

# 木構造の類似度計算による ポピュラー音楽の歌詞とメロディの構造分析

菅原 翼<sup>1</sup> 田中 晶之<sup>2</sup> 中村 嘉志<sup>1</sup>

**概要:** 本稿では歌詞とメロディの構造がポピュラー音楽の人気度に与える影響を分析する。我々は、歌詞とメロディの構造の関係を単語の一致率として定義し、それがポピュラー音楽の人気度へ影響を与えることを示してきた。しかし、分析の一部を手動で行ったためデータ数が少なく、より厳密な分析をする必要がある。また、性質の異なる木構造の類似度計算手法が確立されていないため、歌詞とメロディの構造分析において歌詞の木を活用できていなかった。そこで、我々の先行研究の手法を自動化し分析を効率化するとともに、歌詞とメロディの木から部分木を用いて構造的な類似度を計算することで、構造の観点からそれらがポピュラー音楽の人気度に及ぼす影響を分析する。分析の結果、サビにおける歌詞とメロディの構造の類似性が高いと、聴取者の印象に残りやすくなり、ポピュラー音楽の人気度に影響を与えていることが示された。

## 1. はじめに

現在、ストリーミングサービスの流行により音楽配信業界は成長し続けており、日々多くの楽曲が公開されている[1]。それらの楽曲において、人気な楽曲は歌詞とメロディが印象に残りやすい。そのため、歌詞とメロディの関係はポピュラー音楽に影響を与えている可能性がある。それを示すことができれば、楽曲作成におけるひとつの指標とすることができる。

我々は、歌詞とメロディの構造の比較において単語の一致率を定義し、それがポピュラー音楽の人気度に影響を与えることを示した[2]。単語の一致率とは、歌詞に含まれる単語に対応する音符がメロディの音楽構造を表すタイムスパン木において、一つの部分木にまとまっているかを調べ、その割合を求めたものである。

しかし、分析の一部をこれまででは手動で行っていたため、分析に用いたデータ数が10曲と少なく、より厳密な分析が必要であることが課題として挙げられた。そこで本研究では、その分析手法を自動化しデータ数を増やすことで、より厳密な歌詞とメロディを対象とした、楽曲の人気度への影響の分析を目指す。また、対象とするアーティストを追加することで他のアーティストでも同様の傾向がみられるかを分析する。

ここで、歌詞とメロディの構造分析ではそれぞれ木構造を生成したが、これまでの分析においては、構造の比較にて係り受け木は使用しなかった。その理由として、性質の異なる木構造の類似度計算手法が確立されていないため、構成要素が異なる係り受け木とタイムスパン木の比較が難しいことが挙げられる。木構造の類似度計算手法は、どの手法においても要素の比較によって類似度を計算している。そのため、本研究で用いる係り受け木とタイムスパン木の

ように構成要素が異なると、直接的な要素の比較ができず木構造の類似度を計算できないという問題がある。そこで、歌詞と音符の対応関係を用いることで木構造の類似度計算を可能にし、これがポピュラー音楽の人気度に与える影響を明らかにする。

## 2. 関連研究

秋友らは、構文解析木間の類似度計算に部分木のマッチを用いることで、構造的な類似性を求めることができるかを調査した[3]。構文解析木から抽出した部分木列から、一致した部分木の個数や高さによる重み付けなどによって類似度を計算した。その結果、構文解析木間の類似度計算に構造的な類似性を反映させることができた。

浜中らは、任意の2つの曲間のタイムスパン木の類似度の定義を行った[4]。従来の楽曲の類似度を求める手法では多くのメロディで類似性を示さなかったことから、部分木に注目し直上の繋がり方やタイムスパンによる重みづけなどにより類似度計算の条件を緩和した。これにより、従来の手法では類似性を示さなかった任意の2つの曲に対して類似性を示した。

本研究では、歌詞と音符の対応関係に着目し、部分木を用いて係り受け木とタイムスパン木の構造的な類似性を求め、楽曲の人気度との関係を分析する。関連研究では同じ性質の木同士を比較したが、本研究では性質の異なる木を比較するという点で異なる。図1は、2つの抽出条件によって求めた、係り受け木とタイムスパン木の類似度の頻度分布である。類似度計算において全ての部分木を用いて比較した結果、ほとんど類似性を示さなかったため、1辺のみの部分木を用いて木構造を比較する。

<sup>†1</sup> 国士舘大学理工学部

<sup>†2</sup> 株式会社 NTT データ ニューソン

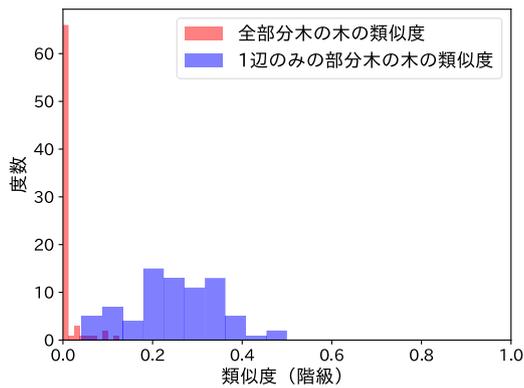


図1 部分木抽出条件の比較

### 3. 対象楽曲

単語の一致率と楽曲の人気度との関係进行分析の際に用いた GReeeN の楽曲に加え、本稿では男女2人組のヨルシカの楽曲も対象とした。どちらのアーティストにも共通した特徴は、顔を出さずに活動していることである。そのため、楽曲以外に受ける印象の影響が少ないと考えられる。

また、楽曲の人気度の基準には YouTube における再生回数を用いる。再生回数を降順にソートしたときの上位半分 of 楽曲を人気曲、下位半分の楽曲を普通曲とする。

加えて、分析では楽曲の A メロとサビを用いる。楽曲によっては A メロとサビのみで構成されているものもあるためである。

### 4. 木構造の類似度計算

歌詞とメロディを木構造で表現し、それらから部分木を抽出することで木の構造的な類似度を計算する。

#### 4.1 木の生成

歌詞に対しては、自然言語処理ライブラリのひとつである GiNZA[5]を用いて、係り受け関係を解析し係り受け木を生成する。このとき、歌詞によっては複数の係り受け木が生成されることがあり、これらをひとつの木にまとめる必要がある。早川らの研究では、句点で区切られている歌詞を木構造で表現する際に、歌詞中の各文節について意味内容の展開・収束度合いを示すものとして、文節の「展開力」を定義している[6]。本研究でも、これを単語の展開力として定義する。単語の展開力は以下の式で表す。

$$(\text{単語の展開力}) = (\text{他の単語にかかった数}) - (\text{他の単語にかかられた数})$$

図2の係り受け木を例にすると、「なれる」を幹とする木と「止まら」を幹とする木が生成されている。そこで、それぞれの単語の展開力を計算し、この値が小さい方の幹をもう一方の幹に接続する。「なれる」が-6「止まら」が-4となるため、「止まら」に「なれる」を幹とする木を接続する。

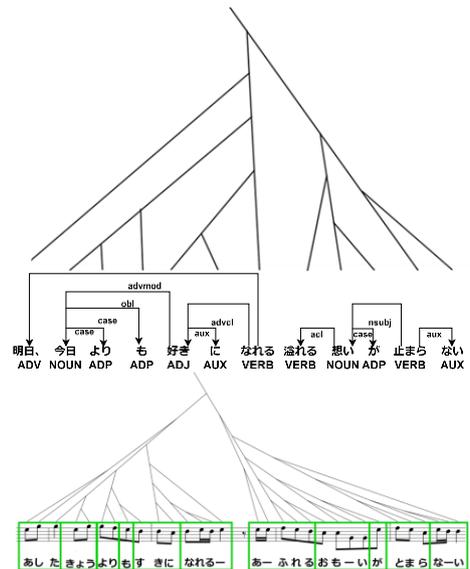


図2 係り受け木とタイムスパン木の例

これを繰り返すことで係り受け木をひとつにまとめることができる。

一方、メロディに対しては、GTTM[7]によってタイムスパン木を生成する。生成には Interactive GTTM Analyzer[8]を用いる。これによって生成された、木構造を係り受け木と比較する。

#### 4.2 歌詞と音符の対応付け

係り受け木は単語がひとつのノードであり、タイムスパン木は音符がひとつのノードである。そのため、これらの要素の対応付けを行う必要がある。楽曲内の歌詞には対応する音符が必ず存在することを利用して対応づけを行い、歌詞と音符を同じ要素とする。係り受け木を生成する際に各単語に割り振られる ID を、それに対応するタイムスパン木の音符に付与する。付与した ID を木構造の類似度計算における要素の比較に用いる。これにより、係り受け木とタイムスパン木で木の要素を比較することが可能になる。

#### 4.3 タイムスパン木の簡約化

ある単語に対応する音符は複数存在することがあり、4.2節で単語の ID を付与した直後は、タイムスパン木の中で単語の ID が重複してしまう。ある単語の ID が重複した場合、部分木の比較がしづらい。そこで、タイムスパン木の簡約化を行うことで ID を一意なものにする。

タイムスパン木のレベルはメロディにおけるその音符の重要度を表すため、レベルが低いほど重要な音符であり、レベルが高いほど装飾的な音符である。この特徴を活かしてレベルが高い音符から順に除いていくことで、本質的な音符のみを残し、メロディを抽象的なものにすることができる。これをタイムスパン木の簡約化と呼ぶ。本稿では、これを応用し重複した ID を持つ音符の中で最もルートに近いものを代表ノードとし、それ以外の音符を木から削除することで ID を一意なものとする。

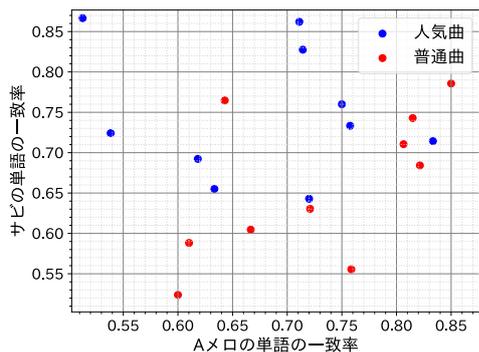


図3 GReeeeNにおける単語の一致率と人気度の関係

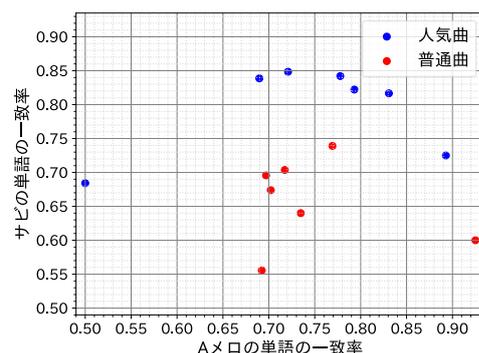


図4 ヨルシカにおける単語の一致率と人気度の関係

#### 4.4 木構造の類似度計算

類似度計算では、歌詞とメロディの木から得られる部分木を比較し、一致する割合を求める。係り受け木とタイムスパン木のそれぞれから、比較に用いる1辺のみの部分木を取り出し、それらを比較すること木の構造的な類似度を求める。4.3節においてタイムスパン木を簡約化することで、歌詞とメロディの木において要素数が等しくなるため、係り受け木とタイムスパン木から得られる部分木の総数は同一になる。

以上のことから、一致する部分木の最大数を  $N$ 、係り受け木の部分木列を  $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ 、タイムスパン木の部分木列を  $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_N\}$ 、部分木列の比較を  $com(\alpha_m, \beta_n)$  としたとき、木構造の類似度  $S$  は以下の式で表される。

$$S(\alpha, \beta) = \frac{\sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N com(\alpha_m, \beta_n)}{N}$$

なお、部分木の比較  $com$  は以下の式で表される。

$$com(\alpha_m, \beta_n) = \begin{cases} 1 & \alpha_m = \beta_n \text{ のとき} \\ 0 & \alpha_m \neq \beta_n \text{ のとき} \end{cases}$$

#### 5. 構造的な特徴量と人気度の関係の分析

ここでは先行研究に対してデータ数を増やし、単語の一致率を計算することで、楽曲の人気度の関係を分析する。図3は、GReeeeNにおける単語の一致率と人気度の関係を示す。図4は、ヨルシカにおける単語の一致率と人気度の関係を示す。分析の結果、人気曲の方が、サビの単語の一

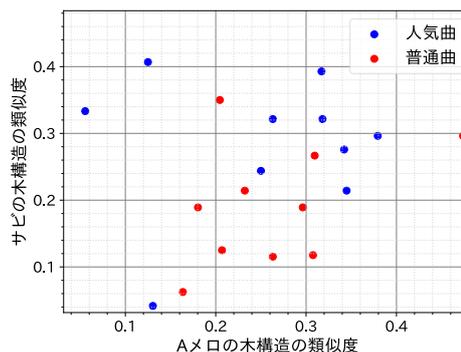


図5 GReeeeNにおける木構造の類似度と人気度の関係

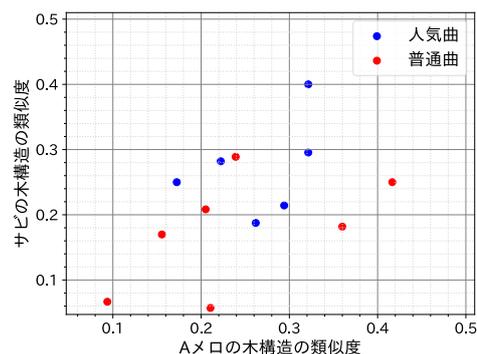


図6 ヨルシカにおける木構造の類似度と人気度の関係

致率が高い傾向が見られた。そこで、サビの単語の一致率の平均値について  $t$  検定を行ったところ、人気曲と普通曲で有意差があることを示した。特にヨルシカは  $p$  値が 0.0017 であることから、その傾向がよく表れていることがわかる。

次に、木構造の類似度を計算し、楽曲の人気度の関係を分析する。図5は、GReeeeNにおける木構造の類似度と楽曲の人気度の関係を表す。図6は、ヨルシカにおける木構造の類似度と楽曲の人気度の関係を表す。結果、単語の一致率と同様にどちらのアーティストでも、サビの木構造の類似度の方が高い傾向が見られた。そこで、単語の一致率と同様に  $t$  検定を行ったところ、サビの木構造の類似度にGReeeeNでは有意差があることを示したが、ヨルシカでは有意差を示さなかった。これは、アーティストによっては係り受け木とタイムスパン木の構造的な類似度が、楽曲の人気度に影響を与えるということが考えられる。

#### 6. 考察

単語の一致率と木構造の類似度のどちらにおいても、サビの特徴量は人気曲の方が高い傾向を示した。その理由として、若者の間で流行している「楽曲のサビのみを聴く」という消費スタイルが影響していることが挙げられる。特にヨルシカは若者に人気のアーティストであるため、この流行により上記の傾向が顕著に表れたと考えられる。

また、木構造の類似度にて傾向を得られた理由に、木の

構造的な特徴が挙げられる。係り受け木もタイムスパン木も、ルートに近いほど重要な要素を表す。また、1辺のみの部分木が全て一致したとき、全ての経路が一致していることと同義であるため、完全に同じ木であることになる。つまり、類似度が高いということは、係り受け木とタイムスパン木において対応する要素の高さが一致している可能性が高い。要素の高さが一致していると、歌詞とメロディのそれぞれで重要な部分が一貫しているということになる。したがって、それが聴取者の印象の残りやすさに繋がり、楽曲の人気度に影響を及ぼす。

## 7. おわりに

本稿では、歌詞の文法構造とメロディの音楽構造の観点から、楽曲の人気度との関係を分析した。まず、既存の手法である単語の一致率の自動化により分析を効率化した。次に、我々の先行研究の手法で活用されなかった係り受け木を用いて、部分木列の比較による木構造の類似度計算を行った。その後、単語の一致率と木構造の類似度が楽曲の人気度へ及ぼす影響を分析し、サビの特徴量の影響が大きいことを示した。

今後の課題として、対象とするアーティストの追加と木構造の類似度計算における重みづけの検討が挙げられる。今回は1組のアーティストを追加したが、そのアーティストを代表するような人気曲と、コアなファンのみが聴くような不人気曲を複数のアーティストで追加することで、より一般的な傾向を明らかにできると考えられる。また、本研究では木構造の類似度計算において、高さや回数などの特徴量を用いた重みづけを行っていない。しかし、係り受け木においてもタイムスパン木においても、それらは木の構造をよく反映した特徴量であるため、これらを用いることで、より構造的な類似性を反映させることができると考えられる。

## 参考文献

- [1] 一般社団法人 日本レコード協会, Statistics Trends 日本のレコード産業 2023, 入手先<<https://www.riaj.or.jp/f/pdf/issue/industry/RIAJ2023.pdf>>, p11, 2023年3月発行.
- [2] 田中 晶之, 飯野 なみ, 西村 拓一, 中村 嘉志: 歌詞とメロディの構造比較による日本楽曲の人気度への影響分析に関する研究, 情報処理学会研究報告, Vol.2023-HCI-201, No.35, pp.1-6 (2023).
- [3] 秋友 克俊, 椎名 広光, 部分木のマッチを用いた構文解析木間の類似度について, 数理解析研究所講義録, 1489 巻, pp.209-215 (2006).
- [4] 浜中 雅俊, 平田 圭二, 東条 敏, タイムスパン部分木一致率に基づく楽曲間類似度, 情報処理学会研究報告 Vol.2014-MUS-104, No.21, pp.1-5 (2014).
- [5] 株式会社リクルート: リクルートの AI 研究機関, 国立国語研究所との共同研究成果を用いた日本語の自然言語処理ライブラリ「GiNZA」を公開, 入手先<[https://www.recruit.co.jp/newsroom/2019/0402\\_18331.html](https://www.recruit.co.jp/newsroom/2019/0402_18331.html)>, (参照 2023-12-20).

- [6] 早川 和宏, 稲垣 博人, 田中 一男: 歌謡曲における歌詞 - メロディ間の関係の抽出, 情報処理学会第 58 回全国大会, 3G-3, (1999).
- [7] Lerdahl, F. and Jackendoff, R.: A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press, Cambridge (1983).
- [8] Interactive GTTM Analyzer (Beta version ver.4), Masatoshi Hamanaka, 入手先<<http://gttm.jp/gttm/analyzer/>>, (参照 2023-12-21).

## 付録

### 付録 A.1 単語の一致率と木構造の類似度

表 1 GReeceN における単語の一致率

楽曲名	Aメロの一致率	サビの一致率
BE FREE	0.850	0.786
SUN SHINE!!!	0.600	0.524
beautiful days	0.815	0.743
no more war	0.610	0.588
たけてん	0.821	0.684
オレンジ	0.758	0.733
キセキ	0.720	0.643
サヨナラから始めよう	0.643	0.765
ピリブ	0.721	0.630
ルーキーズ	0.667	0.605
人	0.806	0.711
刹那	0.750	0.760
君想い	0.759	0.556
愛唄	0.538	0.724
扉	0.711	0.862
旅立ち	0.833	0.714
星影のエール	0.633	0.655
涙空	0.618	0.692
花唄	0.714	0.828
運か	0.513	0.867

表 2 ヨルシカにおける単語の一致率

楽曲名	Aメロの一致率	サビの一致率
あの夏に咲け	0.837	0.758
ただ君に唄れ	0.690	0.839
カトレア	0.722	0.700
ピッチコック	0.831	0.817
ブレイメン	0.702	0.674
冬眠	0.759	0.818
又三郎	0.769	0.739
左右衛門	0.500	0.684
月に吹える	0.717	0.704
準透明少年	0.721	0.848
爆弾魔	0.647	0.578
第一夜	0.735	0.640
老人と海	0.697	0.696
言って。	0.793	0.822
負け犬にアンコールはいらない	0.839	0.759
都落ち	0.925	0.600
雲と幽霊	0.893	0.725
靴の花火	0.778	0.842
451	0.692	0.556

表 3 GReeceN における木構造の類似度

楽曲名	Aメロの類似度	サビの類似度
BE FREE	0.474	0.296
SUN SHINE!!!	0.205	0.350
beautiful days	0.308	0.118
no more war	0.207	0.125
たけてん	0.296	0.189
オレンジ	0.125	0.407
キセキ	0.250	0.244
サヨナラから始めよう	0.164	0.063
ピリブ	0.310	0.267
ルーキーズ	0.232	0.214
人	0.180	0.189
刹那	0.130	0.042
君想い	0.263	0.115
愛唄	0.263	0.321
扉	0.318	0.321
旅立ち	0.379	0.296
星影のエール	0.345	0.214
涙空	0.056	0.333
花唄	0.317	0.393
運か	0.342	0.276

表 4 ヨルシカにおける木構造の類似度

楽曲名	Aメロの類似度	サビの類似度
あの夏に咲け	0.229	0.250
ただ君に唄れ	0.321	0.400
カトレア	0.114	0.241
ブレイメン	0.239	0.289
冬眠	0.214	0.344
又三郎	0.360	0.182
左右衛門	0.172	0.250
月に吹える	0.156	0.170
準透明少年	0.262	0.188
爆弾魔	0.313	0.500
第一夜	0.417	0.250
老人と海	0.094	0.067
言って。	0.321	0.295
負け犬にアンコールはいらない	0.367	0.321
都落ち	0.205	0.208
雲と幽霊	0.222	0.282
靴の花火	0.294	0.214
451	0.211	0.057