

様 式 C - 7 - 1

令和 2 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	1 4 6 0 3
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	教授		
	氏名	清川 清		

1．研究種目名

基盤研究(A)(一般)

2．課題番号

18H04116

3．研究課題名

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

4．研究期間

平成 3 0 年度～令和 3 年度

5．領域番号・区分

-

6．研究実績の概要

・網羅的・統一的に視覚拡張(AV: augmented vision)の方法論を確立するために、視知覚の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、汎用的な枠組みで典型的な非定型視知覚の体験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)を目指しています。令和 2 年度は、以下の研究に取り組みました。

・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、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の詳細設計を行いました(英文論文投稿予定)。また、LCDを用いた簡易スマートサングラスの画質向上を実現し、特許申請を行いました。

・眼機能評価の研究に関して、眼球運動を計測可能なイトラッカーと、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ました。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ました。一方、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すが、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ません。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、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ました。

・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、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みました。

7．キーワード

視覚拡張 視覚矯正 視覚補助

8．現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進展している。

理由

・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の詳細設計を行いました(学会発表、特許出願済)。前年度の楕円ミラーを用いた方式に加えて、さらに高画質化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、論文投稿を予定しています。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、画期的な成果です。すでにトップカンファレンスでの発表と国内特許出願を終え、国外特許の取得を目指しています。一方、LCDを用いた簡易スマートサングラスの製作も順調で、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ています。

・眼機能評価の研究に関して、イトラッカーと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ました。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、画期的な発見です。また、イトラッカーでは視標をディスプレイに呈示する必要があるため臨床普及していないという問題に対し、物体検出人工知能を用いて検者が呈示した視標位置を計算し、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とも画期的な成果です。

・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でいます。

・これらの成果は、当初計画に含まれていないものもあり、発展的な課題といえます。一方、視線計測を用いた実時間補正などは未着手で、総じて「おおむね順調」といえます。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

眼位矯正HMDの開発と評価に関して、これまでに開発した眼位を調整可能なビデオ透過型(VST)HMDの効果を検証します。また、その結果に基づき眼位を調整したVSTHMDにより、融像が復元することを確認します。具体的には、ヘスチャートプロジェクタによる眼位検査法とHMDによる眼位検査法の精度を比較し、同等以上の検査精度が得られることを客観的に示します。

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、すでに試作している不快な視覚体験を生じないような現実環境の画素単位の減光が可能なシステムの改良を進めます。特に、処理の高速化とユーザの眼球位置・瞳孔径を考慮した高画質化に取り組みます。

斜視やASD知覚のメカニズムの解明に関しては、当初予定以上に進展しており、引き続き発展的課題に取り組んでいきます。

10. 研究発表(令和2年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計14件(うち査読付論文 6件/うち国際共著論文 1件/うちオープンアクセス 1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 -

2 版

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 光クラリアンス	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 -

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 4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

2 版

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

2 版

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

2 版

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 画像をカスケードニング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

2 版

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

〔図書〕 計0件

1 1．研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計2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

〔取得〕 計 0 件

1 2 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3 . 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			
米国	The University of Arizona	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

1 4 . 備考

-