

原著論文

# 3D タブレットに表示した眼疲労回復のための 3D コンテンツによる視力への効果

山川 達也<sup>1)</sup>, 田原 博史<sup>2)</sup>, 小嶋 健仁<sup>3)</sup>, 森田 一三<sup>1)</sup>, 杉浦 明弘<sup>1)</sup>, 木下 史也<sup>1)</sup>,  
采女 智津江<sup>1)</sup>, 吉川 一輝<sup>1)</sup>, 本多 悠真<sup>1)</sup>, 宮尾 克<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>名古屋大学情報科学研究科, <sup>2)</sup>株式会社 EYERESH, <sup>3)</sup>中部学院大学看護リハビリテーション学部

## The Effect of Stereoscopic Images of Tablet Devices on the Ease of Eye Fatigue

Tatsuya YAMAKAWA<sup>1)</sup>, Hiroshi TAHARA<sup>2)</sup>, Takehito KOJIMA<sup>3)</sup>, Ichizo MORITA<sup>1)</sup>, Akihiro SUGIURA<sup>1)</sup>,  
Fumiya KINOSHITA<sup>1)</sup>, Chizue UNEME<sup>1)</sup>, Kazuki YOSHIKAWA<sup>1)</sup>, Yuma HONDA<sup>1)</sup>, Masaru MIYAO<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Nagoya University, Graduate School of Information Science

<sup>2)</sup>EYERESH Co., Ltd., <sup>3)</sup> Chubu Gakuin University, Faculty of Nursing and Rehabilitation

**Abstract:** Personal computers, tablet computers, and smartphones have spread widely with the development of recent information technology in modern society. However, overworking of the eyes from long-time use of these devices has become a problem. Eyestrain from engaging in long-time visual display terminal (VDT) work has also become a big problem. EYERESH Co., Ltd. developed the EYERESH program with 3D (3-dimensional) content to alleviate eye fatigue in order to solve this problem. We also suggest new use of the EYERESH program when using a 3D tablet that can display glasses-free 3D images. In this study, we showed the EYERESH program using a tablet that could display stereoscopic images without glasses and measured 50 cm eyesight and the near-point distance before and after the EYERESH program use. By measuring 50 cm eyesight and near-point distance, we studied the effect of the EYERESH program in improving eyesight.

**Keywords:** Stereoscopic, Tablet device, Near-point distance, and Tonic accommodation

**キーワード:** 立体視, タブレット, 近点距離, 調節緊張

### 1. はじめに

近年の情報化社会の発展により、従来のコンピュータのみならずタブレット型 PC やスマートフォンが広く普及し、必要な情報をこれらの機器より取得することが可能となった。しかし、これらの普及に伴い、人々がディスプレイを視視する時間が増加したことによる眼疲労が問題視されている[1]。さらに、長時間の VDT (Visual Display Terminals) 作業に従事することによる眼疲労についても同様に大きな問題となっている[2]。VDT 作業のような長時間の近見作業は、水晶体の厚さを調節し、ピントを合わせるための筋肉である毛様体筋を硬直させる調節緊張を引き起こす。

この問題を解決するため、従来から、休憩時間の挿入、遠望視による調節緊張の緩和、蒸しタオルによる目の蒸気浴、目のマッサージなどの対策が提案・施行されている[3]。さらに、

2015年1月15日受理。(2015年3月12-13日シンポジウム「モバイル15」にて発表)

佐々らは、前後運動する注視物体を視視し続けることで毛様体筋群の活性を促し、眼疲労の軽減を試みている[4]。一方、スマートフォンを用いて、眼疲労の緩和や遠見視力の回復を狙う 3D (3-dimensional) コンテンツの開発が進められている。株式会社 EYERESH は、立体映像を用いて前後運動する視標を注視することにより、水晶体調節を司る毛様体筋や、眼球運動に関与する外眼筋をストレッチするスマートフォン向け 3D コンテンツ EYERESH プログラム®を開発した[5]。従来の研究では、人が立体映像をみるとき、輻輳は仮想的な物体に焦点が合っている一方で、調節は画面に固定されると考えられていた。しかし、塩見や小嶋らの先行研究によると、輻輳と調節の不一致は見られず、立体映像を追随することが示された[6][7][8]。よって、図 1 に示すように、調節焦点が立体映像に合わせ動くことで、水晶体調節を司る毛様体筋が弛緩と緊張を繰り返す、毛様体筋のストレッチが行なわれる。スマートフォンを用いた EYERESH プログラムの利用について、調節緊張の緩和への効果が示された[9][10]。

また、立体映像を裸眼で楽しむことが可能なタブレット端末を用いて EYERESH プログラムを表示し、視力の改善を行なう

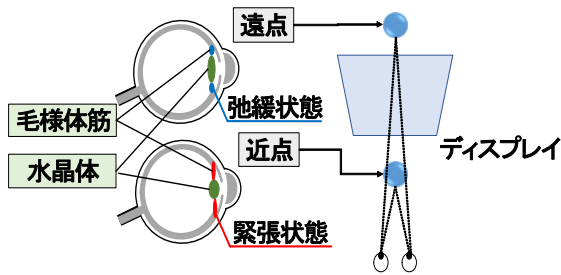


図1 毛様体筋の緊張と弛緩

利用方法が新たに提案されている。タブレット端末を用いることで、3Dメガネのような特別な装置を身につける必要なく、裸眼で EYERESH プログラムを利用することが可能となった。またタブレットのみで簡便に実施することができるため、被験者への負担や実験時間の削減も容易である。そこで、本研究では、立体映像の観視が可能なタブレット端末に表示した EYERESH プログラムを用いて、眼疲労により一時的に低下した視力向上への効果を検証した。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験概要

本研究では、視力向上への効果を検証するために、タブレット端末に表示した立体映像視聴前後の 50cm 視力および近点距離を計測した。

実験は、13 歳から 87 歳までの健康な 235 名に対して行な

表 1 タブレット端末および実験環境

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 制作会社         | TRULY INDUSTRIAL LIMITED    |
| 機種           | AmazingD 3D tablet PC A6100 |
| サイズ          | 10.1 インチ                    |
| 解像度          | 1920×1200                   |
| 3D 方式        | パララックスバリア方式                 |
| 3D データフォーマット | サイドバイサイド                    |
| 照度 水平面       | 379 lx                      |
| 垂直面          | 68.1 lx                     |

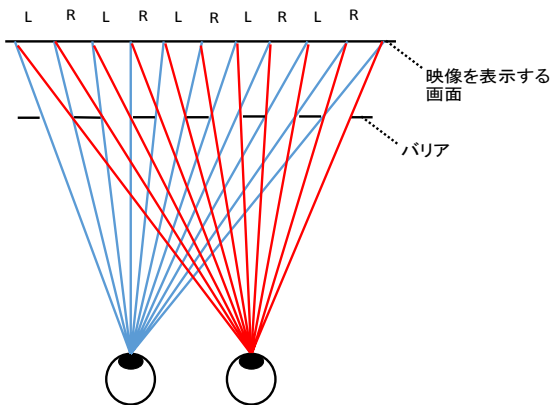


図2 パララックスバリア方式



図3 実験の様子

った。被験者には事前にインフォームドコンセントを行ない、同意を得た上で実験を行なった。また、名古屋大学情報科学研究科倫理審査委員会の承認を得た。

### 2.2 使用コンテンツおよび機器

本研究では、EYERESH プログラムの表示に、立体表示が可能なタブレット端末を用いた。使用したタブレット端末は、AmazingD 3D tablet PC A6100 (TRULY INDUSTRIAL LIMITED)である(表1)。立体映像の表示方式はパララックスバリア方式である[11]。パララックスバリア方式とは、図2に示すように、細かい障壁(バリア)を画面上に配置し、右目には右目用の映像を、左目には左目用の映像のみが見えるように障壁で遮り、立体映像を実現する方式である。特別な眼鏡は必要とせず、裸眼での立体映像の観視が可能である。

### 2.3 実験の流れ

本実験では、タブレット端末を用いた立体映像観視前に被験者の 50cm 視力と近点距離の計測を行なった。50cm 視力は、視距離 50cm でランドルト環を注視し、ランドルト環の切れ目の方向を答える。近見視力を測定するために利用される。近点距離は、一定の速度で近づく視標を注視し、明瞭に見えた視標が不明瞭に見えた時点で視標を止める。眼前から止めた視標までの距離が近点距離である。近点距離の測定には、半田屋製近点計測器を用いた。

被験者は、映像観視前の 50cm 視力と近点距離の測定の後、タブレット端末に表示された立体映像を観視した。ただし、本実験では、EYERESH 使用前の眼疲労の状態を統制することは非常に難しいため、統制を行わずに実験を実施することとした。図3に実験の様子を示す。本研究では、2分22秒の映像を用いた。被験者には、1 視点での立体映像の観視が可能であることを伝え、立体映像がボケない位置での観視を促

した。映像観視後に再度、50cm 視力と近点距離の測定を行った。取得したデータを用いて、EYERESH プログラム視聴前後の 50cm 視力及び近点距離の比較を行なった。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 概要

本研究では、EYERESH プログラム使用前と使用後の 50cm 視力と近点距離を比較するため、対応のある t 検定を実施した。P<0.05 を統計的に有意とした。

本研究では、EYERESH を使用しないコントロール条件との比較検定を実施しなかった。コントロール条件を置く場合、EYERESH を使用した被験者群と使用しなかった被験者群などに分け、その効果を比較検定する方法と、同一被験者で、時期を相当程度離して比較検定する方法が考えられる。しかし、前者は対応のない検定となり信頼性に疑問が残る。後者は理想的であるが、多数例の実験として現実的に採用することができなかった。以上より、コントロール条件を設定しなかった。また、本実験は、同時に異なる実験を複数行っており、繰り返し視力を測定している。したがって、視力測定において、順序による効果が本実験の結果に大きな影響を与えたとは考えにくい。

なお、人間の調節能力は加齢に伴って減少する[12]。そこで、本研究では、調節能力により被験者を、以下の 4 つの年齢グループに分けて分析を行なった (表 2) [8]。

- ・若年 (13-29 歳の被験者グループ): 十分な調節力のあるグループ
- ・壮年 (30-44 歳の被験者グループ): 調節力が少し弱っているが近見作業に支障のないグループ
- ・中年 (45-64 歳の被験者グループ): 近見作業にやや支障のあるグループ
- ・高年 (65-87 歳の被験者グループ): 老視を自覚し、近見作業に何らかの困難を感じるグループ

#### 3.2 測定結果および考察

本研究では、視力表の限界から、視力 1.0 を超える視力が測定できなかったため、EYERESH 使用前後の視力が共に 1.0 以上の被験者を除外し、EYERESH プログラムの効果を確認した。EYERESH 使用前後の 50cm 視力が共に 1.0 以上の被験者を除外した 137 名の被験者 (51.90±16.36 歳)の 50cm 視力データを用いた。50cm 視力は、Weber-Fechner の

表 2 被験者の人数および年齢

| グループ    | 人数 | 平均年齢  | 標準偏差 |
|---------|----|-------|------|
| 13-29 歳 | 61 | 22.20 | 2.87 |
| 30-44 歳 | 50 | 38.58 | 4.38 |
| 45-64 歳 | 91 | 52.97 | 5.78 |
| 65-87 歳 | 33 | 71.52 | 4.91 |

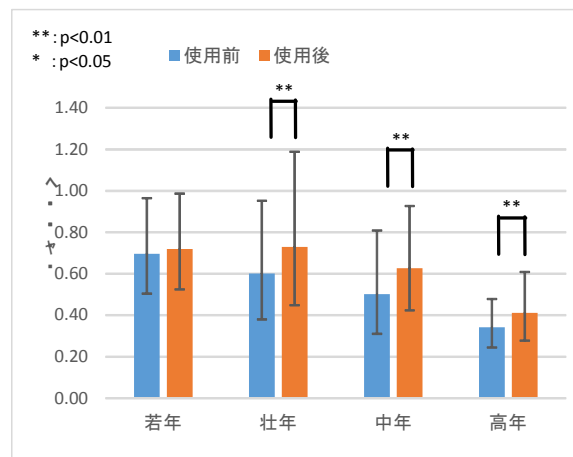


図 4 EYERESH 使用前後の 50cm 視力結果 (EYERESH 使用前後の 50cm 視力が共に 1.0 以上の被験者のデータを除く)

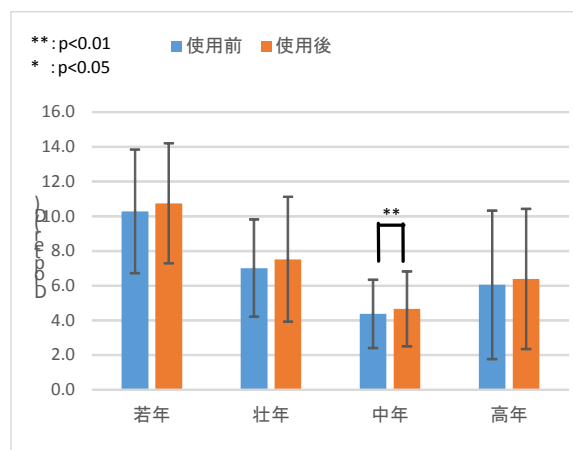


図 5 EYERESH 使用前後の近点距離結果

法則に基づき、全ての被験者の視力を対数化し、平均したものを真数に戻した数値を用いた[13]。EYERESH プログラム使用前後の 50cm 視力を用いて、対応のある t 検定を行なった。被験者を若年グループ (n=18, 21.72±2.88 歳), 壮年グループ (n=21, 38.86±4.71 歳), 中年グループ (n=65, 54.51±5.75 歳), 高年グループ (n=33, 71.52±4.91 歳)に分け、それぞれのグループ別に対応のある t 検定を行なった。結果を図 4 に示す。

EYERESH プログラム視聴前後の近点距離の比較についても、対応のある t 検定を実施した。近点距離は、距離 (m)の逆数を表す単位である Diopter (D)を用いた。Diopter (D)は調節力の単位である。被験者 235 名 (44.52±17.01 歳)のデータを用いた。また、50cm 視力のデータと同様に、若年グループ (n=61, 22.20±2.87 歳), 壮年グループ (n=50, 38.58±4.38 歳), 中年グループ (n=91, 52.97±5.78 歳), 高年グループ (n=33, 71.52±4.91 歳)に分け、それぞれのグループ別に対応のある t 検定を行なった。結果を図 5 に示す。

検定結果より、若年グループ以外の年齢グループは、50cm

視力が有意に向上し、中年グループは、近点距離にも有意な差が見られ、調節力の向上が認められた。これは、若年グループの被験者は、視機能そのものが高く、近見作業を続けても疲れにくいため、差が出なかったと考える。

以上より、本実験では、特に 30 歳以上の被験者に EYERESH プログラムをタブレット端末に表示し観視することによる視力の向上を確認した。また、EYERESH プログラムの使用が、調節力の改善に影響を与えることが示唆された。

#### 4. まとめ

本研究では、EYERESH プログラムの新たな利用方法として提案されている、裸眼で立体映像の観視が可能なタブレット端末を用いた、視力への影響を検証した。EYERESH プログラム視聴前後の 50cm 視力と近点距離を計測し、対応のある t 検定を用いて比較を行なった。50cm 視力の検定結果より、壮年・中年・高年グループの EYERESH プログラム使用前の 50cm 視力と比較し、使用後の値は有意に向上した。また、近点距離の検証結果より、本実験の被験者では、中年グループの EYERESH 使用前後の近点距離に有意差がみられ、調節力が向上したことが示唆された。

以上より、裸眼で立体映像の観視が可能なタブレット端末で EYERESH プログラムを表示することによる視力および調節力の改善が期待されることが示唆された。

#### 参考文献

- [1] 四宮加容: パソコン等使用による健康障害 (IT 眼症), 四国医誌 62 巻 3, 4 号, pp. 120-122, (2006).
- [2] 中村芳子: VDT 作業による眼精疲労, 日本の眼科, 74: 867-870, (2003).
- [3] 井垣 通人, 阪本 一朗: VDT 作業者の蒸しタオル装用による目の愁訴, 視機能, 作業効率改善効果, 日本職業・災害医学会会誌, vol. 62, iss:1, pp.8-16, (2014).
- [4] 佐々美代子: 自分の力で近視はよくなる!—もう 1 つの選択肢がここに!, 実業之日本社, (2005).
- [5] 宮尾克: スマホで視力回復! 眼のストレッチ, 池田書店, (2014).
- [6] 塩見友樹, 堀弘樹, 長谷川聡, 高田宗樹, 大森正子, 松浦康之, 石尾広武, 長谷川旭, 神田哲也, 宮尾克: 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, Vol.16, No.2, pp.139-148, (2011).
- [7] Tomoki Shiomi, Hiroki Hori, Keita Uemoto, Masaru Miyao, Hiroki Takada, Satoshi Hasegawa, Masako Omori, Tomoyuki Watanabe, Hiromu ishio, "Comparison of simultaneous measurement of lens accommodation and convergence in natural vision and 3D vision," SID2012, (2012).
- [8] T. Kojima, T. Shiomi, Y. Kazuki, M. Miyao, "Comparison of Simultaneous Measurement of Lens

Accommodation and Convergence in Stereoscopic Target with Sine Curve Move-ment," International Journal On Advances in Intelligent Systems, 6 ,No. 3 & 4, pp.318-328, (2013).

- [9] 大橋拓実, 小嶋健仁, 本多悠真, 吉川一輝, 宮尾克: スマートフォンに表示された 3D 映像注視時の調節・輻輳の同時測定, シンポジウム「モバイル'14」, (2014).
- [10] 山川達也, 大橋拓実, 田原博史, 小嶋健仁, 吉川一輝, 本多悠真, 芳川毅也, 杉浦明弘, 宮尾克: 眼疲労回復のためのスマートフォン向け 3D コンテンツの効果, 第 19 回日本バーチャルリアリティ学会大会, (2014).
- [11] A.R.L. Travis, "The display of three-dimensional video images," Proceedings of the IEEE, vol. 85, pp. 1817-1832, (1997).
- [12] R. F. Fisher: Presbyopia and the changes with age in the human crystallin lens, The J. Physiol., No.228, pp. 765-779, (1973).
- [13] 内海隆, 川瀬芳克: 日常の検査数値の取り扱いと発表のための統計処理, 第 66 回日本臨床眼科学会コメディカルプログラム 視能訓練士プログラム テキスト, (2012).

#### 著者紹介

##### 山川 達也 (学生会員)



2014 同志社大学理工学部情報システムデザイン学科卒業。同年, 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻博士前期過程入学。立体映像に関する研究に従事。

##### 田原 博史 (非会員)



株式会社 EYERESH 代表取締役, 公益財団法人日本青少年文化センター評議員。2004 年より名古屋大学情報連携基盤センター宮尾克教授とともに立体映像の調節作用と視覚能力による関連について研究を始める。「スマホで視力回復! 眼のストレッチ 池田書店」を企画。

##### 小嶋 健仁 (正会員)



1989 信州大学農学部農芸化学学科卒業。同年 愛知県公立学校教員。2012 名古屋工業大学大学院工学研究科博士前期課程修了。2014 名古屋大学大学院情報科学研究科博士後期過程修了。同年, 中部学院大学看護リハビリテーショ

ン学部看護学科助教, 現在に至る. 立体映像の生体測定, モバイルアプリケーションに関する研究に従事.



**森田 一三 (非会員)**

1992 愛知学院大学歯学部卒業. 同年臨床研修課程(1993 まで). 1997 愛知学院大学大学院歯学研究科修了(博士(歯学)). 同年 愛知学院大学歯学部助手(口腔衛生学講座). 1999 同講師.

2006 ロンドン大学客員研究員(2007 まで). 2013 愛知学院大学歯学部退職. 2014 名古屋大学大学院情報科学研究科博士研究員. 立体映像の生体計測, e-paper の可読性について研究に従事.



**杉浦 明弘 (正会員)**

2003 岐阜医療技術短期大学診療放射線技術学科卒業(診療放射線技師免許取得), 2008 名古屋大学大学院医学系研究科博士前期課程修了(修士(医療技術学)) 現在, 名古屋大学大学院

情報科学研究科博士後期過程在学中, 岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科助教. 立体映像視聴が人体におよぼす影響, CT の被曝線量測定に関する研究に従事.



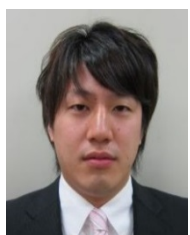
**木下 史也 (非正員)**

2012 福井大学工学部知能システム工学科卒業. 2014, 福井大学大学院工学研究科博士前期課程を卒業, 同年, 名古屋大学大学院情報科学研究科博士後期過程に進学, 現在に至る. 主に胃電図解析に関する研究に従事.



**采女 智津江 (正会員)**

2002 女子栄養大学大学院保健学専攻にて修士を取得. 2011 名古屋学芸大学教授に就任. 2014 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻博士課程入学. 主として立体映像の子どもへの健康影響に関する研究に従事.



**吉川 一輝 (非正員)**

2013, 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻卒業. 2015, 名古屋大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了. 非線形解析手法を用いた生体信号解析に関する研究に従事.



**本多 悠真 (非会員)**

2013 名古屋工業大学工学部情報工学科卒業. 2015 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻博士前期過程修了. 無線 LAN・立体映像に関する研究に従事.



**宮尾 克 (正会員)**

1977 名古屋大学医学部医学科卒業. 1982 医学博士. 同大学医学部助手・講師・助教授・教授(多元数理科学・情報基盤センター)を経て, 2009 情報科学研究科教授, 現在に至る. 人間工学・公衆衛生学を通じ, 立体映像の生体影響, ケータイ・モバイル機器のユーザビリティ, 多言語情報システムを研究.

人間工学・公衆衛生学を通じ, 立体映像の生体影響, ケータイ・モバイル機器のユーザビリティ, 多言語情報システムを研究.