

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17770

研究課題名（和文）緑内障患者の読書困難に対する新しい視覚的リハビリテーションの模索

研究課題名（英文）Development of new vision rehabilitation for reading difficulties in patients with glaucoma

研究代表者

村田 憲章（Murata, Noriaki）

新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師

研究者番号：40773891

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：緑内障は進行に伴って視野の欠損が緩徐に進行し、晩期には失明に至る疾患である。本研究の目的は、眼鏡型視線解析装置を用いて緑内障患者の黙読を他覚的データとして評価し、緑内障患者の読書困難に対する新たなリハビリテーション手法を考案することである。研究期間中は、健常被検者において読書対象の条件の異なりによる眼球運動動態の変化に関する検討や、緑内障性視野変化と読書困難との相関関係の検討を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

眼鏡型視線解析装置であっても、読書時の眼球運動を記録することができ、黙読の客観的評価を実施することができた。眼疾患を有する患者の読書評価は従来、音読による評価が主体であった。しかしながら、我々が日常生活で音読を実施することは皆無である。本システムは日常生活により近い黙読を数値的に、そして可視化することが可能であったため、新たな読書困難に対するリハビリテーション法に寄与することができる。

研究成果の概要（英文）：Glaucoma is a disease in which visual field loss progresses slowly with progression, leading to blindness in the late stage. The purpose of this study was to evaluate the silent reading performance of glaucoma patients using an eye-tracking device and to devise a new rehabilitation method for reading difficulties in glaucoma patients. During the study period, we examined changes in eye movement dynamics due to different conditions of reading targets in healthy subjects. Also, examined the correlation between glaucomatous visual field changes and reading difficulties.

研究分野：眼科学

キーワード：緑内障 視野 読書 Quality of Life リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

緑内障は進行に伴って視野の欠損が緩徐に進行し、晩期には視野中心部に障害が生じて視力が低下し失明に至る。申請者らの報告ではロービジョン外来（視覚補助具等により残存視機能を最大限に活かし QOL の向上をはかる）に受診する後期高齢者の約半数が緑内障であり、社会的にも重要な疾患である（村田ら，日本ロービジョン学会誌，2015）。現状では緑内障により失った視野を取り戻す方法は存在せず，不可逆的な視力・視野障害により患者の QOL は低下する。後天的な視覚障害では新たに点字等を習得することは非常に困難であり，残存した視機能に頼り読み書きを行う生活を余儀なくされる。晩期の緑内障患者のニーズとして最も多いものは読書であり，8割以上の患者が読書困難の改善を訴える（本間ら，2013）。

緑内障患者の読書能力について MNREAD (Minnesota Reading Acuity Chart) を用いた報告がなされており，視野障害の進行に伴って読書能力が低下することが示された (Ishii ら，2014)。MNREAD は専用チャートの音読を課すことで，読書の他覚的定量評価を行う (図 1)。しかし，我々が日常生活において読書をする際はそのほとんどが黙読である。したがって，音読による読書評価は真の読書機能を反映しない可能性があり，黙読時の読書能力を評価する方法の確立が必要である。

近年，黙読時の読書を評価する方法として視線解析装置（アイトラッカー）を使用した検討が注目されている。アイトラッカーの利点は非侵襲的に被験者の眼球運動を可視化し，定量評価できる点である。視力値や視野の定量的数値と眼球運動データの関係性をみることで，読書困難の有無を評価し，各々の患者に沿ったフィードバックが可能となると考えられる。

2. 研究の目的

ウェアラブル型（眼鏡型）アイトラッカーを用い，頭位を固定しない状態での黙読を定量評価することで日常生活における読書動態の客観的評価を実施すること。また，それを患者にフィードバックすることで新たな視覚的リハビリテーション法を考案すること。

3. 研究の方法

1). 日常視そのものである黙読データと緑内障性視野障害の関係性を検討する。

従来の音読評価では読書速度を測定したり，被験者が視認できる文字サイズを検討したりすることが主であった。アイトラッカーを用いると，眼球運動動態に加えて視線の停留時間や停留回数，衝動性眼球運動の頻度を評価することができる。それにより読みの詰まりや見失った文字を探す眼球運動動態を数値化することができる。MNREAD をはじめとする読書テストの文章は徹底的に標準化されており，高度に人工的であるため，日常視を反映していない可能性がある (Ramulu, 2009)。本研究では新聞記事を用いるなど刺激となる文を自由に選択し，従来の研究よりも自由度が高く，日常視を再現した状態で検査することが可能となる。

2). ウェアラブル型アイトラッカーを用いることで，被験者にとって最適な条件下での黙読能力を評価する。

据置型アイトラッカーでの読書評価は，検査距離が 60 cm 前後となり，限定的な条件下での実験となる。しかし，各々の被験者の読書作業距離にはバラつきがある。さらに，緑内障患者は視野の狭窄や視力低下等により視覚入力系の障害をきたすため，読書時の体勢が重要となる場合が多い。眼鏡型アイトラッカーを導入すれば，これらの問題を解決でき，現状よりも日常生活に沿った黙読の評価が可能となる。

3). 読書時の眼球運動可視化機能により，被験者にフィードバックする。

高度に視野が障害された患者には，“スキミング”と呼ばれる眼を少しずつ動かして情報を取り込む読書法が有効である。また文字を見失いやすいタイミングは行替え時である。ロービジョン外来では読み終えた行の先頭に戻ってから，次の行の読書に進むよう指導を行う。アイトラッカーにより文章上に眼球運動の軌跡を表示すれば，これらの動きを可視化することが出来る。このデータを基に被験者に対し適切な視線運びの指導を行いながら経過観察をすることで，そのパフォーマンスの向上が確認可能になると考えられる。これらを通じて，読書困難に対する新たな視覚的リハビリテーション法を考案する。

4. 研究成果

1). 健常者の読書対象の条件の異なりによる眼球運動動態の変化

読書動態をより明確なものとするため、アイトラッカーを用いて明朝体およびゴシック体で書かれた文書を黙読したときの読書パラメータを比較した。その結果、平均停留時間、100文字あたりの停留回数および100文字あたりの読書時間に有意な差がみられ、明朝体の読書のほうが素早いことが判明した。

(Murata N, Toda H, Sasagawa S, Seki E, Takayama A, Fukuchi T. Evaluation of relationship between font and silent reading performance in healthy subjects using the eye tracking system. ARVO2019 (Vancouver), 2019.4.28-5.2.)

2). 緑内障性視野障害の黙読能力への影響

緑内障患者と正常対象者の視線解析パラメータを再検討し、緑内障患者では平均停留時間が有意に延長した。また、読み時間および平均停留時間と複数の視野パラメータとの間に有意な相関関係を見出した。緑内障性視野障害は黙読に影響を及ぼし、特に視野の悪い方の眼の障害も読書円滑性に関連する要素であることが考えられた。

(村田憲章, 宮本大輝, 梅野哲哉, 福地健郎: 視線解析装置を用いた緑内障患者の黙読評価. 日本ロービジョン学会誌 20: 43-49, 2020.)

3). 視野測定時の眼球回旋偏位

緑内障症例において視野測定をする際は片眼遮閉を実施するが、遮閉によって眼球回旋が惹起されるのであれば視野感度の測定結果の信頼性に影響を及ぼす。健常者において片眼遮閉による回旋偏位の有無を眼底写真撮影によって評価し、視野検査結果に影響するほどの回旋偏位は生じないことを見出した。

(Murata N, Toda H, Amaki H, Suzuki K, Nagai Y, Omiya Y, et al: Assessment of objective ocular cyclodeviation under monocular condition and binocular condition using fundus photography. BMJ Open Ophthalmology 5: e000595, 2020.)



外はととてもよく晴れて
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
外はととてもよく晴れて
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

秋⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
秋⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
秋⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

町は⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
町は⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
町は⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

と⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
と⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿
と⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

図. Tobii pro glasses 2 の外観と視線解析

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 村田憲章, 宮本大輝, 柁野哲哉, 福地健郎	4. 巻 20
2. 論文標題 視線解析装置を用いた緑内障患者の黙読評価	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 43-49
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 Noriaki Murata, Haruo Toda, Haruna Amaki, Kanako Suzuki, Yumi Nagai, Yuna Omiya, Tomomi Kurashima, Sachiko Udagawa, Shinji Ohkubo	4. 巻 5
2. 論文標題 Assessment of objective ocular cyclodeviation under monocular condition and binocular condition using fundus photography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMJ Open Ophthalmology	6. 最初と最後の頁 e000595 ~ e000595
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bmjophth-2020-000595	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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 村田憲章
2. 発表標題 Evaluating Silent Reading Performance with an Eye Tracking System in Patients with Glaucoma [第6回日本ロービジョン学会学術奨励賞受賞講演]
3. 学会等名 第20回日本ロービジョン学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村田憲章, 柁野哲哉, 坂上悠太, 飯川龍, 五十嵐遼子, 末武亜紀, 福地健郎
2. 発表標題 静的視野検査における中心窩閾値検査の検査間変動
3. 学会等名 第30回日本緑内障学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村田憲章, 戸田春男, 志賀木綿子, 生方北斗, 多々良俊哉, 前田史篤
2. 発表標題 視線解析装置を用いた交代プリズム遮閉試験手技の客観評価
3. 学会等名 第60回日本視能矯正学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noriaki Murata, Haruo Toda, Chihiro Sasagawa, Eriko Seki, Ayaka Takayama, Takeo Fukuchi
2. 発表標題 Evaluation of relationship between font and silent reading performance in healthy subjects using the eye tracking system
3. 学会等名 ARVO (The Association for Research in Vision and Ophthalmology) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村田憲章, 宮本大輝, 木下直彦, 梅野哲哉, 坂上悠太, 末武亜紀, 福地健郎
2. 発表標題 緑内障患者の読書能力とHumphrey視野10-2クラスタ別感度の関係性
3. 学会等名 第29回日本緑内障学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------	---------