

画像効果評価のための超高精細映像撮影・編集・表示技術の研究 (061303020)

Research and Development for Physiological Evaluation of Ultra High Definition Images

研究代表者

仁科エミ 放送大学 ICT 活用・遠隔教育センター
NISHINA Emi, Center of ICT and Distance Education, The Open University of Japan

研究分担者

大橋 力[†] 河合徳枝[†] 佐藤正人^{††} 本田 学^{†††} 山形多聞^{*} 前川督雄^{*} 森 俊文^{**}
OOHASHI Tsutomu[†] KAWAI Norie[†] SATO Masahito^{††} HONDA Manabu^{†††}
YAMAGATA Tamon^{*} MAEKAWA Tadao^{*} MORI Toshifumi^{**}

[†]財団法人国際科学振興財団 ^{††}日本ビクター株式会社技術開発本部 ^{†††}国立精神・神経センター神経研究所
^{*}四日市大学環境情報学部 ^{**}株式会社ビデオテック

[†]Foundation for Advancement of International Science, ^{††}Victor Company of Japan, Limited

^{†††}National Institute of Neuroscience, ^{*}Yokkaichi University, ^{**}Video-Tech Co., Ltd.

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

超高精細映像 (4K 映像) が視聴者に与える効果を生理学的に評価するうえで、必要不可欠ながらまだ実現に至っていないコンテンツ制作上の課題を研究した。すなわち、超細密な視覚情報を捉えるカメラ制御と演出技術、感性情報に対する視聴者の脳の反応を最大化させる映像構成・編集技術、それらを感じ覚神経系を通じて感性脳に的確に伝達する表示技術についての研究を行い、4K フォーマットによるモデルコンテンツ開発を通じてそれらの有効性を実証した。開発したモデルコンテンツを用い、基幹脳活性化指標、fMIR などの先端的な手法によって、超高精細映像が視聴者の心身に及ぼすポジティブな生理・心理的效果を見出すとともに、その結果をフィードバックして映像効果を向上させる手法を開発した。

Abstract

We investigated some technical and technological subjects in contents production of ultra high definition images, which is essential for physiological evaluation of the effect of 4K images to actual audiences but was not sufficiently established. Comprehensive researches were done on the camera controlling technology and the directional technique to capture ultra minute details of images, the editorial and presentation technique to maximize the positive effects in human brain. We proved the effectiveness of 4K contents and examine the physiological and psychological effects of the high-density visual contents by using the newly developed model contents and foremost methods of brain function measurement.

1. まえがき

ハイビジョン以上の精細度をもつ超高精細映像の美しさ、臨場感は一見して明らかである。一方、それらが視聴者に及ぼす生理的影響の検討は立ち遅れている。その理由のひとつは、生理学的実験が必要とされる内容をそなえた評価用映像が未だ実現していないことによる。そこでこの研究では、ハイビジョン(1920×1080 画素)の約 4 倍の精細度をもつ 4K 映像(約 4000×2000 画素)に注目し、必要不可欠ながらまだ実現に至っていない撮影、編集上の課題を研究開発し、本格的な生理学的評価実験用 4K コンテンツを開発した。そして、感性脳機能計測など先端的な手法をもちいて、超高精細映像が視聴者の心身に及ぼす生理・心理的效果を検討した。

2. 研究内容及び成果

1) 超高精細映像用マクロ撮影技術の開発: 映像の高密度性を最大限生かすうえで、被写体に接近して撮影するマクロ撮影はきわめて有効である。しかし、マクロ撮影に必要な高精度のカメラ制御のためには、従来の 4K カメラは形状・重量ともに過大で不適合だった。そこで、従来の 3 分の 1 以下の重量の画期的な小型カメラを開発した。これをモーションカメラ制御装置に搭載してカメラ移動やフォーカス調整を精密に制御するとともに、光演出と連動したマクロ撮影技術を構築し、実用性・有効性を確認した。

2) パソコンベース 4K 映像編集の実現: 4K 映像の編集に

は従来は専用大型設備を要し、普及の障害のひとつになっていた。そこで、パソコン(Macintosh)による 4K 映像編集システムを世界に先駆けて構築し、コンテンツ制作を通じて実用性を確認した。これによって、待望されていたパソコンベースでの 4K 長時間映像編集が実現し、編集経費の大幅低減が可能になると同時に、ハイビジョン編集で蓄積された高度な編集技術を 4K 映像に円滑に導入可能にした。編集の過程で、映像精細度や画角の違いによる演出効果の相違について検討し、コンテンツ制作に反映させた。

3) 生理学的評価実験用モデルコンテンツの開発: 実写による 4K 映像の効果を最大化でき、しかも評価実験での反復提示に耐えうる被写体として超細密な美術作品に注目し、膨大な母集団の中からバリ島の現代美術家マデ・ウィアンタ(1949-)の作品を選定した。複数の作品について 4K マクロ撮影を行い、40 分間のモデルコンテンツを編集した。このような長時間に及ぶ 4K 映像作品はこれまで類例を見ず、パソコンベースでそれが実現したことは画期的といえる。サウンドトラックは、超広帯域 5.1 チャンネル音響(192kHz サンプリング 24bit 量子化)とした。また、制作者の経験・感覚によって決定されてきたカメラ移動速度を、視聴者の生理反応から検討するための評価用映像も開発した。これらの映像・音響をダウンコンバートして、評価実験で用いた。このモデルコンテンツは、Japan 国際コンテンツフェスティバル 2008(経済産業省主催)の招待作品として一般公開した。

4) 4K 映像による基幹脳活性化効果の発見と映像制作へのフィードバック：4K 映像とそれをダウンコンバートしたハイビジョン(2K)映像を提示し、視聴中の被験者の基幹脳の活性を反映する DBA-index(脳波 α 2 ポテンシャルから誘導される基幹脳活性指標)を分析する実験を 2 回、実施した。

1 回目の実験では、2K 密度の映像視聴時の基幹脳の活性は、メディアからの情報呈示がなく実在物が構成する自然の視覚像(自然視覚像)に接している状態よりも低下するのに対して、4K 密度の映像視聴時には、自然視覚像に接している状態とほぼ同水準まで基幹脳活性が回復することが統計的に有意に見出された(図 1a)。このことは、今回の実験条件下では、ハイビジョンを含む従来の映像規格は密度不足に由来する脳への負担というマイナス作用をもつ可能性があること、一方、4K 映像はそのマイナス作用を回避する可能性をもつことを示唆している。

そこで、DBA-index の時間的変遷を映像内容と対応付けて詳細に分析し、基幹脳活性低下を導く可能性のある箇所を再構成して、2 回目の実験を行った。その結果、2K 映像視聴時の基幹脳活性は、自然視覚像に接している状態に大幅に接近した。加えて、4K 映像視聴時には自然視覚像に接している状態を相当に上回る水準まで基幹脳活性が高まることが見出された(図 1b)。

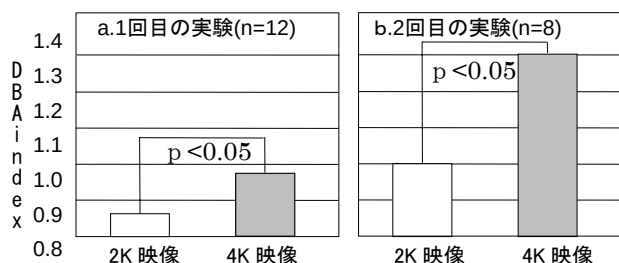


図 1 4K/2K 映像視聴中の DBA-index

＜基幹脳＞は、脳幹・視床・視床下部など脳の最も基本的な働きを担う重要な部位であり、生体の恒常性や防御体制を司る自律神経系・免疫系・内分泌系の最高中枢をなすと同時に、美しさ、快さ、感動といった精神活動を司る報酬系との拠点でもある。私たちは先に、20kHz を顕著に超える非定常な超高周波を含む音が基幹脳を活性化し、領域脳血流の増大、脳波 α 波の増強、免疫活性の上昇、ストレス性ホルモンの減少など生理状態が向上することに加えて、音のより早く美しく感動的な受容、音をより大きく聴く行動の促進などの効果(ハイパーソニック・エフェクト)を導くことを見出している。今回の結果は、4K 映像が脳に負担が少ないばかりでなく、基幹脳を活性化して心身の状態を改善する可能性を持つことを強く示している。

5) 映像と音響の相互作用の検討と応用：サウンドトラックが可聴域を大幅にこえる超高周波成分を豊富に含む条件と、そこから 22kHz 以上の成分を取り除いた条件とを設定し、それぞれの再生音とともに 4K 映像を視聴中の被験者の基幹脳活性を比較した。その結果、超高周波を含む音を伴うことによって、基幹脳活性は歴然と高まった。質問紙調査によって音響・映像に対する印象を調べると、超高周波音はより美しく耳当たりよく感じられると同時に、共存する 4K 映像を、同一画質であるにも関わらずより美しく画質よく感じさせるという結果が得られた。この効果は、基幹脳が活性化すると心身機能が包括的に向上して覚醒水準が上がって、感覚が鋭敏になって、音ばかりか映像についても快適性や美的感動が高まることによって導かれたと考えられる。この知見を応用して、Blu-ray Disc でリリースされるアニメ映画『AKIRA』(大友克洋監督、山城祥二作曲)サウンドトラックのリマスタリングを行い、その画質・音質ともに国内外で高い評価を得た。

6) 遺伝子発現動態解析による超高密度映像効果の検討：血中の mRNA 濃度変化の動態を DNA プローブを用いて観測し、4K/2K という映像密度の変化を反映して発現する遺伝子の特定を目指す研究に世界に先駆けて取り組んだ。その結果、映像視聴に伴って特異的に発現に差を生じる遺伝子が複数見出された。薬物投与実験等では殆んど発現変動を示さない“unknown”の遺伝子が、多数、変動を示していることが注目される。

7) 映像精細度によって活性が変化する脳内部位：磁気共鳴機能画像法(fMRI)により、画像密度に対応して活性が変化する脳内部位を探索した。その結果、高精細映像(2K 相当、視覚刺激精細度 0.85pixel/分)視聴時には、低精細映像(0.5K 相当、視覚刺激精細度 0.16pixel/分)視聴時と比較して、高次視覚野(特に中心視野の色や形の情報処理にかかわる腹側経路)がより活性化することが見出された(図 2)。2K 映像視聴時には、両側の頭頂葉、左の前頭葉に活性低下が認められた。0.5K 視聴時の活性低下部位は明らかではなかった。



図 2 低精細映像提示時と比べて高精細映像提示時により高い活性を示した脳の部位

3. むすび

この研究により、4K 映像が視聴者の基幹脳を活性化して心身の状態を改善する可能性をもつという、超高精細映像の生理的効果と意義に関する重要な基礎的知見が得られた。また、細密造形物のマクロ撮影によって長大な呈試料を創るという研究方略の妥当性と、生理反応を映像創作にフィードバックすることにより脳に負担が小さくより効果的な作品を実現するという研究目的が達成できたことも裏付けられたと考える。

この研究では、新規性の高い映像技術・生理学的評価手法を導入・開発し、超高精細映像が人間に及ぼす生理的影響を検討する基礎を築くことができた。今後の継続的な研究により、その一層の発展に取り組んでいきたい。

【誌上発表リスト】

- [1] 八木玲子、仁科エミ、河合徳枝、田中健二、大橋 力、民族藝術のメディア化～超細密藝術マデ・ウィアンタ作品の映像化について、民族藝術 Vol.22, pp169-179 (2007 年 3 月 31 日)
- [2] Oohashi T, Nishina E, From perception-oriented Cartesian arts to the new horizon of meta-perceptive Asian arts. ASIAGRAPH Proceedings, 1: 91-96 (Shanghai, China) (May 24, 2007)

【申請特許リスト】

- [1] 大橋 力、河合徳枝、仁科エミ、本田 学、前川督雄、八木玲子、森本雅子、米倉義晴：陽電子放射断層撮像装置とそれに用いる振動呈示装置、日本、2007 年 3 月 19 日
- [2] 大橋力、河合徳枝、仁科エミ、本田学、前川督雄、森本雅子、八木玲子、上野修：振動呈示装置、日本、2007 年 5 月 9 日
- [3] 大橋 力、河合徳枝、仁科エミ、八木玲子、本田 学、上野修、森本雅子、前川督雄、振動発生装置及び方法、並びに振動判別装置及び方法、日本、2009 年 2 月 3 日

【登録特許リスト】

- [1] 大橋 力、河合徳枝、仁科エミ、本田 学、前川督雄、八木玲子、森本雅子、米倉義晴：陽電子放射断層撮像装置とそれに用いる振動呈示装置、日本、2007 年 3 月 19 日、2007 年 8 月 29 日、特許第 4009660 号
- [2] 大橋 力、河合徳枝、仁科エミ、本田 学、前川督雄、森本雅子、八木玲子、上野修：振動呈示装置、日本、2007 年 5 月 9 日、2007 年 8 月 29 日、特許第 4009661 号