The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	音楽の緊張度と感動の関係
Author(s)	佐藤, 那由多
Citation	平成29年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2018
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/68096
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式６

申請先学部　　人間科学部　採択番号　No.10

平成２９年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏　　名	さとう　なゆた 佐藤　那由多	学部 学科	人間科学部 人間科学科	学年	２年
ふりがな 共　同 研究者氏名	ぐ　じゃみん 具　滋閔	学部 学科	人間科学部 人間科学科	学年	２年
	あらき　りょうた 荒木　良太		基礎工学部 システム科学科		２年
					年
アドバイザー教員 氏名	入戸野　宏	所属	大阪大学人間科学研究科		
研究課題名	音楽の緊張度と感動の関係				
研究成果の概要	研究目的，研究計画，研究方法，研究経過，研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。（先行する研究を引用する場合は，「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い，盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。）				

１．序論

我々は，コンサートや動画サイトなどで音楽を聴くことによって，しばしば感動を体験する。安田・中村（2008）によると，調査対象者の約 95%が音楽聴取時の感動を体験しており，音楽聴取による感動は多くの人が体験していると言える。感動の定量化に関しては安田他（2006a）から始まる一連の研究があり，感動の評定値は「悲しい」「おだやかな」「優美な」「厳粛な」「堂々とした」「憧れに満ちた」「高揚した」「楽しい」の８つの情動評定値の総合展と強い相関を示すことが報告されている(安田他, 2006a; 安田他, 2006b; 安田他, 2007)。

安田・中村（2008）では質問紙調査を行い，感動に伴う身体反応として，「鳥肌が立った」「胸が締め付けられるような感じがした」「背筋がぞくぞくした」「涙が出た」「興奮した」の５項目を抽出した。また，音楽聴取の後に，上記５項目の身体反応がどの程度生じたか，および，音楽聴取によってどの程度感動したかを共に単極７件法で評定する実験を行い，５項目の身体反応の平均値が感動評定値と高い相関（r=.790, p<.001）を示したことから，この身体反応評定値によって異なる曲に共通した感動との関係を捉えられることを示唆した。

大出他（2009）は，音楽聴取における感動を表現する言葉（感動語）を分類し，これにより構成した感動評価尺度で聴取実験を行った結果，感動が高く評価された楽曲でも評価パターンが異なったことから，感動には種類があることを示した。

感動に関してこのような研究があるものの，感動のメカニズムに関しては詳しくは分かっておらず，また感動を引き起こす音の一般法則も見つかってはいない。そこで，一般の感動に関する研究を音楽に適応して，音楽による感動について検討することとした。

戸梶（2001）は，音楽に限らず一般に，喜びを随伴した感動の特徴を次のように示した。すなわち，①ポジティブ事象（達成・成就など）を含み，②結末に至るまでのプロセスに関する知識を有し，③結末への関与度が高く，④途中経過における結末の成否に関する期待と不安があった後に，ポジティブ事象が起こることによって，⑤心身の緊張の緩和とともに感動がもたらされるという特徴である。これは一般の感動についてのモデルであるが，音楽についても同様のモデルが成立するのではないか

と考え，これを検証することを本研究の目的とした。著者の知るかぎり，音楽について緊張の緩和と感動を結び付けた研究はこれまでになされていない。

音楽において，緊張とその緩和を議論するためには，音楽における緊張を定義しなければならない。緊張を高める要因としては，不協和音，非和声音，クレッシェンド（安田他, 2008），メロディコンターの上昇（安田, 2009），テンポの加速，新たな主題の提示，転調など多くの要因が考えられる。緊張が緩和する要因はこの逆で，協和音，和声音，デクレッシェンド，メロディコンターの下降，テンポの減速，主題の再現，予想内の和声進行などが考えられる。よって，音量が変わらず，テンポ一定で転調も存在しないように統制して，和音のみの系列を用いれば，残る要因は協和の程度とメロディコンターのみとなると考えられる。協和の程度は，Cook & Fujisawa (2006)の「不協和度」を用いて求めることができる。これは，純音の不協和が半音の時に最も高くなるとした上で，楽音に含まれる倍音成分全ての組合せについて，この純音同士の不協和を合計したものである。メロディコンターを統制して不協和度を変化させるのは難しいため，本研究ではメロディコンターの影響も含んで構わないものとして，人間の知覚する主観的な緊張，すなわち，「緊迫して不安をかき立てられる感覚」の度合いとして「緊張度」を定義することとした。

戸梶（2001）のモデルのうち，①④⑤を音楽に適応すると，感動が起こる音楽では，緊張の緩和が生じているということとなる。すなわち，「緊張の高まりが存在し，かつ，緊張が緩和すること」が感動の必要条件であると考えられる。したがって，**緊張がなければ感動が生じない**と予想され，これを仮説1とした。また，**緊張が緩和すれば感動が生じる**と予想され，これを仮説2とした。

加えて，戸梶（2001）では，緊張状態が短すぎても結果が安易に感じられるため感動の効果が薄れてしまい，長すぎても心身の疲労が著しくなり感動の効果が薄れることが示唆されている。したがって，音楽においても，**緊張の長さに対して感動の強度が逆U字曲線を描く**と予想され，これを仮説3とした。

なお，戸梶（2001）における②および③は，音楽経験や楽器経験として解釈できる。安田（2012）によると，11年以上の音楽経験のある参加者は，4年以下の参加者に比べて，感動が有意に高く評定されていた。よって，この②③は既に示されたものとして，本研究では主には扱わない。

本研究では，上記の仮説1，2，3を検証することを目的として，不協和度によって主観的な緊張を統制し，感動を評価するとともに，自律神経系の生理指標を計測した。

2．方法

2．1．実験参加者

大学生22名（男11・女11，20.0±0.69歳）が本実験に参加した。全員が正常な聴力を有していた。参加者には，約45分間の実験の謝礼としてQUOカード1000円相当を実験終了後に与えることがあらかじめ教示されていた。実験の実施前に，実験手続きおよび個人情報の保護について説明を行い，参加者は実験前と実験後それぞれに，実験の内容が記された参加同意書に署名した。

実験は，2017年11月8日（水）～2017年11月17日（金）の期間に人間科学部棟東館5階504防音室において実施した。

本実験は，大阪大学大学院人間科学研究科研究倫理委員会（人行29-040）を得たものである。

2. 2. 実験手続き

本実験は，第1セッションおよび第2セッションの2つで構成した。両セッションともに，1要因6水準の実験参加者内計画で行った。

第1セッションで参加者は，音源に対して感動の強度と感情状態の評価を行った。感動の強度は，安田・中村（2008）の尺度に基づいて，音源聴取によってどの程度感動したかを，単極7件法（0: 全く感動しなかった，1: 弱～6: 強）で評定するように求めた。これを「感情評定値」とする。また，感情状態は，Russell et al. (1989)のアフェクト・グリッドに基づいて，音源を聞き終わった後にどのように感じたかを評定するように求めた。音源聴取中に，心理生理学実験システム iMotions 6.4（iMotions 社製, Copenhagen, Denmark）と参加者の非利き手に装着した無線センサー Shimmer3（Shimmers 社, Dublin, Ireland）を用いて，皮膚コンダクタンス反応（skin conductance response: SCR）を左手の人差し指と中指の末節で，脈波を薬指でそれぞれ計測した。各音源は調を変えて3回提示され，試行は全部で18回行った。音源聴取中および終了後5秒間は，体を動かさないように教示した。また，評価を行った後も試行間は安静にするように求め，波形が安定し次第，次の試行に移った。9試行を行った直後に約1分間の休憩を取った。

第2セッションで参加者は，同様の音源に対して緊張の変化の評価を行った。緊張とは，「緊迫して不安をかき立てられる感覚のこと」であると教示を行った。参加者は音源に含まれる和音 1～5 に対して，「1→2」「2→3」「3→4」「4→5」の 4 回ずつおいて，緊張の変化をどう感じたかを「とても高まった」「やや高まった」「変化しなかった」「やや和らいだ」「とても和らいだ」の5件法で評価した。評価は音源を聴きながら和音が変わるたびに行った。なお，正解はないため，感じたまま答えるように教示した。各音源は全てCから始まる調で2回提示され，試行は全部で12回行った。

第2セッションの終了後，音楽経験，感動に関する経験，利き手について，参加者は質問紙に回答を行った。感動に関する経験の質問項目としては，音楽を聞いて感動したことがあるかどうかを「頻繁にある」「たまにある」「ほとんどない」「ない」の 4 件法で評価を行った。また，感動したことがない参加者以外は，感動した時にどのようなことが起こったかを，安田・中村（2008）で感動評定値と相関のあった身体反応より，「鳥肌が立った」「胸が締め付けられるような感じがした」「背筋がぞくぞくした」「涙が出た」「興奮した」の5項目，および，「時間感覚がなくなった」「その他（自由記述）」から複数回答で答えた。

2. 3. 刺激

本実験に用いる音源は, Cubase 8.5 64bit で作成した。音源は, HALION SONIC SE2 の Reed&Pipe Organ を用いて収録した。音源は，ステレオスピーカーCREATIVE GIGAWORKS T20 SERIES II を用いて再生した。参加者の正面にはディスプレイを置き，注視点が表示できるようにした（図1）。

図１　実験室環境（参加者は写真手前の席に座った）

音源の開始で驚愕反応が出ないようにするために，音源の直前２秒間は無音で注視点を表示し，その後 15 秒の音源を流した。和音系列が終わった後の５秒間は無音とした。この 22 秒間，常に画面中央に注視点が表示された。

音源は，５つの和音（各３秒）から成るものを，協和音と不協和音を変えて６種類を作成した（図2)。図では，不協和音に下線を付した。全ての和音は４声部で構成し，最初の和音は主和音とした。

音源は第１セッションにおいて，調を変えて３回提示した。調は図２と同じもの（ハ長調），半音上の調（変ニ長調），および，全音上の調（ニ長調）の３種類とした。第２セッションにおいては，図２の調（ハ長調）で２回提示した。

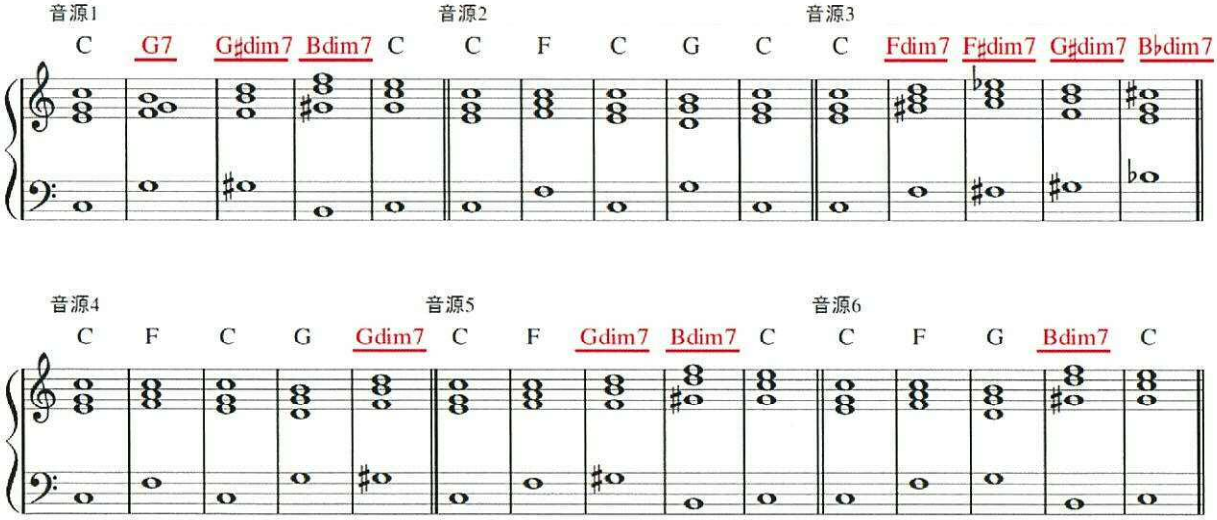

図２　音源に収録した和音

仮説１（緊張が生じなければ感動が生じない）を検証するためには，緊張の有無を統制すればよい。音源２には緊張が含まれないのに対し，音源１には緊張が含まれるため，感動の評定値が音源２< 音源１となれば仮説１は立証されることになる。

ただし，この比較では，最後の和音で緊張が著しく変化することによる驚愕などの効果の有無が交

絡する可能性がある。したがって，音源 4 と比較することによって，緊張度の急激な変化が感動に結び付いた訳ではないことを示さなければならない。

仮説 2（緊張が緩和すれば感動が生じる）を検証するためには，緊張の後の緩和の有無を統制すればよい。音源 1 には緊張の後の緩和が存在するのに対し，音源 3 には緊張はあるが緩和が存在しないため，感動の評定値が音源 3 < 音源 1 となれば仮説 2 は立証されることになる。

仮説 3（緊張の長さに対して感動は逆 U 字曲線を描く）を検証するためには，緊張の高い和音が続く長さを統制すればよい。音源 1, 2, 5, 6 を比較したときに，緊張の緩和の前にある不協和音の長さの順に，音源 2, 6, 5, 1 の順で感動評定値に逆 U 字の傾向が見られれば立証される。ただし今回は，不協和音の長さを 4 以上にできないため，逆 U 字の最大値となる点が 4 以上の長さであるならば完全には立証できないが，増加傾向が見られた場合に追加検証を行うこととする。

なお，上記の不協和音には古典和声における「七の和音」を割り当て，協和音には「三和音」を割り当てた。協和音と不協和音が統制できていることを確認するために，Cook & Fujisawa (2006)および藤澤・クック（2006）により，6 倍音まで含んだ不協和度を計算した（図 3)。用いた全ての和音の不協和度のうちで最大値と最小値の平均値（0.521, 図 3 の破線）を境界とすると，これより上が協和音（三和音），これより下が不協和音（七の和音）に対応した。よって，上記の協和音・不協和音の統制は妥当であると考えた。

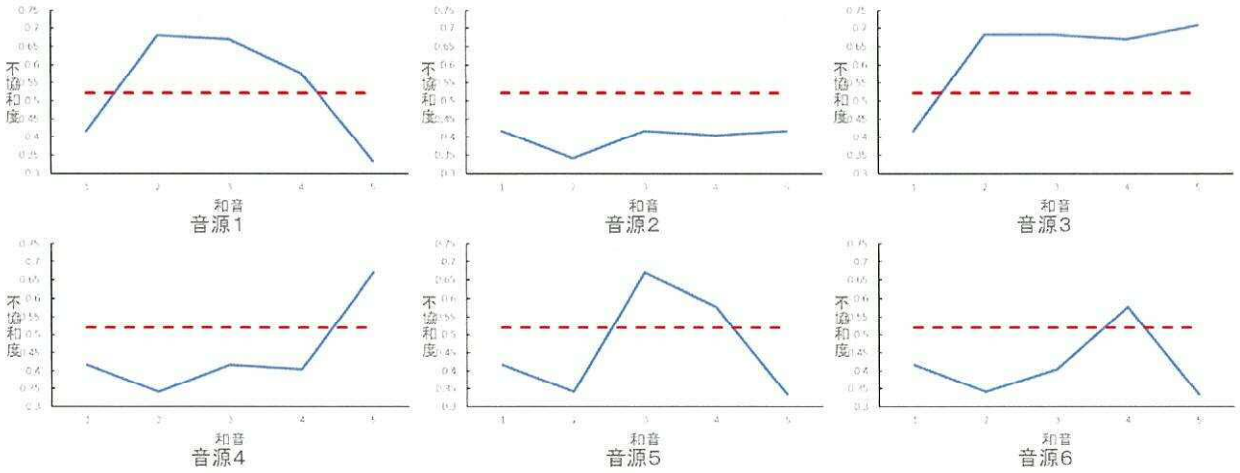

図 3　音源 1～6 における不協和度

2. 4. 測定変数

各音源について，質問紙を用いて，感動評定値，アフェクト・グリッド，および緊張度（緊張の高さ）の変化を記録した。アフェクト・グリッドからは，覚醒度および感情価を，それぞれ 1～9 の 9 段階で数値化した。緊張度変化は，「とても高まった（+2)」「やや高まった（+1)」「変化しなかった（0)」「やや和らいだ（-1)」「とても和らいだ（-2)」として，-2～+2 の 5 段階で数値化した。

また生理指標として，皮膚コンダクタンス反応（SCR)，脈波，および心拍数（HR）を記録した。

2. 5. データ分析

データ分析は Excel 2016 および MATLAB R2017a を用いて行った。

3．結果

3．1．緊張度統制の確認

協和・不協和を統制したことによって，主観的に知覚された緊張度変化が統制できているかどうかを検討する。図 4 は，音源 1～6 における緊張度変化の 2 回ずつの評定値を，平均した値を表している。なお，図中では，基準音である第 1 和音を「基」，協和音を「Ⓒ」(consonant)，不協和音を「Ⓓ」(dissonant)として表した。第 4 和音から第 5 和音に移る時に着目すると，音源 1，2，5，6 では，0（変化なし）よりも有意に低かった（p<.001）ため，緊張が緩和していると言える。音源 2 における緩和は，意図したものではないが，全体を見ても協和音から協和音への変化においては，一貫して緊張度変化が負の値を取っている点，また，音源 1，2 で比較した時に，音源 1 の方が有意に低かった（p<.001）点から，音源 1 と 2 を比較することの妥当性は担保されるとみなしてよい。

音源 3，4 では，0（変化なし）よりも有意に高かった（p<.001）ため，緊張の緩和は起こっていないと言える。

以上をもって，不協和度を用いた緊張度の緩和の統制は成功していたと言える。

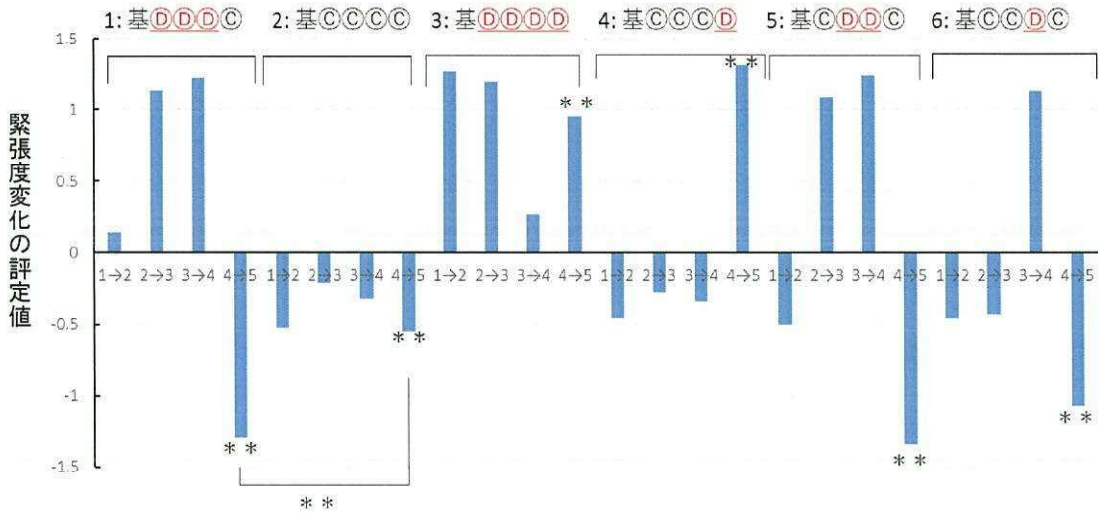

図 4　音源 1～6 における緊張度変化の評定値

3．2．緊張度変化と感動評定値の関係

第 1 セッションにおける感動評定値を，1～6 の各音源について参加者ごとに 3 回の試行を平均したものを「平均感動評定値」とした（図 5）。音源 1 と音源 2 を比較すると，音源 1 < 音源 2（p=.027）となった。音源 1 と音源 3 を比較すると，音源 3 < 音源 1（p<.001）となった。音源 1 と音源 4 を比較すると，音源 4 < 音源 1（p=.075）となり，有意傾向であった。

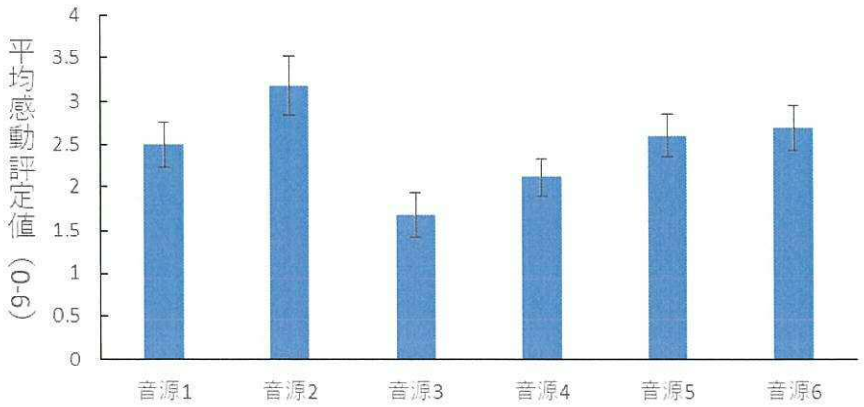

図５　平均感動評定値の平均

最後の和音が協和音である音源 1，2，5，6 を，含まれる不協和音の数の少ない順に並べたものを，図 6 に示す。音源 2，6，5，1 の順に，含まれる不協和音の数が 0，1，2，3 個となっている。平均感動評定値は，一貫して減少傾向であった。音源 2 と音源 6 を比較すると，音源 6 < 音源 2（p=.092）となり有意傾向であった。

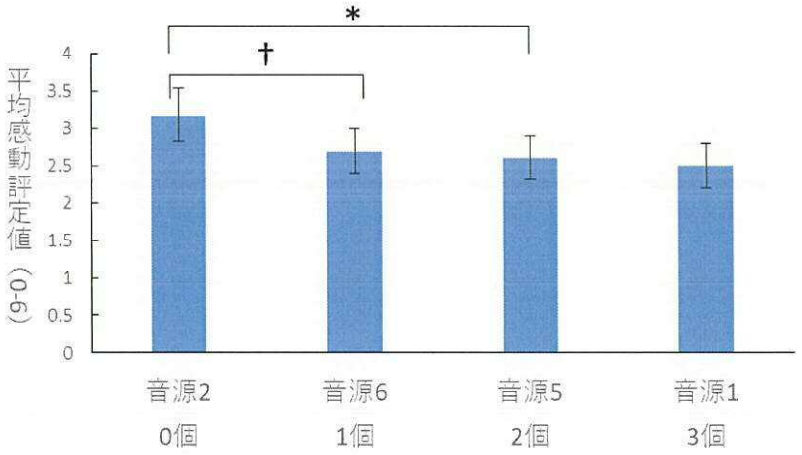

図６　平均感動評定値を不協和音の少ない順に並べたもの（0–3 個）

３．３．感情状態と感動の関係

第 1 セッションにおける覚醒度および感情価を，1～6 の各音源について参加者ごとに 3 回の試行を平均したものを「平均覚醒度」「平均感情価」とした（図 7，図 8）。平均感情価の平均に関して，音源 1 と音源 2 を比較すると，音源 1 < 音源 2（p<.001）となった。音源 1 と音源 3 を比較すると，音源 3 < 音源 1（p<.001）となった。

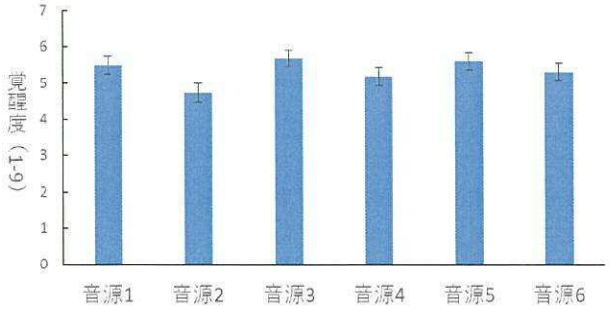

図７　平均覚醒度の平均

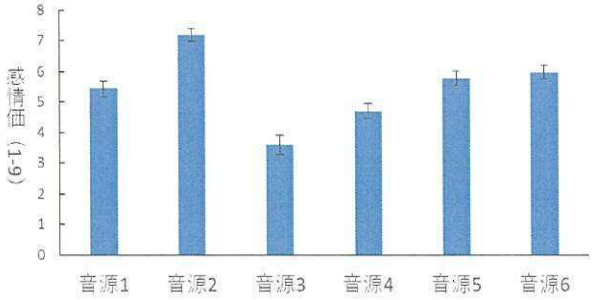

図８　平均感情価の平均

3．4．自律神経系の生理指標から

皮膚コンダクタンス反応について，加算平均を求めた。開始2秒の無音の間の平均値をベースラインとして，全体から引いた（図 9，図 10）。なお，計測の間に参加者が大きく動いた試行，および，データに乱れの大きかった試行の計 31 試行を分析の対象から外した。

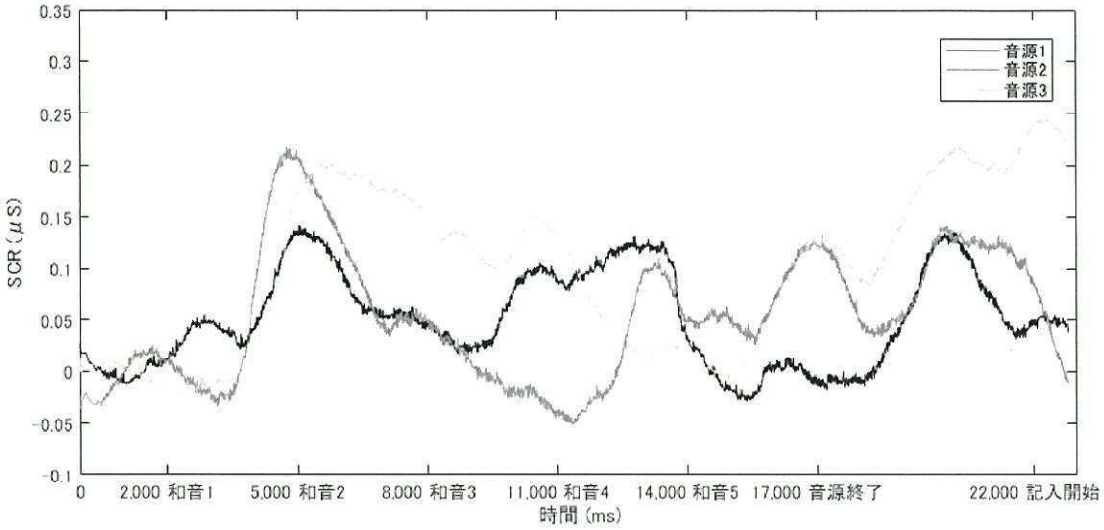

図９　音源 1～3 の皮膚コンダクタンス反応

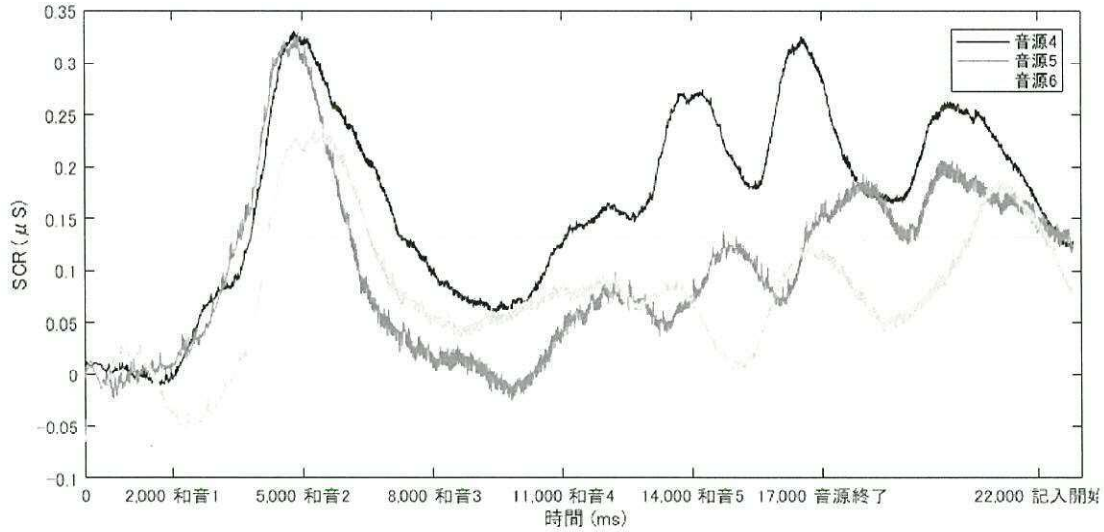

図１０　音源 4～6 の皮膚コンダクタンス反応

4．考察

4．1．緊張度変化が感動に与える影響

主観的な緊張度を統制し，音源聴取によってどの程度感動したかの質問紙記入を行ったところ，図 5 の結果を得た。本研究の仮説 1（緊張がなければ感動が生じない），仮説 2（緊張が緩和すれば感動が生じる），および，仮説 3（緊張の長さに対して感動の強度が逆 U 字曲線を描く）を順に検討する。

仮説 1 が正しければ，平均感動評定値について，緊張の存在している音源 1 の方が，大きな緊張の存在しない音源 2 より大きくなると予想されたが，音源 1 の方が音源 2 より有意に小さく評定されたことから，仮説 1 は棄却された。すなわち，15 秒の音源において，緊張は感動を阻害する方向に働い

たと考えらえる。感情価（図8）を見ると，音源1の方が音源2よりも有意に不快であると評定されているため，音源1では緊張の高まりが不快に感じられて，その影響で感動が阻害されたことが示唆される。一方，音源2は全てが協和音であったため，不快さによって感動が阻害されず，最も感動が高まったと考えられる。

仮説2が正しければ，平均感動評定値について，緊張の緩和が存在する音源1の方が，緊張の緩和が存在しない音源3よりも感動が大きくなると予想され，結果，音源1の方が音源3よりも有意に大きく評定されたことから，仮説2は支持された。すなわち，緊張の高まった後の緩和は感動を高める効果を持っていたと考えられる。

仮説3が正しければ，音源に含まれる不協和音の少ない順に，平均感動評定値に増加傾向が見られ，ある一定以上の不協和の数から減少に転じると予想された。しかし，結果，不協和音の少ない順に並べたときに，図6のように減少傾向が見られたことから，仮説3は棄却された。すなわち，仮説1の結果と同様に，緊張の高まりは感動を阻害するものであり，また，緊張が持続する長さが長いほどこの阻害の効果は大きくなると考えられる。感情価（図8）を見ると，不協和の数の順に，感情価が減少していることから，緊張の高まりは参加者に不快さを与え，それが感動を阻害したと考えられる。

本実験で用いた不協和音の中には，「減七の和音」が用いられており，この和音には不協和なトライトーン（減5度音程）が2つ含まれているため，非常に不協和度が高い。これは長く聞いていると不快感を与えるものであり，曲の中でも頻出はしない。この極端な和音を用いて統制したことにより，不快さが顕著に感動を阻害したと考えられるが，実際の楽曲の中ではより小さく緩やかな緊張度の変化が起こっている。今後は，不快を与えない範囲の緩やかな緊張度変化がどのように感動に影響を与えるかを検討する必要がある。

4．2．生理指標からの検討

図9，図10より，和音2の開始直後に着目すると，音源3では皮膚コンダクタンスが高い状態が続いているが，他の音源では全て下降している。和音1から和音2に変わった瞬間の主観的な緊張度評定（図4）では，は音源3が最も高くなっており，次いで音源1がわずかに緊張，残りは緩和となっている。また，和音5の開始時点に着目すると，音源4では他の音源よりも皮膚コンダクタンスが高くなっている。和音4から和音5に変わった瞬間の緊張度評定は，音源4で最も高くなっており，ここにも対応が見られる。汗腺からの汗の分泌は交感神経によって亢進され，発汗が起こると皮膚コンダクタンスは高くなる。したがって，緊張度が高まると交感神経系が発汗が起こり，皮膚コンダクタンスが高まったと考えられる。

5．研究成果

本研究では，戸梶（2001）の一般の感動の特徴を端緒として，緊張の緩和が音楽聴取による感動に与える影響について，緊張の度合いを和音の不協和度を統制することによって実験を行い，検証した。その結果，終結音が不協和音よりも協和音の方が，感動が大きくなることが示された。また，不協和音により緊張の高まった後の終結音が不協音よりも協和音の方が，感動が大きくなることが示された。これは，戸梶（2001）の「喜びを随伴した感動」の特徴に合致するものであり，音楽においても緊張からの緩和が感動を高めることが示唆された。一方，緊張のない音源の方が緊張のある音源より，感動が有意に高く評価されるという結果を得た。また，先行する不協和音が少ないほど感動が大きくなることが示された。これは，緊張があるほど不快に感じられたことにより感動が阻害されたことの影

響の可能性がある。今回は 15 秒という短い音源の中で 3 秒ずつ顕著に和音を変化させたが，実際の音楽では，長い時間をかけて緩やかに緊張が変化するため，緊張は不快感を高めると同時に，後の進行への期待を高める役割を持っていると考えられる。今後は，より長い和音系列を用い，また，緊張の高すぎない和音を用いた場合との比較も含め，長い時間スパンにおける緊張の変化が感動にどのような影響を与えるかを検討することが必要である。

引用文献

Cook, N. D., & Fujisawa, T. X. (2006). The psychophysics of harmony perception: Harmony is a three-tone phenomenon. *Empirical Musicology Review*, **1**, No.2, 2006

藤澤隆史・クックノーマン D. (2006). 和音性の計算法と曲線の描き方: 不協和度・緊張度・モダリティ 情報研究: 関西大学総合情報学部紀要, **25**, 35-51.

大出訓史・今井篤・安藤彰男・谷口高士 (2009). 音楽聴取における“感動”の評価要因 —感動の種類と音楽の感情価の関係 情報処理学会論文誌, **50**(3), 1111-1121.

Russell J. A., Weiss A., & Mendelsohn G. A. (1989). Affect Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1989, **57**, No. 3,493-502

戸梶亜紀彦 (2001). 『感動』 喚起のメカニズムについて 認知科学, **8**(4), 360-368.

安田晶子・中村敏枝・河瀬諭・川上愛・片平建・堀中康行・小幡哲史 (2006a). 音楽聴取による感動の心理学的研究 —聴取者の情動との関係— 日本認知心理学会第 4 回大会発表論文集, 26.

安田晶子・中村敏枝・河瀬諭・片平建 (2006b). 音楽聴取による感動の心理学的研究 —演奏音に対する聴取音の好悪と情動の観点から— 日本心理学会第 70 回大会論文集.

安田晶子・中村敏枝・河瀬諭・片平建史・小幡哲史・谷口智子・正田悠 (2007). 音楽聴取による感動の心理学的研究 —聴取者の情動との関係(2)— 日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第 5 回大会 26-26.

安田晶子・中村敏枝 (2008). 音楽聴取による感動の心理学的研究: 身体反応の主観的計測に基づいて 認知心理学研究, **6(1)**, 11-19.

安田晶子・中村敏枝・正田悠・森数馬 (2008). 音楽聴取による感動の心理学的研究 —聴取者の身体反応と演奏音のダイナミクスの関係に基づいて—日本心理学会第 72 回大会論文集.

安田晶子 (2009). 音楽聴取による感動の心理学的研究 —聴取者の身体反応とメロディコンターの関係— 日本心理学会第 73 回大会論文集.

安田晶子 (2012). 音楽聴取による感動の心理学的研究 —聴取者の音楽経験から見た感動, 身体反応, 情動— 日本心理学会第 76 回大会論文集.