ノート

音楽と情動の相関における動き情報の役割

— 緊張と弛緩の交代に着目して —

中西 里果*, 山本 佐代子**, 桐生 昭吾*, 武田 昌一*

* 東京都市大学, ** NPO法人TBIリハビリテーションセンター

The Role of Motion Information on Correlations between Music and Emotion

— Focusing on Changes between Strain and Relaxation —

Rika NAKANISHI*, Sayoko YAMAMOTO**, Shogo KIRYU* and Shoichi TAKEDA*

* Tokyo City University, Setagaya-ku, Tokyo 158-8557, Japan

** Non-profit Organization TBI Rehabilitation Center, Taito-ku, Tokyo 110-0008, Japan

Abstract : What relationships exist between music and emotions? We believe that information on motion exists in one of the most important relationships. We investigated whether the addition of visual motion images while listening to music changed the evaluation of aesthetic harmony. Subjects were asked to watch two kinds of animations (uniform velocity and uniformly accelerated motions) moving in synchronization with music and to evaluate them with reference to aesthetic harmony. The result showed that uniformly accelerated motion was preferred to uniform velocity motion. The characteristics of uniformly accelerated motions, namely, changes between strain and relaxation, were related to the mechanism of musical emotion.

Keywords : Music, Emotion, Motion information

1. はじめに

古来より音楽はヒトの情動を高揚或いは沈静化させる効果を持つとされている。また喜怒哀楽のイメージを喚起させるともいわれている。このような音楽がもたらす情動については言及されながら、そのメカニズムについては未だ確定的な理論は出されていない。しかし近年、音楽と情動の相関には、動き情報が重要な役割を担っていることを示唆する報告がなされるようになってきた。例えば、寺澤ら [1] は、音楽情動のモデル化を行っているが、そのモデルによれば、音楽情動は聴覚刺激によっても伝えられるが、それに加えて、音楽に同期して起こる運動動作の共有と、ミラーシステム（他者の動作を観察するだけで、自己においても同様な脳活動が生じる）によって支えられているとする主張を展開している。

また、我々が行った、音楽の日常的行為（リズムカルな音楽を聴くと、つい身体を動かしたくなり、そうすることが快感情をもたらす）に関する研究においても、音楽情動が動き情報と関係していることを示す結果がでていた。即ち、音楽に合わせて快く身体反応（指先による“ビートトラッキング”）している時は、運動前野と前頭前野（F3, F4）、視覚野（O1, O2）がより安定して活動していることが明らかとなり（ここでF3, F4などは、図1に示すような脳波電極位置の名称である。）、快い身体反応時には、音楽のもつイメージがより活性化され、そのイメージは動きと関連していることが示唆されたのである [2]。

さらに、実際の演奏の場においては、この音楽情動と動き情報の相関については、既に周知の事実となっている。指揮者は演奏を表現豊かにしようと試みる際、身体の動きや動きメタファーを利用し、プレイヤーに情動的意味を伝達する。中西 [3] が行った実験においても、動きをイメージさせるメタファーを利用してプレイヤーに指示した場合、演奏の表現的なパフォーマンスが向上したことが明らかになっている。

著者らはこれらの報告を参考に、音楽情動のメカニズムには、動き情報が関与しているのではないかとする図2に示すような仮説を持つに至った。すなわち、音楽を聴いた時に

図1 快いビートトラッキング時における安定的活動部位

図2 動き情報を媒介とした音楽情動メカニズム

快感情を抱いたり、或いは悲しみ、喜びといった情動が喚起されたりするのは、音楽の中に、緊張や弛緩、或いはダイナミクスの変化といった動き情報が、媒介となって働いているからではないかとする仮説である。

このような音楽と情動の相関要因として動き情報的存在をおく主張は、哲学や音楽美学の領域からも出されている。Langer [4] はその著書において「芸術作品は、緊張と緩和、均衡と不均衡、リズムの一貫性、不安定ではあるが連続した統一性等が構成されたものである。」とする主張を展開しており、また Kivy [5] によれば、旋律やテンポといった音楽的な要素が人間の情動的振る舞いと類似していることが音楽情動を生じさせるとの見解が示されているのである。

本研究では、動き情報が媒介となり、音楽情動が生み出されるとする仮説を検証する目的から、音楽の拍と拍の「間」に着目した次のような実験を行った。たとえば音楽に合わせて手をたたくという手拍子を打つ行為において、いわゆる「ノリの良い」状態で叩いている手拍子を分析すると、音楽の拍と、両掌がぶつかる打点との間が時間的に正確であるというだけではなく、両腕が開く際に、緊張(力の溜め)が作られ、両掌がぶつかることにより解放されるといった動き情報が働いていることがわかる。本研究においては、この現象に注目し、拍の打点では音楽と同期するが、拍と次の拍に至るまでの「間」の動きに質的な違い(等速・等加速)がある2種類のアニメーションを作成し、各アニメーションについて被験者が行った、音楽と動きの調和感の評価について分析することとした。すなわち加速と減速という動き情報を付加したアニメーションと、ダイナミクスを感じさせにくい単調なアニメーションでは、どちらが音楽と調和しているという評価を受けるのか、これを明らかにすることにより、音楽情動メカニズムにおける動き情報の、要因としての重要性について検討を試みた。

2. 実験

2.1 実験計画及び被験者

実験は、2要因による被験者内計画で行った。第1要因は、動きの違いである。「間」の動きの質的な違いを示すために、等速で動くボールと等加速で動くボールの2水準を設定した。第2要因は、楽曲の違いである。楽曲各々のジャンルや曲調の違いによる影響の有無を調べる目的から、クラシック音楽2曲、ポピュラー音楽3曲を選択し、5水準をおいた。

被験者は成人女性5名(30代2名、40代2名、70代1名)である。被験者の有する音楽的知識や技術が、本実験の主旨に与える影響を探る目的から、被験者の2名は専門的音楽経験が豊富な者(40代1名は、音楽大学出身レベルのピアノ演奏歴があり、70代1名は邦楽の演奏家)に実験を依頼した。残る3名は、ごく初歩的なピアノ演奏指導を受けた経験を有していた。

2.2 材料

(1) 聴覚刺激

実験で聴覚刺激として使用した楽曲を表1に示す。

楽曲はクラシック音楽から2曲(表1:③④)、ポピュラー音楽から3曲(表1:①②⑤))選択した。楽曲の中で、①と⑤の楽曲は、ダンス系のビート感の強い曲、②と③はゆったりとした落ち着いた曲、④はクラシックの軽快なテンポの曲である。曲の選択にあたっては、調性については考慮せず、拍や拍子が掴みやすいものに限定した。今回の実験の主旨は、拍子や拍の「間」の動きの違いが、「ノリの良さ」や調和感にどのような影響を及ぼすかということ进行を明らかにすることにある。従って、拍や拍子が掴みやすいということはこの実験では重要であると考えたからである。

各曲とも、前奏部やritardando等のテンポが著しく変化する部分は除き、比較的テンポが安定し、旋律的に不自然さを感じられないような部分を15秒程度、切り出して刺激が作成された。

(2) 視覚刺激

アニメーション作成用ソフトFlash(Adobe社製)のAction Scriptを利用し、白地の背景に青色のボールがディスプレイ上を上下に移動(y:24~240 pixel, 原点は画面左上)するアニメーションを作成した(図3)。ボールはPCのディスプレイ上を等速運動と等加速運動の2種類の方法で上下に移動する。

等速運動条件においては、ボールはモニターの上限から下限へ、また上限へ戻るような連続運動を等速で移動する(以下等速ボール)。等加速運動条件においては、ボールが上限の位置から下限をバウンドし、上限に戻るような加速と減速の運動を上下に連続で繰り返すよう、プログラムした(以下、等加速ボール)。等速ボールの動きが意味しているのは時間的には正確であるがダイナミクスを感じさせない単調な動きである。また等加速ボールはボールが上限から下降する際、緊張が解放され、バウンド後、下限から上限へ向かう段階で緊張が元に戻るといった緊張と弛緩、緩急の交代を感じさせるイメージを持たせることを意図した。

表1 聴覚刺激として使用した楽曲

	曲名	アーティスト・作曲家
①	Wanna Be Startin' Somethin' (Edur)	Michael Jackson
②	Caribbean Blue (cis moll)	Enya
③	主よ人の望みの喜びを (Gdur)	J. S. Bach
④	Divertimento k. 136 (Ddur)	Mozart
⑤	Born This Way (Fis dur)	Lady Gaga

等速ボール (14fr/sec)

等加速ボール (20fr/sec)

図3 各条件におけるアニメーションの動きイメージ

音楽と情動の相関における動き情報の役割

表2 音楽とアニメーションの同期方法

曲	拍子	テンポ	アニメーションの動き
①	4/4	♩ = 160	1小節につき2回上下移動
②	3/4	♩ = 53	1小節につき1回上下移動
③	3/4	♩ = 62	1小節につき3回上下移動
④	4/4	♩ = 147	1小節につき2回上下移動
⑤	4/4	♩ = 125	1小節につき4回上下移動

表3 動画再生順序リスト

提示番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
楽曲番号	①	③	②	④	⑤	④	⑤	③	②	①
動きの種類	等	加	等	加	等	等	等	等	加	加

(3) 動画編集

音楽刺激と視覚刺激を同時に提示するため、動画編集ソフト (Sony 社製, Vegas Movie Studio) を使用して動画刺激の作成を行った。音楽の拍と視覚刺激におけるボールの下限折り返し点は、音楽編集ソフト付属の動画・音楽一致機能を利用して一致させた。各楽曲のテンポ、拍子はそれぞれ異なっている。その為、ボールの上下移動速度が曲により大きく相違してしまうことが予想される。この相違を避ける為に、アニメーションの動きと音楽の同期は表2の様に設定した。

演奏のアゴギギ等により不一致な箇所が生じた場合は、極力一致するように手で編集作業を行った。微細な不一致については、本実験の主眼が音楽の拍と視覚の折り返し点との厳密な一致に当てられたものではなく、拍間の動きの質的相違にあることから問題はないと判断した。各楽曲共、等速と等加速の2種の視覚刺激パターンを付加し、10の動画を作成した。動画刺激の提示順序を決定するために10の動画をランダム化し、表3に示す提示リストを作成した。(①～⑤は、表1に示した楽曲を、等・加は等速条件と等加速条件を示す)

(4) 実験機材

動画再生にはノート型パソコン (Panasonic 社製, 12.1 型 1280×800 ドット) を使用した。また被験者はオーバーヘッドバンド型ステレオヘッドフォン (SONY 社製, MDR-CD380) を利用して、楽曲の聴取を行った。

(5) 評価シート・アンケートシート

評価は、音楽とアニメーションの調和感についての程度を、シートにある評価尺度に記入するという方法で行った。評価シートに記載されているスケールは、音楽とアニメーションがどの程度、調和していると感じられるか、「全く調和していない」から「とても調和している」の7段階である。シートには評価尺度の他に、当該の楽曲が被験者が聴取した経験があるかどうかを問う項目も、さらにその曲についての好悪についての評価を「とても嫌い」から「とても好き」の7段階で求める項目も記載されている。また被験者に対し

て、「この実験における調和感とは良くマッチしていて、魅力的である感覚である」と説明した。このような説明を行った理由は、第一に調和感という概念が抽象的であり、被験者によって多様に解釈されてしまうのを極力避けるためである。第二の理由は、被験者が調和感を、本実験の主旨である快いといった情動的な“調和感”を評価するのではなく、音楽の拍とアニメーションの折り返し点の同期にのみ注目するのを避けるためである。

評価シートとは別に、被験者個人の属性についてのアンケートも実施した。アンケートの内容は、被験者の音楽学習歴、日常の音楽行動、音楽的嗜好について等の調査である。

2.3 実験手続き

被験者をPCの前にある椅子に着席するように誘導し、評価シートを配布した後、以下の項目について教示を行った。

- ① 実験は、PCディスプレイ上に表示されるアニメーションと、同時に聞えてくる音楽との調和感について、7段階で評価をするものである。
- ② 本実験における調和感とは「良くマッチしていて、魅力的である感覚」を意味する。
- ③ 本実験は、被験者の感覚的な印象評価を求めるものであり、テストや能力検査ではない。

教示終了後、被験者にヘッドフォンを着着するように指示し、見本用の動画を15秒間視聴させた。この時、ヘッドフォンの音量が適切であるかについても被験者に確認した。次に提示リスト (表3) の順番に従って実験を開始した。各動画とも2回提示した後、評定結果をシートに記入するよう依頼した。評定者が記入したのを確認後、次の動画の提示を同様な手順で10番目まで繰り返した。また実験終了後、被験者に個人的属性に関するアンケートシートを配布し、記入を求めた。

3. 結果

動きの違いが音楽との調和感に及ぼす影響をみる目的から、各動画に対し、全被験者が行った調和感についての評定平均値を図4に示す。動きパターン (2) × 楽曲 (5) の分散分析を行ったところ、動き方の主効果が、 F 値は14.22、有意水準0.05で有意であった。また音楽の違いによる効果や、交互作用がみられないことから、動き方の違いにより、被験者の調和感についての評価が変わっていることが明らかになった。等加速のついたボールの動きの方が、等速で動くボールよりも音楽の違いに関わらず、音楽とより調和していると判断されていることがわかる。すなわち音楽のジャンルを問わず、ボールが弾むようにダイナミクスを伴った動きの方が、単調な定速の動きよりも音楽と調和していると被験者には感じられることが明らかになった。

音楽の専門的指導を受けた経験が調和感の評価にあたえる影響を調べるために、指導享受経験の多寡の違いで分析を行った。指導享受経験多群 (音楽大学卒レベル、演奏家) と、

図4 楽曲別・動き別にみた被験者の調和感についての評価

図5 指導享受経験別・動きの種類別にみた被験者の調和感についての評価

指導享受経験少群（指導享受非経験者、初級者レベル）に分け、指導享受経験（2）×動き（2）の分散分析を行った。その結果、両群には有意な差がみられなかった（図5）。専門的教育を受けた経験の多寡は、本実験の調和感に関する判断に影響を与えてはいないことが明らかになった。

4. む す び

本論文では、動き情報が音楽情動メカニズムに関与していると仮定し、心理実験による検証を試みた。音楽の拍や拍子と同期するように動く等速と等加速の2種類のアニメーションを被験者に視聴させ、どちらの動きが音楽と調和しているように感じられるか評価を求めた。評価結果に対して分散分析を行った結果、等加速で動くアニメーションは等速で動くアニメーションに比べ、有意水準0.05で有意に

音楽と調和していると評価されることが明らかになった。本実験で使用した楽曲はテンポ・調性・拍子・音楽ジャンルにおいても多様であったが、被験者はどの楽曲においても、等加速（緊張と弛緩を伴った動き）の方を音楽と調和していると評価した。

さらに音楽の専門家は、演奏に情動的意図を込める目的から頻繁に動き情報を利用していることから、専門家でない者に比べ、等加速の動き情報を調和感として関連付ける傾向があることが予想された。しかし今回の分散分析の結果からはその傾向は見られず、専門家でなくとも等加速ボールを音楽と調和しているととらえていることを示唆する結果となった。

以上の実験結果は、緊張と弛緩の交代という動き情報が付加されることにより、音楽の調和感という情動評価にプラスの要因として働いている可能性を示唆しており、本研究の仮説の妥当性を一部支持していると考えられる。

今後の課題は、第一にデータの採取方法があげられる。本実験では一曲全体の印象を評価する質問紙法を用いたが、時間的存在である音楽において得られるデータに限界がある。音楽聴取と同時に被験者の時系列的データが得られるような脳機能イメージング装置等を利用し、被験者が、音楽と動きが調和していると感じている際の脳の活性化状態を明らかにすることが必要であると考えられる。第二に今回は仮説の実証を、リズムを材料として行ったが、音楽の中にはリズムよりもむしろハーモニーやメロディーによって情動を喚起するものが少なくない。これらハーモニーやメロディーの場合もリズムと同様、動き情報がその媒介となっていると言えるのであろうか。さらに検討を行う必要があると考える。

謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費JP21500209、後継のJP26330317の助成を受けて行ったものである。

参 考 文 献

- [1] 寺澤洋子, 星-柴玲子, 柴山拓郎, 大村英史, 古川聖, 牧野昭二, 岡ノ谷一夫: 身体機能の統合による音楽情動コミュニケーションモデル, 認知科学, 20(1), pp.112-129, 2013.
- [2] 山本佐代子, 中西里果, 佐川泰広, 武田昌一: ビートトラッキング時と音楽聴取時の脳波 α 波帯域パワー変動の比較検討, 感性工学研究論文集, 5(3), pp.61-70, 2005.
- [3] 中西里果: 音楽演奏の指導に及ぼす動きメタファー効果, 日本心理学会第68大会発表論文集, p.865, 2004.
- [4] S.K.ランガー, 池上保太, 矢野萬里 訳: 芸術とは何か, 岩波新書, p.9, 1967.
- [5] Kivy, P.: The Corded Shell: Reflection of musical expression, Princeton University Press, Princeton, NJ, pp.46-56, 1980.

音楽と情動の相関における動き情報の役割

中西 里果（正会員）

1987年 武蔵野音楽大学音楽学部音楽教育学科卒。1989年 武蔵野音楽大学大学院音楽研究科修士課程修了。1997年 千葉大学大学院教育学研究科修了。2002年 慶應義塾大学大学院社会学研究科後期博士課程単位取得退

学。1999年-現在に至るまで、慶應義塾大学、帝京平成大学、近畿大学、東京都市大学受託による科学研究費、ハイテク研究等に協力者として従事。現在、東京こども専門学校非常勤講師、日本教育心理学会、日本感性工学会各会員。研究テーマは音楽と感情の相関。2002年 日本音楽知覚認知学会論文賞受賞。2006年 日本感性工学会賞論文賞受賞。

山本 佐代子（正会員）

1982年 お茶の水女子大学理学部物理学科卒。日立製作所機械研究所（当時）にてプリンター開発に従事。学術博士（お茶の水女子大学）。現在 NPO法人TBIリハビリテーションセンターにて外傷性脳損傷後高次脳機能障害の認知リハビリテーションに従事。日本物理学会、電子情報通信学会、日本生体医工学会、日本感性工学会、ライフサポート学会、ヒトと動物の関係学会等会員。2006年 日本感性工学会賞論文賞受賞。

桐生 昭吾（正会員）

1988年 東京都立大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士（東京都立大学）。1988-2005年 産業技術研究所（旧電子技術総合研究所）にて音響計測、聴覚、超伝導エレクトロニクス、電気計測に関する研究に従事。

2005年10月より東京都市大学（旧武蔵工業大学）工学部教授。現在、音響計測、高周波音に対する聴覚特性、ヘッドホン装着時の聴覚特性、電気計測などの研究に従事。電子情報通信学会、日本音響学会、応用物理学会、電気学会各会員。

武田 昌一（正会員）

1974年 東京大学大学院・工学系研究科修士課程了。工学博士（東京大学）。1974-2006年 米国スタンフォード大学人工知能研究所、日立中研、帝京平成大学教授等を経て、2006-2013年 近畿大学生物理学部教授。2012-2017年

東京都市大学客員教授。現在高野山大学客員教授、追手門学院大学学院志研究室調査員、東京都市大学桐生研招聘教授。音声情報処理、感性情報、脳情報解析等の研究に従事。IEEEシニア会員、日本感性工学会、電子情報通信学会、日本音響学会等会員。2006年 日本感性工学会賞論文賞受賞。