

令和 6 年 5 月 21 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K09817

研究課題名（和文）タブレット端末を用いた新しい視野自己チェックツールの開発

研究課題名（英文）Development of a new visual field self-checking tool using a tablet device

研究代表者

松本 長太（Matsumoto, Chota）

近畿大学・医学部・教授

研究者番号：70229558

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）：緑内障は我が国の社会的失明原因の第1位で40歳以上の有病率は5%を超える。障害された視野の回復は困難で早期診断、治療が管理上の要となる。緑内障性視野障害は自覚に乏しく潜在患者は約90%にのぼる。さらに治療に対するアドヒアランスも問題になる。我々はタブレット端末を用いた視野自己チェックツールを開発した。1-3個の視標を同時に呈示し異常部位を同定する手法、各4象限に1個ずつ計4個の検査視標を同時提示し視野異常の自覚を促す手法を作成した。緑内障41例を対象に検討し、感度94%、特異度94%の良好な結果を得た。さらに4点同時刺激法にて視野異常を自覚できない症例は49%から26.7%に減少した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

緑内障は社会的失明原因の第一位であり自覚症状に乏しく潜在患者が約90%にものぼる。我々は、従来の高額な医療機器の視野計を用いず、安価で簡便なタブレット端末にて緑内障性視野異常を短時間に効率的に検出する手法を開発した。4点同時刺激法により普段は無自覚の視野異常を患者自身に確実に自覚させる新しい手法を開発した。本装置をスクリーニング現場、診療現場で用いることにより、効率的な緑内障の視野スクリーニングのみならず、緑内障治療へのアドヒアランス向上に寄与すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Glaucoma is the leading cause of blindness in Japan, with a prevalence of more than 5% of those over 40 years of age. Early diagnosis and treatment are the key to management, as recovering from visual field damage is difficult. Glaucomatous visual field defects are not well recognized, and about 90% of patients with glaucoma are latent. Treatment adherence is also an issue. We developed a visual field self-checking tool using a tablet device that simultaneously presents 1-3 optotypes to identify abnormal areas and 4 test optotypes, one for each of the 4 quadrants, to promote awareness of abnormalities in the visual field. The sensitivity and specificity of the test were 94% and 94%, respectively, in 41 glaucoma patients. Furthermore, the number of patients unaware of visual field abnormality decreased from 49% to 26.7% using the 4-point simultaneous stimulation method.

研究分野：視野、緑内障

キーワード：視野 緑内障 スクリーニング タブレット

## 1. 研究開始当初の背景

緑内障は我が国の社会的失明の第一位の原因疾患であり、40 歳以上における有病率は 5%を超える。一旦障害された視野の回復は困難であり早期発見、早期治療が管理上の要となっている。しかし、緑内障性視野障害は自覚に乏しく、病期が重度になるまで気づかれないため潜在患者は約 90%にもものぼると推定されている。さらに緑内障と診断されても無自覚であるため、治療に対するアドヒアランスの問題が指摘されている。

自己の視野異常を自覚させる手法として、モニター上にランダムノイズを提示させて視野異常を自覚させるノイズフィールドや、我々が開発したクロックチャートなどが有名である。一方、近年の急速なスマートフォンやタブレットデバイスの普及により、多くの人々がすでにこれらのデジタルデバイスを使用経験がある環境へと変わってきている。これらデジタルデバイスは、今後ますます普及し、高齢者も含めすべての人々が日常的に使う時代がすぐ目の前に来ていると考えられる。これらデジタルデバイスは視覚刺激に対しユーザーのレスポンスを直接指で得ることができるため、従来の視野検査では困難であった新しい検査手法が開発可能な環境となっている。今回は特に刺激面積の広いタブレット端末に特化した新しい視野スクリーニング手法の開発を行い、スクリーニングのみならず視野異常を自覚させるためのツールとしての可能性についても評価することとした。

## 2. 研究の目的

今回我々は、タブレット端末を用い自己の視野異常を簡便に自覚できる新しい視野自己チェックツールの開発を目的とした。検討項目は、1) タブレットの特性を活用したタッチ方式の多点視野測定アルゴリズムの開発、2) 各象限 4 点同時刺激による視野異常の自己チェック法の開発、3) 健常者および緑内障患者における感度特異度、4) 加齢によるタッチ応答特性の影響についての検討、5) 内部カメラを用いた顔位置、固視管理システムの開発、の 5 項目である。

## 3. 研究の方法

### (1) タブレットの特性を活用したタッチ方式の多点視野測定アルゴリズムの開発

装置は 10.1 インチのアンドロイドタブレットを用い 30cm の検査距離で測定を行う。視標は 15Hz のフリッカー光を用いる。測定点配置、視標輝度、視標サイズの詳細を図 1 に示す。

検査では、固視標と、フリッカ視標が同時に最大 3 個呈示される。被検者は見えたフリッカ視標を直接タッチし応答することで視野異常を検出する。

### (2) 各象限 4 点同時刺激による視野異常の自己チェック法の開発

被検者に事前に必ず 4 個の視標が同時に呈示されることを説明し検査に入る。各象限に 1 つずつ上下左右対称に 4 個の視標を提示する。その 4 点が全て見えているか確認させることで、視野障害の自覚をうながす。視標は鼻側の 4 点を除き、各象限に上下左右対称に一個ずつ同時に提示する。

### (3) 健常者および緑内障患者における感度特異度

健常者 31 例 31 眼、緑内障 41 例 41 眼を対象にタブレット端末による測定ならびに自動視野計 imo(プログラム 24plus AIZE rapid)による測定を行い、今回開発した装置の緑内障性視野異常の検出能力を評価する。

### (4) 加齢によるタッチ応答特性の影響についての検討

健常者 34 例 34 眼(平均年齢 60 歳)、緑内障眼 43 例 43 眼(平均年齢 66.9 歳)を対象に応答時

の画面のタッチずれ、視標提示からの応答時間を検討し、本手法の加齢による影響について検討した。

#### (5) 内部カメラを用いた顔位置、固視管理システムの開発

このタブレット端末に TOF センサーを追加し検査中の顔と瞳孔を自動検出するプログラムを開発する。

### 4. 研究成果

#### (1) 健常者および緑内障患者における感度特異度

今回開発したプログラムを用い健常者、並びに緑内障症例を対象に検討を行った結果、4点の異常を異常と定義した場合、感度 94%、特異度 94%となり、本装置が緑内障性視野障害の検出において有効な手法であることが示された。図 2 に ROC カーブを示す。さらに引き続き行われた 4点同時刺激法にて視野異常を自覚できない症例は 49%から 26.7%に減少した。

#### (2) 加齢によるタッチ応答特性の影響についての検討

タッチずれは緑内障群と健常群で大きさに有意差がなく、年齢が高いほどタッチずれが生じやすいことが分かった。(図 3) この誤差はソフトウェアにて判定可能な範囲であることが分かった。

健常群では加齢により応答時間が遅くなることが示された。一方緑内障群では応答時間に年齢の影響は認められなかった。(図 4) 検査時間には影響を及ぼすが、測定結果そのものには影響しないと考えられた。

#### (3) 内部カメラを用いた顔位置、固視管理システムの開発

以下のステップで TOF センサー並びに内部カメラで顔位、眼位をリアルタイムで計測できることが分かった。この手法はタブレット端末での視野検査を行う上での固視の信頼性を担保するうえで重要な技術開発であると考えられる。

##### 顔と瞳孔の検出

カメラの映像に写った人物の顔を検出し、標準的な顔のオブジェクトモデルをフィットさせるような変換行列を算出する。この変換行列により、オブジェクトモデル座標系からカメラ座標系への座標の相互変換が可能となる。目の位置が特定できるため、その周辺を二値化することで瞳孔の位置を特定する。

##### 視線位置の推定

タブレット上のスクリーンに表示されるマーカーを注視する。タブレットのスクリーンとカメラとの位置関係は既知であり、カメラ座標空間上でマーカー位置から瞳孔を通る直線を引くことができる。眼球の半径を既知とすると、カメラ座標空間上で眼球の中心座標を算出が可能となる。

##### 視線の算出

オブジェクトモデル空間上で眼球中心が求まると、次に顔の検出を行うときに眼球心を含めた標準顔モデルのフィッティングを行う。瞳孔の位置は手順と同じ方法で算出できるため、眼球中心から瞳孔へ向かう視線ベクトルを求めることができる。その視線ベクトルが、カメラ座標空間の X-Y 平面 ( $Z=0$ ) と交わる点を算出することで、タブレットの位置での座標を求めることができる。図 5 に出力結果の一例を示す。

図 1

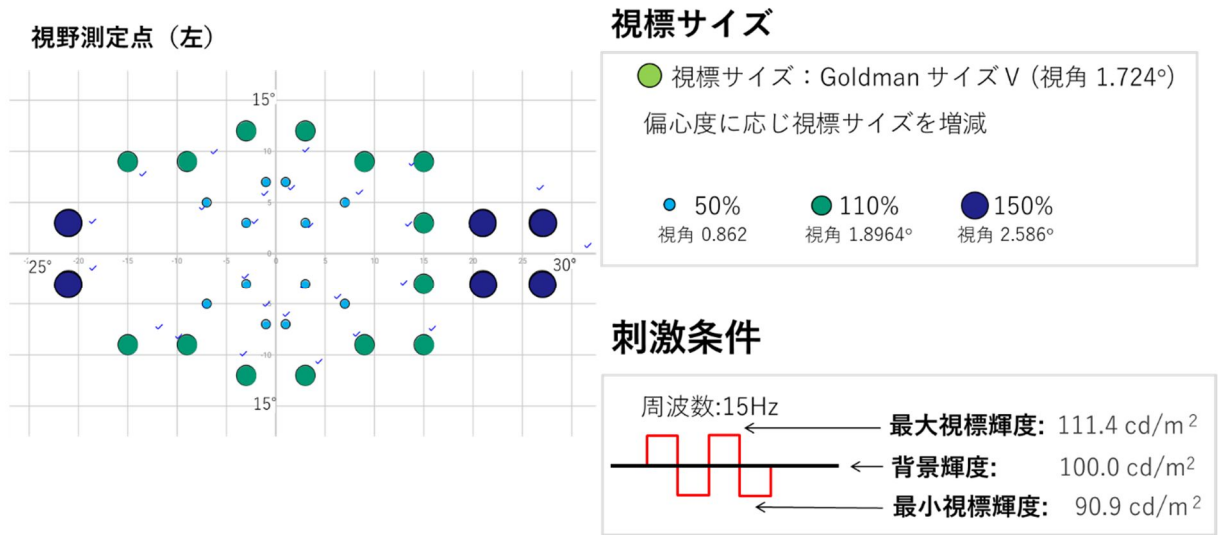


図 2

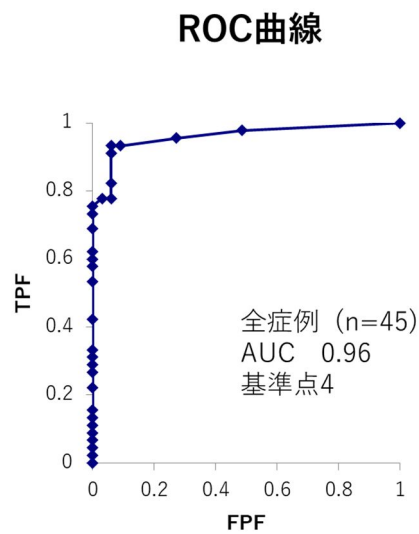


図 3

視標呈示後の最初のタッチにおけるタッチずれ

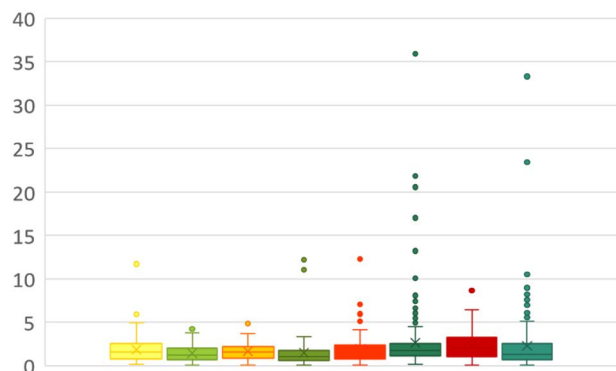


図4

視標呈示後、最初に反応するまでの時間

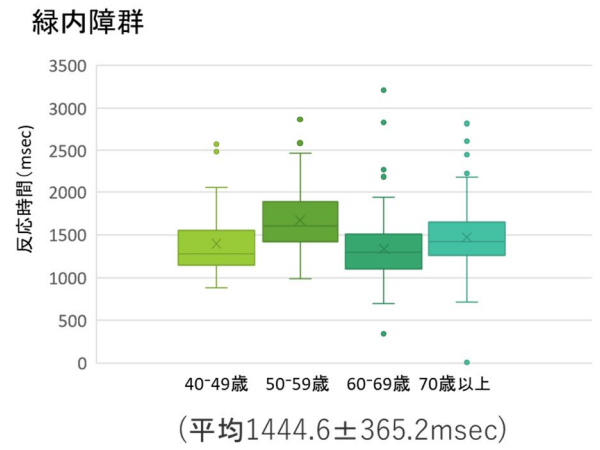
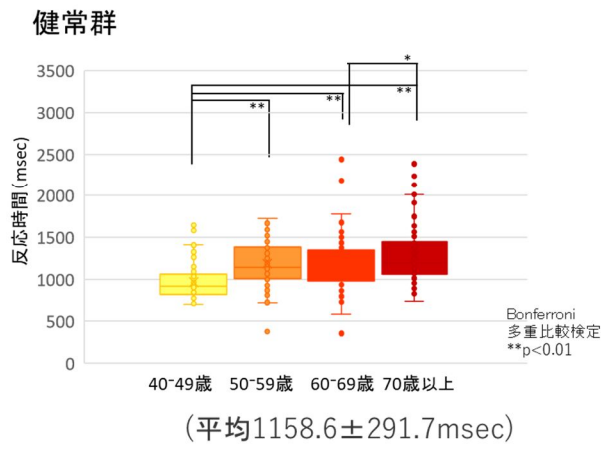
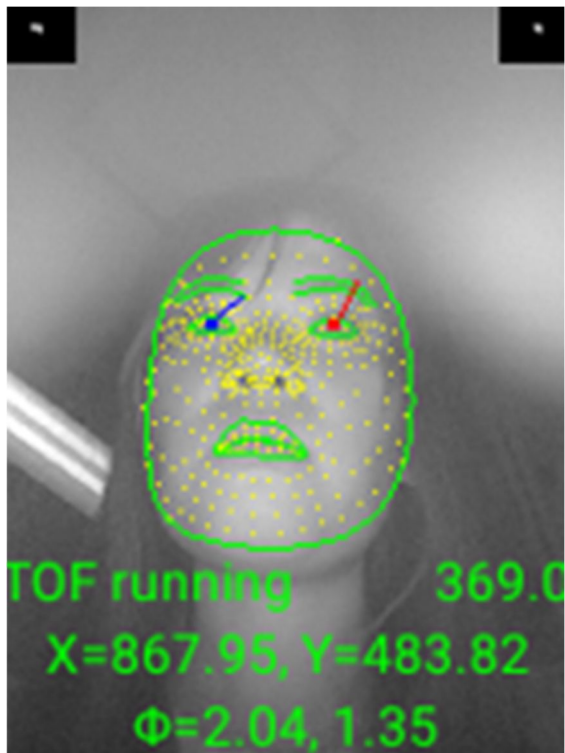


図5



5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 松本長太	4. 巻 38
2. 論文標題 緑内障と視野 -視野に魅せられた37年-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 あたらしい眼科	6. 最初と最後の頁 7-19
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 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 11件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Fumi Tanabe, Chota Matsumoto, Marika Ishibashi, Hiroki Nomoto, Shunji Kusaka, Aiko Iwase
2. 発表標題 Touch response accuracy using a tablet tool of the Multi-Stimulus vision tester (MVT-s).
3. 学会等名 25th International Visual Field & Imaging Symposium (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Chota Matsumoto
2. 発表標題 Striving for the Ideal in Visual Field Testing
3. 学会等名 25th International Visual Field & Imaging Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 テーマ：こんなにあるんだ「目の検査」 視力・屈折検査、眼圧検査、視野検査
3. 学会等名 第26回日本眼科記者懇談会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 視野を理解する
3. 学会等名 岡山大学眼科WEBセミナー（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 視野障害とその原因疾患を理解する
3. 学会等名 第15回自動車事故防止セミナー 高齢化社会における自動車事故防止対策（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 緑内障性視野障害の特徴を理解する
3. 学会等名 第10回旭川眼疾患研究会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 石橋 眞里佳, 松本 長太, 七部 史, 野本 裕貴, 日下 俊次, 岩瀬 愛子.
2. 発表標題 日常生活における視野異常の自覚とタブレット型視野計Multi-stimulus Vision tester (MVT) の有用性.
3. 学会等名 第33回日本緑内障学会.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 七部 史, 松本 長太, 野本 裕貴, 日下 俊次, 小池 英子, 山雄 さやか.
2. 発表標題 MVT (Multi-Stimulus vision tester) を用いた新しい変視定量ツール.
3. 学会等名 第453回大阪府眼科集談会.
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 七部 史, 松本 長太, 石橋 眞里佳, 野本 裕貴, 日下 俊次, 岩瀬 愛子.
2. 発表標題 MVTを用いた視野スクリーニング検査における年齢の影響.
3. 学会等名 第12回日本視野画像学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 七部 史, 松本 長太, 石橋 眞里佳, 杉野 日彦, 野本 裕貴, 日下 俊次, 岩瀬 愛子.
2. 発表標題 タブレット端末を用いたMulti-Stimulus vision tester (MVT) におけるタッチ応答の検討
3. 学会等名 第34回日本緑内障学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 緑内障性視野障害の特徴
3. 学会等名 第23回奈良県眼科万葉フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 緑内障性視野障害の特徴を理解する
3. 学会等名 VIATRIS 緑内障Webセミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 黄斑疾患と変視症
3. 学会等名 瀬戸内眼科コロシウム2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 新しい両眼視野計が実現する視機能評価 UPDATE～アイモvi faの臨床的特徴
3. 学会等名 第76回日本臨床眼科学会総会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 緑内障性視野障害の特徴を理解する
3. 学会等名 第19回兵庫県東部緑内障を考える会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiko Sugino, Fumi Tanabe, Hiroki Nomoto, Chota Matsumoto, Shunji Kusaka
2. 発表標題 Characteristic findings of functional visual loss with perimeter imo
3. 学会等名 24th International Visual Field & Imaging Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takuya Ishibashi, Chota Matsumoto, Hiroki Nomoto, Fumi tanabe, Shinji Kimura, Shunji Kusaka
2. 発表標題 Measurement of fixational eye movements during visual field testing.
3. 学会等名 24th International Visual Field & Imaging Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fumi Tanabe, Chota Matsumoto, Marika Ishibashi, Hiroki Nomoto, Shunji Kusaka, Aiko Iwase
2. 発表標題 The efficiency of detection of a glaucoma visual field defect using a tablet perimetry tool: the Multi Stimulus vision tester (MVT s)
3. 学会等名 24th International Visual Field & Imaging Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chota Matsumoto, Hiroki Nomoto, Eiko Koike, Fumi Tanabe, Aiko Iwase, Mayo Nozaki, Mami Minamino, Shunji Kusaka
2. 発表標題 New portable binocular perimeter imo vifa
3. 学会等名 24th International Visual Field & Imaging Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroki Nomoto, Chota Matsumoto, Shinji Kimura, Kenji Yamaoka, Shunji Kusaka
2. 発表標題 New visual field test strategy: AIZE-EX
3. 学会等名 24th International Visual Field & Imaging Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 七部 史、石橋真里佳、松本長太、野本裕貴、日下俊次
2. 発表標題 緑内障における多点刺激法を応用したタブレット型視野計Multi-Stimulate Visual field test (MVT)の有用性
3. 学会等名 第445回 大阪眼科集談会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 日常臨床を変革しうる新しい緑内障検査 視野検査
3. 学会等名 第125回日本眼科学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chota Matsumoto
2. 発表標題 The head-mounted perimeter IMO
3. 学会等名 the 119th conference of the German Society of Ophthalmology
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本 長太
2. 発表標題 新しい両眼視野計が実現する多彩な視機能評価] “アイモ vifa” が実現する短時間で高精度かつ患者にやさしい視野検査
3. 学会等名 第75回日本臨床眼科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 七部 史, 石橋 眞里佳, 松本 長太, 野本 裕貴, 日下俊次
2. 発表標題 タブレット型視野計Multi-Stimulus vision test (MVT)の精度および再現性
3. 学会等名 第75回日本臨床眼科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 七部 史, 石橋 眞里佳, 松本 長太, 野本 裕貴, 日下俊次
2. 発表標題 タブレット型視野計Multi-Stimulus vision test (MVT)の精度および再現性
3. 学会等名 第32回日本緑内障学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本長太
2. 発表標題 須田記念講演 緑内障と視野 -視野に魅せられた37年-
3. 学会等名 第31回日本緑内障学会 (招待講演)
4. 発表年 2020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
研究 分担者	野本 裕貴  (Nomoto Hiroki)  (50596806)	近畿大学・医学部・講師   (34419)	
研究 分担者	萱澤 朋泰  (Kayasawa Tomoyasu)  (90550799)	近畿大学・医学部・助教   (34419)	

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