

2018年に施行された新しい身体障害認定基準（視覚）の課題とFunctional Vision Scoreに関する研究

研究代表者 村上 晶 順天堂大学医学部 眼科学教室

研究協力者 平塚 義宗 順天堂大学医学部 眼科学教室 鶴岡三恵子 井上眼科病院

**【研究要旨】**

本研究では、通常ゴールドマン視野計（GP）から算出される Functional Vision Score (FVS)を自動視野計（AP）からも算出可能かについての検討を行った。GP は、長年視野評価のゴールドスタンダードであったが、Haag-Streit 社による生産中止以降、AP へと移行しつつある。4 施設の患者 240 人を対象に AP の結果を用いて Functional Field Score (FFS) を算出する予測式 ( $FFS = AP$  による両眼エスターマンテストの視認点数 $\times 0.41 + 37.0$ )を導き出した。本予測式により算出した FFS から得られた AP-FVS と従来の方法から得られる GP-FVS は強い相関( $r=0.77$ ;  $95\%CI:0.71-0.81$ )を示した。AP-FVS と GP-FVS の差の平均は $-1.03(95\%CI:-15.60-13.54)$ であり、加重  $\kappa$  値は  $0.85$  であった。FVS は AP の結果からも予測可能あり、GP の利用が制限されるような状況において、FVS-AP は視覚障害の評価方法として信頼できる代替手段となり得る。

**A. 研究目的**

Functional Vision Score(FVS)は、米国医師会(AMA)の障害評価ガイドの第 12 章で概説されている通り、視覚障害評価に広く用いられるツールである<sup>1</sup>。平成 28 年にまとめられた「視覚障害認定基準の改定に関する取りまとめ報告書」において、合理的かつ理想の形と指摘された視機能測定法であるが、従来の認定基準の判定方法との違いが大きく、次回改定時に導入する二段構えの検討対象となり、新認定基準としては採用されなかった。その後、平成 30 年度～令和 2 年度に実施された厚生労働科学研究「視機能障害認定のあり方に関する研究」では、FVS に関する継続的な調査が行われた。その最終報告書においては、①視機能を 1 つのスコアに数値化することが可能で、②信頼性が高く、③視覚関連 QOL との関連が高く、④患者や家族、関係者など医療関係者以外の人に理解しやすいなど利点が指摘された。また、国内における FVS の研究は 2018 年以降に増えており、近年一般化しつつある傾向が明らかになった。

FVS の視野成分である Functional Field Score (FFS) は、ゴールドマン視野計(GP)の III-4e 刺激を用いて算出されている<sup>1</sup>。1945 年に開発された GP は、長年にわたって視野評価のゴールドスタンダードであった。しかし、2003 年に Haag-Streit 社による生産中止以降、視野検査は自動視野測定(AP)へと移行しつつある<sup>2</sup>。

2018 年 7 月、日本では身体障害者評価の視覚障害認定基準が 23 年ぶりに改定された<sup>3</sup>。改訂基準には、既存の GP による評価に加え、AP が組み込まれた。AP 評価では、両眼開放 Esterman テストの視認点数と、10-2 プログラムで 26dB 以下の感度点数が評価基準として採用された<sup>3</sup>。

国際的に認められた Goldmann III-4e 刺激は、視野評価に使用され、輝度  $318 \text{ cd/m}^2(1000\text{asb})$  の  $4 \text{ mm}^2$  のターゲットを、 $10 \text{ cd/m}^2(31.5\text{asb})$  の背景輝度に対して投影している<sup>4</sup>。AP の両眼開放 Esterman 視野テストは、GP に基づいて開発されており、テストポイントを GP の III-4e 刺激と一致させている<sup>5</sup>。

現在、AP の普及に伴い、FVS も AP データからの信頼性の高い算出方法の必要性が高まっている。本研究は、AP を用いた両眼開放 Esterman テストの視認点数と GP による FFS (GP-FFS) の相関分析、および AP の両眼開放 Esterman テストの結果から予測した FFS (AP-FFS) の予測式の開発を目的とした。加えて、GP による FVS (GP-FVS) と AP を用いた予測 FVS (AP-FVS) の一致率を検証した。FVS の臨床活用が広がることで、より正確で包括的な視機能評価が期待できる。さらには、現状の認定基準評価法よりも、合理的かつ理想の形とされる FVS を拡張することで、より柔軟な応用が可能となる。

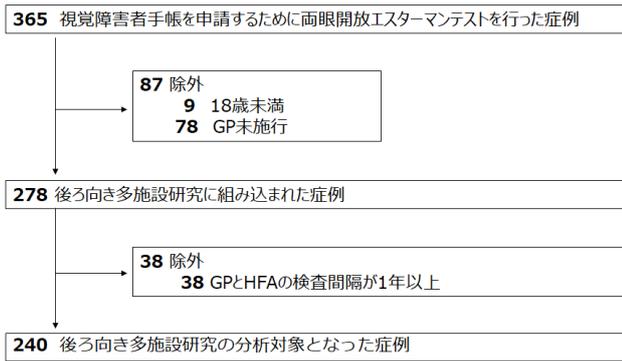
**研究方法**

対象および方法

1. 対象

本研究は、井上眼科病院、むらかみ眼科医院、産業医科大学、鹿児島大学の 4 施設の患者を対象とした。調査期間は 2019 年 1 月 1 日から 2023 年 10 月 31 日とした。症状が固定し、視覚障害者手帳の評価(新規申請または更新)のため GP と Humphrey 自動視野計 (Humphrey Field Analyzer : HFA) に搭載された両眼開放エスターマンテストの両方の検査を受けた、18 歳以上の患者を対象とした。GP と 両眼開放エスターマンテストの検査間隔が 1 年以上の患者は除外した(図 1)。

図1 対象患者フローチャート



## 2. 方法

### 1) FVS の計算

Visual Acuity Score(VAS) : VAS はランドルト環視力から logMAR 視力に変換後、AMA ガイドラインに従い 0 (失明)から 100 (正常視力) の範囲の VAS に変換した<sup>1</sup>。右目(OD)、左目(OS)、両目(OU) の VAS スコアの加重平均を算出し、Visual Acuity Score(FAS)とした。

$$FAS = (VAS OD + VAS OS + 3 \times VAS OU) \div 5$$

Visual Field Score(VFS):VFS は GP を用い各眼ごとに算出し、標準輝度は III-4e イソプター(または III-4e が利用できない場合は V-4e)を用いた。GP のイソプターは両眼とも同じイソプターを用いた。VFS は VAS と同様、0 ~ 100 の範囲である。両眼 VFS は、両眼の結果を重ね合わせ推定した。Functional Field Score (FFS)は加重平均として算出した。

$$FFS = (VFS OD + VFS OS + 3 \times VFS OU) \div 5$$

FFS 換算(V-4e から III-4e):V-4e イソプター(FFS V-4e)で FFS を算出した場合、24 以上の値を次の式で FFS III-4e に変換した<sup>6</sup>。

$$FFS_{III-4e} = 19.25 + 1.063 \times FFS_{V-4e}$$

中心暗点ルール: AMA の中心暗点ルールは、VAS に基づき中心視野障害を調整し、非現実的な算出を防ぐための補正である<sup>1</sup>。右眼、左眼、両眼で個別に調整を行った。本研究では、FFS を、中心暗点のルールを適用時と非適用時の両方で算出した。

FVS 算出:最終的に FVS を以下のように算出した。

$$FVS = FAS \times FFS \div 100$$

### 2) 統計分析

両眼開放エスターマンテストの視認点数と GP-FFS の相関は、中心暗点ルールの有無の場合で、散布図とピアソンの相関係数を使用して分析した。相関係数の 95%信頼区間は、フィッシャーの z 変換を用いた。線形回帰分析にて、両眼開放エスターマンテストの視認点数から GP-FFS の予測式を作成した。GP-FFS と予測式による FFS (AP-FFS) の一致は、Bland-Altman プロットを用いて評価した。<sup>7-8</sup> GP-FVS と AP-FVS の一致は、Bland-Altman プロットと加重  $\kappa$  係数を用いて評価した。FVS の  $\kappa$  加重係数については、AMA による視覚障害の重症度分類を用いた。

FVS 100-93 は AMA class0、92-73 は class 2、72-53 は class 3a、32-13 は class 3b、12-0 は class4 となる。GP-FVS の AMA class と AP-FVS の AMA class の一致度については、順序変数同士の比較であるため二次重み  $\kappa$  係数で評価を行った。

また、重回帰分析を用い、10-2 プログラム (感度 26dB 以上) における GP-FFS が AP-FFS に与える影響を評価した。この分析には、良い目、悪い目、および両眼の平均の 3 つの変数を用いた。さらに、視覚障害の原因疾患についても、同様の評価を行った。

すべての統計分析は、Stata SE バージョン 17(StataCorp LLC)を使用して実施した。統計的有意差は  $P < 0.05$  とし、結果と 95%信頼区間(CI)で示した。

### 3) 倫理面への配慮

ヘルシンキ宣言の原則を遵守し、すべての医療施設の倫理審査委員会から承認を得て、井上眼科病院を主たる施設として行った(試験番号:202311-1改訂)。倫理審査委員会は、後ろ向き研究のため参加者へのインフォームドコンセントを不要とした。ただし、全施設でオプトアウトポスターを掲示し、ホームページで情報公開を行った。

## C. 研究結果

### 1. 対象

2019年1月1日から2023年10月30日までに4施設で合計365人が視覚障害の認定のために両眼開放エスターマンテストを行った。このうち、最終的に240人を評価対象とした(図1)。240人の患者の平均(SD)年齢は61歳(17.5歳:範囲、19~93歳)であった。性別は男性が124人だった。原因疾患は、緑内障患者100人、網膜色素変性症患者38人、視神経疾患34人であった。詳細を表1に示す。

VASの平均(SD)は64(23.6:範囲、12~100)で、視力0.02~1.0の範囲に相当する。GPとHFAの検査の間の平均(SD)間隔は106(95.5)日だった。両眼開放エスターマンテストの視認点数は平均(SD)74(32.2:範囲、0~120)だった。中心暗点ルールを適用時の平均(SD)FFSは67(17.2:範囲、14~100)、非適用時は57(21.8:範囲、6~100)であった。詳細を表1に示す。

### 2. 両眼開放エスターマン視野検査を使用した FFS の評価

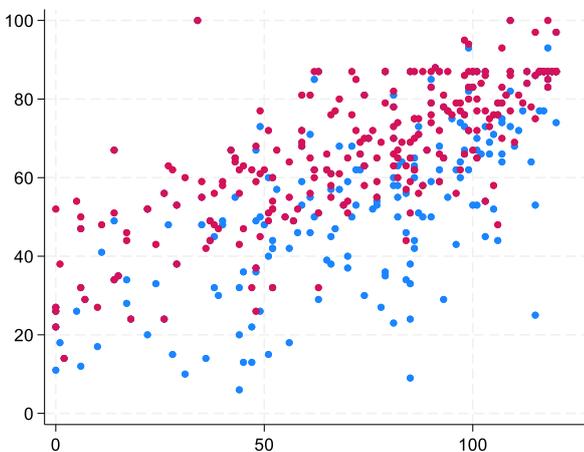
図2Aに、両眼開放エスターマンテストの視認点数とGP-FFSの関係を散布図に示す。ピアソン相関係数は、中心暗点ルールを適用した場合は0.77(95%CI、0.71~0.81)、ルールを適用しなかった場合は0.69(95%CI、0.61~0.75)だった。相関関係は、中心暗点ルールを適用した時のほうが高値であった。

表 1.患者の人口統計学および臨床的特性

患者の人口統計	平均(SD) または 症例数 (%)
症例数	240
年齢	61 (17.5)
性別 男性	124 (51.7)
原因疾患	
緑内障	100 (41.7)
黄斑疾患	39 (16.2)
黄斑ジストロフィ	23 (9.6)
網脈絡膜萎縮	9 (3.8)
加齢黄斑変性	7 (2.9)
網膜色素変性	38 (15.8)
視神経疾患	34 (14.2)
視神経炎	20 (8.3)
レーベル病	12 (5.0)
その他 <sup>a</sup>	2
その他 <sup>b</sup>	29 (12.1)
GPとHFAの検査間隔, 日	106 (95.5)
両眼開放エスターマンテスト 視認点数	74 (32.2)
FAS	64 (23.6)
FFS	
中心暗点ルールあり	67 (17.2)
中心暗点ルールなし	57 (21.8)
FVS	42 (18.3)

a. 他の視神経疾患に含まれる疾患  
頭蓋内圧の上昇による乳頭浮腫 1; および多発性硬化症 1  
b. 他の疾患  
頭蓋内疾患 7; 糖尿病性網膜 6;ぶどう膜炎 2;網膜分離症 2;未熟児網膜症 2;網膜中心動脈閉塞 2;角膜混濁 1;眼振; 第一次硝子体過形成遺残 1;無虹彩 1;網膜剥離 1; 急性带状潜伏性網膜外層症 1;網膜ジストロフィ 1;および原因不明 1

図 2A : FFS (GP : 中心暗点ルールの有/無) と両眼開放エスターマンテスト・視認点数の相関



### 3. FVS の FFS の算出について

137 例の FAS は平均 60、FFS は GP では中心暗点ルール有で平均 69、無で平均 58、HFA の Esterman 両眼開放視認点数の平均 76 となった。

#### 1) AMA class における中心暗点ルールの影響<sup>8)</sup>

図 Y 軸 FFS(GP)、X 軸 両眼開放視認点数(HFA)  
赤 : 中心暗点ルール有、青 : 無  
中心暗点ルール有  
相 関 係 数 0.7666 (95% CI:0.709 - 0.814)  
p<0.001  
中心暗点ルール無  
相 関 係 数 0.6866 (95% CI:0.613 - 0.748)  
p<0.001

図 2B に、FFS 予測に用いた線形回帰分析を示す。中心暗点ルールを適用した場合の FFS の予測式を以下の通り。

$$FFS = (\text{両眼開放エスターマン視野検査の視認点数}) \times 0.41 + 37.0$$

図 2B : エスターマンスコアから視野スコアの予測 (中心暗点ルール有)

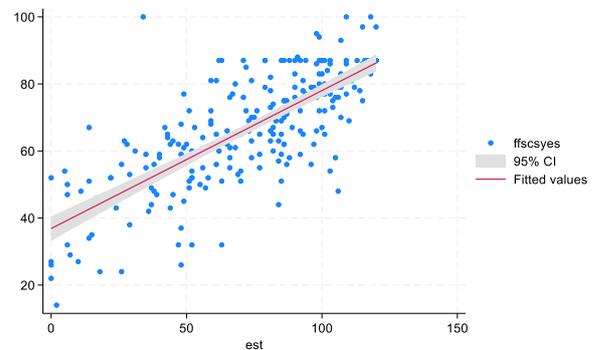


図 Y 軸 FFS (GP) 及び予測視野のスコア、X 軸 両眼開放視認点数 (HFA)  
略語;FFS、Functional Field Score 。  
B : 赤線は予測式の適合値を示す。グレーの領域は 95%信頼区間を示す。

### 3. FFS と FVS の再現性

Bland-Altman 分析の結果、GP-FFS と AP-FFS の差の平均は 0.12(SD、11.10)であり、limits of agreement(LOA)は-21.63~21.88 ポイントの範囲であった(図 3A)。

図 3A : FFS の Bland-Altman プロット

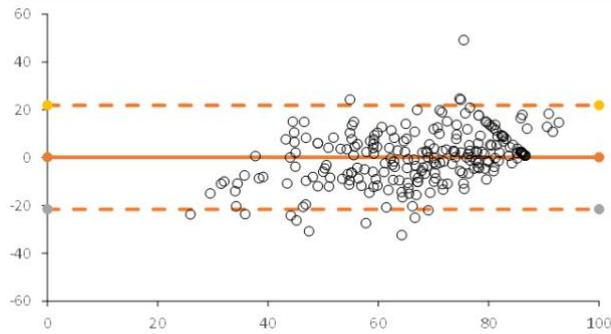


図 Y 軸 GP-FFS と AP-FFS の差、X 軸 GP-FFS と AP-FFS の平均

GP-FVS と AP-FVS の差の平均は-1.03 (SD, 7.43)、LOA は -15.60~13.54 ポイントの範囲であった(図 3B)。

図 3A : FVS の Bland-Altman プロット

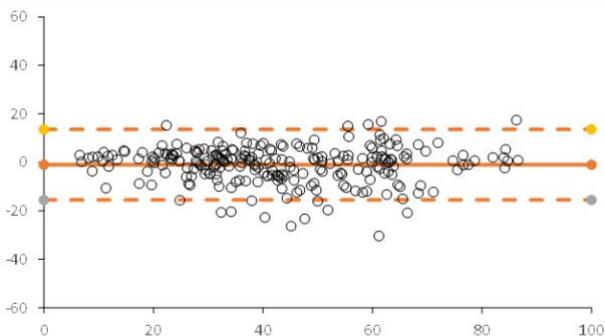


図 Y 軸 GP-FVS と AP-FVS の差、X 軸 GP-FVS と AP-FVS の平均

GP-FVS と AP-FVS の AMA class はほぼ完全な一致で、加重 κ 値は 0.85(95%CI、0.72~0.97)(図 3C)となった。

図 3C : GP-FVS と AP-FVS の AMA 分類との一致。

		GP-FVS						
AMA class		class0	class1	class2	class3a	class3b	class4	Total
AP-FVS	class0	0	0	0	0	0	0	0
	class1	1	12	5	1	0	0	19
	class2	0	1	43	17	1	0	60
	class3a	0	0	6	61	14	0	83
	class3b	0	0	0	14	51	2	67
	class4	0	0	0	0	4	7	11
Total		1	13	54	93	69	10	240

#### 4. 10-2 プログラムと 原因疾患が予測 FFS に及ぼす影響

次に、AP-FFS への 10-2 プログラム(感度 26dB 以上の点)の影響を、中心暗点ルールを適用した場合の GP-FFS において評価した。分析は、「良い目」、「悪い目」、「両眼の平均」の 3 つの変数を作成した。重回帰分析の結果、10-2 プログラムの結果は AP-FFS に有意な影響を与えなかった(表 2A)。

表 2A

GP-FFS	係数	p値	95%信頼区間
両眼開放視認点数	0.41	<0.001	0.37~0.46
10-2「良い方の眼」	-0.00	0.87	-0.07~0.06
両眼開放視認点数	0.41	<0.001	0.37~0.45
10-2「悪い方の眼」	0.00	0.95	-0.09~0.09
両眼開放視認点数	0.41	0.00	0.37~0.46
10-2「両眼の平均」	-0.00	0.97	-0.09~0.08

また、原因疾患による AP-FFS への影響についても検討した。緑内障と網膜色素変性症の間では有意差はなかったが、視神経疾患と黄斑疾患は有意差を示し、それぞれ+6.1 と+6.7 の差を認めた(表 2B)。

表 2B

GP-FFS	係数	p値	95%信頼区間
緑内障	reference		
網膜色素変性	-1.10	0.60	-5.27 to 3.06
視神経疾患	6.07	0.005	1.83 to 10.31
黄斑疾患	6.73	0.001	2.65 to 10.81
その他	0.81	0.72	-3.69 to 5.30

#### D. 考按

本研究は、AP による FFS 予測式を開発、および GP-FFS/FVS と AP-FFS/FVS の一致性を評価すること目的とした。同時に、現在の日本の身体障害認定基準(視覚)と FVS の比較検討を行った。

#### 1. AP による FFS 予測式を開発および GP-FFS/FVS と AP-FFS/FVS の一致性の評価

我々の分析では、中心暗点ルールを適用した場合、両眼開放エスターマンテストの視認点数と GP-FFS との間に強い相関(ピアソン相関係数、0.77;95%CI、0.71-0.81)を認めた。このことから、以下の予測式を作成した。

予測 FFS = (両眼開放エスターマン視野で視認点数) × 0.41 + 37.0

Bland-Altman 分析の結果、GP-FFS/FVS と AP-FFS/FVS との間には強い一致が示され、AMA 分類ではほぼ完全な一致(加重 κ = 0.85)を示した。

FVS を評価するための AP プログラムは開発されているが 9-10、HFA には未搭載である。本研究では、HFA の既存プログラムである両眼開放エスターマンテストを用い、AP-FFS のための新たな予測式を開発・検証した。この予測式は、GP がいない場合の FFS 算出において臨床的に非常に有用なアプローチとなる。

本研究の目的は、AP を用いた GP-FFS 予測式の確立と予測 FVS の応用である。第 7 回国際視野シンポジウムでは、機能野の評価において、周辺視野障害よりも中心視野障害、上方視野障害よりも下方視野障害、他の子午線よりも水平子午線の視野障害を優先することの重要性が強調された<sup>4</sup>。現在、これらの

原則を満たすシステムは Colenbrander グリッド<sup>11</sup> と Esterman グリッド<sup>5</sup> の 2 つのみである。この整合性に鑑み、両眼開放エスターマンテストは、AP-FFS の算出における有力な選択肢となる。

GP を用いた FVS 評価における標準イソプターは III-4e である。AMA ガイドでは、V-4e 等のより大きなイソプターを用いると視野損失の過小評価、ひいては FFS (機能的視野スコア) の過大評価につながる可能性を指摘している。逆に、III-4e より小さいイソプターは視野損失を過大評価し、FFS を過小評価するため、障害評価には適さないとしている<sup>1</sup>。Langelaan らは、V-4e イソプター使用時の FFS を III-4e 相当に調整する変換式を提案した<sup>6</sup>。

本研究では、両眼開放エスターマン視野を用いた新たな FFS 予測式を開発した。エスターマングリッドは Colenbrander グリッドより周辺視野の測定点が多いため、視野障害の過大評価ではなく、むしろ過小評価の可能性がある。しかし、開発した予測式により、この潜在的な過小評価は軽減されると考えられる。従って、新たな FFS 予測式は、Langelaan らの変換式と同様に、測定値をより適切な FFS に変換する役割を果たすことができる。

エスターマングリッドと Colenbrander グリッドの大きな違いは、エスターマンテストにおける視野中心測定点の欠如である<sup>5</sup>。具体的には、エスターマングリッドは Colenbrander グリッドと比べ中心点が 42 点分少ない。しかし、この違いは、FFS 算出時に中心暗点ルールを適用することで軽減できる。ガイドラインでは、VAS10 ポイント低下ごとに 視野損失に相当する 10 グリッドポイントは無視され、「見えるポイント」として扱われる<sup>1</sup>。両眼開放エスターマンテストの視認点数と GP-FFS との間のピアソン相関係数は、中心暗点ルールが適用時で 0.77 (95% CI, 0.71-0.81)、非適用時で 0.69(95%CI, 0.61-0.75)であった。中心点のルールを適用時の相関がより強いことは、中心暗点ルールと両眼開放エスターマンテストの適合を示唆している。また、本研究の、中心視野感度の低下は GP-FFS と AP-FFS の関係に大きな影響を与えないという結果は、この予測式の堅牢性と汎用性を示唆している。

本研究結果は、特に GP が利用できない状況での視覚障害評価において、重要な臨床的意味をもつ。FFS、FVS は視野欠損の大きさを数値により定量評価する方法である。様々な疾患や健康状態における視野の状態を数値で示せることは、認知機能障害等と他疾患との比較など、様々な臨床研究に利用可能である<sup>12-15</sup>。FVS は 2007 年に導入されたにも関わらず、2007 年以降に英語論文における FVS 臨床報告はわずか 6 篇である<sup>16-21</sup>。これは FFS 算出に GP 検査が必要であり、GP 実施が可能な施設に限られていることも一因であると考えられる。多忙な臨床現場や大規模な視機能スクリーニングにおいて、多くの施設で実施可能な HFA により AP-FFS を算出す

ることで、信頼性が高い AP-FVS を実用的な代替手段として提供することができるだろう。将来的には、視覚障害認定のプロセスの効率化、重要な支援サービスへのアクセス向上に寄与する可能性がある。

## 2. FVS と日本の手帳基準の比較

視覚障害の原因疾患はさまざまであり、その客観的評価は難しい。特に視野障害では疾患により異なる等級評価となる傾向が確認されている<sup>22</sup>。また、現在の 6 段階評価は 1954 年から 70 年間変化していない。手作業や肉体労働などの労働が多かった 1950 年代に比べ、技術革新により、パソコンやスマートフォンなど、ディスプレイを見る時間は大幅に増えている。視力低下や眼精疲労といった問題が社会問題化する中で、働き方改革が進み、オフィスワークが中心となることで、室内での長時間作業による目の負担も大きくなっている。視覚障害の等級評価もそのような社会の変化に適合していく必要がある。

FVS は視機能 100~0 で数値化するため、視覚障害者の視機能を具体的かつ客観的に評価できる。また、視機能の変化や不安定さに対応可能である。例えば、FVS 評価をもとに適切な配慮を行い、企業がその手順をガイドブック化など一般化することで、職場での仕事の共有が容易になる。視覚障害者が安定して働ける環境を整えることで、視覚の身体障害手帳取得者の雇用率の改善の可能性がある。

## 3. 本研究の限界

1 つ目に、両眼開放エスターマンテストでは、機能評価に重要な上下の半径 60 度を超える周辺視野を評価しないことが挙げられる<sup>5</sup>。2 つ目に、GP (動的視野) と HFA (静的視野) の間には固有の違いが存在する。すなわち、1917 年に初めて報告されたりドック現象として知られる、移動する視覚ターゲットと静止した視覚ターゲットの不一致は否定できない<sup>23</sup>。両手法は根本的に異なる原理に基づくため、GP と HFA の不一致は避けられない。しかしながら、これは現行の日本の視野障害の等級付けにおいても受け入れられている<sup>22</sup>。3 つ目に、両眼開放エスターマンテストの評価は視機能評価に限定されており、検査時間を大幅に短縮するが、診断目的には使用できない。最後に、原因となる眼疾患は交絡因子として作用する可能性があり、診断によっては予測式の修正が必要となるかもしれない。

## 4. 今後求められる研究

FVS が AP により求められることが示されたことで、平成 28 年の「視覚障害認定基準の改定に関する取りまとめ報告書」において、合理的かつ理想の形と指摘された FVS 活用の範囲は大きく広がる。機能野の評価においては、周辺視野障害よりも中心視野障害、上方視野障害よりも下方視野障害、他の子午線よりも水平子午線の視野障害がより重要とされる。AP (エスターマン) を利用することで、下方や水平方向

の視野障害に重み付けされ、実際の視機能をより反映した評価が可能となる。

前述したが、FVSは前回改定時には、次回改定時に導入する二段構えの検討対象となり、新認定基準としては採用されなかった。今後は、将来的な、視覚障害者の認定基準に活用可能かについてより詳細な研究が求められる。具体的には、視力と視野とそれらの合算のそれぞれ(3通り)の評価もよるAMAクラスとの一致率の評価や、FVSによる評価と現行の視覚障害認定との整合性の検討などが、求められよう。

## E. 結論

本研究では、APを用いた両眼開放エスターマンテストの結果からFFSを予測する式を作成し、GPによる従来の評価との比較を行った。結果、両眼開放エスターマンテストの視認点数とGP-FFS間に強い相関関係が認められ、新たな予測式( $FFS = \text{エスターマン視認点数} \times 0.41 + 37.0$ )を作成した。Bland-Altman分析ではGP-FFSとAP-FFS、そしてGP-FVSとAP-FVS間で高い一致性を示した。また、加重 $\kappa$ 統計量による評価では、GP-FVSとAP-FVS間でほぼ完全な一致を示した。

以上から、GPが利用できない状況においても、APを用いて信頼性の高いFVS算出が可能であることを示唆された。特に、臨床現場での視覚障害評価において、APは実用的な代替手段となり得る。本研究の成果は、より正確な視機能評価の実現や将来的な視覚障害認定の効率化に貢献できる。

## 謝辞

本稿の作成にあたってはFVS研究会のメンバーらに多大な御協力を頂いた。加茂純子、村上美紀、斉之平真弓、田辺直彦、小野峰子、原田亮、及び産業医科大学眼科学教室の視能訓練士、以上の方々にここで改めて感謝申し上げます。

## 文献

- 1) American Medical Association. *Guides to the Evaluation of Permanent Impairment*. 6th ed. Chicago, IL: American Medical Association; 2008. doi:10.1001/978-1-57947-888-9
- 2) Groth SL. New strategies for automated perimetry: historical perspective and future innovations. *J Curr Glaucoma Pract*. 2021;15(2):102-107. doi:10.5005/jp-journals-10078-1321
- 3) Matoba R, Morimoto N, Kawasaki R, et al. A nationwide survey of newly certified visually impaired individuals in Japan for the fiscal year 2019: impact of the revision of criteria for visual impairment certification. *Jpn J Ophthalmol*. 2023;67(3):346-352. doi:10.1007/s10384-023-00986-9
- 4) Verriest G. Percentage impairment by visual field defects. In: Greve EL, Heijl A, eds. *Seventh International Visual Field Symposium, Amsterdam, September 1986*. Documenta Ophthalmologica Proceedings Series; vol 49. Dordrecht: Springer; 1987:505-525.
- 5) Esterman B. Functional scoring of the binocular field. *Ophthalmology*. 1982;89(11):1226-1234. doi:10.1016/s0161-6420(82)34647-3
- 6) Langelaan M, Wouters B, Moll AC, de Boer MR, van Rens GHMB. Functional field score: the effect of using a Goldmann V-4e instead of a Goldmann II-4e isopter. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47(5):1817-1823. doi:10.1167/iovs.04-1345
- 7) Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-310.
- 8) Chaikitmongkol V, Nanegrungsunk O, Patikulsila D, Ruamviboonsuk P, Bressler NM. Repeatability and Agreement of Visual Acuity Using the ETDRS Number Chart, Landolt C Chart, or ETDRS Alphabet Chart in Eyes With or Without Sight-Threatening Diseases. *JAMA Ophthalmol*. 2018;136(3):286-290. doi:10.1001/jamaophthalmol.2017.6290.
- 9) American Medical Association. *Impairment Calculator* [computer program]. Chicago, IL: American Medical Association; 2004.
- 10) Colenbrander A, Lieberman MF, Schainholz DC. Preliminary implementation of the functional vision score on the Humphrey field analyzer. In: Mills RP, ed. *Perimetry Update 1992/1993*. The Hague, The Netherlands: Kugler Publications; 1993:487-496.
- 11) Colenbrander A. The functional vision score: a coordinated scoring system for visual impairments, disabilities, and handicaps. In: Kooiman AC, Looijestijn PL, Welling JA, van der Wildt GJ, eds. *Low Vision: Research and New Developments in Rehabilitation*. Studies in Health Technology and Informatics. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press; 1994:552-561.
- 12) Shang X, Zhu Z, Wang W, et al. The association between vision impairment and incidence of dementia and cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2021; 128(8): 1135-1149. doi:10.1016/j.ophtha.2020.12.029
- 13) Zhu Z, Danli S, Huan L, et al. Visual impairment and risk of dementia: the UK

Biobank study. *Am J Ophthalmol.* 2022;235:7-14. doi:10.1016/j.ajo.2021.08.010

14) Ehrlich JR, Goldstein J, Swenor BK, et al. Addition of vision impairment to a life-course model of potentially modifiable dementia risk factors in the US. *JAMA Neurol.* 2022; 79(6): 623-626. doi: 10.1001/jamaneurol.2022.0723

15) Yoshida Y, Ono K, Sekimoto S, Umeya R, Hiratsuka Y. Impact of cataract surgery on cognitive impairment in older people. *Acta Ophthalmol.* 2024;102(4). doi: 10.1111/aos.16607

16) Hahm B-J, Shin Y-W, Shim E-J, et al. Depression and the vision-related quality of life in patients with retinitis pigmentosa. *Br J Ophthalmol.* 2008; 92(5): 650-654. doi: 10.1136/bjo.2007.127092

17) Seo JH, Yu HG, Lee BJ. Assessment of functional vision score and vision-specific quality of life in individuals with retinitis pigmentosa. *Korean J Ophthalmol.* 2009;23(3):164-168. doi:10.3341/kjo.2009.23.3.164

18) Lee SH, Yu HG, Seo JM, et al. Hereditary and clinical features of retinitis pigmentosa in Koreans. *J Korean Med Sci.* 2010;25(6):918-923. doi:10.3346/jkms.2010.25.6.918

19) Yanagisawa M, Kato S, Kunimatsu S, et al. Relationship between vision-related quality of life in Japanese patients and methods for evaluating visual field. *Jpn J Ophthalmol.* 2011;55(2):132-137. doi:10.1007/s10384-010-0924-8

20) Sainohira M, Yamashita T, Terasaki H, et al. Quantitative analyses of factors related to anxiety and depression in patients with retinitis pigmentosa. *PLoS One.* 2018;13(4). doi:10.1371/journal.pone.0195983

21) Gomes MLS, Mansur-Pantuzzo ER, Lagos AAR, et al. Evaluating vision-specific quality of life and functional vision in a Brazilian population with Stargardt disease. *Eur J Ophthalmol.* Published online August 17, 2022. doi:10.1177/11206721221121023

22) 鶴岡三恵子, 平塚義宗, 井上賢治. Goldmann 視野計と自動視野計での身体障害者視野障害等級評価の違い. *日眼会誌.* 2024;68(3):410-415.

23) Riddoch G. Dissociation of visual perceptions due to occipital injuries, with especial reference to appreciation of movement. *Brain.* 1917;40(1):15-57. doi:10.1093/brain/40.1.15

健康危険情報  
なし

研究発表

1. 論文発表

1) 国内

原著論文による発表 0件

2) 国外

原著論文による発表 1件

原著

Tsuruoka M, Hiratsuka Y, Inoue K, Murakami M, Oku K, Kondo H, Sainohira M, Sakamoto T, Murakami A. Retrospective multicentre study on functional vision score calculation using automated perimeter. *Br J Ophthalmol.* 2025 (Submitted)

2. 学会発表

1) 国内

口頭発表 1件

2) 国外

口頭発表 0件

学会発表

鶴岡三恵子、平塚義宗、井上賢治 他. 自動視野計による Functional Vision Score 算出についての後ろ向き多施設調査  
第78回日本臨床眼科学会 京都 2024

## F. 知的所有権の取得状況

特許取得

なし

実用新案特許

なし