

楽曲の表層構造解析に基づくリスナーの生体反応の考察

Study of listener physiological responses in relation to surface structure of music

エバンズ ベンジャミン ルカ
Benjamin Luke Evans

棟方 渚
Nagisa Munekata

小野 哲雄
Tetsuo Ono

北海道大学 大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

Measuring and analysing the physiological responses of listeners is a standard practice in the research field of music and emotions. In this study, we have recorded two types of electrodermal activities of the skin along with the finger-tip temperature of listeners and analysed that against the surface structure (such as rhythm patterns, harmonic structure etc.) of the songs the listeners were subject to. We have compared the results of our experiments with the conclusions brought forth in other research, offering new insight into the relation of the physiological responses of listeners and the music they listen to.

1. はじめに

音楽と情動に関する研究は、何世紀も前から、様々な分野で行われてきた。特に、楽曲がそのリスナーに生体心理学的な反応を及ぼすことがある、ということは、既に多くの研究において認められている。しかし、楽曲を構成する要素が多く、それらが複雑に絡み合っているゆえに、具体的に楽曲のどの部分がリスナーのどの反応に起因しているか、ということについては、特定することが難しい[松井 2003]。

本研究では、実験に用いた楽曲を、その表層構造(リズムパターン、和声パターンなど)で分析し、楽曲構造とリスナーの生体反応の推移とを比較した。特に本研究では、先行研究で利用されてきた音響信号を用いた楽曲の解析とは異なって、記譜された情報(楽譜)をもとに楽曲を構造化し、そのデータとリスナーの生体反応との関連性について検討した。

本稿著者は、ある楽曲に対する作曲者の「意図」と、リスナーの「印象」との関係性を調べる実験を行ってきた。その中で、楽曲に対する印象のアンケート結果より、リスナーは、作曲者が意図していた印象と似た傾向を持つ印象を楽曲に対して抱いていることが分かった[エバンズ 2013]。また、個人差がある中でも、楽曲を聴くリスナーの生体反応には統一的な傾向が見受けられ、その一部が作曲者自身の生体反応にも観測された[Evans 2014]。また、被験者を集めた追実験から、リスナーはその音楽経験の違いによって、楽曲に対して異なる印象を抱き、生体反応にも差が見受けられることを確認した[エバンズ 2014]。

本稿では、以上の実験で得られた被験者の生体計測データを用いて、新たな考察を行う。特に、実験で用いた楽曲をその楽譜から音楽学的に解析し、フレーズごとに特性を抽出し、それと被験者データとの関係性に着目した。その結果、和音やリズムが似たフレーズ同士では、被験者内で統一的な反応を示すことがあるとわかった。

2. 関連研究

音楽情動研究では、リスナーの情動推定に様々な生体信号が利用されてきた。その代表例として、皮膚電気反応(SCR, あるいは GSR など)や指尖温度などが挙げられる。先行研究には、楽曲に対するリスナーの印象とその皮膚電気反応とに相関があ

ることを確認しているもの[中村 1984]や、生理的緊張状態が演奏の盛り上がり大きく左右されていることを確認しているものがある[葛田 1997]。また、聴いている音楽のジャンルによっても SCR に変化が生じる場合のあることが確認されている[Van der Zwaag 2011]。

このような先行研究では、計測したリスナーの生体信号から大域的な動向や特性を抽出し、楽曲全体の特徴と照らし合わせて解析している。楽曲に「遅い」や「速い」などのラベル付けを行ったり、「強弱がはっきりしている」、「ポップなアレンジ」などと曖昧な分析を行ったりするものが多く、生体信号の局所的な変動と楽曲との関係を考察したものは少ない。本研究では楽曲をフレーズ単位で分析し、生体信号と楽曲のより局所的な関係性について考察した。

3. 実験

実験は被験者(33人、男性23人、女性10人、平均年齢23歳)ごとに2日に渡って行われ、それぞれ同じ時間帯に同じ環境で1日につき2曲ずつ、合計4つの楽曲を聴いてもらった。楽曲は全て、実験者が過去に作曲及び演奏したものを用いた。両日とも、最初に聞いた楽曲は実験環境に慣れ、安静してもらうために聴かせたもので、データ解析は全て2曲目として流した楽曲2つについて行った。この2曲を楽曲A、Bと呼ぶ。

楽曲はともに、楽譜をそのままMIDI音源で演奏したファイルを被験者に聞いてもらった。楽曲Aはハ短調、八分の十二拍子で、演奏時間は2分40秒であった。中間部では一部ホ長調に変調する。MIDI音源にはGarritan Instrumentsの「Steinway Piano」を利用した。楽曲Bは変ロ長調、八分の十二拍子で、演奏時間は2分5秒、MIDI音源には「Choir Ahs」を利用した。MIDI音源の選択は、本来楽曲が演奏される器楽編成に最も似たもの採用した。

実験中は、被験者の生体信号を計測した。その内、本稿では2種の皮膚電気活動と指尖脈波の解析結果を紹介する。

人は不安や緊張が低下している時などに交感神経緊張の抑制が起こり、皮膚温が上昇することが知られている。一方、皮膚電気活動は、交感神経系による汗腺の活動を捉える。人は興奮や緊張などの心理的動揺を感じると、手のひらなどに発汗が生じることが知られている。本研究では様々な皮膚電気活動の中から、一過性の反応を示すSCR(Skin Conductance Response)と、緩徐な変動を示すSCL(Skin Conductance Level)を測定した。

なお、生体信号の計測機器の詳細やその他の実験設定については、[エバンズ 2014]などを参照されたい。

著者連絡先: 北海道大学大学院情報科学研究科情報理工学
専攻、ヒューマンコンピュータインタラクション研究室
{benjamin, munekata, tono}@complex.ist.hokudai.ac.jp

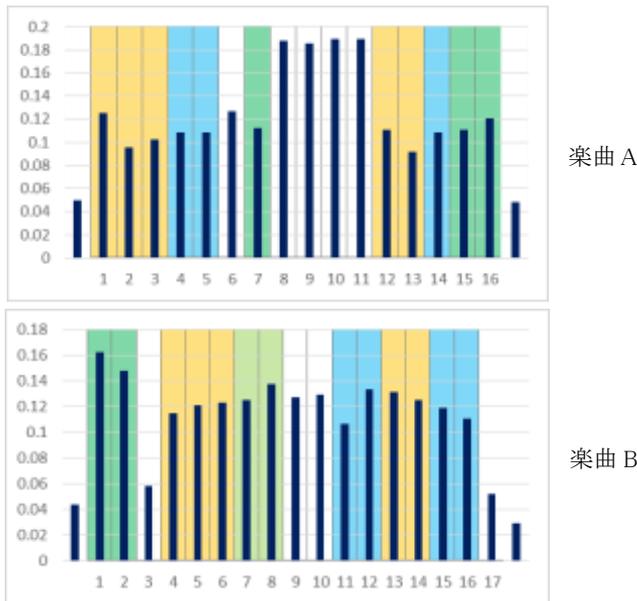


図 1：各フレーズにおける指尖皮膚温の変化量被験者平均
(背景色は、等しい音数を持つフレーズを示す)

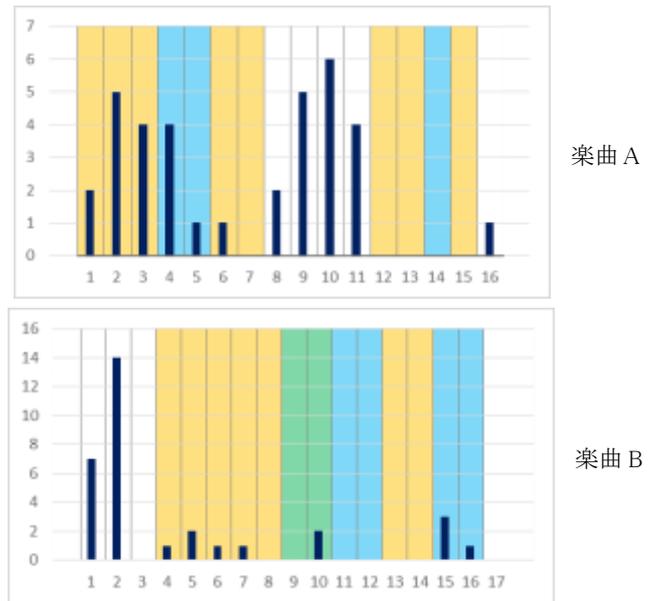


図 2：各フレーズにおいて最大 SCL 変化量を示した被験者数
(背景色は、等しいコード進行を持つフレーズを示す)

4. 結果と考察

図 1 に、各フレーズにおける、指尖皮膚温の変化量の絶対値(被験者平均)のグラフを示す。各グラフの背景色は、それぞれの楽曲の中で、音の数が等しいフレーズを示している。無色のフレーズは、他のどのフレーズとも音の数が等しくないことを表わし、無色のフレーズ同士が同じ音数を持っている訳ではない。

一般にヒトの身体は、機能を一定に保とうとして働くため、指尖皮膚温の変化量が楽曲を通してほぼ一定であることは驚きではない。しかし、楽曲の一部においては、それが急激な変化を示しているため、楽曲の中にリスナーの交感神経緊張を刺激(あるいは抑制)する要因が含まれていると考えられる。楽曲 A は、各フレーズをその音数で色分けした際に、独特な音数をもつ無色のフレーズと、皮膚温の変化量が大きく変化する部分とが一致していることが分かる。

図 2 には、楽曲の中で最大の SCL 変化を記録した被験者数を、フレーズごとに計上して示した。同じ最大変化量を記録したフレーズが複数ある被験者は、グラフに複数回計上されている。

楽曲 B では、多くの被験者は曲の冒頭で最大の SCL 変化を示している。これは新しい楽曲を聴き、まだ楽曲の構造や今後の進展を予測できない中で、多くのリスナーがある種の心理的動揺を抱いていたからだろうと考えられる。楽曲 A については、同じように楽曲の冒頭で最大の SCL 変化を示したリスナーはいるものの、楽曲の途中でコード進行が乱れるときにも最大の変化を示したリスナーもいたことが分かる。

本実験で用いた楽曲は、リズム構造の似ているフレーズはコード進行も似ている場合が多く、上述した生体反応がどちらの要因によるのか、または別の要因によるのかはまだ定められない。しかし、これら結果からも、楽曲を聴いている際のリスナーは、その聴いている楽曲の音楽学的構造と並行する様な生体反応を示していることが推測される。リスナーが無意識のうちに楽曲構造を音楽学的に解釈し、それに応じた反応を示しているのか、あるいは、音楽学がもともと人間の自然に行っている音楽解釈の体系化であり、その理論体系にはリスナーの生体反応や心理反応も反映されるものであったかは分からない。

リスナーの生体信号データを楽曲の音楽学的構造と比べた研究は少ない。本稿ではそれを行った一例を紹介し、楽曲構造と生体反応の形にはある程度の相関が見受けられる部分もあることを確認した。今後はより多くの音源を用いて追実験を行い、楽曲の構造とリスナーの反応とに統一的な関係があるのかどうか、更に検証する。

参考文献

- [松井 2003] 松井 琴世, 河合 淳子, et. al.: 音楽刺激による生体反応に関する生理・心理学的研究, 臨床教育心理学研究, Vol. 29, No. 1, pp. 43-57, 関西学院大学, 2003.
- [エバンズ 20013] エバンズ ベンジャミン ルカ, 棟方渚, 小野哲夫: 作曲者意図とリスナーの特性による楽曲印象の比較, 情報処理学会研究報告, Vol. 2014-EC-32, No. 11, pp. 1-4, 2014.
- [Evans 2014] Evansm B. L., Munekata, N., Ono, T.: Does the Audience Hear My Heart? : Comparing the Physiological Responses of Listeners with Those of the Composer, Proceedings of the International Conference on Physiological Computing Systems, pp. 161-166, 2014.
- [エバンズ 20013] エバンズ ベンジャミン ルカ, 棟方渚, 小野哲夫: Does the Audience Hear My Heart? -作曲者意図と楽曲リスナーの印象の比較-, 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-MUS-100, No. 4, pp. 1-6, 2013.
- [中村 1984] 中村均: 音楽の情動的 성격の評定と音楽によって生じる情動の評定の関係, The Japanese Journal of Psychology, Vol. 54, No. 1, pp. 54-57, 1983.
- [葛田 1997] 葛田広幸, 加藤博一, et. al.: インタラクティブアートにおける演奏家と観客の緊張状態の生理的解析, 日本バーチャルリアリティ学会論文集, Vol. 2, No. 2, pp. 9-16, 1997.
- [Van der Zwaag 2011] Van der Zwaag, M. D.: Emotional and Psychophysiological Responses to Tempo, Mode and Percussiveness, Musicae Scientiae, Vol. 15, No. 2, pp. 250-269, 2011.