様　式　C－19、F－19－1、Z－19　（共通）

科研費
KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５年　６月１９日現在

機関番号：５３３０２
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2020～2022
課題番号：２０Ｋ１１９２０

研究課題名（和文）HDR（ハイダイナミックレンジ）環境における人間の視覚特性の解明とその工学的応用

研究課題名（英文）Elucidation of human visual characteristics in HDR (High Dynamic Range) environments and its engineering applications

研究代表者
大塚　作一（Ohtsuka, Sakuichi）

国際高等専門学校・国際理工学科・教授

研究者番号：９０４５２９２９

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,300,000円

研究成果の概要（和文）：　近年のモバイル電子機器の爆発的普及により、屋外のハイダイナミックレンジ（HDR）環境においてもディスプレイが多用される状況に至った。したがって、従来未解明であった当該環境下での人間の階調知覚特性を解明し、使用環境の多様性と利用者の個人特性の違いを念頭に工学応用する必要がある。
　そこで「人間が、HDR環境下の大量の情報を、まず、網膜等で大局的・適応的に圧縮し（NVPと略記）、その後、脳の視覚野で局所的に処理する」との仮説を提案・検証した。その結果、（1）仮説は概ね妥当である、（2）NVPが変動する要因は、天候や場所などの光学的要因ではなく、本質的に個人の概日リズムに起因する、ことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義
　学術的意義としては、従来、生理学的分野の定説では、晴天屋外の照明環境の変化が「個人の概日リズムに与える『知覚できない』照度効果」とされてきた。しかし、その定説を覆し、知覚可能な視覚特性の変化であることを明らかにした。これは、幅広い分野で革新的なの研究を創出する可能性を示唆する。
　社会的意義としては、様々な工学的応用が考えられる。例えば、HDR用コンテンツの屋外での視聴はもとより、工業用監視カメラの分野においても、入力系のカメラのみをHDR対応に変更することで、監視の効率や正確性が格段に向上すると期待される。さらに、コロナ禍下で普及した国際遠隔会議等での視覚的な時差調整への応用も期待される。

研究成果の概要（英文）：In recent years, electronic displays have been used extensively in outdoor high dynamic range (HDR) environments due to the explosive spread of mobile devices. Therefore, it is necessary to elucidate the previously unexplored characteristics of human tone perception in such environments, and to apply this knowledge to engineering, keeping in mind the diversity of usage environments and differences in the individual characteristics of users.
　　　　A hypothesis that human visual system compress a large amount of information in HDR environments in a global and adaptive manner in the retina, etc. (abbreviated as NVP: Normalized Visual Percept) first, and then perform local processing through the visual cortex in brain, is proposed and tested. Experimental results suggest that (1) the hypothesis is generally valid and (2) the essential cause of variation in NVP is not optical factors such as weather or location but is human factors due to individual circadian rhythms.

研究分野：視覚とヒューマンインタフェース

キーワード：概日リズム　HDR　ハイダイナミックレンジ　階調圧縮　大局的処理　グローバルトーンマッピング　網膜　視覚野

※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

近年、ハイダイナミックレンジ（High Dynamic Range: HDR）テレビ放送など、現実の視環境を再現するための撮像・表示技術の進歩は目覚ましい[1]。加えて、個人向けスマートフォンなどの普及により屋外においてもディスプレイが身近に利用されるようになった。この際に問題となるのが、利用範囲の拡大に伴う観視条件の変動と悪化である。ディスプレイ画面に太陽光の強烈な反射が環境反射光（Viewing Flare: 以下、VF と略）として加わり、著しい表示画像の輝度コントラスト比（以下、CR と略）の低下を招く（図 1 (a), (b) 参照）。

そこで、重要となるのが HDR の原画像からより低いダイナミックレンジ（Low Dynamic Range: LDR）の処理画像に変換する技術（標準ダイナミックレンジ（Standard Dynamic Range: SDR）を含む）の開発である。従来から、1971 年に提唱された Retinex 理論を背景として、局所画像処理の研究が非常に多くなされてきた（例えば[2]-[4]）。一方で、近年報告者らは従来の主流とは全く異なるアプローチを選択し、その検証を行った[5]。実験室環境ではあるが、実際の HDR 環境を再現し、人間の知覚能力を検証した。その結果、概ね「大域的トーン処理で順応状態が定まり、かつ、輝度弁別のいき値が非線形に低下している」可能性が示唆された。また、この知見を基に HDR／SDR 変換のトーンカーブを作成し（図 1 (c) ）、良好な実験結果を得た。

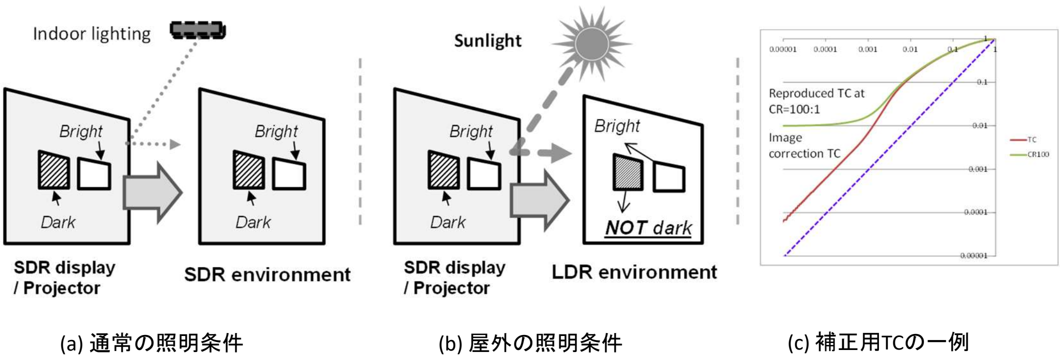

図 1 照明光反射の影響（Viewing flare）によるコントラスト低下とグローバルトーンマッピング（GTM）による補正　(a) と (b) は SDR と LDR（太陽光の反射によりバックグラウンドが明るくなる）の関係を示しているが、同様な関係は HDR と SDR との間にも存在する。(c) は、HDR から SDR に変換するためのトーンカーブ（TC）の一例で晴天戸外条件補正用である。輝度コントラスト比（CR）を 100：1 で表示する場合、入力画像では 10,000：1 に近いダイナミックレンジを約 1/100 に圧縮して表示することになる。

２．研究の目的

本研究の目的は、上述の検討を発展させ、各種の実環境データを整備し、主観評価ならびに客観評価実験に基づいて人間の HDR 環境下におけるダイナミックな視覚特性を解明することである。換言すると、図 2 に示すように、HDR 状況下における GTM に基づく新しい視覚の順応モデルを確立することにある。具体的には、(1) 人間は HDR の実写映像そのものを受容しているのではなく、眩しすぎる等の不快感を除けば、視覚的に得た情報を受容時に標準的な知覚表象（ここでは、NVP: Normalized Visual Percept と呼ぶ）に変換して受容していること、(2) NVP を模した画像を標準環境（SDR）下で見ると、人間は知覚的に忠実度が高い画像であると感じる（つまり、知覚的実在感（Perceptual reality）という概念が存在する）こと、(3) LDR 環境下においても、NVP を想起できるような画像圧縮を予め実施することにより画質劣化を最小限に止めることが出来ること、などを確認することである。

また、様々な工学的応用も考えられる。例えば、HDR 用に作成されたコンテンツの SDR 環境・LDR 環境での視聴はもとより、工業用監視カメラの分野においても、入力系のカメラのみを HDR 対応に変更することで、監視の効率や正確性が格段に向上すると期待される。

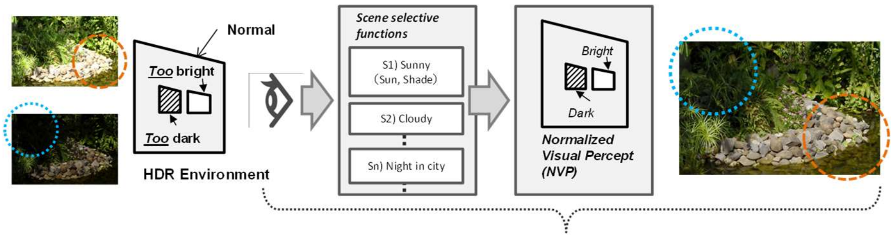

図２ 脳内処理の模式図（研究開始時の仮説） 人間の視覚系は、標準的ないくつかの環境において予想される、グローバルトーンマッピング（GTM；画像処理の単純なトーンカーブ処理に相当）を学習しており、それらを適応的に切り替えて標準の知覚表象（NVP と略す）を脳内に作成していると考えられる。換言すると、「視覚系に知覚される段階で、 HDR 環境に存在する輝度データの過剰部分は切り捨て圧縮される」との仮説を立てることが可能。

３．研究の方法

そこで、上述の (1) ならびに (2) について、各種の実環境データを整備し、主観評価ならびに客観評価実験に基づいて上述の仮説を検証することである。具体的には、まず、各種実環境における物理指標や実際の見え方のアノテーションを行いつつ HDR 画像を取得すると同時に眼球運動測定装置を用いて注視点の状況を取得する。つぎに、HDR 画像から撮影時に使用した環境データ（輝度・照度やカラーチェッカなどの物理指標）を参考にして、各シーン（例えば、晴天時の日向から日向、日陰から日向、曇天、夕焼け、など）の標準的な GTM（トーンカーブ）を作成する。さらに、このトーンカーブを用いて、収集した HDR 画像から NPV を模した SDR 用 HDR 変換画像を作成する（研究開始時点での作成例を図 3 に示す）。最後に、実験室環境下で HDR モニターに表示した HDR 画像、SDR 用に変換した HDR 変換画像に対して、変換カーブの妥当性を検証するための主観評価実験を実施する。また、これを客観的に裏付けるために、眼球運動測定装置を用いて、各画像を観察した際の注視点移動パターンを比較する。一致度が高ければ、何れの画像も実環境と大差ない知覚的忠実性を持って再現されていることが確認できる。この際、比較のために SDR 画像や他方式の HDR 変換画像についても同様に評価を行い、その差異についても確認する。

続いて、上述の (3) については、LDR の輝度コントラスト比のみを推定すれば、画像の種類に関わらず常に適切な処理画像が得られるか否かを SDR 環境と LDR 環境を比較しながら検討を行う。この変換が有効であった場合、人間の視覚に適応させるために、HDR 画像から直接 LDR 画像を生成する必要はなく、SDR 環境における NVP を模した HDR 変換画像を中間媒体とすることが可能になる（換言すると、コンテンツ制作と表示とを分離した応用が可能になる）。照明条件の著しい変動が生じることが想定される、屋外のデジタルサイネージ、会議場設置のプロジェクター、カーナビのディスプレイなどへの応用では、LDR 補正画像生成のための LUT（lookup table）のみを組み込めば良く、工学的な応用範囲が非常に大きくなる。

図３ 提案手法による HDR 変換画像と通常の SDR 画像との比較 SDR 環境では、飽和なし HDR 画像（**a1, a2**）と自動露出の SDR 画像（**c1, c2**）には各々黒潰れや白飛びが発生している。一方で、提案手法では CR 約 100:1 の SDR 画像のみならず、CR 約 10:1（輝度コントラストの圧縮率は約 1/1,000 に相当）の LDR 印刷用画像（**b1, b2**）においても目立った劣化が発生しておらず、自然な階調が保たれている[6]。

４．研究成果

(1) NVP (Normalized Visual Percept) 仮説の検証結果 [6]-[9]

通常の観視条件下で再生される知覚的に自然な SDR 画像は、人間の観察者が人工的な情報に頼ることなく、実際の HDR シーンが撮影された時間を推定するのに十分な情報を保持していなければならない。

研究当初と比較して、外部の画像生成に関する研究も進展した。各種手法を比較評価した佐々木らの論文（2018）[10]によると、グローバルトーンマッピングオペレーター（TMO）とローカルトーンマッピングオペレーター（TMO）の両手法が、ほぼ同等の性能を有してることが明らかとなった。また、生理学的の分野では、人間の視覚系の特性が「個人のサーカディアンリズムがもたらす知覚できない照度効果」として長らく検討されていた[11]-[15]。

まず、当初の仮説（図 2 参照）に上述の 2 つの知見を追加し、 (a) 人間の視覚系は情報圧縮のために、概日リズムと個人の特性の両方に依存する複数のグローバル TMO を第 1 段階（網膜出力から初期視覚野入力以前の段階）で行い、つぎに、(b) それ以降の視覚野における処理の段階で、よく知られた対比効果等のローカル TMO を利用して絵画と同様に利用しやすい情報に加工するという、2 段階処理仮説を構築した。

この新仮説に基づき、2 つの心理物理学的実験を実施した。その結果、(i) 実際の撮影時間（ACT: Actual-capture-time）を知覚できる参加者はいないこと、一方で、(ii) 階調変化に敏感な観察者は、撮影内容には依存せず、数種類のグローバル TMO に基づく階調変化のみで（即ち、仮想撮影時間（VST: Virtual-shooting-time）効果のみに基づいて）生成画像を弁別できること、が示唆された（図 4）。また、(iii) 概日リズムによる午前・午後の階調変動の変化パターンの種類は、当初の報告者らの予想をはるかに超えていた（図 4 (c)）。また、同時刻における比較においても、知覚されるコントラスト特性が個人によって非常に異る結果となった。たとえば、「今朝はよく晴れた爽やかな朝ですね」といった何気ない日常の挨拶を交わしていても、その際、朝型の人は高コントラスト（図 4 (b): (1) 相当）、一方で、夜型の人は低コントラスト（図 4 (b): (4)～(5) 相当）と、互いに相容れない情景を思い浮かべていた。このように、VST に基づく識別特性には大きな個人依存性があるにも拘わらず、この効果は従来見過ごされ、意識されることはなかった。

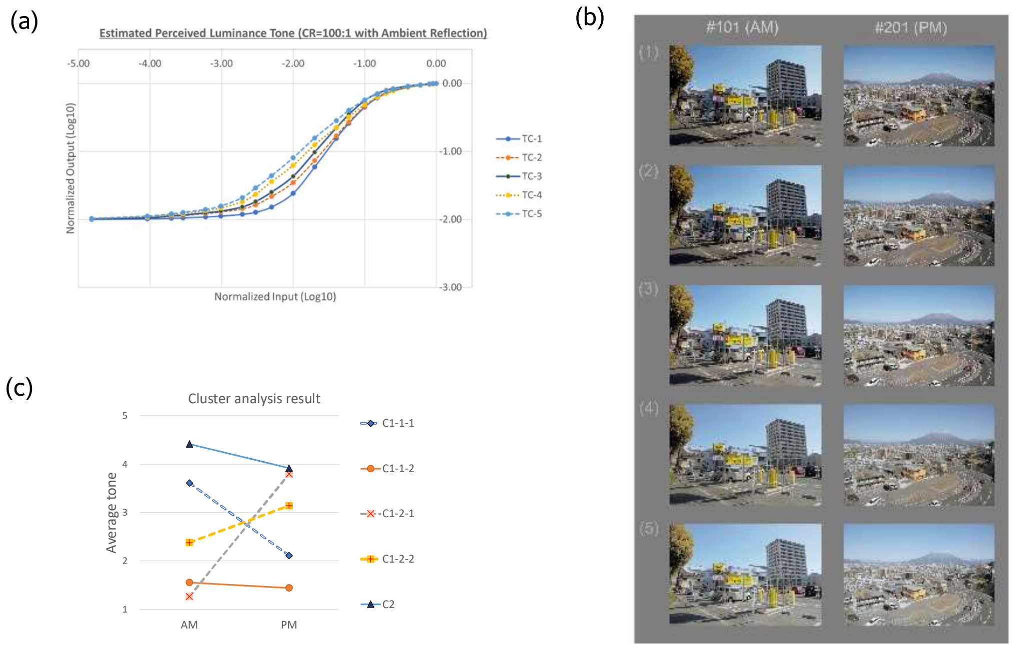

図 4 実験結果の概略図 [9] パネル (a) は、実験に用いた５種類のトーンカーブ（TC-1～TC-5：番号が大きくなるにつれコントラストが低下する）。パネル (b) は、実際の画像処理例であり、左側が午前に撮影された画像の処理結果、右側が午後に撮影された画像の処理結果（なお、本画像はディスプレイ表示で最適化を行っているので、印刷では階調が異なる。詳細は文献[9]参照）。パネル (c) は、主観評価実験のクラスタ分析結果：例えば、朝型の人は、従来の我々の実験結果では「午前の TC-1 から午後の TC-3 ～TC-4 に移行していた」ので、今回は C1-2-1 に分類された。一方で、夜型の人は、同様に「午前の TC-5～TC-4 から午後の TC-2 に移行していた」ので、今回は C1-1-1 に分類され、類似の C2 群も新たに発見された。

(2) その他

本テーマが採択された2020年度以降の3年間は、時を同じくして発生した未曾有のコロナ禍の影響で、各地への遠征が必要となる多彩なHDR画像の収集や対面作業が中心となる視覚心理実験（主観的な画質評価実験や客観的な視点計測実験）を予定通りに行うことが極めて困難であった。そこで、その代替として、より基礎的な研究に重点を置き、助成事業採択前から続けていた研究の成果についても丹念にまとめた。

その結果、(a) 人間の色知覚特性の正常色覚者における新たな知見として、従来単純に考えられていた「常に2組の反対色（R-G, Y-B）で色の距離を知覚している（つまり均等色空間の概念を有する）」のではなく、「3色覚者であっても視環境によっては2色覚者と同様な色知覚を行う場合が存在する（つまり均等色空間の概念が常に成立するわけではない）」こと[16]、(b) 半側無視患者の協力を得てサポートツール（部分拡大ツール）を開発する過程で視野周辺の枠の配置に非常に大きな個人差がある可能性が示唆されたこと[17]、などを明らかにした。

＜参考文献・主たる成果＞

[1] ITU: “Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange,” 2018, https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2100-2-201807-I!!PDF-E.pdf, 2023年6月16日閲覧.

[2] 富永 昌治: “トーンマネジメント ： 人間の視覚に適応した階調特性の制御,” 映像情報メディア学会誌, vol. 62, No. 10, pp. 1534-1541 (2008) https://doi.org/10.3169/itej.62.1534.

[3] R. Fattal, et al.: "Gradient domain high dynamic range compression," ACM Transactions on Graphics, vol. 21, no. 3, pp. 249-256 (2002) https://doi.org/10.1145/566654.566573.

[4] E. Reinhard, et al.: “Photographic tone reproduction for digital images,” ACM Transactions on Graphics, vol. 21, no. 3, pp. 267-276 (2002) https://doi.org/10.1145/566654.566575.

[5] S. Iwaida, et al.: “P-216L: Late-News Poster: Reproduction of Perceptual Reality in Standard-Dynamic-Range (SDR) Environments Using High-Dynamic-Range (HDR) Images Compressed by Global Tone Mapping,” SID Symposium Digest, vol. 48, no. 1(3), pp. 1379‐1382 (2017) https://doi.org/10.1002/sdtp.11905.

[6] S. Ohtsuka, et al.: “80-4: Human Visual System Uses Just a Few Transfer Functions Depending on Various Environments to Realize Normalized Visual Percept: Investigation Using Real Photographic Images,” SID Symposium Digest, vol. 51, no. 1(2), pp. 1202-1205 (2020) https://doi.org/10.1002/sdtp.14094.

[7] 折田裕一朗他: “HDR画像の視覚的階調圧縮に関する検討 ～大域的階調特性変化に伴う主観的撮影時刻に関する個人依存性～,” 信学技報, vol. 121, no. 211, HIP2021-46, pp. 87-92 (2021).

[8] S. Iwaida, et al.: “68-3: Importance of Individual Adaptation in Visually Fidelitous Dynamic-Range Compression from HDR to SDR Images,” SID Symposium Digest, vol. 53, no. 1(2), pp. 914-917 (2022) https://doi.org/10.1002/sdtp.15643.

[9] S. Ohtsuka, et al.: “[VHF1/DES1-1 (Invited)] Next Generation Personalized Display Systems Employing Adaptive Dynamic-Range Compression Techniques Considering Circadian Rhythm and Personal Behaviors,” Proc. of the International Display Workshops (IDW ’22), vol. 29, pp. 633-636 (2022) https://doi.org/10.36463/idw.2022.0633.

[10] H. Sasaki, et al. “Automatic Selection of Preferable Tone-Mapping Method based on Deep Learning,” Proceedings of the International Display Workshops, 26 (IDW2019), AISp2/VHFp6-1, pp. 47-50 (2019) DOI: https://doi.org/10.36463/idw.2019.0047.

[11] S. Higuchi, “Non-visual effects of light and circadian rhythm: approach to physiological polytypism,” Japan Society of Physiological Anthropology, 18 (1), pp. 39-43 (2013) (In Japanese, Abstract in English) DOI: https://doi.org/10.20718/jjpa.18.1_39.

[12] M. Takao, et al. “Photoperiod at birth does not modulate the diurnal preference in Asian population,” Chronobiology International, 26 (7), pp.1470-1477 (2009) DOI: https://doi.org/10.3109/07420520903385606.

[13] V. Mongrain, et al. “Contribution of the photoperiod at birth to the association between season of birth and diurnal preference,” Neuroscience Letters, 406 (1-2), pp.113-116 (2006) DOI: https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.07.002.

[14] M. Saito, et al. “Invisible light inside the natural blind spot alters brightness at a remote location,” Scientific Reports, 8, 7540 (2018) DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-018-25920-9.

[15] N. Kubota, et al., “Effects of different light incident angles via a head-mounted device on the magnitude of nocturnal melatonin suppression in healthy young subjects,” Sleep and Biological Rhythms, 20, pp. 247–254 (2022) DOI: https://doi.org/10.1007/s41105-021-00360-7.

[16] S. Hira, et al.: “80-3: Immanent Dichromaticity in Trichromatic Observer: 2nd Coordinate in MDS Analyses of R-G Neutral- and Y-B Only Changed-Stimuli Reflects Chromatic Saliency,” SID Symposium Digest, vol. 51, no. 1(2), pp. 1198-1201 (2020) https://doi.org/10.1002/sdtp.14093.

[17] S. Hira, et al.: “Tool to aid view of PC display for USN observers: magnifier with KUI,” Proc. SPIE 11766, International Workshop on Advanced Imaging Technology (IWAIT) 2021, 1176608 (2021) https://doi.org/10.1117/12.2590976.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計6件（うち査読付論文　5件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　1件）

１．著者名 Sakuichi Ohtsuka, Masahiro Nakamura, Yuichiro Orita, Saki Iwaida, Shoko Hira	４．巻 51
２．論文標題 80‐4: Human Visual System Uses Just a Few Transfer Functions Depending on Various Environments to Realize Normalized Visual Percept: Investigation Using Real Photographic Images	５．発行年 2020年
３．雑誌名 SID Symposium Digest of Technical Papers	６．最初と最後の頁 1202 - 1205
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/sdtp.14094	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 －

１．著者名 折田 裕一朗, 東 玄太, 比良 祥子, 鹿嶋 雅之, 大塚 作一	４．巻 121(211)
２．論文標題 HDR画像の視覚的階調圧縮に関する検討 ～ 大域的階調特性変化に伴う主観的撮影時刻に関する個人依存性 ～	５．発行年 2021年
３．雑誌名 電子情報通信学会技術報告（HIP）	６．最初と最後の頁 87-92
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 －

１．著者名 Saki Iwaida, Yuichiro Orita, Shoko Hira, Masayuki Kashima, Sakuichi Ohtsuka	４．巻 53
２．論文標題 Importance of Individual Adaptation in Visually Fidelitous Dynamic-Range Compression from HDR to SDR Images	５．発行年 2022年
３．雑誌名 SID Symposium Digest of Technical Papers	６．最初と最後の頁 914 - 917
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/sdtp.15643	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 －

１．著者名 Sakuichi Ohtsuka, Saki Iwaida, Yuichiro Orita, Shoko Hira, Masayuki Kashima	４．巻 29
２．論文標題 [VHF1/DES1-1 (Invited)] Next Generation Personalized Display Systems Employing Adaptive Dynamic-Range Compression Techniques to Adress Circadian Rhythm and Personal Behaviors	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Proceedings of the International Display Workshops	６．最初と最後の頁 633 - 636
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.36463/idw.2022.0633	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Shoko Hira, Rei Endo, Kanta Mochihara, Minoru Ohkoba, Tomoharu Ishikawa, Miyoshi Ayama, Sakuichi Ohtsuka	4．巻 51
2．論文標題 80‐3: Immanent Dichromaticity in Trichromatic Observer: 2nd Coordinate in MDS Analyses of R‐G Neutral‐ and Y‐B Only Changed‐Stimuli Reflects Chromatic Saliency	5．発行年 2020年
3．雑誌名 SID Symposium Digest of Technical Papers	6．最初と最後の頁 1198 - 1201
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/sdtp.14093	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 －

1．著者名 Shoko Hira, Shogo Hino, Sakuichi Ohtsuka	4．巻 11766
2．論文標題 Tool to aid view of PC display for USN observers: magnifier with KUI	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Proc. SPIE 11766, International Workshop on Advanced Imaging Technology (IWAIT) 2021	6．最初と最後の頁 (1176608) 1 - 6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1117/12.2590976	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7件（うち招待講演　1件／うち国際学会　5件）

1．発表者名 Sakuichi Ohtsuka
2．発表標題 80‐4: Human Visual System Uses Just a Few Transfer Functions Depending on Various Environments to Realize Normalized Visual Percept: Investigation Using Real Photographic Images
3．学会等名 SID International Symposium 2020（国際学会）
4．発表年 2020年

1．発表者名 折田 裕一朗
2．発表標題 HDR画像の視覚的階調圧縮に関する検討 ～ 大域的階調特性変化に伴う主観的撮影時刻に関する個人依存性 ～
3．学会等名 電子情報通信学会 HIP研究会（10月）
4．発表年 2021年

１．発表者名 Saki Iwaida （コロナ禍規制のため Sakuichi Ohtsuka 代理発表）
２．発表標題 68-3: Importance of Individual Adaptation in Visually Fidelitous Dynamic-Range Compression from HDR to SDR Images
３．学会等名 SID International Symposium 2022（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 岩井田 早紀
２．発表標題 人間の視覚特性に適合した自然な画像再生トーンカーブの導出 －サーカディアンリズムと個人依存性を考慮した画質評価－
３．学会等名 第50回 画像電子学会年次大会（学会創設50周年記念大会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Sakuichi Ohtsuka
２．発表標題 Next Generation Personalized Display Systems Employing Adaptive Dynamic-Range Compression Techniques Considering Circadian Rhythm and Personal Behaviors
３．学会等名 29th International Display Workshops (IDW ’22)（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Shoko Hira
２．発表標題 80-3: Immanent Dichromaticity in Trichromatic Observer: 2nd Coordinate in MDS Analyses of R-G Neutral- and Y-B Only Changed-Stimuli Reflects Chromatic Saliency
３．学会等名 SID International Symposium 2020（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Shoko Hira
２．発表標題 Tool to aid view of PC display for USN observers: magnifier with KUI
３．学会等名 International Workshop on Advanced Imaging Technology (IWAIT) 2021（国際学会）
４．発表年 2021年

〔図書〕　計0件

〔出願〕　計1件

産業財産権の名称	発明者	権利者
画像調整システム、画像調整方法及びプログラム	大塚　作一	国立大学法人鹿児島大学
産業財産権の種類、番号	**出願年**	**国内・外国の別**
特許、P2021-059940	2021年	国内

〔取得〕　計0件

〔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