

ディスプレイ解像度の違いがもたらす癒やし効果の比較

Comparison of healing effects caused by different display resolutions

篠原 未歩[†] 星野 祐子[†] 山田 光穂[†]

Miho Shinohara Yuko Hoshino Mitsuho Yamada

1. はじめに

4K・8K 解像度で撮影された高精細映像は、実物感や高臨場感を視聴者に感じさせることが可能である。高解像度の画像を視聴すると、脳波で測定されるアルファ波が増加し、低解像度の画像よりも印象が良くなることが報告されている[1]。高精細(4K以上)の自然映像を見ることにより、その臨場感から、実際の風景や自然の中で過ごすのと同じような感情をもたらすことができると考えられる。このような感情の一つとして癒やしに注目し、我々は4K解像度の自然映像が与える癒やし効果についての生理的なデータを用いた検討を行った。測定すること自体がストレスになることがあるため、本研究では、被験者がストレスを感じにくい着座した姿勢で心拍数と呼吸数を測定できる装置を開発した。さらに、4K映像を見ている時の心拍数、呼吸数、脳血流動態、皮膚温度などの被験者の生体信号の分析結果について述べる。

2. 実験装置

心拍数と呼吸数は自律神経系の活動によって変化する[2]。癒やし効果を測定するためには、リラックスした姿勢で映像を見ながら、被験者の心拍数と呼吸数を測定することが望ましい。そのために背もたれにエアパッド式の呼吸・心拍計(SK-01, (株)スキノス)を取り付けた自動車用シート(LX-F, レカロ(株), 図1)を使用した。SK-01はエアパッドに組み込まれた超低周波圧力センサーを使用し、空気圧の変化から振動信号として心拍数と呼吸数を検出する。図2は、被験者が座った姿勢で検出した出力電圧の波形の一例を示す。図中の水色の線は心拍に伴う体動、黄色の線は呼吸に伴う体動を示す。また、2Kよりも4Kの動画視聴において、画質や感度に関連する臨場感の影響が大きくなることが示唆されており[3]、携帯型脳活動計測装置(HOT-1000, (株)NeU)により、前頭葉の脳血流動態を測定した。HOT-1000は、頭皮から近赤外光源を照射し、検出器に戻る光量を検出し、その検出された光量の減衰率から脳の活性化を推定することができる。さらに、リラックスすると副交感神経が活性化し、皮膚の温度が上昇するため[4]、熱画像センサー(TP-L02E, (株)チノー)を使用して被験者の皮膚温度を測定した。測定範囲は被験者の顔全体に設定し、その領域内の最高温度を顔面皮膚温度とした。



図1 自動車用シートに装着した呼吸・心拍計

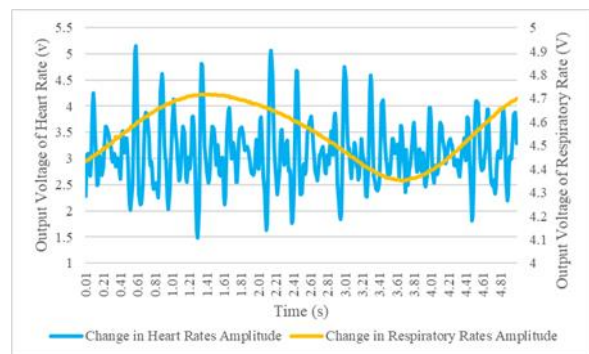


図2 呼吸と心拍に伴って生じる出力電圧の変化

3. 実験環境

実験装置の配置を図3に示す。実験用映像は、BS 4Kチューナー(TT-4K100; (株)東芝)を使用して、BS 4K放送からDRモードでハードディスクに記録した。4Kおよび2K表示用としてAQUOS LC-55US40およびAQUOS LC-52LV3ディスプレイ(シャープ(株))を用いた。4Kおよび2Kの視聴距離はそれぞれ1.5Hおよび3Hとした(H:ディスプレイの高さ)。使用した2つの映像は、8Kから4Kにダウンコンバートされた「<8Kベストウィンドー>南米イグアスの滝」と、2Kから4Kにアップコンバートされた映画「ジュラシックパーク」である。画面表示の設定は、各表示についてメーカーの推奨設定を適用した。輝度は、4Kディスプレイが最大153.5cd/m²、最小0.01cd/m²、2Kディスプレイが最大399.5cd/m²、最小0.13cd/m²である。なぜなら、4Kは2Kよりも輝度が低く、意図的に表示条件を合わせると、2Kがメーカーが推奨する最良の画面にはならないからである。被験者の耳元における映像の最大音量について、自然映像では4K映像が69.3dB(A)、2K映像が71.3dB(A)であり、映画では4K映像が74.2dB(A)、2K映像が76.3dB(A)である。そして、被験者が2K/4K映像を視聴した後の主観評価を行うため、メンタルワークロードチェックリスト[5]を使用した。4K、2Kいずれも、安静状態(5分)→映像1視聴(10分)→映像2視聴(10分)→安静状態(5分)→メンタルワークロードの記入の順で測定した。2種類の映像と

[†] 東海大学 大学院 情報通信学研究所 Graduate School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University

解像度の提示順序は 15 人の被験者 (21~22 歳) ごとに変更した。実験は東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会規定に従い実施した。

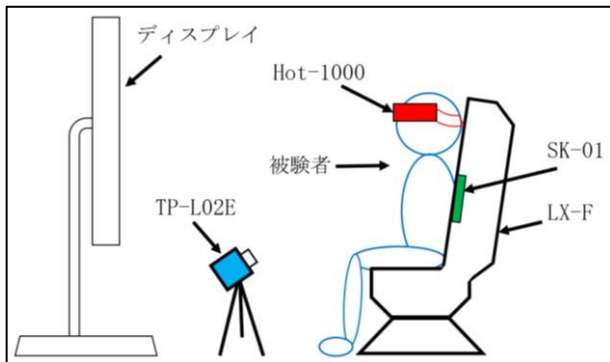


図 3 計測システム配置図

4. 実験結果と考察

生理的なデータにより、高精細映像のもたらす癒やし効果を検討する。また、実験結果では、計測した生理指標のデータは全て計測開始直後の最初の 1 分間を除いたデータを解析した。表 1 は、自然映像と映画を見ているときに体動によって引き起こされたセンサーの出力電圧を 4K と 2K で比較し、大きい方の被験者の数を示している。AV-HR、SD-HR は心拍による体動の平均と標準偏差、AV-RR、SD-RR は呼吸による体動の平均と標準偏差を示す。心拍数と呼吸数の平均を AV-HR*、AV-RR* として示す。自然映像視聴時の被験者 MR を例として、図 4 に心拍と呼吸によって引き起こされる体動の標準偏差 (SD)、図 5 に心拍数と呼吸数を示す。

表 1 より、4K の AV-HR および AV-RR は、映像の種類にかかわらず、2K よりも大きい被験者が多いという傾向を示している。一方、4K の SD-HR および SD-RR は、4K 映像視聴時の方が 2K 映像視聴時よりも低い傾向にあった被験者の方が多い。しかし、図 4 からわかるように SD-HR および SD-RR においては、2K 視聴時 (破線) に比べて 4K 視聴時 (実線) の方が変動が緩やかであり、安定していた。このことから、4K 映像視聴時において、視聴者が鮮明で迫力のある高精細映像に影響され、AV-HR が大きくなり、AV-RR が深く落ち着いた状態であることがうかがえる。さらに、SD-HD および SD-RR は、表示されている映像のコンテンツに依存する可能性があることを示唆している。

表 1 より、自然映像および映画において、2K 映像視聴時の AV-HR* は、4K 映像視聴時よりも高く、AV-RR* は 2K 映像視聴時と比較して 4K 映像視聴時よりも少なかった。また、図 5 より、2K 映像視聴時 (破線) の心拍数と呼吸数が時間経過とともにわずかに低下傾向であり、4K 映像視聴時 (実線) では心拍数と呼吸数が大きな変動を示さなかった。被験者ごとに心拍数と呼吸数のピーク値があったものの、全体的にみると変化が少ないことがわかった。以上のことから、解像度間に大きな違いは見られなかったが、自然映像はわずかな変化であるが、心拍数と呼吸数を安静時のそれと近いものにさせる効果があることが示唆された。

表 1 呼吸と心拍の体動に伴う電圧の変化 (自然映像と映画)

	Nature Video		Movie	
	4K > 2K	4K < 2K	4K > 2K	4K < 2K
AV-HR	10	5	8	7
AV-RR	11	4	11	4
SD-HR	5	10	5	10
SD-RR	5	10	6	9
AV-HR*	6	9	4 (+1)	9 (+1)
AV-RR*	8 (+1)	6 (+1)	8 (+1)	6 (+1)

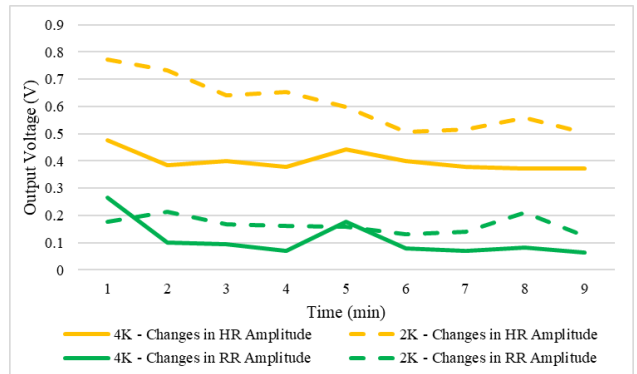


図 4 自然映像視聴時の心拍・呼吸に伴う体動の標準偏差 [Subject MR]



図 5 自然映像視聴時の心拍数・呼吸数 [Subject MR]

表 2 に、4K および 2K の自然映像と映画を視聴しているときの左右脳の脳血流によるヘモグロビン濃度変化を比較し、左脳もしくは右脳の変化が大きかった被験者数を示す。図 6 に 4K の自然映像と映画を見たときの被験者 TKM の脳血流変化を一例として示す。

表 2 より自然映像では、4K 映像視聴時では右脳のヘモグロビン濃度変化が活発である被験者の方が多く、2K 映像視聴時では左脳のヘモグロビン濃度変化が高い被験者の方が多いという逆の傾向を示した。4K 自然映像では、被験者 TKM を含む 8 人の被験者が右脳のヘモグロビン濃度の変化 (青の実線) が高いことを示した (図 6)。右脳は図形や映像の認識、イメージの記憶を行うと言われ、これら 8 人の被験者は自然映像に表示される映像そのものに集中していたと推察され、視聴者にとって 4K 自然映像は感性を豊かにし、癒やしを感じさせるコンテンツであることが示唆された。一方、映画では被験者 TKM を含む 9 人の被験者が左脳のヘモグロビン濃度が高いことを示している。左脳は言語処理機能に関わり、これらの 9 人の被験者は俳優の台詞に集中していたと推察される。

表2 脳血流変化の左右脳での比較 (自然映像・映画)

	4K		2K	
	Left > Right	Left < Right	Left > Right	Left < Right
Nature Video	7	8	8	7
Movie	9	6	6	9

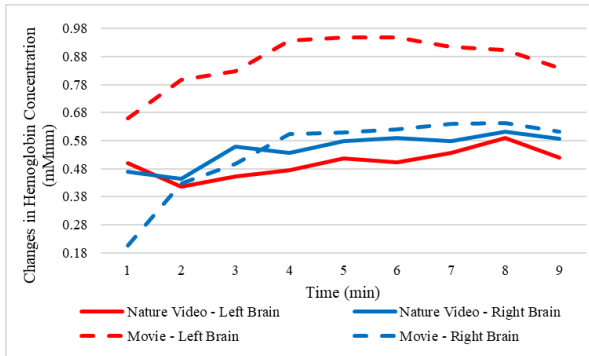


図6 自然映像・映画視聴時の左右脳それぞれの脳血流動態の変化 [Subject TKM]

表3は、4Kと2Kと比較し、皮膚の温度変化が大きかった被験者の数を示す。図7、8に、4人の被験者データを例に、4K自然映像と映画視聴時における1分ごとの皮膚温度の平均値をそれぞれ示す。

表3に示すように、映像の種類に関係なく自然映像および映画視聴時において、2K映像視聴時よりも4K映像視聴時の皮膚温度が高い被験者が多い傾向となった。したがって、リラックスと関係する顔面皮膚温度に変化がみられた4K解像度の自然映像と映画に着目し、比較を行った。図7より、被験者が4K自然映像を視聴している際、顔面皮膚温度は時間軸に沿って増加する傾向がみられた。図7以外の被験者では、時間とともに上昇したのち徐々に温度の変動が落ち着き減少(5名)、映像視聴開始後に温度が減少したのち視聴開始7分前後から徐々に上昇(3名)するという傾向もみられた。これらの結果は、副交感神経が活発に働いており、リラックス度が高まったことが示唆される。一方で、図8の被験者が4K映画を視聴している際は、被験者ごとに温度の増減が様々なタイミングで起きており、自然映像視聴時と比較すると温度の値が安定しなかった。映画視聴時において、時間軸に沿って温度が減少する傾向にあったのは図8の被験者MR(青実線)とMCN(赤実線)を含む8名であった。これは、映画視聴における皮膚温度の変動が安定せず、減少傾向にあったのは、コンテンツ内容に恐竜が人に攻撃あるいは人を食べるシーンが多く含まれていたこともあり、高精細な映画は視聴者により強い臨場感を与え、恐怖心をあおったと推測される。

表3 顔面皮膚温度の比較 (自然画映像・映画)

	4K > 2K	4K < 2K
Nature Video	11	4
Movie	10	5

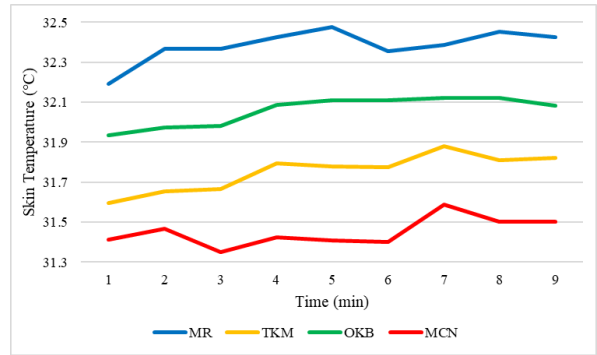


図7 4K自然映像視聴時の顔面皮膚温度変化 [Subject MR, TKM, OKB, MCN]

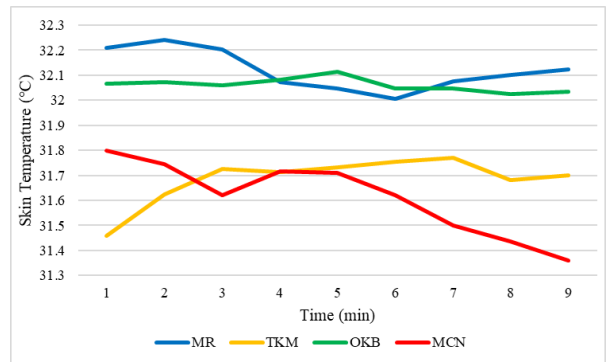


図8 4K映画視聴時の顔面皮膚温度変化 [Subject MR, TKM, OKB, MCN]

本実験で計測した生体信号(心拍数、呼吸数、左右の脳血流動態、顔面皮膚温度)を同一評価基準で比較するため、各計測値の標準得点化(Z得点化)を行った。図9に、被験者TKMを例として、4K自然映像視聴時の生体信号(心拍数、呼吸数、左右の脳血流動態、顔面皮膚温度)の標準得点の結果を示す。生体信号の標準得点の変動は、生体機能調節などにより中枢神経系を含む中枢性要素が関与しており、値が正方向へ増加すると生体機能の促進的な働き、負方向へ変化すると抑制的な働きがあると判断できる[6]。

図9より、心拍数(黄色実線)と呼吸数(緑実線)の標準得点の変化は類似しており、映像視聴開始後6~9分にかけて標準得点が急速に増加した。自然映像の後半(6~9分)の内容は、フサオマキザルやアカハナグマが木の実を探して食べているなどの動物が生活している様子が流れていた。また、自然映像の後半に登場した動物は、前半で登場した鳥や蝶に比べて大きいサイズの動物であった。このことから、同じ自然映像であっても内容によって生体信号も変化することが示されたため、今後さらに実験映像を増やし検討する必要がある。以上の結果から、被験者は自然映像視聴時の方がリラックス状態であり、特に小動物が森の中で餌を探して食べている内容を視聴している際に、生理的に癒やしを感じていると考えられる。さらに、左脳の脳血流変化(赤実線)、右脳の脳血流変化(青実線)、顔面皮膚温度(水色実線)の標準得点の変化は、時間軸に沿って増加しており(図9)、被験者TKMは映像に集中して視聴し、リラックスしていたと示唆された。

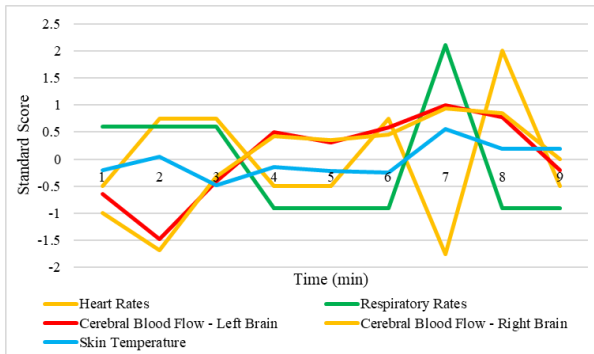


図9 4K自然映像視聴時の各生体信号の標準スコアの変化 [Subject TKM]

次に、被験者が映像を見る前の安静時における心拍数、呼吸数、皮膚温度の平均値から映像視聴時における1分ごとの平均値の変化率を算出した。そして、その変化率を利用して、映像の種類（自然映像・映画）と解像度の種類（4Kと2K）の2要因で分散分析（有意水準5%）を行った。その結果を表4-6に示す。表4の心拍数の結果より、映像および解像度に主効果は見られなかったが、有意水準5%で交互作用に有意差がみられた。呼吸数と皮膚温度では、映像および解像度、その交互作用において主効果がみられなかったが、映像の種類について、呼吸数と皮膚温度ともに有意水準0.1%で効果がみられた（表5、6）。表4より、心拍数について、映像と解像度の交互作用において有意水準5%で有意差があったため、交互作用の単純主効果の検定を行った。その結果（表7）、映像の種類（自然映像と映画）において、2K解像度に有意水準5%の効果がみられた。また、解像度の種類（4Kと2K）において、映画に有意水準5%の効果がみられた。心拍数への主効果が2Kでのみ現れた要因として、体温の上昇（図7）が示すように4Kは被験者をよりリラックスさせたためと考えられる。

表4 心拍数についての2元分散分析 (*: $p < 0.05$)

Factor	F Value
[A] Type of Video	F (1, 11799) = 0.425
[B] Type of Resolution	F (1, 11799) = 0.936
A×B	F (1, 11799) = 4.943*

表5 呼吸率についての2元分散分析 (****: $p < 0.001$)

Factor	F Value
[A] Type of Video	F (1, 9702) = 27.224****
[B] Type of Resolution	F (1, 9702) = 3.005
A×B	F (1, 9702) = 0.592

表6 顔の皮膚温度についての2元分散分析 (****: $p < 0.001$)

Factor	F Value
[A] Type of Video	F (1, 67) = 27.661****
[B] Type of Resolution	F (1, 67) = 2.028
A×B	F (1, 67) = 0.063

表7 心拍数についての単純主効果 (*: $p < 0.05$)

Factor	F Value
[A] - 4K	F (1, 93) = 1.106
[A] - 2K	F (1, 93) = 4.001*
[B] - Nature Video	F (1, 120) = 0.328
[B] - Movie	F (1, 120) = 4.471*

さらに、主観的評価であるメンタルワークロードチェックリストの結果を精神負担、身体負担、時間圧力、作業成績、努力、フラストレーションの分野で検討し、4K視聴後と2K視聴後で比較した。一部の被験者の結果では、わずかに変化がみられたが、明確な差異はなく、それらの結果から解像度の違いが及ぼす心理的影響は大きくないことがわかった。以上の結果から、被験者が心理的に感じない映像視聴中のわずかな変化を生体信号によって示せたと考える。

5. 結論

高精細技術によって、臨場感のある映像を楽しむことができ、中でも自然映像は実物感が高く、実際にその自然の中にいるような感情をもたらす。高精細画像のもたらす癒し効果に注目し、心拍数、呼吸数、脳血流動態、皮膚温度の測定を行った。4K自然映像は脳を活発にし、被験者の心理的高揚を増幅させると報告されている[2]。本研究では、4K自然映像の視聴が心拍数と呼吸数を安静状態と同じように落ち着いた変動にさせ、皮膚温度を上昇させることを示しており、副交感神経が優位な状態になっていることが示唆された。分散分析の結果では、心拍数において、映像の種類と解像度の種類との交互作用があり、2K解像度と映画それぞれに単純主効果が現れた。そして、呼吸数と皮膚温度では、映像の種類に対して0.1%の効果が示された。

自然環境にふれることは、人々の気分を向上し[7]、気持ちを改善させるのに役立つとされている[8]。さらに、自然にふれることはストレスや恐怖心の軽減につながる[9]。今後は、さらに実験に使用する映像の種類を増やすことで、高精細映像がもたらす癒やし効果について検討し、高精細映像が与える新たな効果を明らかにする予定である。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費助成金 (19K12902) によって実施した。

参考文献

- 前川督雄他, メディア視覚像の精細度感性評価, 映像情報メディア学会, 55巻, 8-9号, p.1186-1197, 2001年
- 阪本清美他, 高輝度レンジの映像視聴が生理・心理状態に及ぼす影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 20巻, 2号, p.269-280, 2018年
- 阪本清美他, ディスプレイ解像度の違いが生理・心理状態に及ぼす影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 19巻, 1号, p.119-128, 2017年
- 坂本涼, 顔面熱画像によるドライバーの覚醒評価: 周辺温度と風量の影響, 電気学会論文誌 C, 126巻, 7号, p.804-809, 2006年
- K. Shinohara et al., "The effects of "finger pointing and calling" on cognitive control processes in the task-switching paradigm," International Journal of Industrial Ergonomics 43, 129-136 (2013).
- 吉村勲他, 生理心理機能の統合的時系列解析による疲労判定に関する研究, 人間工学 29巻 3号, 167-176, 1993年
- R. Kaplan et al., "The experience of nature: A psychological perspective," Cambridge University Press, New York (1989).
- J. Barton et al., "What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis," Environmental Science and Technology 44 (10), pp. 3947-3955 (2010).
- P. Grahn et al., "Landscape planning and stress," Urban Forestry & Urban Greening, 2 (1), pp. 1-18 (2017).