

構成音の時間発展パターンに着目した楽曲の構造解析

藤川 翔平[†] 西井 淳[†][†] 山口大学大学院理工学研究科

1 はじめに

同じ音が連続して登場するだけの曲は、単調でつまらない印象を与える。しかし、無作為に音を並べた曲も多くの場合楽曲としては受け入れ難い。何らかの規則的な音の使い方の中に、それを裏切るような音が混ざるときに、感動が生まれるのではないかと考えられる。したがって様々な音をいかなる順で、またいかなる頻度で登場させるかは良い楽曲を作る上で重要である。そこで本研究では、楽曲を特徴付ける最小要素である構成音の時間発展パターンに着目し、楽曲の構造を解析した。解析データにはクラシック、ジャズ、ロックなどのポピュラー音楽、童謡、国歌、雅楽、沖縄民謡の各ジャンルから合計 1493 曲の MIDI データを用いた。

2 リターンマップ解析

低頻出構成音と高頻出構成音がどのような時間発展パターンによって各楽曲中で出現するかを、そのリターンマップを作成することにより検討した。低頻出、高頻出構成音の判定のしきい値は、各楽曲での構成音の出現頻度順位の中央値とした。構成音の時間発展パターンのリターンマップには特徴的な 4 つのパターンが存在することがわかった(図 1)。第 1 のパターン(図 1(a))は、「ド レ ド レ ド …」などのように、いくつかの構成音の反復が多いもので、ポピュラー音楽やジャズによく見られた。第 2 のパターン(図 1(b))は、出現頻度第 1 位の構成音を極端に多く使うもので、ピアノソナタをはじめとしたクラシックに多かった。第 3 のパターン(図 1(c))は、様々な種類の構成音を多様に遷移させて使っているもので、ベートーヴェンの楽曲に多く見られた。そして第 4 のパターン(図 1(d))は上記のパターンを複合的に用いているもので、クラシックによく見られた。

3 構成音の遷移確率

各楽曲での低頻出、高頻出構成音の遷移確率をマルコフ過程とみなしてジャンル、作曲家毎に分析した。単純マルコフ過程とみなした場合の遷移確率については、ジャズやポピュラー音楽などのジャンル間には差がなかった。しかし、ベートーヴェンではピアノソナタとオーケストラ曲の間に有意差があった。特にオーケストラ曲は他ジャンルや、他作曲家と比較しても差が認められた。一方で、モーツァルトではいずれのジャンル間にも有意な差は認められなかった。すなわち、モーツァルトは独奏曲でもオーケストラ曲でも同じような構成音の遷移を用いているが、ベートーヴェンでは、特にオーケストラ曲で特徴的な構成音の遷移を用

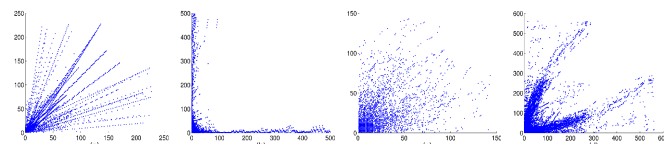


図 1: リターンマップに見られる典型的な 4 つのパターン。横軸は時間 t における構成音の頻度、縦軸は時間 $t+1$ における構成音の頻度を表す。ここで、時間 t は曲中で構成音が切り替わったとき $t \rightarrow t+1$ となる。(a) は直線型 (ポピュラー音楽: Blaque-Bring it All To Me)。(b) はへばりつき型 (ポピュラー音楽: Everclear-Father Of Mine)。(c) は散在型 (クラシック: ベートーヴェン-交響曲第 1 番第 1 楽章)。(d) は変形型 (クラシック: ベートーヴェン-ピアノソナタ第 29 番第 4 楽章)。

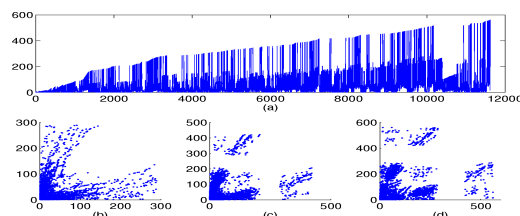


図 2: ベートーヴェンのピアノソナタ第 29 番第 4 楽章の時間発展パターン (a) とそのリターンマップ (b)~(d)。(b)~(d) は順に、区間 $t \in [1, 4000]$ (曲のはじめ)、 $t \in [4001, 8000]$ (曲の中間)、 $t \in [8001, 11618]$ (曲の最後) におけるリターンマップを示す。

いていることが伺える。また、多重マルコフ過程に基づく遷移確率では、単純マルコフ過程の遷移確率で見られなかった違いが、雅楽などで見られるようになった。

4 フラクタル次元解析

楽曲の時間発展パターンについてカオス性およびフラクタル性の存在を、リャプノフ指数とリャプノフ次元を求めることにより評価した。カオス性およびフラクタル性を示す楽曲は、1493 曲中 65 曲 (全体の約 4.4%) であった。ベートーヴェンの楽曲で比較的多かった (全体の約 11.8%)。例えば、ベートーヴェンの「ピアノソナタ第 29 番第 4 楽章」などの楽曲で図 2 のように、フラクタル構造が確認され、リャプノフ指数 λ とリャプノフ次元 D_L は $(\lambda, D_L) = (0.0260, 1.6853)$ であり、定量的にカオス性およびフラクタル性を有すると評価された。カオス性を示す楽曲では、「はじめに」で述べたように反復と裏切りを適度に含んでいる可能性が高い。また、フラクタル性を示す楽曲では、部分的な音の遷移規則を曲全体にわたるスケールでも使用していると考えられる。

5 まとめ

本研究の結果は、構成音の使用頻度の時間発展パターンに着目した力学系的視点により、楽曲の構成方法を分析・分類できることを示唆しており、その結果は、感動を生む名曲の時間構造の理解の一助になると期待している。