s 以外の楽曲から抽出した言語情報も混在した状態で回答させた。具体的には、まず楽曲 s の状況カテゴリ以外に含まれる 16 項目の言語情報の中から 8 項目をランダムに選択する（分析対象）。次に、 s 以外の全ての楽曲から抽出した、状況カテゴリ以外の言語情報から、7 項目をダミーとしてランダムに選択する（除外するので分析対象外）。参加者は楽曲 s について、このように選択された状況カテゴリ以外の 15 項目（分析対象 8 項目とダミー 7 項目）の言語情報と、 s の状況カテゴリに含まれる 5 項目の言語情報に対して好みを回答する。

楽曲 s の 16 項目の言語情報から 8 項目をランダムに選択する際に、選ばれなかった残りの 8 項目の言語情報は、別の参加者が s を評価する際に使用される。つまり、1 曲の楽曲からは、2 名の参加者分の評価用データが作られており、120 曲の楽曲からは 240 名分の評価用データが作成された。

4.3 タスク

各参加者が取り組むタスクは、以下の 4.3.1 項から 4.3.4 項で述べる 4 つのサブタスクから構成される。

4.3.1 サブタスク 1：言語情報に対する好みの回答

4.2 節で作成した評価用データに含まれる各言語情報に対する好みを回答する。言語情報の各項目は別々の回答ページとして表示され、「トピック：センチメンタル」のように項目名と抽出された情報がセットで表示される。これに対して、表示された言語情報を持つ歌詞が自分の好みに合うかを「好き」「判断できない」「嫌い」のいずれかで回

答する。まず、4.2 節で述べた 15 項目（分析対象 8 項目とダミー 7 項目）の言語情報がランダムな順で表示されるので、それぞれに対する回答を行う。最後に、歌詞から状況カテゴリの項目が抽出できた曲ではそれらが全て表示されるので（最大 5 項目で曲によって項目数が異なる）、同様に「好き」「判断できない」「嫌い」のいずれかで回答する。

このサブタスクに取り組むにあたり参加者には事前に以下の 3 点を伝えた。(1) 表示される言語情報は必ずしも同じ楽曲の歌詞から抽出された情報とは限らない。(2) あるページで表示された言語情報に対して回答する際はそれより前のページで表示された言語情報に対して行った回答とは無関係に回答すること。(3) 言語情報を抽出する元になっている楽曲の、曲名やクリエイター名といった情報は表示されない。

4.3.2 サブタスク 2：歌詞に対する好みの回答

楽曲の歌詞の全体が表示されるので、その歌詞を最初から最後まで読んで、歌詞の好みを「好き」「どちらとも言えない」「嫌い」のいずれかで回答する。このサブタスクでは、サブタスク 1 で状況カテゴリと 8 項目の言語情報を選択する元となった楽曲の歌詞が表示される。ただし、言語情報に対する好みの回答の影響を無くすために、参加者にはそのことは伝えず、ある楽曲の歌詞が表示されるとだけ伝えた。そのうえでさらに、サブタスク 1 での言語情報に対する回答とは無関係に回答するよう指示した。ここでも、表示される歌詞の曲名やクリエイター名といった情報は表示されない。

4.3.3 サブタスク 3：楽曲に対する好みの回答

サブタスク 2 で表示された歌詞の元となる楽曲を最初から最後まで聴き、楽曲に対する好みを「好き」「どちらとも言えない」「嫌い」のいずれかで回答する。その後、楽曲の曲名とクリエイター名が表示されるので、その楽曲を知っていたかを「知っていた」「知らなかった」のいずれかで回答する。

楽曲を聴けば、サブタスク 2 で表示された歌詞の楽曲であることに気づく参加者もいると考えられる。気づきの有無による影響を無くし、全参加者の条件を統一するために、このサブタスク開始時に、先ほどの歌詞の楽曲を聴いてもらうことを伝えた。ただし、歌詞に対する好みの影響を無くすために、楽曲に対する好みの回答は、歌詞に対する好みの回答とは無関係に行うよう指示した。楽曲は動画の埋め込みプレイヤーを用いて再生できるようにした。その際、映像を見ることによる楽曲の好みの回答への影響を防ぐために、動画プレイヤーの映像の部分は参加者には見えないようにした。また、楽曲の再生が終わる前には回答の選択肢を選択できないように制御した。楽曲を聴く時点では、曲名やクリエイター名といった情報は表示されない。

4.3.4 サブタスク 4：楽曲の探索方法の好み等の回答

楽曲の探索方法の好みと、日頃の楽曲聴取傾向について、

(Q1) 楽曲探索時の楽曲聴取

まだ聴いたことのない曲の中から自分の好みに合う曲を探すときは、好みに合わない曲は聴かずに探したいですか。

回答（4段階）：

- 好みに合わない曲は極力聴かずに探したい
- 好みに合わない曲はあまり聴かずに探したい
- 好みに合わない曲もある程度聴きながら探したい
- 好みに合わない曲も積極的に聴きながら探したい

(Q2) 楽曲の探索方法の好み

まだ聴いたことのない曲の中から自分の好みに合う曲を探すときに、以下の2つの探し方であればどちらの方が好ましいですか。

探し方 1：自分の好みに合う曲だけでなく、好みに合わない曲も聴くことがあっても良いので、曲のタイトルやアーティスト名といった最低限の情報だけを見ながら、次々に曲を試聴して探したい。

探し方 2：どの曲を試聴するか決めるのに多少時間がかかっても良いので、曲のタイトルやアーティスト名といった情報に加えてその曲に関する様々な情報もじっくり見ながら、自分の好みに合わない曲は極力聴くことが無いように、好みに合いそうな曲だけを試聴して探したい。

回答（6段階）：

- 1の方がとても好ましい
- 1の方が好ましい
- 1の方がやや好ましい
- 2の方がやや好ましい
- 2の方が好ましい
- 2の方がとても好ましい

(Q3) 楽曲聴取時の歌詞の重要度

普段曲を聴くときに、歌詞の内容をどの程度気にしますか。

回答（6段階）：

- 全く気にしない
- 気にしない
- どちらかと言えば気にしない
- どちらかと言えば気にする
- 気にする
- とても気にする

(Q4) 歌声合成楽曲の聴取頻度

普段、初音ミク等を用いて作られた歌声合成楽曲をどの程度聴きますか。店などで流れている音楽は含めず、自分の意思で聴いている音楽について教えてください。

回答（7段階）：

- ほとんど聴かない
- 月に数日
- 週に1日
- 週に2～3日
- 週に4～5日
- ほぼ毎日、1日に1時間未満
- ほぼ毎日、1日に1時間以上

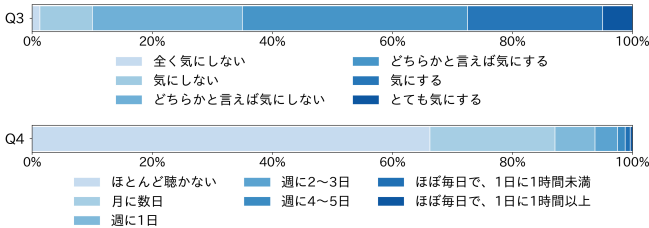


図 2 サブタスク 4 の Q3 と Q4 の回答の分布

表 3 言語情報、歌詞、楽曲に対する好みの回答の分布

	判断できない /		
	好き	どちらとも言えない	嫌い
100 字要約	56 (46.7%)	15 (12.5%)	49 (40.8%)
200 字要約	55 (45.8%)	10 (8.33%)	55 (45.8%)
400 字要約	39 (32.5%)	18 (15.0%)	63 (52.5%)
推薦文	66 (55.0%)	16 (13.3%)	38 (31.7%)
説明文	54 (45.0%)	14 (11.7%)	52 (43.3%)
キーフレーズ	45 (37.5%)	25 (20.8%)	50 (41.6%)
キーワード	47 (39.2%)	24 (20.0%)	49 (40.8%)
モチーフ	54 (45.0%)	43 (35.8%)	23 (19.2%)
サビの 1 フレーズ目	39 (32.5%)	31 (25.8%)	50 (41.7%)
メインテーマ	46 (38.3%)	19 (15.8%)	55 (45.8%)
キャッチコピー	46 (38.3%)	17 (14.2%)	57 (47.5%)
サブタイトル	47 (39.2%)	33 (27.5%)	40 (33.3%)
感情	50 (41.7%)	27 (22.5%)	43 (35.8%)
ジャンル	74 (61.7%)	34 (28.3%)	12 (10.0%)
トピック	58 (48.3%)	33 (27.5%)	29 (24.2%)
センチメント	41 (34.2%)	33 (27.5%)	46 (38.3%)
状況カテゴリ	118 (49.2%)	87 (36.3%)	35 (14.6%)
歌詞	54 (22.5%)	27 (11.3%)	159 (66.3%)
楽曲	101 (42.1%)	43 (17.9%)	96 (40.0%)

図 1 に示す 4 つの質問に回答する。

4.4 実施方法

本調査は、クラウドソーシングサービスの「ランサーズ^{*3}」を用いて実施した。4.3 節のタスクを行うためのツールは、我々が Web アプリケーションとして独自に開発し、参加者はランサーズのページから Web アプリケーションのページに移動したうえで、Web ブラウザを通じて回答した。

5. 分析

調査には 241 名が参加した。241 名のうち 1 名のみ、サブタスク 3 において楽曲を「知っていた」と回答した。楽曲を知っていたことにより回答にバイアスが生じていた可能性を除くために、本章ではこの 1 名を除く 240 名から得られた回答を分析する。本調査の参加者の特性を把握するため、サブタスク 4 の Q3 と Q4 の回答の分布を図 2 に示す。この結果から、本調査の参加者は、楽曲聴取時に歌詞を気にする回答者の方が多数派であり、VOCALOID 楽曲はほとんど聴かない回答者が多数派であった。

^{*3} <https://www.lancers.jp/>

図 1 楽曲の探索方法の好みと、日頃の楽曲聴取傾向に関する質問と回答選択肢

表 4 言語情報に対して「好き」と回答した場合の、歌詞に対する好みの回答の分布

	どちらとも			合計
	好き	言えない	嫌い	
100 字要約	14 (25.0%)	11 (19.6%)	31 (55.4%)	56
200 字要約	23 (41.8%)	6 (10.9%)	26 (47.3%)	55
400 字要約	20 (51.3%)	2 (5.13%)	17 (43.6%)	39
推薦文	21 (31.8%)	10 (15.2%)	35 (53.0%)	66
説明文	21 (38.9%)	9 (16.7%)	24 (44.4%)	54
キーフレーズ	26 (57.8%)	5 (11.1%)	14 (31.1%)	45
キーワード	16 (34.0%)	6 (12.8%)	25 (53.2%)	47
モチャーフ	16 (29.6%)	8 (14.8%)	30 (55.6%)	54
サビの 1 フレーズ目	16 (41.0%)	3 (7.69%)	20 (51.3%)	39
メインテーマ	16 (34.8%)	5 (10.9%)	25 (54.3%)	46
キャッチコピー	16 (34.8%)	5 (10.9%)	25 (54.3%)	46
サブタイトル	18 (38.3%)	6 (12.8%)	23 (48.9%)	47
感情	16 (32.0%)	5 (10.0%)	29 (58.0%)	50
ジャンル	19 (25.7%)	8 (10.8%)	47 (63.5%)	74
トピック	19 (32.8%)	5 (8.62%)	34 (58.6%)	58
センチメント	14 (34.1%)	4 (9.76%)	23 (56.1%)	41
状況カテゴリ	40 (33.9%)	15 (12.7%)	63 (53.4%)	118

5.1 言語情報による好みの一致度

言語情報 16 項目、状況カテゴリ 1 項目（実際には 1～5 項目だが同時に表示しているので分析時は 1 項目として扱う）、歌詞、楽曲のそれぞれに対する好みの回答の分布を表 3 に示す。この表 3 には、4.2 節で述べたダミーとしてランダムに選択し混在させた項目の回答は除外済みとなっていて、含まれていない。この結果を見ると、「好き」と回答した割合は、言語情報に比べて歌詞の方が低い傾向にあり、反対に「嫌い」と回答した割合は、言語情報に比べて歌詞の方が高い傾向にあることがわかる。

言語情報の好みと歌詞の好みの一致度をより詳細に考察するために、まず、言語情報に対して「好き」と回答した場合に、その言語情報が生成される元になった歌詞についても「好き」と回答することがどの程度あったのかを検証した。具体的には、例えば表 3 で「100 字要約」に対して「好き」と回答した参加者は 56 名であり、「100 字要約」の生成元となった歌詞について、この 56 名の「好き」「どちらとも言えない」「嫌い」の各回答の内訳を調べた。結果を表 4 に示す。言語情報に対して「好き」と回答した場合に、歌詞も好きであった割合は、最も値の大きい「キーフレーズ」でも 57.8%であり、次いで「400 字要約」の 51.3%であった。チャンスレートは 33.3%であるものの、多くの言語情報については、提示された言語情報を見たときに、その言語情報を持つ歌詞を好きだと思っても、歌詞全体を読んでも歌詞が好きではないケースが多いことがわかった。

次に、同様にして、言語情報に対して「嫌い」と回答した場合に、その言語情報が生成される元になった歌詞についても「嫌い」と回答することがどの程度あったのかを求めた結果を表 5 に示す。表 4 とは異なり、言語情報に対して「嫌い」と回答した場合に、歌詞も嫌いであった割合は、全ての言語情報でチャンスレートの 33.3%を上回っていた。

表 5 言語情報に対して「嫌い」と回答した場合の、歌詞に対する好みの回答の分布

	どちらとも			合計
	好き	言えない	嫌い	
100 字要約	5 (10.2%)	2 (4.08%)	42 (85.7%)	49
200 字要約	5 (9.09%)	2 (3.64%)	48 (87.3%)	55
400 字要約	6 (9.52%)	10 (15.9%)	47 (74.6%)	63
推薦文	1 (2.63%)	1 (2.63%)	36 (94.7%)	38
説明文	3 (5.77%)	0 (0.00%)	49 (94.2%)	52
キーフレーズ	2 (4.00%)	1 (2.00%)	47 (94.0%)	50
キーワード	2 (8.3%)	2 (8.3%)	20 (83.3%)	24
モチャーフ	3 (13.0%)	1 (4.35%)	19 (82.6%)	23
サビの 1 フレーズ目	4 (8.00%)	5 (10.0%)	41 (82.0%)	50
メインテーマ	6 (10.9%)	4 (7.27%)	45 (81.8%)	55
キャッチコピー	9 (15.8%)	6 (10.5%)	42 (73.7%)	57
サブタイトル	3 (7.50%)	4 (10.0%)	33 (82.5%)	40
感情	5 (11.6%)	4 (9.30%)	34 (79.1%)	43
ジャンル	3 (25.0%)	2 (16.7%)	7 (58.3%)	12
トピック	8 (27.6%)	0 (0.00%)	21 (72.4%)	29
センチメント	8 (17.4%)	5 (10.9%)	33 (71.7%)	46
状況カテゴリ	3 (8.57%)	0 (0.00%)	32 (91.4%)	35

その割合が 70%, 80%, 90%を上回っていた言語情報はそれぞれ 16 項目、11 項目、4 項目あったことから、多くの言語情報については、提示された言語情報を見たときに、その言語情報を持つ歌詞を嫌いだと思ったら、歌詞全体を読んでも歌詞が嫌いであるケースが多いことがわかった。

言語情報に対して「嫌い」と回答した場合には、その歌詞も嫌いである可能性が高いことは明らかになったものの、膨大な楽曲の中から好みの楽曲を探索することを考えると、言語情報が嫌いな楽曲を除くだけでは、好みの楽曲を見つけることは現実的ではない。そのため、表 4 で一致率が比較的高かった「キーフレーズ」や「400 字要約」の言語情報を提示し、好みに合う言語情報を持つ楽曲に絞り込んだ後に、表 5 で一致率が 80%であった言語情報を各楽曲に提示して嫌いな言語情報を持つ楽曲を除くことで、好みの楽曲に出会える確率を高める探索方法などが考えられる。また、本調査では「状況カテゴリ」以外では一つの項目の言語情報だけを提示して好みを回答させたが、例えば「200 字要約」と「サブタイトル」の言語情報を同時に提示して好みを回答させると、両方の言語情報を「好き」と回答した場合に歌詞も好きである一致度が非常に高くなるといったこともありうる。2 項目以上の項目の組み合わせをすべて調査するのは組み合わせ数が膨大になるため、どのような項目の組み合わせを調査の対象とするかは考慮する必要があるが、今後の課題として検討したい。

本調査で対象とした VOCALOID 楽曲には、独特の表現や言い回しを含む歌詞も多い。VOCALOID 楽曲に馴染みのない回答者の中には、提示された言語情報にはそうした特徴が見られなかったために「好き」と回答したが、歌詞を見ると馴染みのない表現や言い回しがあったことで「嫌い」と回答した回答者もいたかもしれない。そこで、サブタスク 4 の「歌声合成楽曲を聴く頻度」の質問に対して「ほと

表 6 「歌声合成楽曲を聴く頻度」の質問に対して「ほとんど聴かない」以外の回答をした参加者の、言語情報に対して「好き」と回答した場合の、歌詞に対する好みの回答の分布

	どちらとも			合計
	好き	言えない	嫌い	
100 字要約	5 (25.0%)	6 (30.0%)	9 (45.0%)	20
200 字要約	17 (60.7%)	2 (7.14%)	9 (32.1%)	28
400 字要約	12 (66.7%)	1 (5.56%)	5 (27.8%)	18
推薦文	10 (38.5%)	2 (7.69%)	14 (53.8%)	26
説明文	11 (50.0%)	3 (13.6%)	8 (26.4%)	22
キーフレーズ	13 (61.9%)	4 (19.0%)	4 (19.0%)	21
キーワード	2 (16.7%)	2 (16.7%)	8 (66.7%)	12
モチーフ	11 (44.0%)	5 (20.0%)	9 36.0%)	25
サビの 1 フレーズ目	7 (38.8%)	3 (16.7%)	8 (44.4%)	18
メインテーマ	7 (43.8%)	2 (12.5%)	7 (43.8%)	16
キャッチコピー	9 (56.3%)	0 (0.00%)	7 (43.8%)	16
サブタイトル	9 (60.0%)	1 (6.67%)	5 (33.3%)	15
感情	5 (27.8%)	1 (5.56%)	12 (66.7%)	18
ジャンル	13 (48.1%)	1 (3.70%)	13 (48.1%)	27
トピック	11 (42.3%)	2 (7.69%)	13 (50.0%)	26
センチメント	6 (46.2%)	1 (7.69%)	6 (46.2%)	13
状況カテゴリ	23 (50.0%)	5 (10.9%)	18 (39.1%)	46

表 7 歌詞に対する好みの回答と楽曲に対する好みの回答の分布

		楽曲 どちらとも			合計
		好き	言えない	嫌い	
歌詞	好き	35	8	11	54
	どちらとも言えない	10	8	9	27
	嫌い	56	27	76	159
	合計	101	43	96	240

んど聴かない」以外の回答をした 81 名を対象に、表 4 と同様の結果を出したところ、表 6 に示す結果が得られた。表 6 で対象となっている回答者数は多くないものの、16 項目中 12 項目と状況カテゴリでは、表 4 よりも表 6 の方が一致度が高く、上述のように VOCALOID 楽曲の歌詞に対する馴染みの有無が結果に影響している可能性が示唆された。今後は、VOCALOID 楽曲を日常的に聴いている人だけを対象に大規模な調査を行うなどして、各項目の有用性をより正確に検証したい。

5.2 歌詞と楽曲の好みの一致度

ここまでは、歌詞に対する好みとの一致度が高い言語情報の項目について検証してきた。しかし、その一致度がいくら高くなっても、歌詞に対する好みと楽曲に対する好みの一致度が低くては、好みに合わない楽曲は極力聴くことなく、好みに合う楽曲を見つけるという目的を果たすのは難しい。サブタスク 2 とサブタスク 3 を通じて、歌詞に対する好みと、その歌詞の楽曲に対する好みの回答が得られているため、両者の回答の分布を求めたところ表 7 のようになった。Fisher の正確確率検定の結果、歌詞と楽曲の好みの回答の間には有意な関連が認められた ($p < 0.001$)。特に、好みに合わない楽曲を聴かないようにする目的を踏

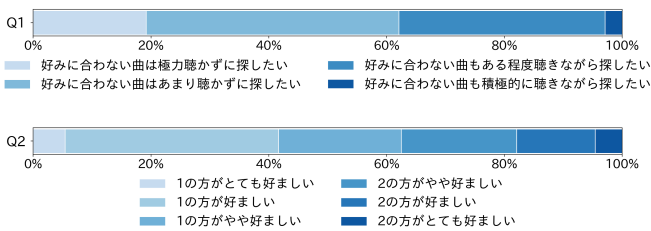


図 3 サブタスク 4 の Q1 と Q2 の回答の分布

まえると、歌詞を「好き」と回答した場合に楽曲も「好き」と回答していることが重要となるが、この割合は 54 名中 35 名で 64.8%であった。本稿では、歌詞に関する言語情報のみに着目したが、試聴不要な楽曲探索支援を実現するにあたっては、音響信号から推定した BPM などの情報もテキストで提示することは可能である。そのような音響に関する情報も併せて提示することで、楽曲を聴くことなく好きと回答した楽曲が、実際に聴いてみても好きである確率は 64.8%よりも高くできると期待される。

5.3 楽曲の探索方法の好み

サブタスク 4 の Q1 と Q2 の回答の分布を図 3 に示す。Q1 の結果を見ると、楽曲を探索する際には「好みに合わない曲は極力聴かずに探したい」という回答が全体の 19.2%を占めていた。「好みに合わない曲はあまり聴かずに探したい」という回答も含めると、62.1%と過半数を超えていた。好みに合わない曲を聴かずに楽曲探索をすることに対する需要の高さ自体、これまでの研究では明らかにされてこなかったが、この質問を通じて、その需要の高さが明らかになった。

次に Q2 の結果を見ると、「探し方 1」よりも「探し方 2」の方が好ましいという回答が 37.5%であった。「2の方がとても好ましい」という回答は全体の 4.58%であったが、音楽を聴く人口の多さを考えると、「探し方 2」の方を強く好む人数自体は潜在的には多いといえるであろう。Q1 と Q2 の回答を踏まえると、本研究で提案するような、歌詞に関連する言語情報を提示することで、次々に楽曲を試聴するよりも時間はかかるが、好みに合わない楽曲を極力聴かずに探索する方法は研究課題として重要であることが示された。

6. おわりに

本稿では、従来の試聴しながら楽曲探索をするアプローチとは全く異なる、試聴を伴わない楽曲探索支援という新たな研究テーマを提唱した。その実現に向けた第一歩として、歌詞に内在する意味を反映した言語情報 21 項目に対する好みの判断が歌詞全体を読んだときの好みの判断とどの程度一致するかや、歌詞と楽曲の好みの一致度、楽曲の探索方法の好みを、クラウドソーシングによる 240 名の回

答に基づいて分析した。その結果、以下のような知見が得られた。

- 歌詞から抽出した言語情報に対して「嫌い」と判断された楽曲は、実際の歌詞も「嫌い」なことが多い。
- 歌詞と楽曲の好みには有意な関連があり、歌詞から抽出した言語情報を活用することは、試聴せずに好みに合う楽曲を見つけるうえで有望である。
- 多少時間がかかっても良いので、楽曲に関する様々な情報を見ることで、好みに合わない楽曲を極力聴かずに楽曲探索する方法に対する需要は高く、本研究が提唱した試聴不要な楽曲探索方法の探究は研究課題として重要である。

我々は既に、試聴を伴わずにユーザの嗜好に合致する楽曲を探索可能な楽曲探索支援インタフェースのプロトタイプシステムを実装しており、本稿の知見も活かしながら、今後さらにこの新たな研究テーマを探究していく予定である。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP24H00742, JP24H00748 の支援を受けた。

参考文献

- [1] Tsukuda, K., Hamasaki, M. and Goto, M.: Why and How People View Lyrics While Listening to Music on a Smartphone, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E106-D, No. 4, pp. 556–564 (2023).
- [2] Lim, D. and Benson, A. R.: Expertise and Dynamics within Crowdsourced Musical Knowledge Curation: A Case Study of the Genius Platform, *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, Vol. 15, No. 1, pp. 373–384 (2021).
- [3] Tsukuda, K., Nakano, T., Hamasaki, M. and Goto, M.: Toward an Understanding of Musical Factors in Judging a Song on First Listen, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E108-D, No. 7, pp. 820–829 (2025).
- [4] Bainbridge, D., Cunningham, S. J. and Downie, J. S.: How People Describe Their Music Information Needs: A Grounded Theory Analysis of Music Queries, *Proceedings of the 4th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '03, pp. 221–222 (2003).
- [5] Demetriou, A., Jansson, A., Kumar, A. and Bittner, R. M.: Vocals in Music Matter: The Relevance of Vocals in the Minds of Listeners, *Proceedings of the 19th International Society for Music Information Retrieval Conference*, ISMIR '18, pp. 514–520 (2018).
- [6] Barman, M. P., Awekar, A. and Kothari, S.: Decoding The Style And Bias of Song Lyrics, *Proceedings of the 42nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, SIGIR '19, pp. 1165–1168 (2019).
- [7] Lee, J. H. and Downie, J. S.: Survey Of Music Information Needs, Uses, And Seeking Behaviours: Preliminary Findings, *Proceedings of the 5th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '04, pp. 989–992 (2004).
- [8] Lee, J. H., Downie, J. S. and Cunningham, S. J.: Challenges in Cross-Cultural/Multilingual Music Information Seeking, *Proceedings of the 6th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '05, pp. 1–7 (2005).
- [9] Knees, P., Schedl, M. and Goto, M.: Intelligent User Interfaces for Music Discovery, *Transactions of the International Society for Music Information Retrieval*, Vol. 3, No. 1, pp. 165–179 (2020).
- [10] Brochu, E. and Freitas, N. d.: “Name That Song!”: A Probabilistic Approach to Querying on Music and Text, *Proceedings of the 16th International Conference on Neural Information Processing Systems*, NIPS '02, pp. 1529–1536 (2002).
- [11] Müller, M., Kurth, F., Damm, D., Fremerey, C. and Clausen, M.: Lyrics-Based Audio Retrieval and Multimodal Navigation in Music Collections, *Proceedings of the 11th European Conference on Digital Libraries*, ECDL '07, pp. 112–123 (2007).
- [12] Hosoya, T., Suzuki, M., Ito, A. and Makino, S.: Lyrics Recognition from a Singing Voice Based on Finite State Automaton for Music Information Retrieval, *Proceedings of the 6th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '05, pp. 532–535 (2005).
- [13] Wang, C., Jang, J. R. and Wang, W.: An Improved Query by Singing/Humming System Using Melody and Lyrics Information, *Proceedings of the 11th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '10, pp. 45–50 (2010).
- [14] Fujihara, H., Goto, M. and Ogata, J.: Hyperlinking Lyrics: A Method for Creating Hyperlinks Between Phrases in Song Lyrics, *Proceedings of the 9th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '08, pp. 281–286 (2008).
- [15] Sasaki, S., Yoshii, K., Nakano, T., Goto, M. and Morishima, S.: LyricsRadar: A Lyrics Retrieval System Based on Latent Topics of Lyrics, *Proceedings of the 15th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '14, pp. 585–590 (2014).
- [16] Tsukuda, K., Ishida, K. and Goto, M.: Lyric Jumper: A Lyrics-Based Music Exploratory Web Service by Modeling Lyrics Generative Process, *Proceedings of the 18th International Society for Music Information Retrieval Conference*, ISMIR '17, pp. 544–551 (2017).
- [17] Baur, D., Steinmayr, B. and Butz, A.: SongWords: Exploring Music Collections Through Lyrics, *Proceedings of the 11th International Conference on Music Information Retrieval*, ISMIR '10, pp. 531–536 (2010).
- [18] Machida, W. and Itoh, T.: Lyricon: A Visual Music Selection Interface Featuring Multiple Icons, *Proceedings of the 15th International Conference on Information Visualisation*, ISMIR '14, pp. 145–150 (2011).
- [19] 江川翔一, 瀬島吉裕, 佐藤洋一郎: 情動評価のためのラッセルの円環モデルに基づく感情重心推定手法の提案, 日本感性工学会論文誌, Vol. 18, No. 3, pp. 187–193 (2019).