

非線形回帰を用いた楽曲の 1/f ゆらぎ度の測定

深澤 彩美 伊藤 克亘 (法政大学情報科学部)

1 はじめに

リラククス効果を期待して音楽を聴く事は多いが、どのような音楽にリラククス効果が高いか明確な判断基準は無く、効率的に選曲するのは難しい。1/f ゆらぎとはパワースペクトルが周波数に反比例するゆらぎの事であり、人間に心地良さを与えていると言われているが、科学的に証明出来ている訳では無い。本研究ではリラククス効果と 1/f ゆらぎの特性を持つ楽曲との関係性を、音楽聴取時の主観評価により議論する。

2 関連研究

Voss は様々な雑音に着目し、周波数や波形の相関から音楽との関わりを議論している [1]。雑音には様々な種類がある。ホワイトノイズは変動に全く相関が無く、レッドノイズは局所的に強い相関が見られる。双方の間であるのがピンクノイズであり、パワースペクトルの形状は 1/f に近い。音楽のパワースペクトルを観測した際に 1Hz から 10Hz の間に現れるピークは楽曲の持つリズムに関係している。また、0.1Hz から 1Hz の間のピークはフレーズに関係している。

3 パワースペクトルの直線への近似

パワースペクトルを直線に近似して傾きを計算する事により、直線との類似度を計算する。従来研究で用いられた手法であるが、低域が正しく近似されない。高域が計算に影響を与えていると考えられる。低域を正しく計算する為に対数正規分布を用いて非線形回帰を行った。用いる式は以下の通りである。

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma X} \exp\left(-\frac{(\ln X - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

両対数を取る前に回帰の計算を行う為、両軸が均等に計算が行われる。パワースペクトルの分布も対数正規分布をしているため、関数に近似するという点においては最も妥当な手段であるといえる。しかし、回帰後の関数は曲線になってしまい、傾きの推定が出来ない。この問題を解決する為に X 軸のみ対数を取った状態で指数関数を用いて非線形回帰を行った。用いた式は以下の通りである。

$$Y = ae^{-\beta X}$$

指数関数を用いることにより傾きの推定が可能となり、線形回帰よりも正しく低域を回帰することが出来た (図参照)。

4 1/f 様の周波数特性とリラククス効果

被験者に対象楽曲を聴かせて、楽曲のリラククス度を測定する主観評価測定を行った。ピンクノイズのパワースペクトルを近似した直線の傾きが 0.31 である事から、傾きが 0.3 に近いほど 1/f 様の周波数特性を持つ楽曲とみなし、傾きの異なる楽曲を 8 曲実験した。傾きが 1/f から離れる程、リラククス度が下がる結果となった。しかし例外の曲も存在し、フ

レーズ領域 (0.1Hz から 1Hz) の傾きも 1/f から離れる程リラククス度が下がるという結果になった。また、リズム領域 (1Hz から 10Hz) の傾きはリラククス度に相関関係は無い結果となった。

5 周波数特性による楽曲の特徴

傾きの違いに楽曲の特徴がどのように現れるかを調査した。初めに、全体の構成は同じであるが演奏方法が異なる楽曲を比較した。様々なジャンルにおいて、音数が減ると β の値が小さくなる結果となった。クラシックとポップスで比較してみるとポップスよりクラシックの方が音数による差が大きい結果となった。次に曲の長さによる比較を行うため、7 分以下の楽曲と同ジャンルの楽曲を繋げた 1 時間程度のプレイリストを比較した。全てのジャンルで一様な変化は見られなかったが、クラシック (ピアノ) は大きくなった。これは編曲の際のパターンが多いことが影響していると考えられる。

6 おわりに

音楽は演奏方法やジャンルなど様々なパターンが存在し、比較するのが難しい。従来研究ではパワースペクトルの近似に線形回帰を用いており、低周波数域を正しく計算出来ないという問題があった。今回は x 軸のみ対数を取ったパワースペクトルを指数関数を用いて非線形回帰をすることにより、低周波数域を正しく計算する事ができた。また、パワースペクトルの低周波数域の傾きが 1/f から離れるほど、リラククス度が下がることが分かった。しかし、例外の楽曲も存在し、フレーズ領域である 0.1Hz 以下の傾きも影響する事がわかった。よって、1/f 様の周波数特性はリラククス効果を測る一つの指標にする事ができると考える。

参考文献

- [1] Richard F. Voss, John Clarke 1/f noise in music : Music from 1/f noise, The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.63, No.1, pp.258-263
- [2] Michael W. Beauvieux, Quantifying Aesthetic Preference And Perceived Complexity For Fractal Melodies, Preference, Complexity, and fractal melodies, pp.247-265

