

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H04116

研究課題名(和文)ヘッドマウントディスプレイを用いた視知覚矯正・補助フレームワークの構築

研究課題名(英文) Development of a framework for correcting and assisting visual perception using a head-mounted display

研究代表者

清川 清 (Kiyokawa, Kiyoshi)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：60358869

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,150,000円

研究成果の概要(和文)：眼位矯正HMDについて、眼位検査用HMDや眼位調整HMDを開発し性能を確認した。視覚過敏補助HMDについて、LCDを用いた試作機で性能を確認した。また、超広視野遮蔽対応HMDを複数種類設計・試作し学会で高い評価を得た。眼機能評価の研究に関して、間欠性外斜視と眼精疲労の関連、スマホ内斜視と視距離の関連、老視眼と調節応答の関連を調査し、様々な知見を得た。従来より手軽に利用できる新しい眼球運動システムを発明し性能を確認した。ASDの知覚機序解明に関して、視覚過敏の発生機序のモデル化や視覚過敏と聴覚過敏の比較検証などを行った。またASD児の感覚機能障害と神経系の相関を脳磁図から検討し新たな知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般的な眼鏡では矯正できない様々な視知覚の問題に対処するため、非定型視知覚が発生する機構を眼機能由来と脳機能由来に分け、それぞれの解明を進めるとともに、これらの非定型視知覚を矯正・補助するための新しいヘッドマウントディスプレイを開発した。眼機能由来の例として斜視・斜位を取り上げ、眼位検査や眼位矯正が可能なHMDを開発した。また脳機能由来の例として視覚過敏を取り上げ、必要な部分のみを適切に暗くする視覚過敏補助HMD(スマートサングラス)を開発した。これらの研究成果を進展させることで、非定型の視知覚発生メカニズムの解明や、当事者のための手軽で正確な検査法の実現や新たな自助手段の確立につながる。

研究成果の概要(英文)：We developed HMDs for eye position correction and eye position adjustment, and confirmed the performance of these HMDs. An LCD-based prototype for visual hypersensitivity was developed and its performance was confirmed. In addition, we designed and fabricated a few types of pixel-wise occlusion-capable super-wide HMDs, which were highly evaluated at academic journals and conferences. In research on ocular function evaluation, we investigated the relationship between intermittent external strabismus and eye strain, between smartphone internal strabismus and visual distance, and between presbyopic eyes and regulatory response, and obtained various findings. To elucidate the perceptual mechanism of ASD, we modeled the onset mechanism of visual hypersensitivity and compared visual and auditory hypersensitivity. We also obtained new findings on the correlation between sensory dysfunction and the nervous system in children with ASD by examining magnetoencephalography.

研究分野：拡張現実、バーチャルリアリティ

キーワード：視覚拡張 視覚矯正 視覚補助

1. 研究開始当初の背景

研究代表者の清川は1995年頃から一貫して拡張現実(AR: augmented reality)やバーチャルリアリティ(VR: virtual reality)について研究しており、特に先進的HMDに強い関心を寄せてきた。一方、近年は超人スポーツに代表されるように人の身体機能や感覚を拡張する人間拡張(AH: augmented human)技術が注目を集めており、「身体の再設計」を対象とする研究が増えている。申請者が2013年に取りまとめた日本バーチャルリアリティ学会の2040年までのVR技術ロードマップでは、VRやAR、AH、ロボティクスなどの技術を駆使することで、人間が身体能力や場所、時間などの物理的制約から開放され、誰もがその能力を最大化して互いを尊重し合い幅広く社会参画できる未来を描いている。こうした経験を背景に、申請者は近年HMDを用いたAH(視覚拡張(AV))技術について積極的に研究を進めてきた。例えば、研究代表者の清川は動物体の予測軌道を表示する未来予測ヘッドマウントディスプレイ(HMD)(図1)や、魚眼・望遠カメラで人間の視野を柔軟に置き換える視野切替HMD(図2)などを開発してきた。AVの究極の目標は状況に合わせて人間の視覚能力を自在に再設計することであるが、AV技術の要件、効果、限界などはまったく未解明である。

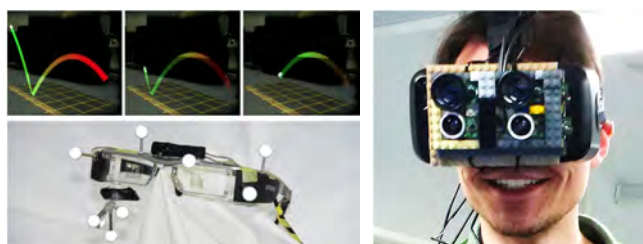


図1:未来予測 HMD

図2:視野切替 HMD

こうした経験から、清川はAV技術を飛躍的に高める必要性を痛感し、そもそも意図した視覚を自在に生じさせるためにはどのようなアプローチが必要なのかと考え続けた。その結果、視覚刺激から網膜像を生じる眼光学プロセス、網膜像から視知覚を生じる脳神経系プロセスを徹底的に考慮しなければ真のAVは実現し得ないと気づいた。そこで、前者と後者の第一人者である不二門・神田と長井にそれぞれ連絡をとり議論を深めた結果、AVはそれぞれの分野に貢献する強力なツールになり得ると意気投合し、本研究課題を立案するに至った。

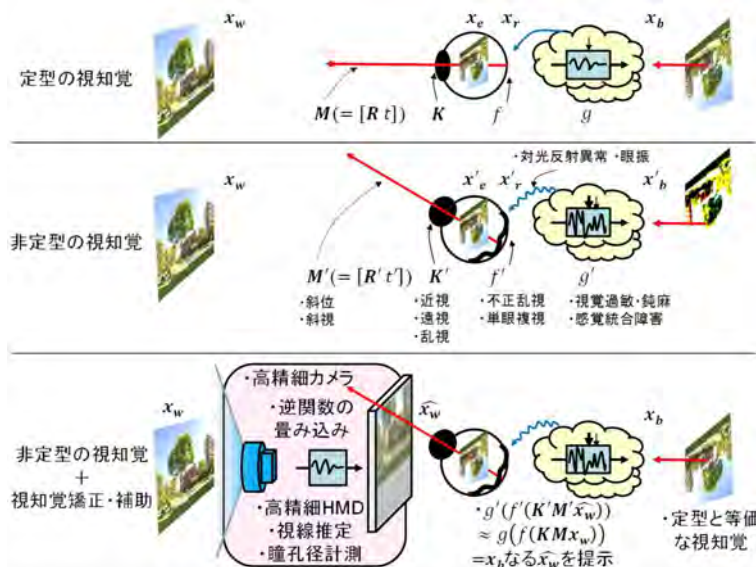


図3:定型(上)・非定型(中)の視知覚とHMDによる視知覚矯正(下)

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、網羅的・統一的に視覚拡張(AV)の方法論を確立することである。そのために、典型的な非定型視知覚を具体的なターゲットに据え、視知覚プロセスをデジタル画像処理における射影変換や時空間画像フィルタのアナロジーで捉え、その逆問題を解く計算論的アプローチにより、汎用的な枠組みで非定型者に定型と等価な視知覚を生じさせること(視覚矯正・補助)を目指した。図3に定型・非定型の視知覚とHMDによる矯正・補助を模式的に示す。実世界の視覚刺激 $x_w$ は眼球の位置姿勢 $M(=[R \ t])$ に合わせて瞳孔から射影変換 $K$ を経て視覚刺激 $x_e$ として入射する。 $x_e$ は眼光学プロセス $f$ を経て網膜像 $x_r$ に写し取られる。両眼の $x_r$ はさらに視神経・視覚野の脳活動プロセス $g$ を経て視知覚 $x_b$ に変換される。このプロセスにおいて、眼機能レ

ベルの非定型視知覚(斜視(図 4)や単眼複視(図 5)など)や脳機能レベルの非定型視知覚(自閉スペクトラム症(ASD: autism spectrum disorder)の視覚過敏・鈍麻(図 6)など)が存在する。

眼機能由来の非定型視知覚は、眼位や屈折の異常、網膜の変形などで正しく両眼の網膜像を生成できないために発生する。特に成人の麻痺性斜視は抑制を伴わず両眼性複視を訴え問題となり手術で根治できない場合もある。不正乱視や単眼複視などの視知覚異常も従来適切な矯正方法がない。AV による視知覚矯正は手軽で正確な検査法や手術によらない治療法の確立につながる。一方、脳機能由来の非定型視知覚は、生理学的・神経科学的プロセスによる症状である。例えば、ASD では激しい動きのある情景を無彩色・不鮮明に感じる場合がある(図 6 右)。脳機能由来の視知覚は本人の内省以外の方法で知り得ないため、その様相や仕組みは未解明の部分が多い。不快な視知覚体験を予防するためにサングラスなどが用いられるが効果は限定的である。AV による視知覚補助は手軽で正確な検査法の実現、脳機能由来の非定型視知覚の発生メカニズムの解明、新たな自助手段の確立につながる。

こうした AV 技術は、任意の新たな視知覚を自在に生み出す汎用的 AV と共通する部分が多い。視知覚プロセスを分解して視覚拡張技術を網羅的・統一的に方法論を検討した例はなく、学術的独自性・創造性は極めて高い。また、非定型の視知覚に伴う困りごとを抱える人々に対して実際に新たな自助手段の可能性を切り開く点で社会福祉的な意義も極めて大きい。



図 4:内斜視(Wikipedia)



図 5:単眼複視の様子



図 6:ASD の特異な視知覚(左)砂嵐状ノイズ(右)無彩色化

### 3. 研究の方法

当初は以下の 3 つの研究項目に取り組む予定で研究を進めた。

#### (1) 眼位矯正 HMD の開発と評価

申請者の魚眼 HMD の成果に基づき、主に成人の麻痺性斜視を対象として柔軟に眼位を調整可能なビデオ透過型(VST)HMD を開発する。視線推定は代表者のこれまでの業績に基づき高精度化する。非優位眼の空間定位を優先し眼位のズレを不変とみなす実装と、両眼注視を優先し両眼視線推定から眼位のズレを実時間計測する実装を比較評価する。標準的な視機能検査方法で性能を評価する。

#### (2) 網膜像矯正 HMD の開発と評価

不正乱視などの非定型眼光学プロセスに対して定型の網膜像が得られる視覚刺激を提示する網膜像矯正 VST-HMD を開発する。分担者らが開発してきた波面センサを用いて視覚刺激に対する網膜像を推定し、これを補正する補償画像を算出する。標準的な視機能検査方法で性能を評価する。

#### (3) 視覚過敏補助 HMD (スマートサングラス) の開発と評価

既に自動調光メガネなどが存在するが視界を一様に暗くするだけで柔軟性が低い。本項目では強い光や鮮やかな色、細かいパタン、激しい動きなどへの視覚過敏を伴う非定型の脳神経系プロセスによる視知覚を定型視知覚に近づける HMD を開発する。当初は VST-HMD で基本機能を実装し、次に実用面を考慮し光学透過型(OST)HMD でスマートサングラスとして実装する。画素単位で実環境の明度を調整するために、遮蔽対応 HMD や超広視野 HMD の成果を活かし、マスキング用 LCD で視野を覆うゴーグルを制作する。

### 4. 研究成果

#### (1) 2018 年度の研究成果

(1) 眼位矯正 HMD の開発と評価に関して、ヘスチャートプロジェクトによる眼位検査を HMD を用いた VR 空間にて実施可能なシステムを構築した(図 7)。これは当初計画していなかった新たな取り組みであったが、HMD による医療用プロジェクトより遥かに安価かつ映像提示の自由度が高く、精度的にも同等以上であることが判明した。予想以上の性能に、眼科医である分担者からは驚嘆の声が挙がっていた。また、眼位を調整可能なビデオ透過型(VST)HMD を開発した(図 8)。本システムを用いて、眼位を自在に調整し、斜視・斜位のある人が両眼視を復元できることを確認した。一方、HMD の解像度が低く、眼位矯正はできていても実用性には課題が残った。また、視線計測を用いた眼位の自動調整は未着手となった。

一方、(3) 視覚過敏補助 HMD (スマートサングラス) の開発と評価に関して、不快な視覚体験を生じないような入力ビデオ映像を機械学習で自動的に分類する手法について検討した。また、将来のスマートサングラスの実現に向けて、曲面ミラーを組み合わせた、画素単位で減光可能な光学透過型(OST)HMD の基本設計を行った。



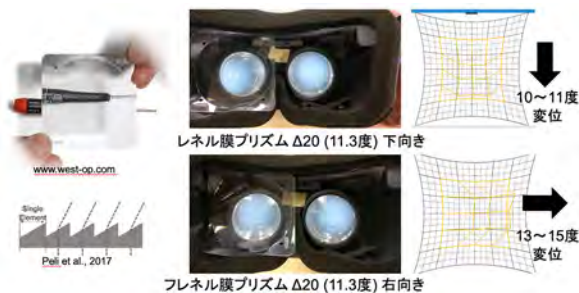


図 7:HMD を用いたヘスチャート眼球運動試験

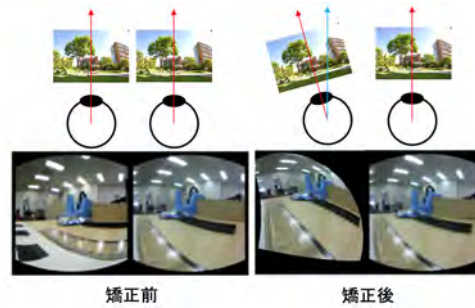


図 8:眼位矯正 HMD

(2) 2019 年度の研究成果

視覚拡張ディスプレイの開発に関して、将来のスマートサングラスの実現に向けて、楕円ミラーを組み合わせた、画素単位で減光可能な超広視野光学透過型 (OST)HMD の詳細設計を行った (特許出願済)。また、放物ミラーを用いた方式の詳細設計も行った。これらのディスプレイの特性である 180 度に近い超広視野と画素単位の減光は従来両立が困難とされていたもので、画期的な成果である。トップカンファレンスでの発表と国内特許出願を終え、国外特許の準備を進めた。また、LCD を用いた簡易スマートサングラスの試作を進め、機械学習による適応的な減光機能の開発に着手した。

ディスプレイ視聴と斜視の関係性評価に関して、デジタルデバイスなどの近業作業時の近見 3 反応 (調節、眼位、縮瞳) の変化を経時的に評価して、間欠性外斜視では近見時の調節力が低下し、それが眼精疲労の原因となることを見出した。間欠性外斜視患者は同一の視作業を実施すると健常者よりも眼疲労を起こしやすいことを、眼球運動を基礎とした融像維持能力測定法を用いて、他覚的定量評価した。更に、近年増加傾向にあるスマートフォン起因性内斜視 (スマホ内斜視) の原因が、スマートフォンの視聴距離に関連する可能性を示唆する研究結果を公表した。

ASD の知覚機序解明に関して、ASD 者の知覚過敏・鈍麻を引き起こす神経機序を解明するため、(1) 深層ニューラルネットワークを用いた視覚過敏の発生機序のモデル化と予備実験、(2) 視覚過敏特性と聴覚過敏特性の比較検証、の 2 つの課題に取り組んだ。(2) では感覚様式に依存しない共通の過敏特性及びその誘発環境要因が存在することを明らかにした。

(3) 2020 年度の研究成果

視覚拡張ディスプレイの開発に関して、将来のスマートサングラスの実現に向けて、画素単位で減光可能な超広視野光学透過型 (OST)HMD の詳細設計を引き続き行った (図 9)。さらに高画質化が可能な放物ミラーを用いた方式についても詳細設計と評価を行い、いずれの方式も英文論文誌への投稿に向けて準備を進めた。一方、LCD を用いた簡易スマートサングラスについても開発を引き続き進め (図 10)、リアルタイムに動作する試作システムを完成させトップカンファレンスでの発表と特許出願を終えた。

眼機能評価の研究に関して、眼球運動を計測可能なアイトラッカーと、眼球収差を解析可能な波面センサを用いて、初期老視眼における他覚的および自覚的な調節応答を評価した。その結果、明視域に至るまでは調節反応が早く、自覚的に明視したと認識すると調節反応は緩やかになることが判明した。これは医学分野において画期的な成果と評価できる。一方、アイトラッカーは眼球運動を非侵襲的に計測可能な機器であるが、視標をディスプレイに呈示する必要があるため、眼科臨床では普及していない。物体検出人工知能 (single shot multibox detector, SSD) で検者が呈示した視標位置を計算し、アイトラッカーで計測した眼位データと統合することで、現実空間において柔軟な検査が可能な装置に関する発明をした。これも医学分野において画期的な成果と評価できる。

ASD の知覚機序解明に関して、ASD 者の知覚過敏・鈍麻を引き起こす神経機序を解明するため、深層ニューラルネットワークを用いた視覚過敏の発生機序のモデル化に引き続き取り組んだ。

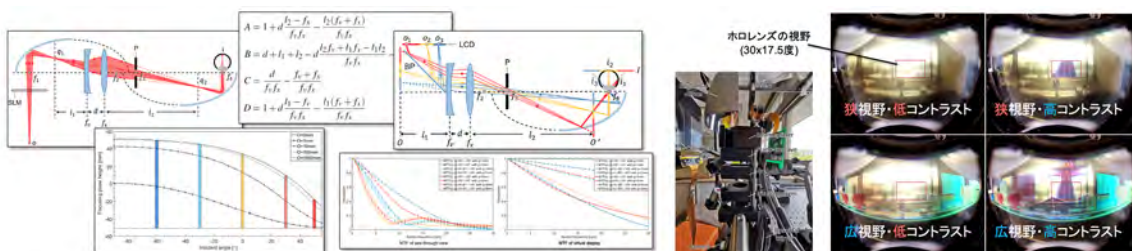


図 9:楕円ミラーを用いた超広視野遮蔽対応 HMD と表示例

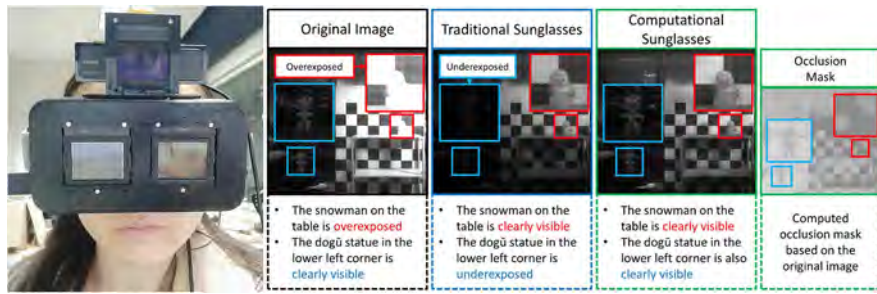


図 10:スマートサングラスと表示例

(4) 2021 年度の研究成果

視覚拡張ディスプレイの開発に関して、将来のスマートサングラスの実現に向け、前年度に開発した楕円ミラーを用いた方式を改良し、放物ミラーを用いた画素単位で減光可能な超広視野光学透過型 (OST)HMD の詳細設計を行い、英文論文誌にて公表した(図 11)。また、LCD を用いた簡易スマートサングラスの画質向上に関して、逆曇み込みによる汎用的な枠組みを実装した。

眼機能評価の研究に関して、昨年度開発したアイトラッカー (VOG) と物体検出ディープラーニング (SSD) を組み合わせた眼球運動システム (VOG-SSD システム) を完成させ、眼球運動を他覚的定量評価できることを英文論文誌にて公表した。さらに、検査-解析-評価のシームレス化を目指し、VOG-SSD システムによって測定した視標と眼位情報から、眼球運動の潜時やゲインを自動計算するソフトウェアを開発した。健常者および患者の測定において、視標の呈示方向は 100% 正解し、潜時やゲインは先行研究と同等の値になったことから、斜視を初めとした眼球運動障害の自動解析を実現できる見通しが得られた。

ASD の知覚機序解明に関して、ASD 児の感覚機能障害と神経系の相関を脳磁図 (MEG) を用いて検討した。その結果、非定型視聴覚行動群では視聴覚刺激の種類によって皮質活性の増加が見られ、その程度は感覚障害の重症度と相関があることが明らかになった。

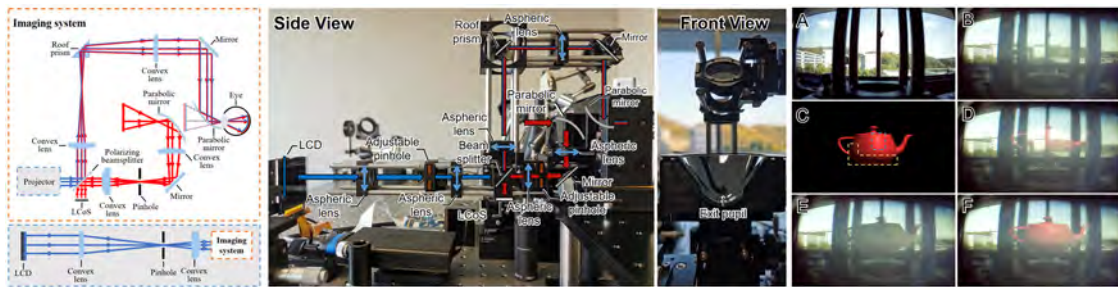


図 11:放物ミラーを用いた超広視野遮蔽対応 HMD と表示例

(5) まとめ

視知覚の矯正・補助を行う HMD について、(1)眼位矯正 HMD と(3)視覚過敏補助 HMD について当初予定どおり大きな成果を挙げた。特に、ウィナーフィルタを用いた逆曇み込みによる映像鮮明化の試みは、当初掲げた汎用的な視覚拡張の枠組みに沿ったものであり高く評価できる。また、スマートサングラスの高度化に向けて、画素単位で減光可能な超広視野光学透過型 (OST)HMD を複数種類設計・試作した。これは当該分野で解決困難とされてきたものであり、学術的に非常に価値が高い。これらは当初予定以上の成果といえ、非常に高く評価できる。(2)網膜像矯正 HMD については未着手となった。ただし、最終的な見えを考慮してその逆関数を畳み込むことで鮮明な映像を知覚させようという方針は、視覚過敏補助 HMD において一部実装することができた。

眼機能評価の研究に関して、1) ディスプレイ視聴と斜視の関係性を評価し間欠性外斜視では近見時の調節力が低下し、それが眼精疲労の原因となることを見出した、2) スマートフォン起因性内斜視 (スマホ内斜視) の原因が、スマートフォンの視聴距離に関連する可能性を示唆する研究結果を得た、3) 初期老視眼の調節応答を評価し、明視域に至るまでは調節反応が早く、自覚的に明視したと認識すると調節反応は緩やかになることを見出した、4) アイトラッカー (VOG) と物体検出ディープラーニング (SSD) を組み合わせた眼球運動システム (VOG-SSD システム) を発明し眼球運動を他覚的定量評価できることを示した、といった数々の成果を挙げた。

ASD の知覚機序解明に関して、1) 深層ニューラルネットワークを用いた視覚過敏の発生機序のモデル化と予備実験、2) 視覚過敏特性と聴覚過敏特性の比較検証、の 2 つの課題に取り組んだ。2) では感覚様式に依存しない共通の過敏特性及びその誘発環境要因が存在することを明らかにした。また、3) ASD 児の感覚機能障害と神経系の相関を脳磁図 (MEG) を用いて検討し、非定型視聴覚行動群では視聴覚刺激の種類によって皮質活性の増加が見られ、その程度は感覚障害の重症度と相関があることを示した。

当初予定どおりあるいは予定以上に実施できたものとそうでないものがあるが、本研究課題に関連する様々な研究成果を挙げることができ、総じて順調に推移したと考えている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計38件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 清川 清	4. 巻 39
2. 論文標題 VRが拓く心理学・心理学が拓くVR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 基礎心理学研究	6. 最初と最後の頁 74～79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14947/psychono.39.12	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 不二門 尚	4. 巻 37
2. 論文標題 近業による近視化への対処法(ポストコロナ時代を見据えて)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 あたらしい眼科	6. 最初と最後の頁 1481-1486
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 不二門 尚	4. 巻 275
2. 論文標題 【ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）臨床応用の展望】網膜電気刺激による視覚再建	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 1265-1269
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 Ayton Lauren N., Barnes Nick, Dagnelie Gislin, Fujikado Takashi, Goetz Georges, Hornig Ralf, Jones Bryan W., Muqit Mahiul M.K., Rathbun Daniel L., Stingl Katarina, Weiland James D., Petoe Matthew A.	4. 巻 131
2. 論文標題 An update on retinal prostheses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 1383～1398
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.clinph.2019.11.029	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 該当する

1. 著者名 Sato Shigeru, Morimoto Takeshi, Tanaka Sayaka, Hotta Kikuko, Fujikado Takashi, Tsujikawa Motokazu, Nishida Kohji	4. 巻 20
2. 論文標題 Novel mutation identified in Leber congenital amaurosis - a case report	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12886-020-01577-9	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 Kawashima Rumi, Matsushita Kenji, Hashida Noriyasu, Kuniyoshi Kazuki, Fujikado Takashi, Nishida Kohji	4. 巻 -
2. 論文標題 Complete Visual Recovery From Severe Outer Retinitis After Tonsillitis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Neuro-Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNO.0000000000001073	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 Horiguchi Hiroshi, Suzuki Eiji, Kubo Hiroyuki, Fujikado Takashi, Asonuma Sanae, Fujimoto Chihomi, Tatsumoto Muneto, Fukuchi Takeo, Sakaue Yuta, Ichimura Mika, Kurimoto Yasuo, Yamamoto Midori, Nakadomari Satoshi	4. 巻 65
2. 論文標題 Efficient measurements for the dynamic range of human lightness perception	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10384-020-00808-2	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 Hieda Osamu, the ATOM-J. Study Group, Hiraoka Takahiro, Fujikado Takashi, Ishiko Satoshi, Hasebe Satoshi, Torii Hidemasa, Takahashi Hiroshi, Nakamura Yo, Sotozono Chie, Oshika Tetsuro, Morimoto Takeshiら	4. 巻 65
2. 論文標題 Efficacy and safety of 0.01% atropine for prevention of childhood myopia in a 2-year randomized placebo-controlled study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10384-021-00822-y	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 不二門 尚	4. 巻 1238
2. 論文標題 デジタル機器の現況と目の影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 少年写真新聞社	6. 最初と最後の頁 1-10
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 不二門 尚	4. 巻 1240
2. 論文標題 デジタル機器と斜視との関連	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 少年写真新聞社	6. 最初と最後の頁 1-10
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 不二門 尚	4. 巻 1243
2. 論文標題 デジタル機器と近視の関連	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 少年写真新聞社	6. 最初と最後の頁 1-10
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 不二門 尚	4. 巻 31
2. 論文標題 人工網膜STS方式 脈絡膜上一経網膜刺激 (STS) 法による人工網膜	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光クライアンス	6. 最初と最後の頁 8-12
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 清川 清	4. 巻 49
2. 論文標題 ヘッドマウントディスプレイを用いた視覚拡張インターフェースの動向と展望	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 光学	6. 最初と最後の頁 269-275
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 清川 清	4. 巻 75
2. 論文標題 HMD研究の最新動向-視覚の解放を目指して-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 213-218
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 Orlosky Jason、Theofilis Konstantinos、Kiyokawa Kiyoshi、Nagai Yukie	4. 巻 27
2. 論文標題 Effects of Throughput Delay on Perception of Robot Teleoperation and Head Control Precision in Remote Monitoring Tasks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PRESENCE: Virtual and Augmented Reality	6. 最初と最後の頁 226 ~ 241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1162/pres_a_00328	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 Itoh Yuta、Langlotz Tobias、Zollmann Stefanie、Iwai Daisuke、Kiyoshi Kiyokawa、Amano Toshiyuki	4. 巻 25
2. 論文標題 Computational Phase-Modulated Eyeglasses	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2019.2947038	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 該当する

1. 著者名 清川 清	4. 巻 Vol.J102-C
2. 論文標題 AR用ヘッドマウントディスプレイの動向と視覚拡張への応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌 C	6. 最初と最後の頁 170 ~ 178
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 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 Itoh Yuta, Langlotz Tobias, Iwai Daisuke, Kiyokawa Kiyoshi, Amano Toshiyuki	4. 巻 25
2. 論文標題 Light Attenuation Display: Subtractive See-Through Near-Eye Display via Spatial Color Filtering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 1951 ~ 1960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2019.2899229	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 該当する

1. 著者名 清川 清	4. 巻 104
2. 論文標題 ウェアラブルディスプレイの進化と未来	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気評論	6. 最初と最後の頁 18 ~ 22
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 清川 清	4. 巻 24
2. 論文標題 視覚の解放にむけて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本バーチャルリアリティ学会誌	6. 最初と最後の頁 7 ~ 11
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 Takeshi Morimoto, Hiroyuki Kanda, Masakazu Hirota, Kohji Nishida, and Takashi Fujikado	4. 巻 64
2. 論文標題 Insuficient accommodation during binocular near viewing in eyes with intermittent exotropia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 77 ~ 85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10384-019-00695-2	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 Hirota Masakazu, Yada Kozue, Morimoto Takeshi, Endo Takao, Miyoshi Tomomitsu, Miyagawa Suguru, Hirohara Yoko, Yamaguchi Tatsuo, Saika Makoto, Fujikado Takashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Objective evaluation of visual fatigue in patients with intermittent exotropia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0230788
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0230788	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 Hirota Masakazu, Morimoto Takeshi, Miyoshi Tomomitsu, Fujikado Takashi	4. 巻 70
2. 論文標題 Binocular Coordination during Smartphone Reading in Esophoric Patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Binocular Vision and Ocular Motility	6. 最初と最後の頁 15 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/2576117X.2019.1690349	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 広田 雅和, 森本 壮, 阿曾沼 早苗, 三好 智満, 不二門 尚	4. 巻 18
2. 論文標題 視覚補助デバイス OrCam MyEye 2 の性能評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本ロービジョン学会誌	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
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 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 中道 彩乃, 広田 雅和, 神田 寛行, 森本 壮, 三好 智満, 宮川 雄, 広原 陽子, 山口 達夫, 雑賀 誠, 不二門 尚, 西田 幸二	4. 巻 12
2. 論文標題 融像維持能力を用いた不等像視による眼疲労の他覚的評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 眼科臨床紀要	6. 最初と最後の頁 293 ~ 297
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 Sho Aoki, Kuriko Kagitani-Shimono, Junko Matsuzaki, Ryuzo Hanaie, Mariko Nakanishi, Koji Tominaga, Yukie Nagai, Ikuko Mohri, and Masako Taniike	4. 巻 11
2. 論文標題 Lesser suppression of response to bright visual stimuli and visual abnormality in children with autism spectrum disorder: a magnetoencephalographic study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neurodevelopmental Disorders volume	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
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 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 清川 清	4. 巻 J102-C
2. 論文標題 AR用ヘッドマウントディスプレイの動向と視覚拡張への応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 和文論文誌C	6. 最初と最後の頁 170 ~ 178
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 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 Itoh Yuta, Langlotz Tobias, Iwai Daisuke, Kiyokawa Kiyoshi, Amano Toshiyuki	4. 巻 25
2. 論文標題 Light Attenuation Display: Subtractive See-Through Near-Eye Display via Spatial Color Filtering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 1951 ~ 1960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2019.2899229	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 該当する



1. 著者名 Kruijff Ernst, Orlosky Jason, Kishishita Naohiro, Trepkowski Christina, Kiyokawa Kiyoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 The Influence of Label Design on Search Performance and Noticeability in Wide Field of View Augmented Reality Displays	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2018.2854737	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 該当する

1. 著者名 堀越 力, 高木 康博, 吉川 浩, 小池 崇文, 氏家 弘裕, 山本 裕紹, 清川 清	4. 巻 73
2. 論文標題 立体映像技術の研究開発動向	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌	6. 最初と最後の頁 90~95
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 清川 清	4. 巻 38
2. 論文標題 視覚を自在に操る日常にむけて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 OPTRONICS	6. 最初と最後の頁 60~61
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 Hirota Masakazu, Kanda Hiroyuki, Endo Takao, Miyoshi Tomomitsu, Miyagawa Suguru, Hirohara Yoko, Yamaguchi Tatsuo, Saika Makoto, Morimoto Takeshi, Fujikado Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparison of visual fatigue caused by head-mounted display for virtual reality and two-dimensional display using objective and subjective evaluation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ergonomics	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00140139.2019.1582805	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 Wolffsohn James S., Kollbaum Pete S., Berntsen David A., Atchison David A., Benavente Alexandra, Bradley Arthur, Buckhurst Hetal, Collins Michael, Fujikado Takashi, Hiraoka Takahiro, Hirota Masakazu, Jones Debbie, Logan Nicola S., Lundstrom Linda, Torii Hidemasa, Read Scott A., Naidoo Kavin	4. 巻 60
2. 論文標題 IMI - Clinical Myopia Control Trials and Instrumentation Report	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Investigative Ophthalmology & Visual Science	6. 最初と最後の頁 M132 ~ M132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/iovs.18-25955	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 該当する

1. 著者名 Endo Takao, Fujikado Takashi, Hirota Masakazu, Kanda Hiroyuki, Morimoto Takeshi, Nishida Kohji	4. 巻 256
2. 論文標題 Light localization with low-contrast targets in a patient implanted with a suprachoroidal-transretinal stimulation retinal prosthesis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 1723 ~ 1729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00417-018-3982-0	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 Hirota Masakazu, Kanda Hiroyuki, Endo Takao, Morimoto Takeshi, Miyoshi Tomomitsu, Fujikado Takashi	4. 巻 Volume 12
2. 論文標題 Binocular coordination and reading performance during smartphone reading in intermittent exotropia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Clinical Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 2069 ~ 2078
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2147/OPHTH.S177899	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 Imai Takao, Takimoto Yasumitsu, Okumura Tomoko, Higashi-Shingai Kayoko, Takeda Noriaki, Kitamura Koji, Kalubi Bukasa, Fujikado Takashi, Hirota Masakazu, Midoh Yoshihiro, Nakamae Koji, Inohara Hidenori	4. 巻 9
2. 論文標題 Visual Target Strategies in Infantile Nystagmus Patients With Horizontal Jerk Waveform	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fneur.2018.00622	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 Kanda Hiroyuki, Oshika Tetsuro, Hiraoka Takahiro, Hasebe Satoshi, Ohno-Matsui Kyoko, Ishiko Satoshi, Hieda Osamu, Torii Hidemasa, Varnas Saulius R., Fujikado Takashi	4. 巻 62
2. 論文標題 Effect of spectacle lenses designed to reduce relative peripheral hyperopia on myopia progression in Japanese children: a 2-year multicenter randomized controlled trial	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 537 ~ 543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10384-018-0616-3	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 Sainohira Mayumi, Yamashita Takehiro, Terasaki Hiroto, Sonoda Shozo, Miyata Kazunori, Murakami Yusuke, Ikeda Yasuhiro, Morimoto Takeshi, Endo Takao, Fujikado Takashi, Kamo Junko, Sakamoto Taiji	4. 巻 13
2. 論文標題 Quantitative analyses of factors related to anxiety and depression in patients with retinitis pigmentosa	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0195983	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64件 (うち招待講演 40件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Xiaodan Hu, Yan Zhang, Naoya Isoyama, Nobuchika Sakata, Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Design and Prototyping of Computational Sunglasses for Autism Spectrum Disorders
3. 学会等名 IEEE VR 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masatoshi Yokomi, Naoya Isoyama, Nobuchika Sakata, Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Subtle Gaze Guidance for 360° Content by Gradual Brightness Modulation and Termination of Modulation by Gaze Approaching
3. 学会等名 IEEE VR 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yan Zhang, Kiyoshi Kiyokawa, Naoya Isoyama, Nobuchika Sakata, Hong Hua
2. 発表標題 Super Wide-view Optical See-through Head-mounted Displays with Per-pixel Occlusion Capability
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Smart Reality Modulation for Inclusive Society
3. 学会等名 Dimensions in XR 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横見 栄聡, 磯山直也, 酒田信親, 清川 清
2. 発表標題 VRコンテンツにおける明度変調を用いた意識下に残りにくい視線誘導手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会 (MVE)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 HMDによる視覚の解放
3. 学会等名 3次元画像コンファレンス2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR/VR技術の基礎，最新動向から今後の展望まで
3. 学会等名 情報機構 技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 画素単位のオクルージョンが可能な広視野型光学シースルーヘッドマウントディスプレイ
3. 学会等名 けいはんなR&Dフェア 2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR/VR技術の基礎と応用、最新動向
3. 学会等名 CMCリサーチ技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイ（HMD）の基礎、研究開発動向と今後の展望
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジー技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR / VRの基礎とディスプレイ、センシング技術および人間拡張技術への応用
3. 学会等名 日本テクノセンター技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 5G時代に向けて加速するAR/VR技術の基礎と最新動向
3. 学会等名 R&D支援センター技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 人をつなげるサイバネティクス・リアリティ工学
3. 学会等名 高分子学会 2020年度印刷・情報・電子用材料研究会講座（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 XR研究の動向と事例紹介
3. 学会等名 フレキシブルエネルギーデバイスコンソーシアム講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 VR/AR用HMDの現状と未来
3. 学会等名 オプトロニクス基礎から学ぶ光学設計セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイの構成要素技術の研究・開発動向
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジー技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ニューノーマルとしてのVR
3. 学会等名 デルVR研究会オンライン会合-5GとVR/AR（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 広田 雅和,井上 賢治,三村 達哉,林 孝雄,古徳 純一,澤 智博,溝田 淳
2. 発表標題 カラー眼底写真の色情報による深層学習を用いた緑内障推定精度の検討
3. 学会等名 第 124 回 日本眼科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤森 康平, 辻 拓将, 古徳 純一, 広田 雅和, 上野 真治, 伊藤 逸毅, 竹山 英夫, 澤 智博, 三村 達哉, 溝田 淳
2. 発表標題 健康診断 OCT 画像をカスケードモデルを用いた自動スクリーニング
3. 学会等名 第 124 回 日本眼科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広田 雅和
2. 発表標題 アイトラッカーを利用した間欠性外斜視の視機能評価
3. 学会等名 第 76 回日本弱視斜視学会総会・第 45 回日本小児眼科学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広田 雅和, 瀧川 流星, 岡部 千夏, 加藤 可奈子, 中込 亮太, 佐々木 翔, 林 孝雄
2. 発表標題 健常者における回転後眼振中の屈折度変化
3. 学会等名 第 76 回日本弱視斜視学会総会・第 45 回日本小児眼科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広田 雅和, 森本 壮, 三好 智満, 不二門 尚
2. 発表標題 単眼視下ステップ刺激における自覚的および他覚的調節反応の検討
3. 学会等名 第 56 回日本眼光学学会総会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 加藤 可奈子, 藤代 尚文, 広田 雅和, 中込 亮太, 松岡 久美子, 小林 克彦
2. 発表標題 乱視度数と高次収差の関係
3. 学会等名 第 56 回日本眼光学学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿曾沼 早苗, 森本 壮, 広田 雅和, 下条 裕史, 不二門 尚, 西田 幸二
2. 発表標題 両眼波面センサーによる調節障害の解析
3. 学会等名 第 76 回日本弱視斜視学会総会・第 45 回日本小児眼科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木 梢, 佐々木 翔, 広田 雅和, 林 孝雄, 溝田 淳
2. 発表標題 真性小眼球の中心窩無血管域の検討
3. 学会等名 第 76 回日本弱視斜視学会総会・第 45 回日本小児眼科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広田 雅和, 林 孝雄, 溝田 淳
2. 発表標題 Single shot multibox detector と eye trackerを組み合わせた 滑動性追従眼球運動の自動記録装置の開発
3. 学会等名 第 74 回 日本臨床眼科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀧川 流星, 広田 雅和, 岡部 千夏, 加藤 可奈子, 中込 亮太, 佐々木 翔, 林 孝雄
2. 発表標題 MR-6000 と RT-7000 における性能の比較
3. 学会等名 第 74 回 日本臨床眼科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広田 雅和, 生方 翔子, 澤 智博, 溝田 淳
2. 発表標題 OCT 画像と網膜厚データを用いた加齢黄斑変性と黄斑浮腫の分類精度検証
3. 学会等名 第 1 回 日本眼科 AI 学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masaki Koshi, Nobuchika Sakata, and Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Augmented Concentration: Concentration Improvement by Visual Noise Reduction with a Video See-Through HMD
3. 学会等名 IEEE Virtual Reality and 3D User Interfaces 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jason Orlosky, Chang Liu, Denis Kalkofen, and Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Visualization-Guided Attention Direction in Dynamic Control Tasks
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yan Zhang, Kiyoshi Kiyokawa, Naoya Isoyama, and Nobuchika Sakata
2. 発表標題 Design and Prototyping of Wide Field of View Optical See-through Head-Mounted Displays with Per-pixel Occlusion Capability
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大久保 達矢, 酒田 信親, 清川 清
2. 発表標題 視覚障害者のための買い物支援システムの提案
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 HMDを用いた視機能検査・矯正システムの可能性
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横見 栄聡, 大久保 雅史, 磯山 直也, 酒田 信親, 清川 清
2. 発表標題 バーチャル空間における解像度制御を用いた視線誘導手法の提案
3. 学会等名 第24回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 喜多山 湧也, 磯山 直也, 酒田 信親, 清川 清
2. 発表標題 周辺視野のみへの情報提示の基礎的検討
3. 学会等名 情報処理学会研究報告(エンタテインメントコンピューティング研究会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大久保 達矢, 磯山 直也, 酒田 信親, 清川 清
2. 発表標題 視覚障害者のための買い物支援システムの開発
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 VR/AR用HMDの現状と未来
3. 学会等名 OPIE'19 レンズ設計・製造展(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Itoh, Tobias Langlotz, Daisuke Iwai, Toshiyuki Amano, and Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Light Attenuation Display: Subtractive See-Through Near-Eye Display via Spatial Color Filtering
3. 学会等名 第22回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 VR/AR用HMDの現状と未来
3. 学会等名 第19回高機能膜フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 サイバネティクス・リアリティ
3. 学会等名 電気三学会関西支部 専門講習会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Redesigning Vision in the Era of Artificial Intelligence
3. 学会等名 World Conference on VR Industry 2019（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 人生を変えるVR/MR技術
3. 学会等名 画像関連学会連合会秋季大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR/VR技術の基礎, 現状, 展望
3. 学会等名 S&T出版セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイ (HMD) の基礎、研究開発動向と今後の展望
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジー技術セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 バーチャルリアリティと基礎心理学
3. 学会等名 日本基礎心理学会第38回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jyh-Jong Hsieh, Yukie Nagai, Shinichiro Kumagaya, Satsuki Ayaya, and Minoru Asada
2. 発表標題 Atypical Auditory Perception in Autism Spectrum Disorder: A Synthetic Approach to Evaluate the Perceptual Patterns and Environmental Causes
3. 学会等名 International Society for Autism Research Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukie Nagai
2. 発表標題 Typical and Atypical Consciousness Based on Predictive Coding
3. 学会等名 Consciousness Club (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukie Nagai
2. 発表標題 AI that simulates and assists people with autism spectrum disorder
3. 学会等名 Nature Conference on AI & Robotics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chang Liu, Alexander Plopski, Kiyoshi Kiyokawa, Photchara Ratsamee, and Jason Orlosky
2. 発表標題 IntelliPupil: Pupillometric Light Modulation for Optical See-through Head-mounted Displays
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR/VR用ヘッドマウントディスプレイの最新動向
3. 学会等名 技術情報協会セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイの基礎・研究開発動向と今後の展望
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジーセミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Image Processing for Personalized Reality
3. 学会等名 4th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS) 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 To See, Or Not To See That is The Question
3. 学会等名 ACM ISS'18 International Workshop on Computational Augmented Reality Displays (CARD)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Redefining Human Being by XR Technologies
3. 学会等名 NAIST and Thai Universities for Research and Education Collaboration Symposium 2018, Kasetsart University（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 From Augmented Reality to Personalized Reality
3. 学会等名 Cyberworlds 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 XRで実現する視覚拡張と未来の人類
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 アカデミアにおけるバーチャルリアリティの動向～日本VR学会の活動を中心として～
3. 学会等名 デル主催VR研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR/VR用ディスプレイ技術の研究動向
3. 学会等名 第13回マイクロ・ナノ加工研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柴田 元幸, 清川 清
2. 発表標題 ひろがりのむこう
3. 学会等名 大阪大学共創機構 知デリ 対談 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR用HMDの動向と展望
3. 学会等名 ウェアラブルコンピュータ研究開発機構 定例会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 HMDによる視覚の再設計 生物学的限界を突破して見たいものを見たいように見る
3. 学会等名 応用物理学会 微小光学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 VR/ARの現状と未来
3. 学会等名 OPIE 2018 併設セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR技術の現状と将来展望
3. 学会等名 ジャパンマーケティングサーベイ 技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 HMD を用いた視機能検査・矯正システムの可能性
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 シースルー型ディスプレイ装置	発明者 張言, 清川清, 酒田信親	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/38512	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 調光装置	発明者 胡瀟丹, 磯山直也, 酒田信親, 清川清	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-054025	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 シースルー型ディスプレイ装置	発明者 張言, 清川清, 酒田信親,	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-188256	出願年 2019年	国内・外国の別 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
研究分担者	酒田 信親  (Sakata Nobuchika)  (40452411)	龍谷大学・先端理工学部・准教授    (34316)	
研究分担者	河合 紀彦  (Kawai Norihiko)  (30610670)	大阪工業大学・情報科学部・准教授    (34406)	
研究分担者	佐藤 智和  (Sato Tomokazu)  (50362835)	滋賀大学・データサイエンス学部・教授    (14201)	
研究分担者	不二門 尚  (Fujikado Takashi)  (50243233)	大阪大学・生命機能研究科・特任教授    (14401)	
研究分担者	森本 壮  (Morimoto Takeshi)  (00530198)	大阪大学・医学系研究科・寄附講座准教授    (14401)	
研究分担者	広田 雅和  (Hirota Masakazu)  (40835435)	帝京大学・医療技術学部・講師    (32643)	
研究分担者	長井 志江  (Nagai Yukie)  (30571632)	東京大学・ニューロインテリジェンス国際研究機構・特任教授    (12601)	
研究分担者	神田 寛行  (Kanda Hiroyuki)  (50570248)	大阪大学・医学系研究科・助教    (14401)	削除：2018年10月10日

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
---------	---------