

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：13401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23790658

研究課題名(和文)立体映像の長時間曝露が生体に及ぼす影響に関する調査研究

研究課題名(英文)Effects of long-time 3D viewing on human body

研究代表者

高田 宗樹(Takada, Hiroki)

福井大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40398855

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文): 画像処理及び3D技術における近年の急速な進歩により、立体映像はテレビやゲームでも視聴することが可能である。しかし、立体映像視聴にともなう酔いや眼疲労についての報告がある。平衡機能が低下し、動揺病をきたす可能性がある。動揺病の原因は不明である。本研究では、重心動揺、胃電図、心電図、主観的評価を通じて、映像視聴時の生体への影響を調べた。安静時の胃電図と比較すると映像視聴開始後5分で有意差がみられた。重心動揺検査では、視聴開始後60分時において2D映像視聴時と3D映像視聴時の動揺量に差がみられた。以上より立体映像視聴は自律神経系に影響を及ぼし、その後、体平衡系でも影響がみられると考えられる。

研究成果の概要(英文): There have been reports on motion sickness and asthenopia induced by viewing stereoscopic films. Human equilibrium function deteriorates when viewing stereoscopic films, which may lead to motion sickness; however, the exact cause of such motion sickness remains unknown. In this paper, we investigate the effects of viewing 2-D/3-D films on human body, through stabilometry, electrogastrigraphy (EGG), and subjective assessments. A comparison of time series data obtained at rest shows a significant change in the EGG 5 min after the onset of viewing the films. Further, sway values while viewing the 3-D film were considerably higher than those while viewing the 2-D film 60 min after the onset of viewing. These results show that the autonomic nervous system is affected first by long-term viewing of the stereoscopic film, and the equilibrium function deteriorates slowly over the course of the exposure.

研究分野：応用数学

キーワード：衛生学 立体映像 非線形科学 数理モデル 形の科学 生物・生体工学 人間工学 デザイン評価分析

1. 研究開始当初の背景

両眼立体視を利用した立体映像は、その視聴条件などにより、しばしば頭痛・嘔吐・眼疲労などの不快な症状を引き起こすことが報告されている。映像の生体安全性に関する ISO 国際ワークショップ(2004)において、江本正喜(NHK 放送技研)より立体映像観察による輻輳順応の影響について報告がなされているが、眼疲労については、特に立体映像による影響について知見が十分にあるという状況にはなく、さらなる研究が必要であると結論付けている(氏家, VISION, 2005)。

自然視では水晶体調節と輻輳が一致しているが、立体映像視認時においては

仮説 1: 水晶体調節が画像を表示しているディスプレイの位置に固定されるのに対し、輻輳は立体の位置で交叉している

というのが一般的な理解である。このようにして生じた調節と輻輳の不整合が立体視による眼疲労や映像酔いの主な原因であるとされている (Cruz-Neira et al., Proceedings of SIGGRAPH '93, 1993)。

「映像酔い」が生体に及ぼす影響に関する計測手法には 1)主観的評価などの心理的計測手法と、2)自律神経活動に関する計測などの生理学的計測手法とがある。

- 1) Simulator Sickness Questionnaire (SSQ): VIMS2007 国際会議では、この指標 (Kennedy RS et al., International J Aviation Psychology, 1993)によって立体映像が「映像酔い」を与える度合いを計量することが提案された。
- 2) 心拍数やその変動(RR 間隔)、LF/HF、血圧、呼吸数、瞬目数、胃電図、身体動揺、皮膚抵抗値、発汗量などの生理学的計測手法によって「映像酔い」を客観的に評価することが試みられている (Holmes SR et al., J. Psychophysiology, 2001)。

2009 年冬に上映された映画 AVATAR の記録的大ヒットを筆頭に、数々の立体映画が上映されたり、各家電メーカーからも立体テレビが次々と売り出され、一般の人々が気軽に立体映像を楽しめるようになってきた。しかし、立体映像を長時間にわたって見続けることによる身体への影響(眼疲労や頭痛、吐き気などの諸症状)が懸念されている。これら諸症状の原因は個人差も大きく、長時間(1~2 時間)の立体映像視認が視機能・体平衡系に与える影響について研究された例はない。眼疲労や映像酔いが生じる機序については十分に解明されていない。

申請者らは立体映像視認時における水晶体調節の計測により、通説(仮説 1)が必ずしも成り立っていないことを明らかにした(雑誌論文[1])。さらに、本課題の準備のため、短時間(1~3 分間)の立体映像視認が視機能に与える影響を調査している。水晶体調節の焦点と輻輳の距離を別々に測定しているが、いずれも立体映像の仮想距離とほぼ一致している(雑

誌論文[6])。このことから、立体映像視認時においても水晶体調節と輻輳が一致する可能性がある。そのため、映像酔いや眼疲労を伴わない立体映像の構成法が存在するかも知れない。本研究により、映像酔いが生じる機序の解明が必要である。長時間の立体映像視認が視機能に与える影響についても調査、検討を行う。

申請者らはこれまで短時間の立体映像視認が体平衡系に与える影響について調査、検討を行い、軽度の映像酔いの計量化に成功している(雑誌論文[6], [9])。

2. 研究の目的

本研究の全体構想は、長時間(1~2 時間)の立体映像視認が生体に与える影響について調査、検討を行い、安全な立体映像の視聴に関するガイドラインを提言することである。

申請者らはこれまで短時間(1~3 分間)の立体映像視認が視機能、体平衡系等、生体に与える影響について調査、検討を行い、「眼疲労」や軽度の「映像酔い」の計量化に成功しているが、立体映像構成のガイドライン化には、さらに映像酔いが生じる機序の解明が必要である。

本研究では、長時間の立体映像視認が視機能、体平衡系等、生体に与える影響について調査することで、「眼疲労」や「映像酔い」が生じる機序を明らかにすることを目標とする。

3. 研究の方法

本研究では、立体映像視認によって生じる「眼疲労」や「映像酔い」の機序を解明することを目的とする。研究計画としては、(3.0) 視機能同時計測システムの開発、及び視覚刺激コンテンツの開発、(3.1) 若年健常者の輻輳調節系に対する実証研究、(3.2) 若年健常者の体平衡系・自律神経系に対する実証研究を並行して行う。当初の予定では、実証研究を分けずに、同一プロトコル内で計測を行う予定であった。しかし、計測項目を多くとると、映像の長時間曝露が中断される時間も多くなり、長時間曝露の影響を真に反映できているかが疑問になった。また、2 系統の計測が互いに干渉する危険性も考えて、独立したプロトコルに従って研究を進めることとした。

円偏光用ディスプレイ上に、
映像 I: 実証研究に用いる視覚刺激用 2D 映像
映像 II: 映像 I について通常の 2D/3D 変換を施した立体映像

を提示する。尚、映像の提示順についてはランダムとし、それぞれの映像を提示する実験は別の日に行う。ここで用いる計測用の映像は、申請者らが短時間(2 分間)の立体映像視認が生体に与える影響について調査を行ったときに用いたものを使用した。加えて、小室貴弘氏(研究協力者)は輻輳調節系の実験に用いる**立体映像 III**(後述)を作成した。

3.1 輻輳調節系

被験者から 1m の距離に置かれた液晶ディスプレイ (19 インチ) に 3D 映像を表示し、それを被験者に注視させながら、輻輳と調節及び瞳孔径を同時に計測した。3D 映像は円偏光方式にて視認させた。この方式の違いは実験結果に本質的な違いを生じさせないことも予備実験において確認している。

使用した 3D 映像 III は、液晶ディスプレイの中央部分に現れる仮想の金属球体が、雲が浮かんだ青空の背景の中を周期約 10 秒で遠近運動 (調和振動) するものである。この 3D 映像は、オリンパスビジュアルコミュニケーションズ株式会社が開発した「POWER3D」(及びその改良版の「Advanced POWER3D」) である。これは球体の遠近に合わせてカメラの輻輳角を変え、また独立に撮影した背景を重畳した独自の特許を使用して作成されたもので、自然視に極めて近い映像である。従って、立体映像 II に比べて映像を自然に視認することができるため、生体に与える不快な症状は減弱すると予想される。球体は、計算上ではディスプレイの位置 1 m (1.0 D) から眼前 40 cm (2.5 D) まで飛び出す仕様になっている。但し、背景は無遠くに見える様に設定されている。被験者には、映像に現れる球体の中心を常に注視する様に指示した。ここでは、若年被験者を対象として、10 分間、立体映像 III を注視させて、輻輳および水晶体調節距離、瞳孔径の同時計測を行った。

3.2 体平衡系および自律神経系

被験者は、23-24 歳の健康な若年男性 7 名 (22.3 ± 0.8 歳、平均 \pm 標準偏差) を対象に行った。被験者には事前に実験の説明を十分に行い、書面にて了承を得た。

実験は座位にて行い、安静 20 分間の後、映像視聴開始から 60 分間の心電図および胃電図を記録した。安静 20 分を視聴前とし、映像視聴開始後 20 分ごとに計 3 回の重心動揺検査を行い、それぞれ 20 分時、40 分時、60 分時とした。重心動揺検査は開眼検査、閉眼検査を実地し、開眼検査時は映像を視聴したまま計測を行った。計測時間はそれぞれ 1 分とした。映像は被験者から 1.5 m の距離に目の高さが中心になるよう設置された 40 インチディスプレイ KDL40HX80R (SONY、東京) 上に両眼立体視映像およびその片眼視用の 2D 映像を提示した。映像の提示はランダムとし、実験は各被験者で別日に行った。また各重心動揺の測定後、被験者には SSQ 用紙に記入させ、映像酔いに関する主観的評価を行った。食事は、測定開始 2 時間前までに摂取するように指示した。また、日内変動の影響を考慮し、全被験者平日の午後 2 時-3 時の間に測定を開始した。

胃電図の解析方法: 本研究では記録した 8 チャンネル全ての胃電図を 1 kHz で A/D 変換を行い、時系列データを得た。

本研究における胃電図データは、抽出した時系列を 1024 秒 (約 17 分) の時間窓を 300 秒

(5 分) 間隔で移動させて分割し解析を行った。時系列を 1024 秒で分割した理由として、本研究では周波数解析において高速フーリエ変換を用いており、データ数が 2 の累乗である必要があるためである。そこで、複雑系解析において 2 の累乗を満たすような最適なデータ長を算出した。その結果、最大リアプノフ指数、並進誤差ともにデータ長が 1024 以上ではほぼ一定の値となった。また、データ数が 2048 以降では胃電図のデータの分割数が大きくなり、胃電図時系列の時間変化を追うには適さないため、本研究では 1024 のデータ長を採用した。

4. 研究成果

立体映像視認時における両眼の輻輳と水晶体の焦点調節の関係を明らかにするために、水晶体屈折率と両眼の輻輳焦点距離を同時計測する装置 (以下、視機能同時計測システム) を開発した。ここでは、両眼を開放したまま調節を測定することができるグラント精工社製の両眼開放オートレフケラトメーター WAM-5500 及び、同機と併用可能で輻輳距離を測定することができるナックイメージテクノロジー社製のアイマークレコーダー EMR -9 を組み合わせて使用した。前者は調節距離と瞳孔径を測定することができ、後者は輻輳距離を測定することができる。トリガー信号の入力を工夫するなどして、水晶体屈折率と両眼の輻輳焦点距離の同時計測可能になった。

4.1 輻輳調節系

健康若年者を対象とした実証研究では、10 分間にわたり 3D 映像を注視し続けても、輻輳と調節が共に飛び出し物体 (仮想球体) の位置に非常によく追従していた。先行研究 (雑誌論文 [3],[4],[5],[14]) と同様に、調節が画面に固定されることは決していない。

40 歳以上の中年年齢者および高齢者を対象に同様の計測を行った (学会発表 [10])。いずれも遠視傾向がみられ、水晶体調節機能の低下が認められた。これらの例では、総じて、調節が仮想球体の位置に追従することはなく、遠方に位置して、輻輳調節と同期して周期変動を示した。尚、減弱した調節力を補う様に、瞳孔径もこれらに同期して変動している。即ち、仮想物体が近くに来る時には、それに同期して瞳孔径を小さくすることにより被写界深度を深くして、ピント合わせの許容範囲を広め、結果的に視機能を高めている。

4.2 体平衡系および自律神経系

4.2.1 体平衡系の解析結果および酔い症状について

計測された指標ごとに映像方式 (2D/3D) と映像曝露時間を因子とした二元配置分散分析を行った。更に、映像曝露時間ごとに、計測された各指標の値が映像方式によって異なるとみなせるかを Wilcoxon の符号付き順位と検定により検討した。その結果、各指標において交互作用は見られなかった。SSQ の眼疲労に関

するスコアとトータルスコアについては、映像方式に関して主効果が見られた($p<0.05$)。

2D 映像視聴と立体映像視聴において記録された動揺図を比較した。開眼において、外周面積は視聴開始後 60 分時に、総軌跡長では視聴開始 20,60 分後に、2D 映像視聴時に比べて立体映像視聴時の方が、動揺量は大きい傾向がみられた($p<0.10$)。また、外周面積は視聴開始 60 分後に、総軌跡長は視聴開始 20 分後において視聴前と比較して有意に増大した。

SSQ による主観的評価を解析した結果、2D 映像視聴時において吐き気とふらつき感のスコアはいずれも全ての時間において 0 であった。目の疲れのスコアは映像視聴開始後 0,20 分より 40,60 分の方が高いものの、立体映像視聴後と比較しても小さく、2D 映像視聴が生体へ及ぼす影響は限定的であったと考えられる。

立体映像視聴において視聴開始後 20 分時に目の疲れ、ふらつき感を 4 名が感じ、40 分時には吐き気を 1 名が訴えた。トータルスコアは視聴開始後、時間が経過するにつれてスコアが大きくなった。また、2D 映像視聴時と立体映像視聴時の各スコアを比較した時、同じもしくは立体映像視聴時のスコアが大きかった。

4.2.2 自律神経系の解析結果

1) 心電図について

2D 映像視聴時と立体映像視聴時において記録された心電図を比較した。視聴前と比較して、映像視聴開始 20 分後以降において、心拍数の有意な低下を認めたものの、HF、LF 成分ともに顕著な変動はみられなかった。映像曝露にともない、20 分程度で自律神経バランスが崩されたと考えられる。以下の胃の電気活動は副交感神経活動(迷走神経活動)が修飾しており、自律神経バランスが関係しているが、同様な状態がみられた。

2) 胃電図について

胃電図のピーク周波数：計測した胃電図の周波数解析を行った。2D 映像視聴では視聴開始後 0.5 分、立体映像視聴では視聴開始後 5,15,30,35 分において映像視聴前に比べてピーク周波数が有意に減少するチャンネルが存在した($p<0.05$)。また、4ch においては 0,10-20 分に 2D 映像視聴時と比べて立体映像視聴時のピーク周波数が低くなる傾向がみられた($p<0.10$)。

ピーク周波数のパワー値：計測した胃電図の周波数解析を行った。2-4ch では立体映像視聴開始後 0 分に映像視聴前と比べて値が大きくなった($p<0.10$)。4ch では立体映像視聴後 0-25 分に視聴前と比べて値が大きくなった($p<0.10$)。また、視聴開始後 0.5 分において 2D 映像視聴と比べて立体映像視聴時のピーク周波数のパワー値が低くなる傾向が、多くのチャンネルでみられた($p<0.10$)。

最大リアプノフ指数：計測した胃電図の非線

形解析を行った。7,8ch においては、2D 映像視聴開始後 5-35 分に映像視聴前と比較して有意に値が減少した($p<0.05$)。また、視聴開始後 30,35 分時では多くのチャンネルにおいて視聴前と比べて有意に値が減少する傾向がみられた。一方、5,6ch においてはこの傾向はみられなかった($p<0.05$)。一方、立体映像視聴時においては映像視聴前に算出された胃電図の最大リアプノフ指数と比較した場合に、有意差がみられた時間は存在しなかった。

まとめ

長時間の立体映像視認が視機能、体平衡系等、生体に与える影響について調査することで、「眼疲労」や「映像酔い」が生じる機序を明らかにすることを目標とし、安全な立体映像の視聴に関するガイドラインを提言する一助となることを期待して研究を行った。研究計画では、(1) 視機能同時計測システムの開発、(2) 視覚刺激コンテンツの開発、(3) 若年健常者に対する実証研究、(4) 実証実験に関する数理解析・統計解析および(5) HMD を用いた実証研究を並行して行うこととした。ただし、(5)項は計画どおりに進まない時の対応として行う計画であった。その結果、若年者健常者および中年者を対象として、立体映像視聴時における右眼の水晶体調節、両眼の輻輳焦点距離および立位重心動揺を計測した。これらの数理解析・統計解析により、以下について示すことができた。

- 1) 自然視に近い高品質な 3D 映像を 10 分間視聴した場合、特に若年者の場合には、輻輳と調節は同調して、仮想物体の位置に追従する。このことは、比較的長時間にわたり持続する。ここで問題になるのは、もし調節が画面の位置に合っていないとなると、被験者はぼやけた映像を見ていることになるという疑問である。これについては、最近になって我々が多数の被験者を集めて行った大規模実験(映像ぼやけの半定量的な比較実験)によると、被験者の多くが見ている映像は決してぼやけていないということである。即ち、被験者が見ている 3D 映像は、2D のそれと遜色がないものであった。この比較実験については、条件をもう少し厳密にして、再度詳細な確認実験を行う予定である。
- 2) 映像曝露の影響は視聴開始 20 分後において自律神経系でみられ、それ以降の時分では、順化する過程がある。また、立体映像曝露の影響は体平衡系に及び、映像視聴開始後 60 分にてみられた。検査時の視覚刺激用の立体映像視聴後(閉眼)においても動揺量の増加は継続した。
- 3) 1)と対比して、酔いが生じやすいと考えられる 3D 映像を 3 分間曝露した(研究業績 [13])。「眼疲労」は水晶体と輻輳調節の乖離、特にそれらの非同期性に起因することが帰結された。「眼疲労」は 90 秒以上の立体映像視聴により誘発される可能性が高く、「立

体映像酔い」はそれより短い時間の視聴で発生する。「立体映像酔い」については1)の非同期性は原因とならない(雑誌論文[13])。4) 立体映像酔いが生じている際の重心動揺を記述する確率微分方程式のポテンシャルの構造はそれほど変化していないが、ノイズの加わり方が異なることを数値解析によって明らかにした。

以上は本研究で解明すべき目標そのものであり、安全な立体映像視聴に関するガイドラインを提言する上で根拠となり得る。以上により、本研究課題は十分に達成されていると言える。

研究の発展

ここで一つの疑問が残った。3)項の立体映像酔いは、視標追従を指示した際には生じず、周辺視を禁じない場合にのみ発生することを実験的に確かめた。そこで、興味深い仮説「周辺視によって水晶体調節と輻輳の2つの制御系に生じる非平衡状態が映像酔いの原因となる」を着想し、これを検証すべく、以下の新しい研究課題を実施することとなった。

- ・立体映像による眼疲労と3D酔いの原因の特定と対策の確立(基盤研究(B)(一般)、研究分担者、H24~H27)
- ・立体映像視認時における周辺視が生体に及ぼす影響に関する調査研究(基盤研究(C)(一般)、研究代表者、H26~H29)

前者は眼疲労の生じない映像構成法に関する開発とその評価を目的とする研究であり、研究代表者は生体信号解析を担当している。解像度など立体画像の全般的な因子や視標の被写界深度と関連づけて、安全で快適な3D映像の制作方法とその基準を提案するための基礎資料を蓄積しており、当初から画像要素については考慮に入れられていない。後者の研究では周囲像の影響を評価しており、画像要素に主眼をおいている。これらを実施することにより、安全な立体映像視聴に関するガイドラインを提言することができると確信する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 15 件)

- [1] Fujikake, K., Omori, M., Hasegawa, S., Takada, H. (他2名, 4番目) Stereoscopic displays and accommodative focus, *Forma*, Vol.29, Special Issue, S53-S63, 2014. 解説, 査読有
- [2] Hasegawa, A., Hasegawa, S., Omori, M., Takada, H. (他2名, 4番目) Effects on visibility and lens accommodation of stereoscopic vision induced by HMD parallax images, *Forma*, Vol.29, Special Issue, S65-S70, 2014. 査読有
- [3] Hori, H., Shiomi, T., Hasegawa, S., Takada, H. (他4名, 4番目) Comparison of 2D and 3D Vision Gaze with Simultaneous Measurements of Accommodation and Convergence, *Forma*, Vol.29, Special Issue, S71-S76, 2014. 査読有
- [4] Shiomi, T., Hori, H., Hasegawa, S., Takada, H. (他6名, 4番目) Simultaneous Measurement of Lens Accommodation and Convergence to Objects, *Forma*, Vol.29, Special Issue, S77-S81, 2014. 査読有
- [5] Takada H. (他8名, 6番目) Simultaneous measurement of lens accommodation and convergence in natural and artificial 3D vision, *Journal of the SID*, doi: 10.1002/jsid.156, 2013. 査読有
- [6] Takada, H., Miyao, M. Visual Fatigue and Motion Sickness Induced by 3D Video Clip, *Forma*, Vol.27: S67-S76, 2012. 解説, 査読有
- [7] Takada H. (他3名, 1番目) System to Control Upright Posture with Alcoholic Intake, *Journal of Mathematics and System Science*, Vol.2, No.7: 447-453, 2012. 査読有
- [8] 高田宗樹 (他2名, 1番目) アルコール摂取時における座位重心動揺に関する研究, *電気学会論文誌 C 編*, Vol.132, No.10: 1558-1562, 2012. 査読有
- [9] Takada H. (他4名, 1番目) Effect of a Stereoscopic Movie on Body Sway and Head Acceleration, *Comp Technol & Application*, Vol.3, No.2: 159-168, 2012. 査読有
- [10] Takada H. (他6名, 7番目) Evaluation of body sway in a seated posture after alcohol ingestion with an aim to evaluate motion sickness caused by three-dimensional images, *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*, Vol.2, No.2: doi:10.4172/2161-0673.1000109, 2012. 査読有
- [11] Takada H. (他6名, 7番目) Effect of Accommodation Training on Visual Function of Visual Inspection Workers and middle-aged People, *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*, Vol.2, No.3: doi:10.4172/2161-0673.1000112, 2012. 査読有
- [12] Takada H. (他3名, 4番目) Effect of Accommodation Training on Visual Function of Middle-aged People, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol.2, No.6: 381-385, 2012. 査読有
- [13] Takada H. (他5名, 6番目) Comparison of Fixation Distances in Middle-aged Subjects, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol.2, No.6: 389-394, 2012. 査読有
- [14] 塩見友樹, 堀弘樹, 長谷川聡, 高田宗樹 (他6名, 4番目) 実物体と2D映像, 3D映像を用いた水晶体調節反応と輻輳運動の長時間同時測定-若年者と中高齢者の立体視機構の違い-, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌* 16(2), 139-148, 2011. 査読有
- [15] Takada H. (他3名, 4番目) Effect of strategic accommodation training by wide stereoscopic

movie presentation on myopic young people of visual acuity and asthenopia, Displays, Vol.32, No.4: 219-224, 2011. 査読有

[学会発表] (計 29 件)

- [1] 吉川一輝, 木下史也, 高田宗樹, 宮尾克 (2013.06.12.) 立体映像視聴時における重心動揺の数値解析、第75回形の科学シンポジウム、糸魚川フォッサマグナミュージアム、新潟
- [2] 木下史也、松浦康之、平田隆幸、高田宗樹 (2013.06.12.) 立体映像視聴時における胃電図への影響、第75回形の科学シンポジウム、青山学院大、東京.
- [3] 福井優太、吉川一輝、平田隆幸、高田宗樹 (2013.06.12.) 立体映像視聴時における座位重心動揺とその数値モデルに関する研究、日本物理学会北陸支部定例学術講演会、富山大.
- [4] 山口仁志、酒井正樹、平田隆幸、高田宗樹 (2013.12.12) 立体映像視聴時における周辺視が身体に及ぼす影響、MEとサイバネティクス研究会、岐阜大.
- [5] 高田宗樹 (2013.03.24) 映像酔いを定量的に評価するための重心動揺検査、第83回日本衛生学会学術総会 (招待講演)、金沢大.
- [6] Takada, M., Miyao, M., Matsuura, Y., Takada, H. (2013.07.07) Accommodation Training in Foreign Workers, The 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'13) (招待講演), Osaka International Convention Center, in Osaka, Japan
- [7] Kutsuna, K., Matsuura, Y., Fujikake, K., Miyao, M., Takada, H. (2013.07.07) Comparison of Form in Potential Functions while Maintaining Upright Posture during Exposure to Stereoscopic Video Clips, The 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'13) (招待講演), Osaka International Convention Center, in Osaka, Japan
- [8] Takada, M., Matsuura, Y., Miyao, M., Takada, H. (2013.07.07) Effect of Accommodation Training in Foreign Labor, HCI International 2013 (招待講演), Mirage Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.
- [9] Takada, M., Sugiura, A., Matsuura, Y., Miyao, M., Takada, H. (2013.07.07) A Study of Accommodation Training by Stereoscopic Film Presentation, HCI International 2013 (招待講演), Mirage Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.
- [10] Ishio, H., Kojima, T., Oohashi, T., Okada, Y., Takada, H., Miyao, M. (2013.07.26) Effects of Long-Time 3D Viewing on the Eye Function of Accommodation and Convergence, HCI International 2013 (招待講演), Mirage Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.
- [11] Matsuura, Y., Miyao, M., Takada, H.

(2013.07.26) Form in Potential Functions While Maintaining an Upright Posture during Exposure to Stereoscopic Video Clips, HCI International 2013 (招待講演), Mirage Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.

- [12] Takada, H., Fujikake, K., Matsuura, Y., Miyao, M. (2013.07.26) Multi-evaluation Method of Visual Fatigue and Motion Sickness While Viewing 2D/3D Video Clips on a Liquid Crystal Display, HCI International 2013 (招待講演), Mirage Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.
- [13] Yoshikawa, K., Takada, H., Miyao, M. (2013.07.26) Effect of Display Size on Body Sway in Seated Posture While Viewing an Hour-Long Stereoscopic Film, HCI International 2013 (招待講演), Mirage Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.
- [14] Takada, H., Matsuura, Y. (2013.07.26) Comparison of Form in Potential Functions while Maintaining Upright Postures during Exposure to Stereoscopic Video Clips, 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Manchester, UK
- [15] Shiomi, T., Hori, H., Uemoto, K., Miyao, M., Takada, H., Hasegawa, S., Omori, M., Watanabe, T., Ishio, H. (2012.06.05) Comparison of simultaneous measurement of lens accommodation and convergence in natural vision and 3D vision, SID Symposium 2012 (**Distinguished Student Paper Award**), Boston, MA, USA.

他14件

[図書] (計 1 件)

- [1] Eds: Aamir S. Malik, Depth Map and 3D Imaging Applications, IGI (Idea Group Inc.) Global, Hershey, Pennsylvania, 2011 年; Takada, H., (他1名, 1番目): Effectiveness of New Technology to Compose Stereoscopic Movies, pp. 著書 (分担執筆)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高田 宗樹

福井大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 40398855

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし