

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：25407

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2020

課題番号：16K00280

研究課題名（和文）超高精細映像視聴時における立体認知メカニズムの探究

研究課題名（英文）Research on the Mechanism of Stereoscopic Perception in Viewing
Ultra-High-Definition Images

研究代表者

石尾 広武（Ishio, Hiromu）

福山市立大学・都市経営学部・教授

研究者番号：40271035

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：家庭や社会生活の中で普及しつつある4Kや8Kといった超高精細映像を見た時に、映った対象物に立体感を覚えることが多い。本研究は、超高精細映像を見た時の眼の生理的反応などから、立体感覚獲得のメカニズムを調べることを目的の基礎研究である。その成果として、2Dの場合と3Dの場合とでは基本的に異なるメカニズムで立体感（現実感）が得られると考えられること、映像の質が生体に少なからず影響を及ぼすことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この基礎研究は、研究開始当初に分かっていなかった、超高精細映像の視聴と人間の立体認知との関係を、独自の発想により調べるものである。今後、4Kや8Kといった液晶テレビなどの超高精細映像表示デバイスにおいて、より自然な形で映像を視聴者に提示する技術開発につながり、その普及に貢献出来ると考えられる。又、生体影響が少なく安全で安心な超高精細テレビなどの普及に向けて、より良い映像提示の条件が示唆されている。

研究成果の概要（英文）：Ultra-High-Definition (UHD) images such as 4K and 8K are becoming in popular use in family and social life. When we view such images, we often feel stereoscopic appearance of objects reflected in the images. In this basic study, we aim to investigate the mechanism of the depth feeling acquisition by analyzing the physiological reactions of eyes in viewing UHD images. As a result, the mechanism of depth perception or sense of reality is considered to be essentially different between the cases of 2D and 3D. We also found that the quality of images on UHD displays significantly affects human health.

研究分野：人間工学

キーワード：超高精細映像 立体感 画質

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

映像提示技術の飛躍的進歩に伴い、4K や8K といった超高精細映像が家庭や社会生活の中で急速に普及しつつあった。その様な映像を見た時に、映った対象物に立体感を覚えることが多い。一方で、3D 映画『アバター』(2009) が世界的に大ヒットしたことをきっかけに3D ブームに火が付き、2010年には映画のみならずテレビやゲーム業界でも3D 関連の新製品が次々と発売され、その年は「3D 元年」と言われた。しかし、その3D ブームも急速に廃れてしまい、最後まで3D テレビを生産していたソニーが2017年に撤退して遂に終焉を迎えた。それに取って代わるように登場した超高精細(4K/8K)映像は、高解像度・高画質であるために、平面(2D)映像にもかかわらず、先にブームを巻き起こした時の立体(3D)映像と見間違ふほどの臨場感や現実感がある。それゆえに、“超高精細映像には3Dは必要ない”といった意見も聞かれたほどである。

2. 研究の目的

本研究は、超高精細映像を見た時の立体感覚獲得のメカニズムを調べることを目的とする基礎研究である。それによって、実際に超高精細映像が立体映像と同じ効果をもたらすのか、また、超高精細映像を表示する液晶テレビなどのデバイスが普及するにつれて、どのような生体影響が生じ得るのか、について明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 立体感覚獲得の手がかりとなる要因の精査、(2) 平面映像と立体映像を視聴した時の眼の生理的反応の知見の整理から、(3) 超高精細映像を視聴した時の立体認知メカニズムの考察を行う。それに関連して、(4) 超高精細映像の視聴時に問題となる生体影響についての調査を行うため、若年者から高齢者までの百名を超える男女から成る参加者に対して実験を行う。そこでは、作成した映像を視聴してもらい、その後で主観的評価のためのアンケートを実施する。そして、アンケート結果を詳細に解析する。

4. 研究成果

(1) 立体感覚獲得の手がかりとなる要因の精査

立体的に物が見えて立体感覚が得られるといった空間知覚を行う際に、我々は視覚情報から得る様々な手がかりを基にしている。立体感覚に重要な役割を果たす奥行き知覚に利用される手がかりの内、網膜像から得られる手がかりは、単眼性と両眼性に分類される。単眼性の奥行き知覚の手がかりは絵画の手がかりとも呼ばれ、陰影や投射影(明暗)・透視図法(線遠近法)・テクスチャ 勾配(きめの勾配)・大小遠近法(相対的大きさ)・大気(空気)遠近法(輪郭の強弱)・単眼オクルージョン(物の重なり)・運動視差(速度勾配)などがある。一方、両眼性の奥行き知覚の手がかりには、両眼視差(両眼網膜像差)や両眼オクルージョンなどがある。これら網膜像から得られる心理学的要因による手がかり以外に、生理学的要因による手がかりとして、輻輳(寄り目)や水晶体調節(ピント合わせ)といった眼球運動性の奥行き知覚の手がかりが用いられる。更に、視覚情報以外にも、その他の奥行き知覚の手がかりとして、過去の経験や知識、聴覚からの情報なども寄与すると考えられている。網膜像や網膜像以外から得られるこれらの奥行き情報を手がかりにして、最終的に脳内で統合して再構成されたものが奥行き知覚であると考えられる。

(2) 平面映像と立体映像を視聴した時の眼の生理的反応の知見の整理

これらの奥行き知覚の手がかりの中で、生理学的要因である輻輳と水晶体調節は、特に実在する物体を立体視する時に重要な役割を果たす。人間の眼は水平に平均約65mm離れているため、左右の眼の網膜像がずれる(両眼視差)が、物体を見つめる時は、像が網膜の中央に来るように左右の眼球を内側に回転(寄り目)させる。これを輻輳と呼び、その回転角を輻輳角と呼ぶ。輻輳角は物体までの距離によって変化する。即ち、物体が近ければ近いほど輻輳角が大きくなる。従って、輻輳角の大きさから物体までの距離(奥行き)を知覚できる。一方、眼球のレンズである水晶体の厚みを変えることで、見つめている物体へ焦点を合わせる。これを水晶体調節と呼ぶ。この時、水晶体の厚みを変える筋肉(毛様体筋)の弛緩の程度から奥行きを知覚できる。一般に、実在する物体を見つめる時には、輻輳と水晶体調節の両方の機能が同期して共に働くが、バーチャルな立体映像に映し出された仮想物体を見つめた時にも、実在する物体の場合と同じように輻輳と水晶体調節の両方の機能が同期して共に働くことが知られている。一方、物体が前後に飛び出すようなフルハイビジョン(2K)映像を視聴した時、平面映像の場合には、立体映像の場合の様な物体の遠近に応じた輻輳と水晶体調節の変化はないことが分かっている。即ち、視聴者が幾ら飛び出してくる物体に対して奥行きを感じたとしても、平面映像の場合には、眼の生理的反応である輻輳と水晶体調節は画面の位置に固定されたまま変化しない。

(3) 超高精細映像を視聴した時の立体認知メカニズムの考察

超高精細映像を視聴した場合でも、フルハイビジョン映像を視聴した場合と同様の眼の生理的反応が起きると考えられる。即ち、超高精細映像を視聴した時に、立体映像と見間違ふほどの臨場感や現実感を得たとしても、それが平面映像の場合には、輻輳と水晶体調節は画面の位置に固定されたまま変化しないと考えられる。なぜなら、超高精細映像を視聴した際に立体感を覚えて、そこに映った対象物に対して奥行きを感じたとしても、感じた対象物までの距離に応じて輻輳と水晶体調節が変化するとすれば、輻輳距離と焦点距離が共に画面までの距離（視聴距離）から解離してしまい、自分が見ているはずの本来の超高精細な映像がぼやけたものになる。その結果、当初に得られた、超高精細映像ゆえの立体感が消失し、臨場感や現実感も失われ、自己矛盾に陥ることになるからである。従って、超高精細映像を見た時に得られる立体感は、（生理的反応が起こっていないため）生理学的要因以外の奥行き知覚の手がかりによってもたらされるものと結論付けられる。このように、平面映像と立体映像の場合では、視聴した際に同じように立体感（現実感）が得られたとしても、基本的に異なるメカニズムでそれが引き起こされていると考えられる。

それゆえに、超高精細映像の場合でも、立体映像を開発することによって新たな価値が生み出される余地が十分にある。3D プームが去って、国内外において立体視がほとんど注目されなくなって久しいが、本研究が、立体視に関連した技術開発のシーズを絶やさないためのきっかけとなることを期待する。

(4) 超高精細映像の視聴時に問題となる生体影響についての調査

超高精細映像表示デバイスを使っても、ぼやけた映像を見た時には立体感が消失し、臨場感や現実感も失われることになる、というのは上記の通りである。それだけにとどまらず、本研究では、そのようなデバイスに表示する映像の質が生体にどのような影響を及ぼすのかを調べるために、多数の実験参加者による大規模な実験を行った。実験に用いた超高精細映像表示デバイスは、55インチの4K液晶テレビである。そこに表示する映像として、高画質のビデオクリップと低画質のビデオクリップを用意した。高画質のビデオクリップは4K相当の動画であった。一方、低画質のビデオクリップは、ぼかしのための画像処理の手法として一般的な平均化フィルタを繰り返し適用して、高画質のビデオクリップからぼかし処理によって制作した。各ビデオクリップの視聴時間は1分42秒であった。また、視聴の順番によるアーチファクトを回避するために、各ビデオクリップの再生順を視聴者毎にランダムにした。実験は暗室で行った。若年者から高齢者までの百名を超える男女から成る実験参加者に対して、高画質のビデオクリップと低画質のビデオクリップを各々提示して、それらを座った状態で視聴してもらった。各ビデオクリップの視聴が終わる毎に、アンケートによる主観的評価を実施した。アンケートは、映像酔いを評価するために開発されたSSQ (The Simulator Sickness Questionnaire) を用いた。実際に実験を行った結果、超高精細映像表示デバイスを用いて低画質のビデオクリップを視聴した時には、特に「全般的に気分が悪い（不快感）」、「疲労感がある」、「目の疲れを感じる」、「目の焦点が合わせにくい」、「注意集中が困難である」、「頭重感がする」、「視界がぼやける」といった症状が表れた。これらは、高画質のビデオクリップを視聴した時と比べて有意な差があった。また、若年者・中年者・高齢者の各場合で、より強く表れる症状の違いが見られた [1]。何れの年齢層の場合にも、低画質のビデオクリップを視聴した際には、生体に少なからず悪い影響を及ぼすことが分かった。このような状況においては、見ている映像に臨場感や現実感を覚えることなどは全く期待できない。

このように、4K液晶テレビなどの超高精細映像表示デバイスを用いて低画質の映像を視聴した時には、目の焦点に関する問題や疲労・頭重などの一般症状が現れることが分かった。従って、超高精細映像表示デバイスを用いる際には、そこに表示する映像の質を落とさないように注意する必要があると言える。

<引用文献>

[1] H. Ishio and M. Miyao, Viewer's age dependence in subjective evaluation of low-quality images presented on high-definition displays, in Proceedings of the 15th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE2020), 2020, 96-100

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ishio Hiromu and Miyao Masaru	4. 巻 -
2. 論文標題 Viewer's Age Dependence in Subjective Evaluation of Low-Quality Images Presented on High-Definition Displays	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 15th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE2020)	6. 最初と最後の頁 96-100
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICCSE49874.2020.9201877	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Hiromu Ishio and Masaru Miyao
2. 発表標題 Viewer's Age Dependence in Subjective Evaluation of Low-Quality Images Presented on High-Definition Displays
3. 学会等名 The 15th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiromu Ishio and Masaru Miyao
2. 発表標題 Unfavorable Effects on the Human Vision by Viewing Low-Quality Images Presented on High-Definition Displays
3. 学会等名 Digital Image & Signal Processing (DISP '19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石尾 広武
2. 発表標題 映像評価をめぐる不都合な真実
3. 学会等名 第87回日本衛生学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------