

音楽映像の嗜好性が自律神経と体感温度に及ぼす影響

伴野 明^{*1} 遠藤 豪^{*1} 樋口 慶太^{*1}

Influences upon Autonomic Nervous System and Sensory Temperature due to Preferences Audio-Visual Materials

Akira Tomono^{*1}, Takeshi Endo^{*1} and Keita Higuchi^{*1}

Abstract - This study examined how preferences of music genre would influence the sense of immersion, which affects sensory temperature. As for preference, three genres, rock, jazz and orchestra were examined in the following manner: in the cases of the condition where music matched the preference of participants and the condition where music did not match the preference of participants, differences in the sense of immersion, sensory temperature and the changes in the autonomic nervous system were examined. The results of research indicated that sympathetic nerve tended to be in predominant state while experiencing up-tempo music and video, showing rise in sensory temperature. Further experiments of preference influences would be suggested to examine changes in sensory temperature while experiencing music and video contents which could increase preferences with repetition of viewing and listening.

Keywords: Audio-Visual, Preference, Sensory Temperature, Autonomic Nervous System and Realistic Sensation

1. はじめに

本研究では、感性マルチメディア提示が体感温度に及ぼす影響を研究している。ここで体感温度は、温度以外のすべてのパラメータがある特定の値をとるような標準環境を想定し、与えられた環境の温度と同じ温度であると感じられるような標準環境の温度（物理温度）で定義される。具体的には、感性マルチメディアが提示される環境 A における温度に関する感性値が、別の標準環境 B における温度に関する感性値と同等であれば、当該 B の物理温度を A における体感温度とする方法である[1]。先行研究では、冬場に興奮系の音楽映像を提示すると、自律神経系に変化が生じ、体感温度が上昇すると思われる結果が得られた[2]。しかし、同じ環境で実験しているにも関わらず、被験者間にばらつきが大きくなる場合が発生し、その原因として以下が考察された。①本手法では、感性アンケートを手掛かりとして体感温度を求めるため、感性アンケートの構成に課題がある。②コンテンツにより作られるバーチャル空間に没入できない被験者がいる。

そこで、本研究では体感温度推定法の数学的枠組みは従来手法を踏襲しつつ、推定精度向上を目的に、感性アンケート項目の見直し、及び、コンテンツの選択、提示方法について検討した。コンテンツ提示では、被験者に臨場感、没入感を与えるようにすることが重要であるため、画面サイズや音響による影響を検討した。また、コ

ンテンツの選択では、音楽ジャンルとその嗜好性に着目した。好きなコンテンツには集中しやすいが、嫌いであれば感情の高まりも少ない日常経験を考慮した。ロック、ジャズ、オーケストラの3ジャンルについて実験し、その後、被験者の嗜好性を調査し、嗜好性合致条件、非合致条件による、没入感の違い、体感温度、及び、その時の自律神経の変化を考察した。

2. 実験環境と計測手段

2.1 感性評価アンケートを用いた体感温度推定法

図1に体感温度測定のための一連の処理を示す。所定室温 A において、映像コンテンツ提示による体感温度を求めたいとする。あらかじめ、恒温室を用いて、室温 A の近傍で温度を段階的に変化させ、各々の室温 B1~Bn における体感温度の感性評価を、複数の感性表現形容詞対を用いたアンケートにより行う。アンケートは SD 法 (Semantic Differential method) [3] に基づき、10 個の形容詞対、7 段階評価とした。得られたアンケートの結果を主成分分析し、前記室温 B1~Bn における感性値を少数次元 ($k'1 \sim k'n$) 空間 S にプロットする。

その後室温 A において、映像コンテンツを提示し、前記と同じ手段で、感性値 $k'c$ を得て、S 空間にプロットする。S 空間で、 $k'c$ と $k'1 \sim k'n$ を比較し、最も近い $k'i$ に対応する Bi を“室温 A で映像コンテンツを提示した際(コントロール環境)”の体感温度とする。

図2は、本実験で求めた 20℃~24℃の室内における体感温度の感性アンケート結果である。横軸は、10 項目の質問番号、縦軸は被験者の感性評価平均値である。従来研究(引用文献 2)に比べ、各質問項目の評価値は室温を反映し、分離されていることが分かる。

^{*1}: 東海大学 情報通信学部 情報メディア学科
〒106-8619 東京都港区高輪 2-3-23

^{*1}: Department of Information Media Technology, School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University

2.2 心電計を用いた自律神経計測法

生体反応データとして自律神経系を測定する理由は、自律神経系が体温調節に重要な役割を持っているからである。一般的に交感神経が優位な時に体温が上昇し、副交感神経が優位な時に体温が低下するといわれている[4]。

コンテンツ視聴中の自律神経の測定には、ワイヤレスの心電計（日本光電工業株式会社多チャンネルテレメータシステム）を使用した。体表に装着した送信機（テレメータビッカ）から受信機へデータの伝送を行う。解析には MemCalc を使用した。当該ソフトは、最大エントロピー法に基づいてスペクトルを計算し、心拍変動の極短時間相関から長時間相関までをリアルタイムに測定、解析、表示する。心拍信号は、低周波成分（LF: 0.04-0.15Hz）と高周波成分（HF: 0.15-0.4Hz）に分けられ、HF に表示される数値は、副交感神経系の活性度を表し、低周波成分を高周波成分で除した値（LF/HF）は、交感神経系の活性度を表すとされている[5]。

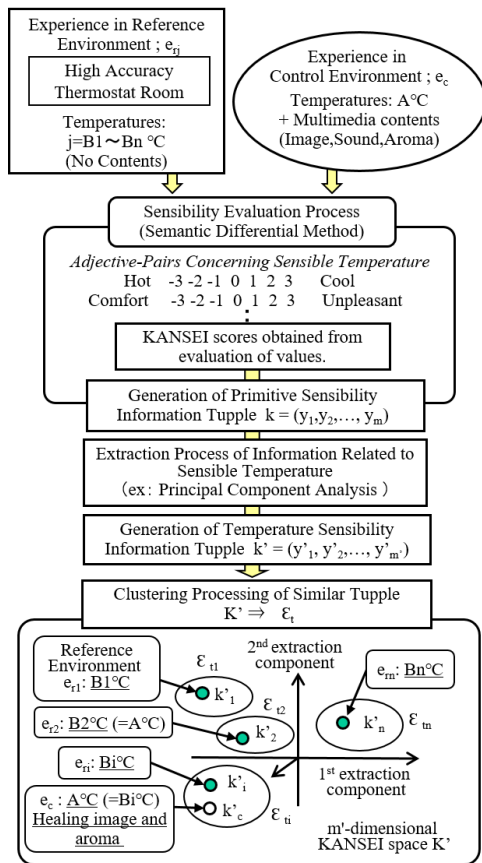


図1 感性メディアの体感温度変化計測法
Fig. 1 Principle of sensible temperature measurement method.

2.3 近赤外線カメラを用いた皮膚温度計測法

興奮によって体感温度が上昇するのであれば、血行が良くなり体表面温度にも変化が出ると考え、映像を視聴中、図3(b)に示すように、近赤外線カメラを被験者の斜め前方の位置に設置し皮膚表面温度を測定した。使用したカメラは、ヴェオールイメージング社のサーマル

ビューX-OFSで、解像度は320×256、温度分解能は0.05℃、測定精度は、黒体炉温度との比較で、20～40℃の範囲において、誤差平均は、0.47℃、標準偏差は0.25℃である。

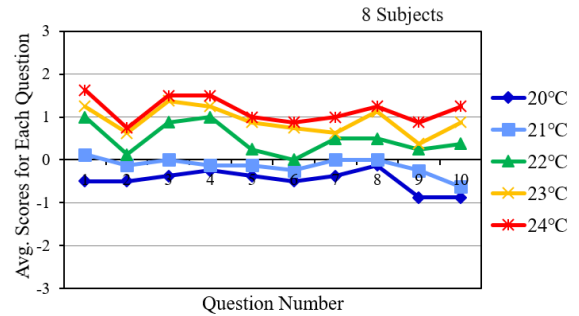


図2 質問項目に対する被験者の評価の平均
Fig. 2 Average scores of questions for each room temperature in the reference environments.



(a) HoloStage 4K Large screen
HS: 540 × 300cm
(b) NS: 200 × 150cm

図3 画面サイズによる体感温度への影響の実験
Fig.3 Experiment on influence on sensible temperature by screen size.

3. 画面サイズが体感温度に与える影響

3.1 実験のねらい

本研究では、被験者に興奮系音楽映像を提示した際、当該スクリーン内のバーチャル空間の臨場感を高めることにより、体感温度が上昇することを期待している。ここで、臨場感が生じる要因としては、感覚器官で感知される外界の物理情報（外的要因）と、過去の経験・学習により脳内に蓄積された感覚の記憶に基づき脳内で生成される感覚要素（内的要因）の二つを考える必要がある[6]。臨場感を向上するには、まずは、外的な要因をできるだけ実際に近づける必要があるが、画面サイズを大きくすることは視野が広がるため有効な手段と考えられる。そこで、同一コンテンツを用い、画面サイズによる体感温度への影響を調査した。

3.2 実験方法

冬場に体感温度の上昇を期待して行う実験のため、前記参照環境温度 B1～Bn は、20～24℃、コンテンツを提示する環境温度 A は、やや寒いと感じる 22℃とした。コンテンツには、興奮が得られやすい激しい音楽演奏シーンが含まれる葉加瀬太郎のコンサート「情熱大陸」[7]（約10分間）を用いた。表示装置には、PC モニタ（画面サイズは、30×23cm、SS と表記）、プロジェクタ（画面サイズは、200×150cm、NS と表記）、HoloStage（画面サイズは、540×300cm、HS と表記）を用いた。実験の様子

を図3に示す。被験者は、男子大学生10名である。

3.3 実験結果と考察

図1の処理手順に従い、コンテンツを鑑賞した後の感性アンケート評価値を主成分分析し、得られた第1、第2次主成分の値を、20～24℃の環境において同様な手段で得られた値と比較し、最も近い値となる環境の温度をコンテンツ提示における体感温度として算出した。次に、当該温度から22℃を引き、コンテンツ提示による体感温度変化値として求めた。図4に画面サイズによる体感温度変化の結果を示す。画面サイズが大きくなるに従い、体感温度が上昇している。しかし、被験者間のばらつきが大きく、画面サイズを大きくしても効果が現れない被験者も少なくなかった。感想を求めると、当該コンテンツが好きな被験者では、映像が大きくなるほど臨場感の高まりを回答した。一方、コンテンツが嫌いな被験者では、感情が高まらない、又は、辛かったとの回答も見られた。

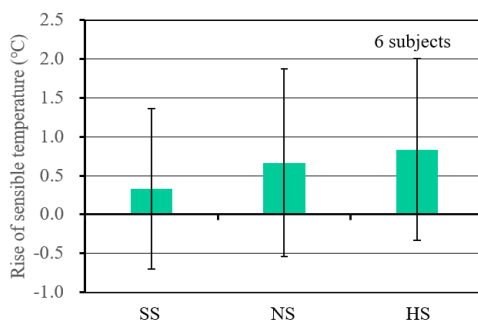


図4 体感温度の画面サイズによる影響

Fig.4 Influence on sensible temperature by screen size

4. 映像の嗜好性が自律神経と体感温度に及ぼす影響

4.1 実験のねらい

前記のように、臨場感を高めるには外的要因のみでは不十分で、内的要因を考慮する必要がある。音楽映像は、脳内にバーチャルな世界を感じる際、過去の感覚記憶から来る嗜好性が強く作用する媒体と思われる。つまり、好みにより、没入感に大きな差が出る可能性がある。そこで、映像の嗜好性が体感温度に与える影響を検討した。

4.2 実験方法

3章と同様な方法で体感温度を求めるが、実験中、自律神経系の変化、皮膚温度の変化を記録した。コンテンツは、より嗜好性が明確になるように、ロック[8]、ジャズ[9]、オーケストラ[10]の3種類を用いた。画面サイズは、200×100cmで、プロジェクタはセイコーエプソン社のEH-TW8300を使用した。各映像の間の休憩時間は5分間である。また、音響提示では、機械音を低減するためヘッドホンを使用した。被験者は7名である。また、コンテンツ鑑賞後、自身の感情（嗜好性、没入感など）について報告させた。

4.3 体感温度計測結果

図5に、体感温度変化の平均値と標準偏差を示す。同図において、a（緑）は、被験者全員（7名）、b（赤）は、コンテンツ嗜好性調査結果を踏まえて、音楽が好き、又は、没入できた被験者、c（青）は、好きでない、又は、没入できなかった被験者の結果を示す。因みに、bの被験者は、ロック音楽が5人、ジャズ音楽が3人、オーケストラ音楽が4人であった。コンテンツが好みの場合、体感温度が上昇しており、ロック、オーケストラは特に上昇が顕著なのが分かる。ただし、ジャズについては好きであっても、曲調がエキサイトではなく、ゆったりとしていたので、上昇効果が少なかったと考える。

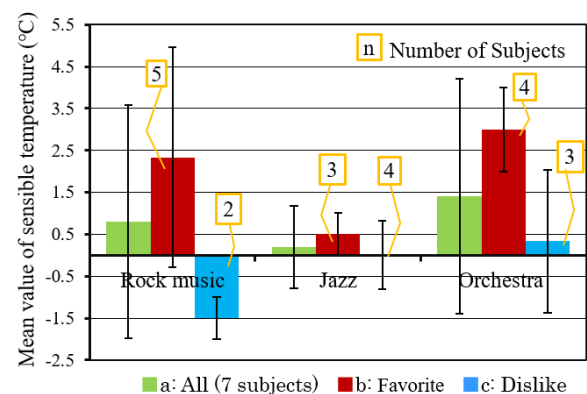


図5 コンテンツによる体感温度変化
Fig.5 Sensible temperature change by contents.

4.4 自律神経系計測結果

図6に、自律神経系の変化の平均値と標準偏差を示す。3種類の音楽映像を視聴中の副交感神経（HF）、交感神経（LF/HF）の各々について、視聴前の安静時（5分間）の平均値と映像提示中（約6分間）の平均値を比較し変化を百分率で求めた。嗜好性別の表記については、4.3と同様である。

被験者全員についてみると、ロック、オーケストラでLF/HFの上昇が見られるが、このときHFも上昇するなど、解釈が難しい。しかし、嗜好別の結果を見ると、映像を好んだ被験者では、各映像において、LF/HFの上昇が顕著に見られ、このときHFは下降しており、交感神経が優位になっていることが分かる。好みでない被験者の結果は対症的で、副交感神経が優位になっている。ジャンル別では、好みが合致した被験者において、オーケストラ、ロック、ジャズの順で交感神経の活性がみられた。オーケストラは行進曲なので、好きな人には興奮が生じたと思われる。ジャズは魂を震わせる音楽なので、好きな人には興奮を生じさせるが、好きでない人にはBGMのような響きで、むしろリラックスを生じさせたのかもしれない。

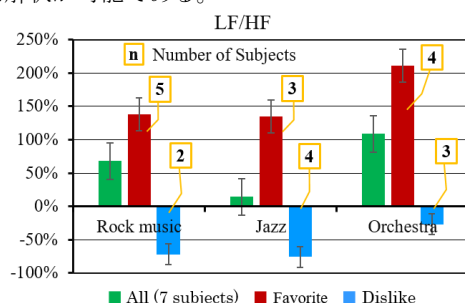
4.5 皮膚温度計測結果

図7に、コンテンツ視聴前後の顔、手の皮膚表面温度

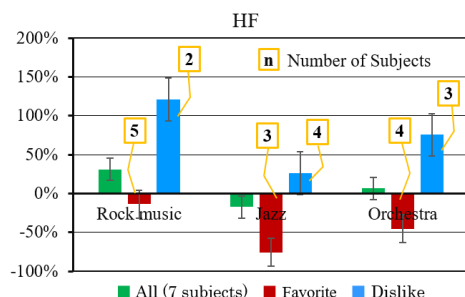
変化を示す。手足部分での上昇が見て取れる。図8は、3種類のコンテンツについて、手足部分での表面温度上昇率を求めた結果である。平均と標準偏差を示す。顔では、ロック、オーケストラでの上昇がジャズより大きく自律神経系の結果と符合する。

4.6 考察

コンテンツが面白い、楽しかったという感情は、コンテンツに没入したときに生じやすい。従って、興奮的なコンテンツの場合、体感温度を上昇させるように作用したと思われる。また、ロック、オーケストラの映像は、情熱的で激しい演奏動作を伴い、ジャズの映像は、比較的単調な動作となっている。この動作から受ける印象も重要で、コンテンツへの没入により奏者との共感が生じ、自律神経系及び体感温度に作用したと考えれば、一応合理的な解釈が可能である。



(a) LF/HF change that means the activity of the sympathetic nervous system.



(b) HF change that means the activity of the parasympathetic nervous system.

図6 興奮系映像提示による自律神経系の変化

Fig.6 Autonomic change by movie presentation.

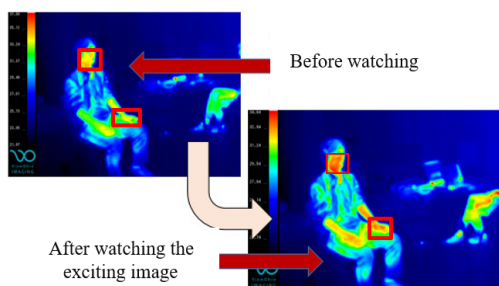


図7 皮膚表面温度変化の被験者サンプル

Fig.7 Sample of skin surface temperature change.

5. おわりに

好みのコンテンツを視聴することにより、体感温度

が変化することが分かった。さらに、興奮系映像提示による体感温度上昇の理由を自律神経系の変化から考察し、以下のことを明らかにした。

- (1) よく知られたアップテンポな曲調の音楽映像は、体感温度上昇効果が高く、交感神経が優位になる。
- (2) 体感温度上昇効果には、没入感が重要であるが、それには嗜好性を考慮して映像選択する必要がある。

本検討により、臨場感を向上させるには、内的要因、中でも嗜好性が重要であることが示されたが、仮に、そうであれば、嗜好性が高まるにしたがって、体感温度への作用も大きくなる可能性がある。今後、コンテンツの繰り返し提示などにより嗜好性が変化するケース（単純接触効果がある場合）において、体感温度の変化を計測し、臨場感と体感温度との関係をさらに明確にしたい。

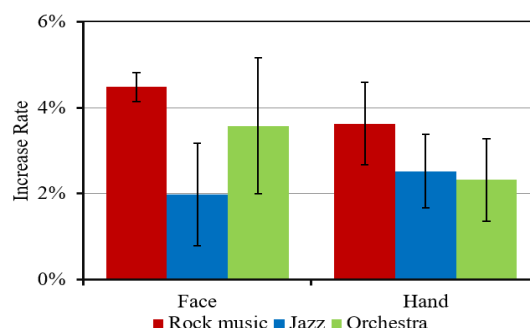


図8 皮膚表面温度変化

Fig.8 Skin surface temperature change

謝辞

本研究の一部は、文科省科研費(基盤研究(C)26330231, 17K00279)の支援による。

参考文献

- [1] 伴野明, 山本修平; “心理的要因による体感温度への影響の数値評価法,” 電学論(E), Vol.133, No.6, pp.190-198 (2013.06).
- [2] 伴野明, 朝田行登, 吉田直矢; “没入感の違いが体感温度に及ぼす影響,” HI 2016, pp.881-884.
- [3] David R. Heise, “The Semantic Differential and Attitude Research;,” Rand McNally, pp.235-253 (1970).
- [4] 安保徹; “免疫進化論”, 河出書房新社, 2006
- [5] 「GMS 製の解析ソフトウェア MemCalc/Tarawa」, <http://gms-jp.com/products/tarawa/tarawa.html>
- [6] 安藤広志, 他; “臨場感の知覚認知メカニズムと評価技術,” 情報通信研究機構季報, Vol.56, (2010).
- [7] 葉加瀬太郎; “情熱大陸; CONCERT TOUR 2011 THE BEST OF TARO HAKASE,” DVD (2011)
- [8] T-SQUARE : 一夜限りの FANTASTIC SQUARE LIVE (ロック)
- [9] 原信夫とシャープス&フラッツ : ザ・グランド・ファイナルラストコンサートドキュメンタリー(ジャズ)
- [10] エルガー作曲 : 行進曲「威風堂々」 第一番.