

高齢化社会における Quality of Vision

不二門 尚

大阪大学大学院医学系研究科 (感覚機能形成学・眼科)

I. はじめに

高齢化社会を迎えて、元気な高齢者が増加している。以前であれば、高齢者はテレビがそこそこ見えていればよしというレベルの視機能管理でよかったかもしれないが、これからは、高齢者であってもより高度な視機能を追求する必要がある。携帯電話保持者が人口の50%をこえる時代を迎え、小さなディスプレイを見る近見視力が必要とされる。一方、ゴルフなどのスポーツを生きがいにする高齢者は増加しており、場合によっては眼鏡なしでの遠見視力も要求される。高齢者の調節力低下に対しては、強膜に対する手術や調節可能な眼内レンズなどが試みられているが、その有効性に関しては議論のあるところである。調節力低下を踏まえた眼鏡のいろいろな矯正方法として、モノビジョン法 (片眼を遠見, 片眼を近見に矯正する方法) および遠近両用コンタクトレンズ (以下 CL) 法が存在する。しかしながら、これらの矯正方法における視機能の解析は必ずしも十分には行われていない。また加齢とともに眼球光学系の収差は変化するが、視力4.0のsuper normal visionを目指して、収差をなくすような屈折矯正手術が究極の屈折矯正方法として脚光を浴びている¹⁾。このような状況を踏まえ、本稿では、高齢化社会における quality of vision (以下 QOV) をいかに高めるかという観点から、1. 加齢に伴う眼球光学系の変化、2. モノビジョン法の視機能、3. 遠近両用 CL の視機能に関して述べる。

II. 加齢に伴う眼球光学系の変化

近年、ビデオケラトグラフィおよび波面収差解析が

進歩し、角膜および全眼球の屈折の収差解析が可能となっている。波面収差解析は、網膜上の点光源から眼球外に出てくる光束を波面として捉え、Zernike 多項式で展開することにより、眼球の収差を成分ごと (こま収差 Z_3^{-1} , Z_3^1 , 球面収差 Z_4^0 など) に表示する方法である^{2,3)}。

角膜前面の高次収差 (眼鏡で矯正できない収差) と年齢との相関について、Ohshika ら⁴⁾ は 3 mm 径 (明所視) においては高次収差の総和と球面収差と年齢は相関しないが、コマ様収差は年齢と相関すると述べている。眼球全体の高次収差と年齢との相関について Mcllellan ら⁵⁾ は、コマ様収差は年齢と相関しないが、球面収差は年齢と相関すると述べている。我々の結果では、中央 4 mm (明所視) および 6 mm (暗所視) とともにコマ様収差は年齢と相関を示さなかったが、球面収差および高次収差の総和が年齢と相関を示した (図 1)。このように、加齢とともに眼球光学系の高次収差は増加するが、その振るまいは、角膜と眼球内部の光学系 (主として水晶体) では異なることが示唆される。

球面収差 (Z_4^0) に関して、Artal ら⁶⁾ は眼内の収差と角膜の収差を比較した結果、眼内の収差と角膜の収差は極性が逆転していると述べている。我々の結果では、40 歳代までは全眼球の Z_4^0 は角膜の Z_4^0 より小さい。すなわち角膜の球面収差を水晶体が打ち消している。しかし、50 歳代になると全眼球の Z_4^0 は角膜の Z_4^0 より大きくなる。すなわち水晶体は、加齢性変化により角膜の球面収差を打ち消すことができなくなっているといえる (図 2)。

斜乱視 Z_2^{-2} , および直乱視 (または倒乱視) Z_2^2 に

別刷請求先: 565-0871 吹田市山田丘 2-2 大阪大学大学院医学系研究科感覚機能形成学・眼科 不二門 尚 (2002年2月21日受理)

Reprint requests to: Takashi Fujikado Dept of Ophthalmol & Visual Sci, Osaka Univ Graduate School of Med 2-2 Yamadaoka, Suita 565-0871, Japan (Received and accepted February 21, 2002)

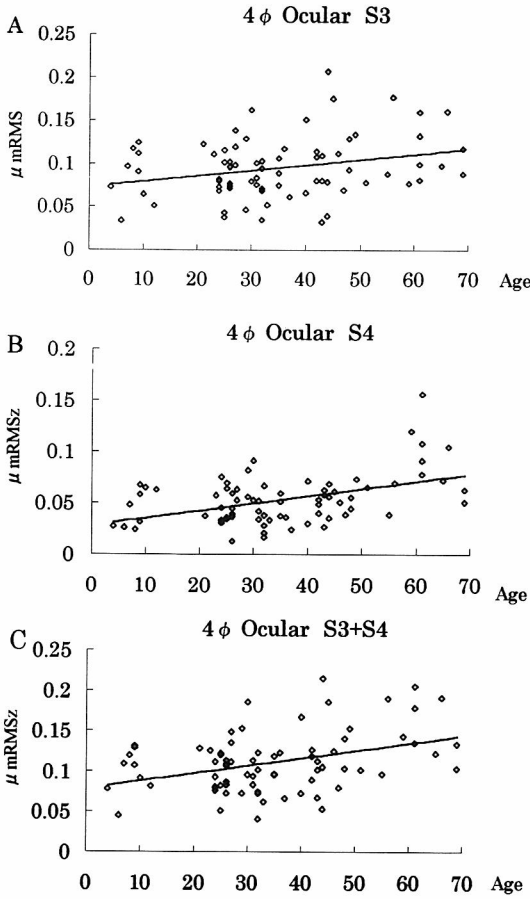


図1 眼球光学系の高次収差と年齢の関係
S3：コマ様収差，S4：球面様収差

関して Artal ら⁶⁾は、角膜の乱視成分を全眼球的乱視成分が打ち消していると述べている。我々の結果では、40歳代までは全眼球および角膜の屈折はともに平均として直乱視であるが、全眼球的の Z_2^2 は角膜の Z_2^2 に比べて値が小さい。50歳代になると全眼球は平均として倒乱視となるが、角膜は直乱視のままである(図2)。このことから、本来角膜の直乱視は水晶体の倒乱視により打ち消されているが、水晶体が加齢性変化により更に倒乱視化することにより、全眼球的の屈折が倒乱視となると考えられる(図3)。

角膜屈折矯正手術を、高次収差も含めて矯正する customized aberration を用いて行う場合には、このような眼球収差の加齢変化を考慮する必要がある。

III. モノビジョンの視機能

片眼を近方に、もう一方の眼を遠方に焦点を合わせ

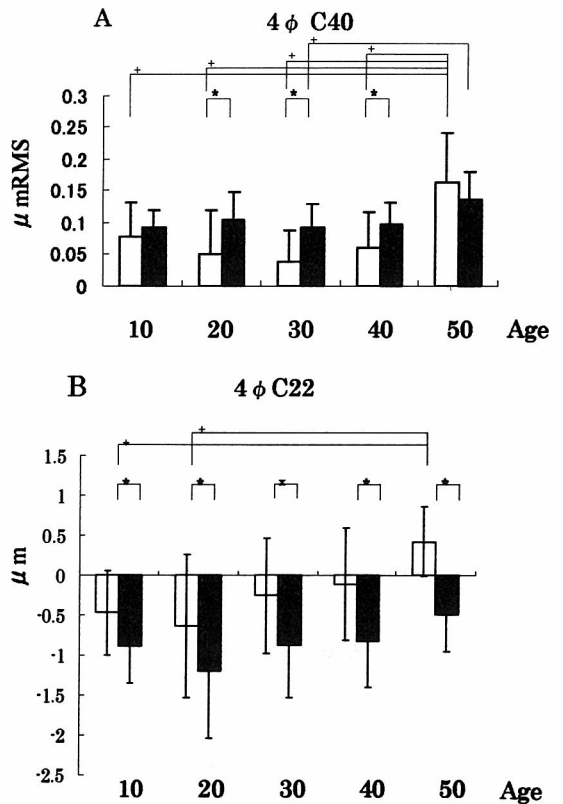
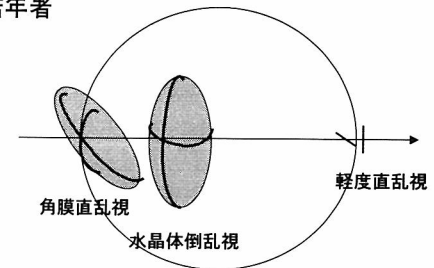


図2 A：加齢に伴う球面収差(C40)の変化
B：加齢に伴う直(倒)乱視の変化
白バー：眼球光学系，黒バー：角膜

若年者



中～高齢者

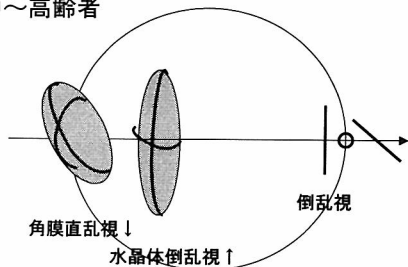


図3 加齢に伴う角膜乱視と水晶体乱視の変化

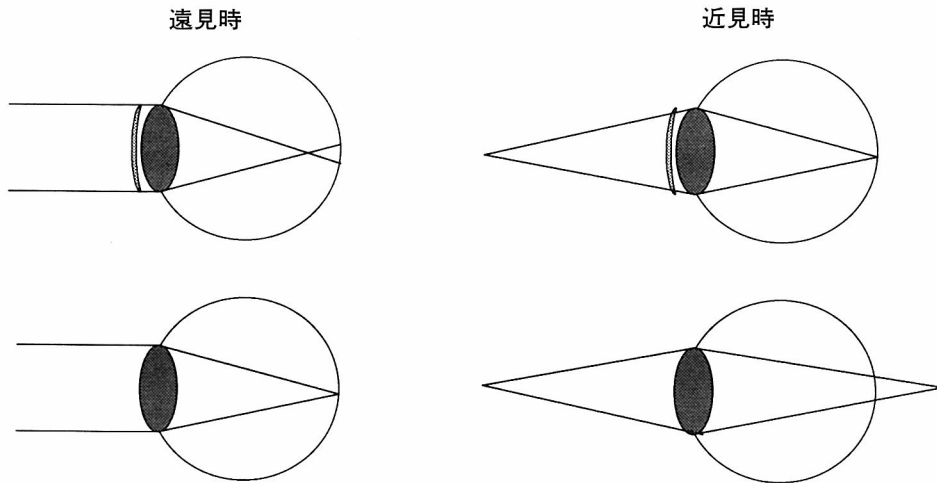


図4 モノビジョンのシミュレーション（正視眼に片眼のみコンタクトレンズを装着した場合）

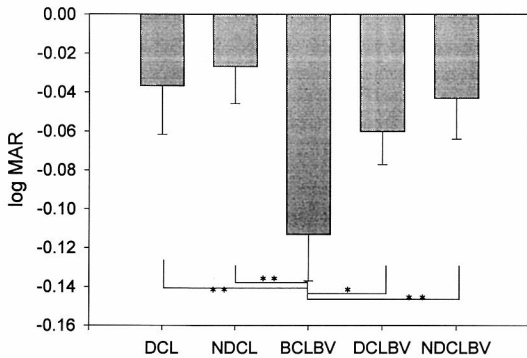


図5 10%logMAR 視力表による視力
 * p<0.05, ** p<0.01
 DCL：優位眼矯正, NDCL：非優位眼矯正
 BCLBV：両眼矯正両眼視, DCLBV：優位眼矯正両眼視, NDCLBV：非優位眼矯正両眼視

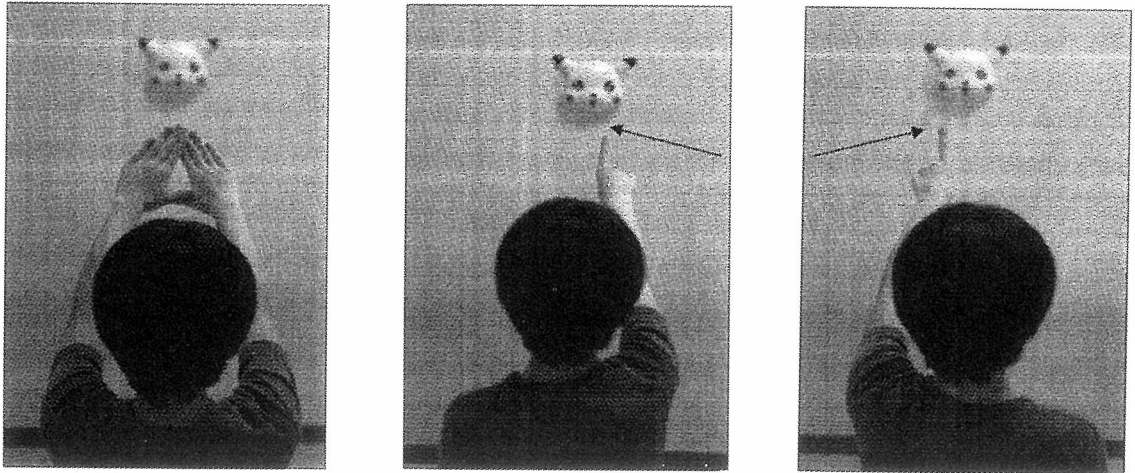
て視力補正することにより老視に対応するモノビジョン（図4）は、LASIK (laser in situ keratomileusis) や白内障手術における屈折度数の選択の一つである。

CL によるモノビジョン矯正法は、欧米では広く採用されており、一般には利き眼を遠方視にもってくる方が上手くいくといわれている⁷⁾。人には利き手や利き足があるように、利き眼が存在するといわれている。両眼の視力がほぼ同一で両眼視する場合、一方の眼で漠然と全体を、他方の眼で対象物に着目して捉えるのが普通で、後者の役割をもつ眼が利き眼である。また利き眼には優位性があり、条件が変わっても利き眼がなかなか切り替わらない優位性の強い者もいれ

ば、条件によって左右が簡単に切り替わる優位性の弱い者もいる。

不同視のない弱度近視の若年者に対して、片眼のみに完全矯正の CL を装着させてモノビジョンとした場合（不同視差 3 D）、立体視は Titmus Stereotest で平均 540”，Pola Test は全例で（－）となった。モノビジョン時の遠見視力を両眼矯正時と比較すると、100%logMAR 視力表（ETDRS 表）では差はなかったが、10%logMAR 視力表を用いると、有意にモノビジョン時に視力低下がみられた（図5）。つまり、モノビジョン時には立体視は低下し、遠見視時の両眼の相加効果（binocular summation）がなくなるといえる。

次に我々は、利き眼の視力補正を遠方にするか近方にするかにより、視力や両眼視機能、見え方の自覚的評価に差があるか否かシミュレーションテストを行い、利き眼の優位性の強い者と弱い者に分けて検討を行った。利き目の優位性は、覗き孔法、指差し法（1）（右から指す）、指差し法（2）（左から指す）の3種類の方法で検討した（図6）。3種類の方法で結果が一致するものを優位度強群、一致しないものを優位度弱群とした。三杆法の結果はモノビジョン時に、両眼遠見矯正時よりも誤差が大きくなった。調節麻痺薬（サイプレジン）の点眼の有無にかかわらず、利き眼を遠見矯正したモノビジョン時と近見矯正したモノビジョン時に有意な差はなかった（図7）。コントラストが10%の logMAR 視力表を使用し視力値を比較すると、優位度強群で利き眼を遠見矯正したときは、両眼遠見矯



覗き孔法

指差し法 (1)

指差し法 (2)

図6 優位眼決定のための方法

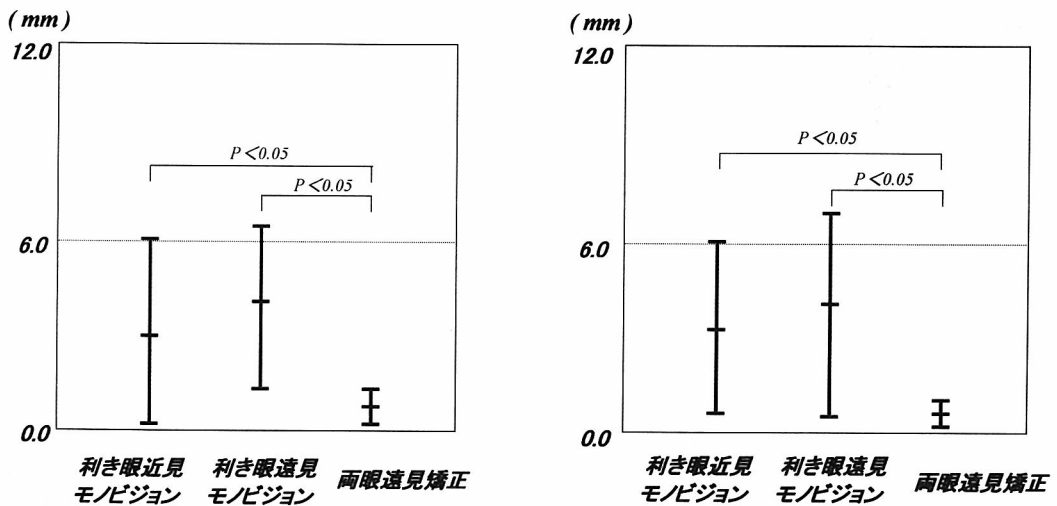


図7 三杆法の結果 サイプレジン (-)

左：強群 (n=10) p<0.001, 右：弱群 (n=10) p=0.006

正時に比べ視力値は低下しなかったが、優位度弱群では低下した (図8)。つまり、優位度強群の利き眼遠見矯正のモノビジョンは、遠見視力が落ちないため、遠見作業 (運転など) を主体とする人には有効と考えられた。

自覚的評価では、サイプレジン点眼 (-) 時、優位度強群では、ほぼ全員が利き眼を遠見矯正した方が良いと答え、優位度弱群においては、半数の者が利き眼を遠見矯正した方が良いと答えた。しかし、サイプレジン点眼 (+) 時は、優位度強群・弱群ともに、利き

眼を近見矯正した方が良い者が多く、逆の結果となった。

Hillemans は、利き眼の成立に関しては、良好な視力によって利き眼が規定されるよりも、近業に対する視能の方が重大な意義を有するとし、近業に使用される眼が、そのために多くの精密性を得て、利き眼となる、と述べている。職業や生活習慣により、遠近どちらに重点をおくかは個人により異なるが、近業に精密性が求められることは多い。本実験において、調節力をとりのぞいた状態では利き眼を近見に矯正した方

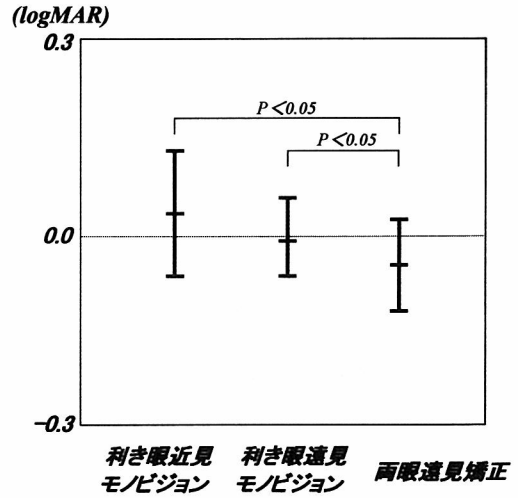
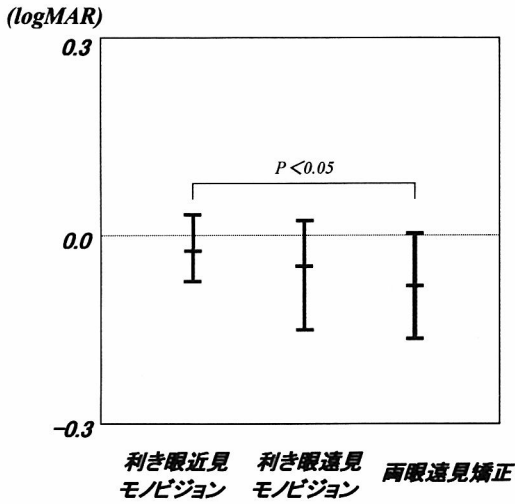


図8 10%logMAR 視力値 サイレンジン (-)
 左：強群 (n=10) p=0.019, 右：弱群 (n=10) p=0.003

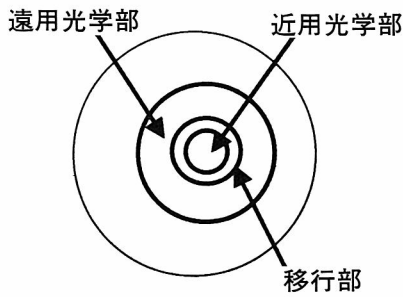


図9 二重点コンタクトレンズの設計

が良い者が多かったことから、老視に対応するモノビジョンは、利き眼を近見に補正する方が自覚的に良いという結果となった。今回、被験者は近見作業の比率が高い眼科医療従事者（研修医，視能訓練士）を対象としたものである。したがってモノビジョン矯正法において、利き眼の視力補正を遠見にすべきか近見にすべきかを今回の結果により簡単に結論づけることはできないが、一般的にいわれている「モノビジョン法は、利き眼を遠見矯正した方が良い」という考えは普遍的なものではないと考えられた。モノビジョン法を進めるにあたっては、個人の職業や生活習慣などを尋ねた上で実際に CL を装用し、体験させることが重要と思われた。

IV. 遠近両用 CL の視機能

累進多焦点などの遠近両用眼鏡は一般的に使用されており、調節量の減少した高齢者を中心に広く利用さ

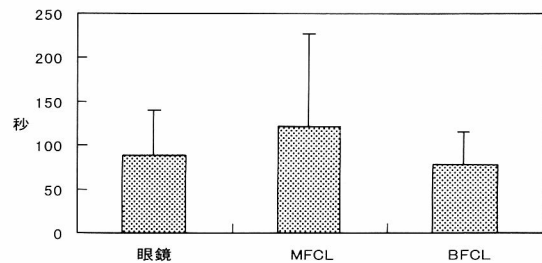
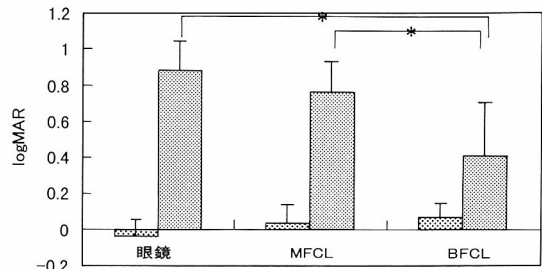


図10 各矯正法による近見視力(上)および近見立体視(TST)(下)
 MFCL：単焦点 CL, BFCL：二重点 CL
 □：40歳代, ■：50歳代

れている。CL においてもバイフォーカル CL (bifocal contact lens 以下 BFCL) の研究開発が活発で⁸⁾、すでに製品化されている。

40歳代以上の9名18眼に対して、同時視型のBFCL(図9)を装用させ、視機能検査を施行したところ、近見視力は眼鏡、単焦点 CL (以下 MFCL) と比較して、50歳代で有意に上昇した。Titmus Stereotest

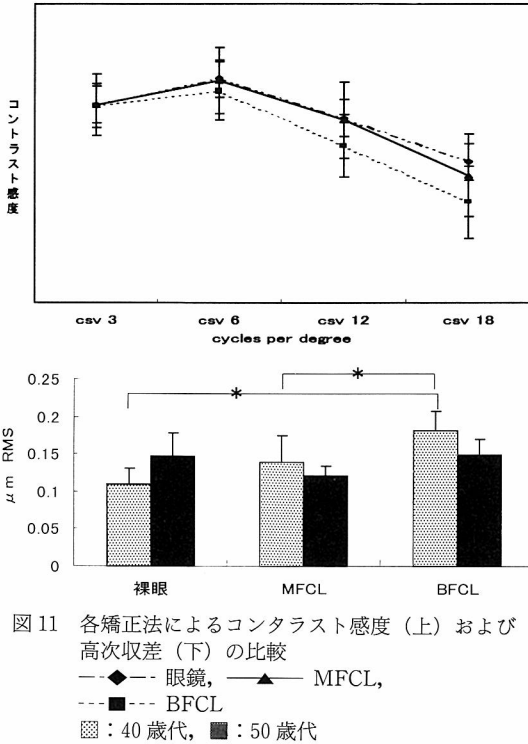


図 11 各矯正法によるコントラスト感度 (上) および高次収差 (下) の比較
 ---◆--- 眼鏡, ---▲--- MFCL,
 ---■--- BFCL
 □ : 40 歳代, ■ : 50 歳代

による近見立体視は、眼鏡、MFCL、BFCL で差はなかった (図 10)。コントラスト感度は、BFCL 装用時に高空間周波数領域で低下する傾向がみられた。波面解析による高次収差の総和は、40 歳代において BFCL 装用時に有意に増加した (図 11)。

遠近両用 CL は、両眼に同様の入力がかかるため、立体視の低下がない点が利点であるが、高次収差が増加しコントラスト感度が低下することが欠点といえる。

以上、高齢化社会における QOV に関して最近の

話題を提供した。調節力の低下した年齢層が眼鏡なしの屈折矯正を望むなら、屈折矯正手術を受けるか (モノビジョン)、CL にするか (単焦点モノビジョンまたは遠近両用) ということになる。加齢とともに高次収差 (不正乱視) が増加し、また正乱視成分も倒乱視化することを考えると、視力 4.0 をねらう customized aberration は中高齢者には不適當のように思われた。モノビジョンは、個人の職業や生活習慣に応じて適応可能か否かを定める必要があり、遠近両用 CL の処方には、コントラスト感度の低下を考慮する必要があると考えられた。

文 献

- 1) MacRae S: Supernormal vision, hypervision, and customized corneal aberration. J Cataract Refract Surg 26: 154-157, 2000.
- 2) 広原陽子, 中澤直樹, 高橋義嗣, 三橋俊文, 黒田輝仁, 前田直之, 不二門 尚: 人眼の波面収差測定. Vision 13: 99-105, 2001.
- 3) Kuroda T, Fujikado T et al: Wavefront analysis of higher order aberrations in patients with cataracts. J Cataract Refract Surg 28: 438-442, 2002.
- 4) Oshika T, Klyce SD, Applegate RA & Howland HC: Changes in corneal wavefront aberrations with aging. Invest Ophthalmol Vis Sci 40: 1351-1355, 1999.
- 5) Mclellan JS, Marcos S & Burns S: Age-related changes in monochromatic wave aberrations of the human eye. Invest Ophthalmol Vis Sci 42: 1390-1395, 2001.
- 6) Artal P, Guirao A, Berrío E & Williams DR: Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. Journal of Vision 1: 1-8, 2001.
- 7) Wright KW, Guemes A MS et al: Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by myopic photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 25: 177-182, 1999.
- 8) 畑田豊彦: パイフォーカルコンタクトレンズの光学特性. あたらしい眼科 18: 423-427, 2001.

原 著

LogMAR 近距離視力表の試作とその使用経験

梶田浩三, 原 嘉昭, 魚里 博*

奈良県立医科大学眼科学講座, *北里大学大学院医療系研究科 (視覚情報学・眼科学) 北里大学医療衛生学部

Clinical Evaluation of LogMAR Near-Vision Chart

Kozo Masuda and Yoshiaki Hara and Hiroshi Uozato*

Department of Ophthalmology, Nara Medical University and *Department of Orthoptics and Visual Science, Kitasato University School of Allied Health Sciences

3種類のコントラスト視標 (コントラスト比 95%, 25%, 6%) をもつ等間隔配列 (LogMAR) の近距離視力表を試作し, その有用性の検討を行った。屈折異常以外に眼疾患のないボランティア眼を45歳未満, 45歳以上の2グループに分け, 眼疾患を有する眼の計3グループを対象に, 近距離視力の測定を行った。なお, 近距離視力の測定は, 近見矯正下で行った。両正常眼グループではコントラスト比 95% から25%の視力変化が1段階であるのに対し, 眼疾患グループにおいては2段階の低下を示した。今回試作した LogMAR 近距離視力表は, 測定回ごとの視力値の変化を段階的な変化として表現ができ, 低コントラスト視力の簡便な測定が可能であり, 視機能評価に極めて有用である。

(視覚の科学 22: 120-124, 2001)

キーワード: 視力表, LogMAR, コントラスト, 視機能

We have developed a LogMAR near-vision chart that consists of three kinds of contrast sensitivity optotype (95%, 25%, 6%) and evaluated its usefulness. We measured the corrected visual acuity in three groups: healthy volunteers of younger than 45 years old and 45 years old and older, and patients suffering from eye diseases. In the first and second groups, there was one line of visual acuity loss between 95% and 25% optotype. In the third group, more than two lines of visual acuity loss was observed. The LogMAR near-vision chart is useful for a simplified objective visual acuity evaluation under low contrast conditions.

(Jpn J Vis Sci 22: 120-124, 2001)

Key Words: Visual acuity chart, LogMAR, Contrast, Optical quality

I. 緒 言

視覚情報社会の現代において, 屈折矯正手術への関心の高まりに伴い, 裸眼視力の向上のみならず qual-

ity of vision が求められるようになった。これにより, 視覚機能の評価^{1,2)}の重要性が増加してきている。視覚機能の評価は, 視力が一般的である³⁻⁵⁾。我が国において使用されている視力は, 小数視力 (最小視

別刷請求先: 634-8522 橿原市四条町 840 奈良県立医科大学眼科 梶田浩三
(2001年2月1日受理)

Reprint requests to: Kozo Masuda Dept of Ophthalmol, Nara Medical Univ
840 Shijo-cho, Kashihara 634-8522, Japan.
(Received and accepted February 1, 2001)

角の逆数)であり、欧米においては、分数視力(Snellen 視力)が一般的に使用されている。

分数視力表と違い、小数視力表は視標間が等比級数的に配列されておらず、測定された視力を比較する場合、0.1から0.2の変化と0.9から1.0の変化は同じ0.1の変化としても量的には異なる。つまり、小数視力表において測定された視力値を「一段階、二段階視力向上」という表現(図1)は、ふさわしくない⁶⁾。

近年、屈折矯正手術や網膜・硝子体手術において正確な視力変化の評価が求められ、視力の評価の方法として最小視角(分)の対数で視力をあらわす LogMAR (minimum angle of resolution)^{7,8)} が用いられてきている。米国においては、視力変化を重要とする臨床研究の場では ETDRS (Early Treatment Diabetic

Retiopathy Study) チャート^{9,10)} が一般的に使用されつつある。また、100%に近い高コントラストでの極めて非日常的な状況下での視力測定のみならず、対比感度などの低コントラスト状況下での視機能評価方法¹¹⁻¹³⁾ が重要視されてきている。

従来的小数視力表では、視標サイズが異なっても各視標間隔・配列が一定距離で作られている。LogMAR 視力は、各視標間が等比級数的に配列しているため、一視標における刺激条件を一定にする必要があり、各視標の間隔・配列を均一な比率で変化させなければならない(図2)。

そこで我々は、各視標間が等比級数的に1~13の番号に分けられた、13段階の Log スケールに配列された視標に、コントラスト比が95%・25%・6%の3種類からなる LogMAR 近距離視力表(図3)を試作した。これを用いて屈折異常以外に眼疾患のない眼と、眼疾患を有する眼を測定することにより、臨床での有用性の検討を行った。

なお、上記のコントラスト比を採択した理由として、製作上可能な低コントラストが6%となり、1/4段階ずつコントラスト比が低下するように、95%、25%、6%とした。

II. 対象ならびに方法

対象は、屈折異常以外眼疾患のないボランティア眼を、45歳未満と45歳以上、眼疾患眼の合わせて計3グループとした。眼疾患グループは、奈良県立医科大学付属病院眼科受診の白内障、糖尿病網膜症の患者に限定した。

45歳未満グループは、30名59眼、平均年齢27歳

分数視力	小数視力	対数視力(logMAR)
20/2000	6/600	2.0
20/1200	6/360	1.9
		1.8
		1.7
		1.6
20/600	6/180	1.5
		1.4
20/400	6/120	1.3
		1.2
		1.1
20/200	6/60	1.0
20/150		0.9
20/120	6/36	0.8
20/100	6/30	0.7
20/80	6/24	0.6
20/60	6/18	0.5
20/50		0.4
20/40	6/12	0.3
20/30	6/9	0.2
20/25	6/7.5	0.1
20/20	6/6	0
20/15	6/5	-0.1
	6/4.5	-0.2
	6/4	-0.3
20/10	6/3	-0.4

図1 小数視力と分数視力および対数視力との比較
従来の日本における5.0mの小数視力と分数視力および対数視力(LogMAR)との関係と比較・対比させている。対数視力の値は等間隔であるが、小数視力・分数視力の値は指数的に変化している⁶⁾。

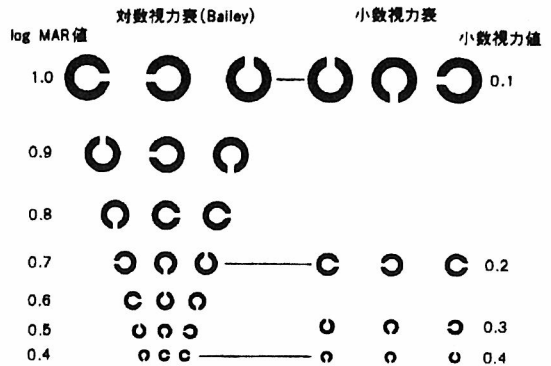


図2 対数視力と小数視力の模式図

対数視力表では視表サイズに応じて視標間隔・配列が異なるが、小数視力表では視標サイズが異なっても視標の中心間距離は一定である⁶⁾。

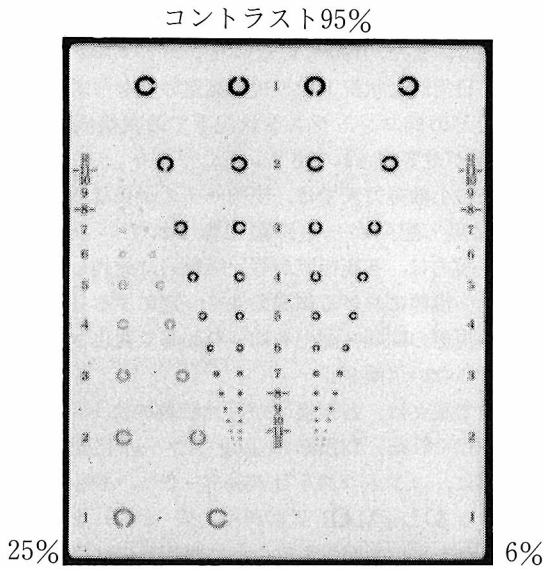


図3 LogMAR 近距離視力表

(18~42歳), 平均等価球面值は $-3.12\text{ D} (\pm 2.49\text{ D})$, 遠見視力は LogMAR で平均 $-0.08 (\pm 0.02)$, 換算小数視力は 1.22であった。

45歳以上グループは, 10名20眼, 平均年齢48歳 (45~53歳), 平均等価球面值は $-0.60\text{ D} (\pm 0.92\text{ D})$, 遠見視力は LogMAR で平均 $-0.08 (\pm 0.02)$, 換算小数視力は 1.21であった。

眼疾患グループは, 13名26眼, 平均年齢68歳 (55~84歳), 平均等価球面值は $+0.25\text{ D} (\pm 1.29\text{ D})$, 遠見視力は LogMAR で平均 $0.11 (\pm 0.16)$, 換算小数視力は 0.75であった。

なお, 眼疾患眼グループにおいて, 近見矯正視力が低コントラスト比 25%, 6% で視標番号 1 (表 1) にあたる, 一番大きい視標が読めなくなる症例 (小数換算値 0.06 以下) は除外した。

方法は, 他覚的屈折検査後, すべての症例に対して遠見・近見の裸眼と矯正視力の測定を行い, 続いて LogMAR 近距離視力表を用いて, 近見矯正下にて各コントラスト比における視力の測定を行った。LogMAR 近距離視力表の測定距離は 50 cm で作られているが, 今回, 小数近距離視力表による測定値との比較検討を行うために, 30 cm の距離で測定を行った。距離による視力値の変換は, 付属のチャート (表 1) を用いた。

検討方法として, 小数近距離視力表と LogMAR 近距離視力表のコントラスト比 95% 視標で測定され

表 1 検査距離別小数視力換算一覧表

視標番号	検査距離			
	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm
1	0.05	0.06	0.08	0.1
2	0.06	0.08	0.1	0.125
3	0.08	0.1	0.125	0.15
4	0.1	0.12	0.15	0.2
5	0.125	0.15	0.2	0.25
6	0.15	0.2	0.25	0.32
7	0.2	0.25	0.32	0.4
8	0.25	0.3	0.4	0.5
9	0.32	0.4	0.5	0.64
10	0.4	0.5	0.64	0.8
11	0.5	0.6	0.8	1.0
12	0.64	0.8	1.0	1.25
13	0.8	1.0	1.25	1.5

検査距離を変えた場合に, 測定された視標番号を距離別に小数視力値に換算する

た視力値の差をみるために, 調節力低下の影響が少ない45歳未満グループにおいて, 両視力表間での測定値の検定を行った。なお, 小数近距離視力表での視力値は, すべて LogMAR 値に変換した後に計算を行った。検定方法は, Wilcoxon signed-rank test を用い, 有意水準を 0.05 とした。

また, 眼疾患グループにおいて, 各コントラスト比での視力低下の傾向をみるために, 45歳未満グループの13名26眼に対し, 視力を 0.6 に低下させる遮蔽膜を用いて人工的に視力を低下させた状態を作り, 各コントラスト比における視力の測定を行った。遮蔽膜の度数は, LogMAR 近距離視力表のコントラスト比 95% 視標での実測値が眼疾患グループに一番近似していた度数を採用した。

測定条件は, 室内照明 350 lux 下, 測定距離を眼前 30 cm になるように検者が視力表を一定距離に保持し, 視力の測定を行った。

III. 結 果

小数近距離視力表と LogMAR 近距離視力表 (コントラスト比 95%) の両視力表間での測定結果は, 小数近距離視力表では小数視力 1.19 で, 換算 LogMAR 値は平均 $-0.07 (\pm 0.02)$, LogMAR 近距離視力表では平均 $0.01 (\pm 0.03)$ で, 小数換算値 0.96 であった。両視力表間に有意な差が認められた ($p < 0.001$)。

図 4 は, 3 グループ間における各コントラスト比での測定値を示す。

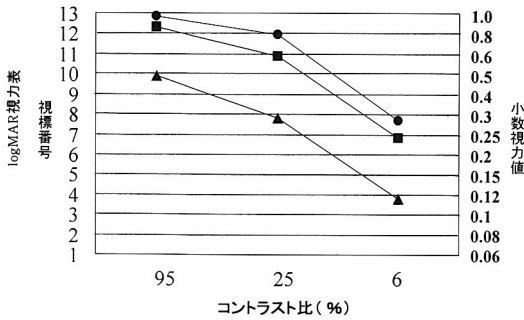


図4 45歳未満, 45歳以上, 眼疾患グループの各コントラスト比における測定値

●: 45歳未満, ■: 45歳以上, ▲: 眼疾患

表2 各コントラスト比での測定値の換算

		95%	25%	6%
45歳未満	測定値	12.84	11.93	7.66
	LogMAR 換算値	0.01	0.10	0.53
	小数換算値	0.96	0.78	0.29
45歳以上	測定値	12.30	10.95	6.85
	LogMAR 換算値	0.07	0.20	0.61
	小数換算値	0.85	0.62	0.24
眼疾患	測定値	9.88	7.80	3.76
	LogMAR 換算値	0.31	0.51	0.92
	小数換算値	0.48	0.30	0.12

45歳未満グループは、コントラスト比95%では平均12.84 (±0.36), コントラスト比25%では平均11.93 (±0.78), コントラスト比6%では平均7.66 (±0.73)であった。

45歳以上グループは、コントラスト比95%では平均12.30 (±0.86), コントラスト比25%では平均10.95 (±0.88), コントラスト比6%では平均6.85 (±0.48)であった。

眼疾患グループは、コントラスト比95%では平均9.88 (±1.88), コントラスト比25%では平均7.80 (±1.62), コントラスト比6%では平均3.76 (±1.99)であった。

表2は、3グループ間における各コントラスト比での測定値に対するLogMAR換算値および小数換算値を示す。図5は、眼疾患グループと遮蔽膜グループ間における各コントラスト比での測定値を示す。遮蔽膜グループは、コントラスト比95%では平均9.96 (±1.14), LogMAR換算値0.29, 小数換算値

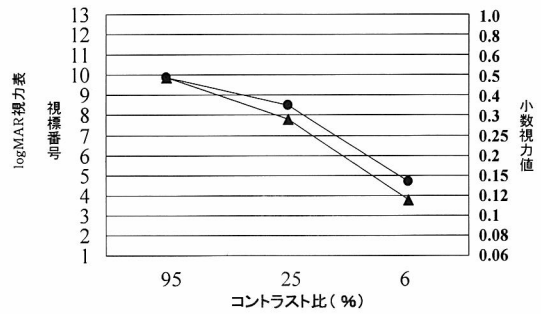


図5 遮蔽膜, 眼疾患グループの各コントラスト比における測定値

●: 遮蔽膜, ▲: 眼疾患

0.50であった。コントラスト比25%では平均9.11 (±1.47), LogMAR換算値0.38, 小数換算値0.40であった。コントラスト比6%では平均4.48 (±1.15), LogMAR換算値0.81, 小数換算値0.15であった。

IV. 考 察

LogMAR近距離視力表と小数近距離視力表での視力値は、測定結果に有意な差が認められた。両者を比較するために今回、LogMAR近距離視力表を30cmの距離で使用したが、この場合に一番小さな視標13番が小数換算値で1.0となり、両視力表間で測定可能な最高視力値に差が生じたためと考えられる。また、LogMAR近距離視力表において、ほとんどの視力値が最高値を示すことを考えれば、臨床的には両者間に差はないと考えられる。

正常眼の年齢45歳未満と45歳以上における、各コントラスト比間での視力値の変化は、ほぼ一様な低下の傾向を示した。両グループともコントラスト比95%から25%間の変化が1段階にあるのに対し、眼疾患における変化は2段階であった。このことは、従来の報告と類似して^{14,15)}、眼疾患眼における低コントラスト領域の視力低下を顕著にあらわすものであると考えられる。また、遮蔽膜を用いた人工的な低視力下における各コントラスト比間での視力値の変化は、両正常眼グループの視力低下の傾向と同じく、コントラスト比95%から25%間の変化がほぼ1段階であった。このことは、高コントラストから低コントラスト視標における視力値の変化は、単に視力だけの影響を受けるものではないと考えられる。これらのことから、視機能の評価において、高コントラスト視標の視力測定のみでなく、低コントラストにおける視力の測定は、視機能をより詳細に評価できる。

日常の臨床において、視力検査は基本であり重要な検査の一つである。検査を行う上で、検査法が簡単で、検査時間が短く、結果の評価や解釈が簡便であることは重要である。今回試作した LogMAR 近距離視力表は、視標が等比級数的に配列されているため、視力値を測定ごとに1段階、2段階といった変化として表現でき、術前・術後の視力変化の比較や統計処理が容易となる。また、従来の視力検査の高コントラスト視力のみでの測定だけではなく、コントラスト比25%、6%の視標を用いることにより、従来の空間周波数特性を調べるのに要した時間を短縮し、低コントラスト領域のおおまかな視力を比較的簡便に測定できる。この視力表を用いることにより、通常の視力検査では、視力値が良好だが見えにくいと訴える場合や、眼科手術後（白内障、屈折矯正）のみならず、初期白内障症例の術前検査などの視機能評価に有用であると思われる。

文 献

- 1) 水流忠彦：屈折矯正手術後の視機能変化。眼科 42: 23-36, 2000.
- 2) 北原健二：視力の概念についての最近の知見。あたらしい眼科 10: 1279-1284, 1993.
- 3) 市川 宏編：視力の表示法。2 A 眼機能学 (1), 新臨床眼科全書, 24-29, 金原出版, 東京, 1985.
- 4) 所 敬：現行視力評価の問題点。眼臨 91: 1539-1541, 1997.
- 5) 堀田一樹：視力表の評価。玉井 信編, 眼科検査法を検証する, 臨床眼科 52 (増) : 11-13, 医学書院, 東京, 1998.
- 6) 滝本正子, 李 俊哉他：Bailey 式の対数視力表と従来の小数視力表とを用いて評価した対数視力値の差違について。眼紀 51 : 1153-1156, 2000.
- 7) 所 敬：対数視力 (LogMAR)。丸尾敏夫編, 眼科診療プラクティス 57, 視力の正しい測り方, 70, 文光堂, 東京, 2000.
- 8) 魚里 博：LogMAR 近距離視力表について。Nano Ophthalmology 22: 27-29, 2000.
- 9) Ferrisi FL, Kassoff A et al: New visual acuity chart for clinical research. Am J Ophthalmol 64: 91-96, 1982.
- 10) 前田直之：ETDRS チャート。丸尾敏夫編, 眼科診療プラクティス 57, 視力の正しい測り方, 77, 文光堂, 東京, 2000.
- 11) 山出新一：眼科臨床における MTF (コントラスト感度) 研究の動向。眼紀 42: 1542-1553, 1991.
- 12) 桜井一郎, 魚里 博他：エキシマレーザー屈折矯正手術後のコントラスト感度およびグレア障害。視覚の科学 17: 55-60, 1996.
- 13) 中島純子, 杉山由紀子, 神垣久美子, 大野晃司, 鈴木雅信, 清水公也, 魚里 博：LASIK 後の低コントラスト視力。日本視能訓練士協会誌 29 : 177-183, 2001.
- 14) 吉田健一, 林 幸子：コントラスト感度からみた白内障の視機能。あたらしい眼科 10: 317-322, 1993.
- 15) 渥美一成, 田中英成：加齢によるコントラスト感度の変化。視覚の科学 13: 54-57, 1992.

道路情報板における最適表示色度領域

—短時間呈示における—

中島賛太郎, 高松 衛, 中嶋芳雄

富山大学工学部

Optimum Chromaticity Area for Display Colors with Traffic Information Board

—In a Short-Time Presentation—

Santaro Nakajima, Mamoru Takamatsu and Yoshio Nakashima

Faculty of Engineering, Toyama University

道路情報板は、適切な交通情報をリアルタイムにドライバーに提供することにより、交通の安全と効率とを確保するという重要な役割を担っている。一方、交通情報を短時間にかつ正確に提供するためには、視認性や誘目性の観点より、最適な表示色数およびその色度領域を決定しなければならない。そこで本研究では、短時間呈示における最適表示色数を基に、各表示色に対する色みの強さの等高線を求め、その最適表示色度領域を決定することを目的とした。すなわち、9種類の表示色数に対する色みの強さの等高線を作成し、これを基にして、短時間呈示における最適表示色度領域を決定した。これらの表示色度領域は、視覚に関する基礎的研究のみならず、道路情報板における表示色決定などに代表される応用的研究においても大変有用であると考えられる。

(視覚の科学 22: 125-128, 2001)

キーワード：表示色, 短時間呈示, 道路情報板, 交通視環境, 色度領域

Traffic information boards have a vital role in promoting safe and efficient road traffic, by providing relevant traffic information to car drivers on a real-time basis. To achieve good visibility and eye-catching quality, we must determine the optimum number of display colors and chromaticity areas, so that road users can correctly recognize traffic information in a short time. In this study, based on the data for the optimum number of display colors in a short-time presentation, we tried to plot a contour line of color intensity for each of nine colors and determine the optimum chromaticity area of display colors for short-time presentation. The defined chromaticity areas appear to be highly useful not only in basic research in human vision but also in applied research typified by the selection of adequate display colors for the given traffic information boards.

(Jpn J Vis Sci 22: 125-128, 2001)

Key Words: Display colors, Short-time presentation, Traffic information board, Traffic visual environment, Chromaticity area

別刷請求先：610-0114 城陽市市辺五島52-23 中島賛太郎

(2001年10月2日受理)

Reprint requests to: Santaro Nakajima 52-23 Ichinobegoto, Joyo 610-0114, Japan

(Received and accepted October 2, 2001)

I. 緒 言

国土交通省の道路政策に基づく道路網の整備は、我が国の経済発展に大きく貢献してきた。今日の旅客・物資の輸送においては、道路交通は大きなウエイトを占めている。

一方、安全でスムーズな道路交通を維持するためには、ドライバーに対する適切な情報提供は欠かせないものとなっている。なかでも道路情報板(図1)は、ドライバーが情報を収集する上で重要な役割を担っている。

他方、交通量の増大に伴って、道路情報板に呈示すべき情報も飛躍的に増大しているのが現状といえる。ただし、運転中のドライバーが道路情報板を視認するための時間は限られており、単に表示文字を増やすことでは対応できないのである。

そこで、表示内容によって文字を色分けすることや、図柄を付加することなどによって、道路情報板の視認性を向上するという取り組みがなされてきた。その結果、現在設置されている道路情報板に使用されている表示色数は、赤色、黄緑色とそれらの混色であるオレンジ色の3色となっている。

一方、最近における青色 light emitting diode (以下 LED)の実用化に伴い、ようやく道路情報板のマルチカラー表示が可能な時代を迎えるに至った。すなわち、マルチカラー化により、ドライバーへの情報伝達量を増加させることが可能となったのである。

他方、道路情報板における色表示に関しては、定量的に検討した研究は極めて少ないのが現状である。そのなかで高松ら¹⁾は、短時間呈示における最適表示色



図1 道路情報板

数と題して、LEDを使用した道路情報板における最適表示色数は、カテゴリカルカラー²⁻⁷⁾(人間にとっての基本的な知覚色)の観点から9種類に分類されることを示している。

そこで本研究では、これを一步押し進め、この9種類の表示色ごとに色みの強さの等高線を求め、その色度領域を詳細に決定することを目的とした。

II. 実験方法

実験方法ならびに手順を図2に示す。被験者は、はじめに10分間の暗順応を行う。その後被験者に対して、ある任意の色名が指定される(例えば「赤」)。次に、cathode ray tube (CRT) ディスプレイ上に視角2°の円形テスト刺激光が2秒間呈示される。被験者の

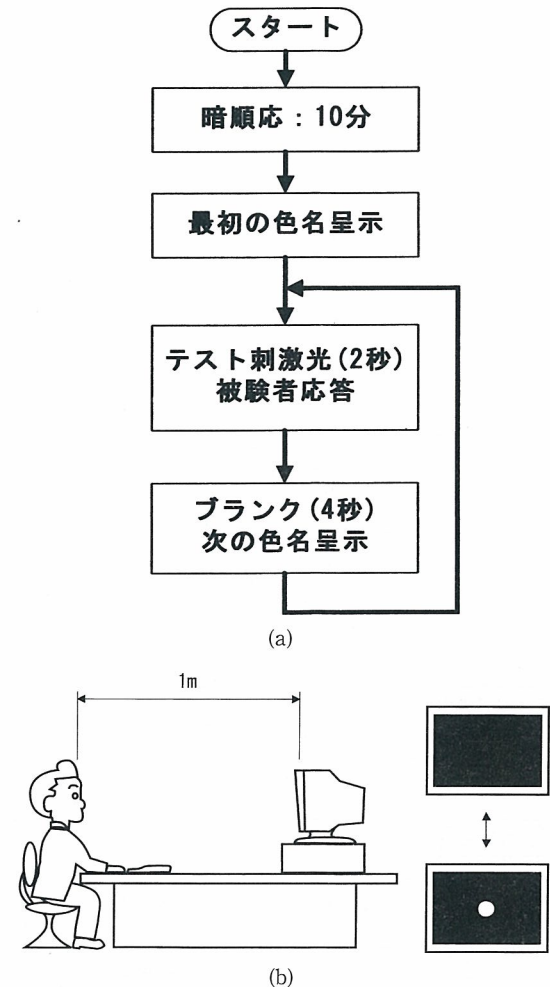


図2 (a) 実験手順, (b) 実験方法

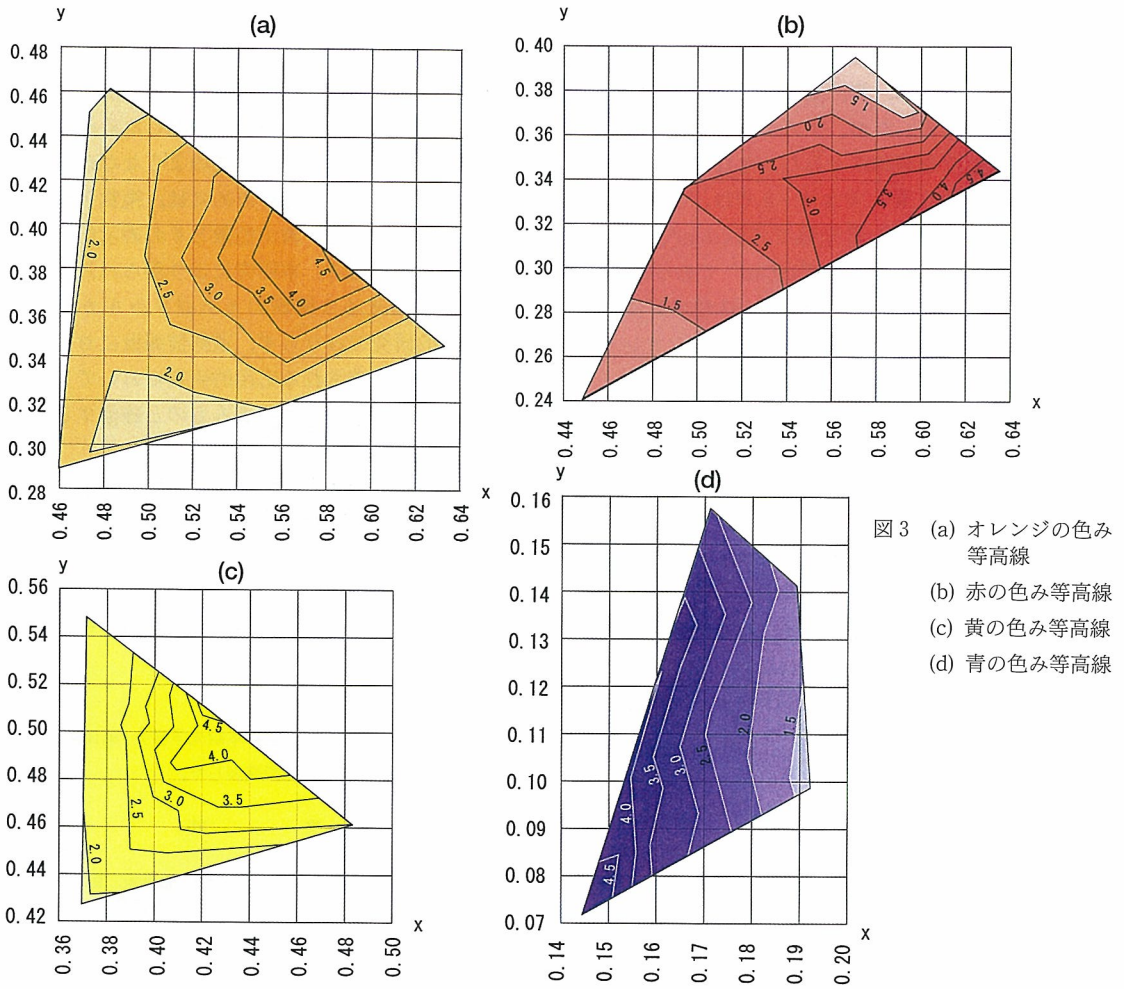


図3 (a) オレンジの色み等高線
 (b) 赤の色み等高線
 (c) 黄の色み等高線
 (d) 青の色み等高線

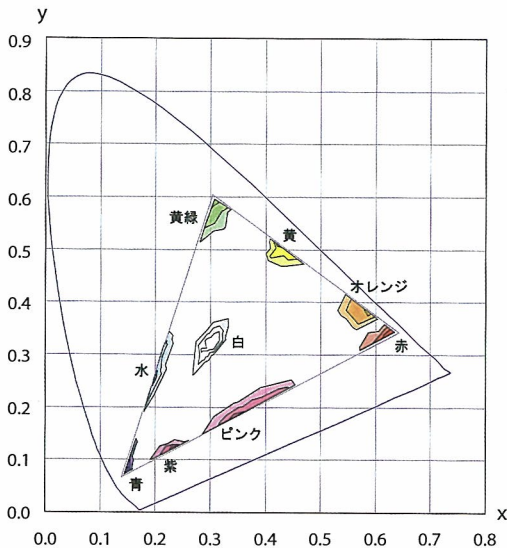


図4 各カテゴリカルカラーにおける表示色度領域
 ただし評価値 3.5 以上のみを示す。

タスクは、テスト刺激光を両眼視にて観測した後、「範疇評価法」を用いて、観測したテスト刺激光にどの程度の割合で指定された色が含まれているかを応答することである。すなわち、与えられた色名が「赤」であれば、テスト刺激光に「赤」がどの程度含まれているかを5~0点までの6段階にて応答する。したがって、5点であれば、これは純粋な赤に相当することになる。次にブランク（黒色画面）が4秒間呈示される。以下同様にして、被験者応答を繰り返すのである。

ところで、刺激光呈示時間に関しては、これを種々変えて視覚の時間特性を明らかにした Siegel⁸⁾ や、Kono & Yamada⁹⁾、中嶋¹⁰⁾ による論文が存在する。中嶋¹⁰⁾ の報告によれば、我々がパターン認識に要する最少刺激呈示時間は2秒であるとしている。したがって、本実験では刺激呈示時間を2秒と設定した。

採用したテスト刺激光は、高松ら¹⁾の実験により得られた9種類のカテゴリカルカラー領域(白, 赤, オレンジ, 黄, 黄緑, 水, 青, 紫およびピンク)より選定した162色である。なお, テスト刺激光の輝度はいずれも表示可能な最高輝度とした。ちなみに, 本実験で用いた表示媒体(CRT モニター)では, 各蛍光体の表示可能最高輝度はR 蛍光体で35 cd/m², G 蛍光体で81 cd/m², B 蛍光体で17 cd/m²であった。

被験者は色覚正常者10名である。162色の評価応答を1セッションとして, 各被験者は5セッションを試行した。なお, 実験はすべて暗室にて行った。

III. 結果および考按

被験者応答より得られた6段階の評価値の平均を求めx-y 色度図上にプロットし, これを基に色みの強さの等高線図を作成した。図3(a)はオレンジの場合で, x: 0.59, y: 0.38 付近を頂点とした色みの強さの勾配を示している。なお, 被験者間のばらつきに関しては, それほど大きな差は観測されなかった。

同様に, 赤, 黄, 青の結果を図3(b)~(d)に示す。ここに示した等高線は, 高松ら¹⁾の実験で得られた各カテゴリカルカラー領域に対して, 各々の色みの強さを勾配としてあらわしたものである。すなわち, その中心部(評価値4.5以上の領域)が各色の典型的な領域であり, マルチカラー表示に最適な領域であることを示している。

また, これらx-y 色度図上に展開された色みの強さの等高線は, LED 道路情報板使用における各色の限度設定に応用できるものと考えられる。

更に, これら9種類のカテゴリカルカラーにおける色みの等高線をまとめてプロットしたものを図4に示す。ここではとくに評価値3.5以上の領域を示した。これは, 表示領域を狭く限定すると, LED 表示板として応用する際に品質的に高度な製品が必要となりコスト的にも課題が大きくなるということ, 一方で評価値が3.0以下では赤とオレンジの領域に重なりが発生するということによる。ここに示した3レベルの色度領域を参考にすれば, 短時間呈示という過酷な条件下においても, 最も効果的な色情報の表示が可能であると考えられる。

IV. む す び

道路情報板は不特定多数のドライバーが, 運転中という特殊な視環境で, 短時間に視認しなければならないという特性をもっている。このようななかで, 誤認を最低限とする表示を行うためには, 視覚工学や人間工学の観点に立って, 表示色数とその表示色度領域を決定する必要がある。本研究により得られた, 基本的な知覚色といえる9種類のカテゴリカルカラー領域は, 基礎的研究のみならず, 道路情報板における表示色決定などに代表される応用的研究においても, 大変有用な基礎的データを提供するものと確信する次第である。

また, 本研究の今後の課題としては, 表示領域と誤認の関係をより明確にすることや, これらの色を組み合わせた場合の視認性の評価などが挙げられる。また, 実験結果ではピンクの領域が紫の領域に近づいているが, この傾向についての解明も含めて今後の課題としたい。

なお, 本論文の一部を第37回日本眼光学学会・第16回眼科 ME 学会合同学会総会において口頭発表した。

文 献

- 1) 高松 衛, 中嶋芳雄, 中島賛太郎, 加藤象二郎, 吉原 紳, 飯塚昌之: 短時間呈示における最適表示色数. 視覚の科学 22: 7-10, 2001.
- 2) Berlin B & Kay P: Basic Color Terms. University of California Press, California, 1969.
- 3) Batting WF & Montague WE: Category norms for verbal items in 56 categories: A replication and extension of Connecticut category norms. Journal of Experimental Psychology Monographs 80: 1-66, 1969.
- 4) Ratcliff F: On the psychophysical bases of universal color names. Proceeding of American Philosophical Society 120: 311-330, 1976.
- 5) Boynton RM: Categorical color perception color-rendering of light sources. Proc CIE (Venice): 66-69, 1980.
- 6) Boynton RM & Olson CX: Locating basic colors in the OSA space. Color Res Applic 12: 94-105, 1987.
- 7) Boynton RM & Paul KF: Categorical color perception under low-pressure sodium lighting with small amounts of added incandescent illumination. Lighting Res Technol 21: 23-27, 1989.
- 8) Siegel MH: Color discrimination as a function of exposure time. J Opt Soc Am A 55: 560, 1965.
- 9) Kono M & Yamada S: Temporal integration in diseased eyes. Int Ophthalmol 20: 231-239, 1996.
- 10) 中嶋芳雄: 明るさコントラスト識別の呈示持続時間依存特性. 日本色彩学会誌 10: 4-11, 1986.

平成13年度日本眼科学会専門医認定試験の解答と解説 (屈折・調節関係)

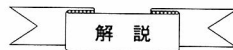
東京医科歯科大学 所 敬

第13回日本眼科学会専門医認定試験は平成13年6月8～9日に全共連ビルと日本海員倶楽部を会場に実施された。筆記問題のうち一般問題100問、臨床問題50問が出題されたが、屈折・調節に関連した問題は一般問題100問題のうち11問で、臨床問題での出題はなかった。以下に一般問題11問の解答と解説を述べる。

4 1 m から 40 cm まで明視できる場合の調節力はどれか。

- a 0.5 D b 1 D c 1.5 D d 2 D e 2.5 D

解答：c

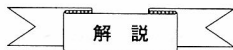


1 m を明視する調節力は $1/1=1$ D, 40 cm を明視するのに必要な調節力は $1/0.4=2.5$ D である。したがって、1 m から 40 cm まで明視できる調節力は $2.5-1=1.5$ D である。

63 レンズ・角膜頂点間距離(VD) 10 mm で処方された -10.00 D の眼鏡を、VD 15 mm で装用したときに相当するレンズ度数はどれか。

- a -9.00 D b -9.50 D c -10.50 D d -11.00 D e -11.50 D

解答：b



角膜頂点屈折力 A (D) とレンズ・角膜頂点間距離 k (m) との関係は眼鏡度数を L (D) とすれば $A = \frac{L}{1-kL}$ である。 -10.00 D の眼鏡レンズをレンズ・角膜頂点間距離 (VD) = 10 mm (0.01 m) で装用

したときの角膜頂点屈折力 $A = \frac{-10}{1-0.01 \times (-10)} = \frac{-10}{1.1} = -9.09$ (D), VD = 15 mm (0.015 m) で装用

したときは $A = \frac{-10}{1-0.015 \times (-10)} = \frac{-10}{1.5} = -8.69$ (D) になり 0.4 D 弱くなる。これを VD = 15

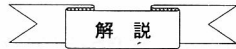
mm の眼鏡レンズに換算すると、 $\Delta A = \frac{\Delta L}{1-k \Delta L}$ の式で $0.4 = \frac{\Delta L}{1-0.015 \Delta L}$ になり、 $\Delta L = 0.397$ D

である。したがって、 -10.00 D の眼鏡レンズは -9.603 (D) に相当する。

64 5 D の調節力を持つ眼球の遠点が角膜の前方 20 cm にあるとき、 -2.50 D のコンタクトレンズを装用すると近点はどれか。

- a 10.0 cm b 13.3 cm c 16.7 cm d 20.0 cm e 33.3 cm

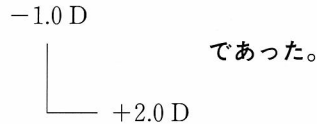
解答：b



眼の遠点が角膜の前方 20cm (0.2 m) にある眼の屈折度 $L=1/-0.2=-5.00$ (D) である。この眼に -2.50 D のコンタクトレンズを装用すると、矯正されない屈折度は -2.50 D である。この眼が 5 D の調節力をもっているので、近点は $1/(2.50+5)=0.133$ m= 13.3 cm になる。

次の2問に答えよ。

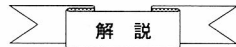
調節麻痺薬点眼後の検影値が



65 屈折度はどれか。

- a $-1.00 \text{D} \text{ cyl} +2.00 \text{D } 90^\circ$ b $-1.00 \text{D} \text{ cyl} -2.00 \text{D } 180^\circ$ c $-1.00 \text{D} \text{ D} +3.00 \text{D } 180^\circ$
 d $+2.00 \text{D} \text{ D} \text{ cyl} -1.00 \text{D } 90^\circ$ e $+2.00 \text{D} \text{ D} \text{ cyl} -3.00 \text{D } 180^\circ$

解答：e

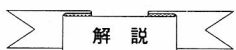


$+2.00$ D の球面レンズを入れた場合、垂直方向が -1.00 D になるためには、 -3.00 D の円柱レンズが必要である。円柱レンズの軸方向には度がなく、これと直角方向に度があるので、軸方向は 180° になる。 -1.00 D の球面レンズを入れたときには、 $+3.00$ D の円柱レンズの軸方向は 90° になる。両者の場合が考えられるが解答枝には後者はないので、前者が正解である。

66 等価球面度数はどれか。

- a $+1.00 \text{D}$ b $+0.50 \text{D}$ c 0.00D d -0.50D e -1.00D

解答：b

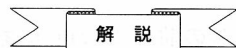


等価球面度数とは円柱レンズ度の半分を球面レンズ度に加えた値であり、ほぼ最小錯乱円に相当する。上記のレンズ e は $+2.00 \text{D} \text{ cyl} -3.00 \text{D } 180^\circ$ であるから、円柱レンズ度の半分の -1.50 D を球面レンズ度に加えると $+2.00 + (-1.50) = +0.50$ (D) になる。この問題は設問 65 の解が c であっても正解が得られる。

67 $-2.50 \text{D} \text{ cyl} -1.50 \text{D } 60^\circ$ の眼に -2.50 D のレンズを装着したとき、乱視表で濃く見えるのはどれか。

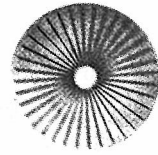
- a 1時 b 2時 c 3時 d 4時 e 5時

解答：a



次頁の図は被検眼に眼鏡枠を装用させて乱視表を見せた図である。眼鏡枠の軸方向の記載は新万国式

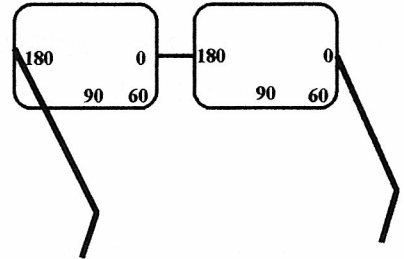
が用いられている。すなわち、被検者を正面からみた眼鏡試験枠の水平線の右側端を 0° とし、時計の針の進む方向と逆方向に向かい水平線の左端を 180° としている。この表示法は両眼で同じである。球面レンズで矯正した後に乱視表のボケている方向に凹の円柱レンズの軸を入れる。この場合、 60° 方向（10時方向）がボケていたので、濃く見えるのは 90° 離れた1時方向になる。



77 コンタクトレンズで正しいのはどれか。3つ選べ。

- a プリズム効果がある。
- b 凸レンズでは矯正効果が強い。
- c 像の拡大・縮小効果が少ない。
- d 見かけの調節力はほとんどない。
- e tight のとき涙液は凸レンズとして働く。

解答：c, d, e



解 説

眼鏡レンズでは角膜と眼鏡レンズとの間に距離があるためにプリズム効果、眼鏡レンズの眼に対する効果の違い（凸レンズでは矯正効果は強く、凹レンズでは弱い—設問63の式参照）、像の拡大縮小効果、見かけの調節力などがある。コンタクトレンズではこの反対である。コンタクトレンズ矯正で tight のときには凹レンズを強く、loose のときには凹レンズを弱くするのは実際にコンタクトレンズを処方していればわかることである。もちろん、理論的にも説明できる。コンタクトレンズ用語集によると、コンタクトレンズのベースカーブが角膜カーブより小さい状態は steep という。したがって、設問は tight より steep の方が適切と思われる。

78 -10 D の球面レンズ装用で 1 Δ のプリズム効果を得るためのレンズの偏心はどれか。

- a 0.5 mm b 1.0 mm c 1.5 mm d 2.0 mm e 2.5 mm

解答：b

解 説

Prentice の公式を用いる。プリズム効果 P (Δ)、レンズの光心からの偏位量 h (mm)、眼鏡レンズ度 L (D) とすれば、 $P=h \times L/10$ である。この式に設問の値を代入すると、
 $1=h \times (10)/10$ から $h=1\text{ mm}$ になる。

79 4倍のルーペのレンズの度数はどれか。基準距離は 25 cm とする。

- a $+2\text{ D}$ b $+4\text{ D}$ c $+8\text{ D}$ d $+16\text{ D}$ e $+24\text{ D}$

解答：d


 解説

基準距離が 25 cm (0.25 m) のときのルーペの倍率 β 、レンズの焦点距離 f (m)、レンズ度数 L (D) との関係は、 $\beta=0.25 \times 1/f=1/4 \times L$ である。すなわち、明視距離 (基準距離) 25 cm をルーペの焦点距離で割るか、ジオプトリー表示したルーペの屈折力値を 4 で割った値でルーペの倍率をあらわす。設問の値を代入すると $4=0.25 \times 1/f=1/4 \times L$ で、 $L=16$ (D) になる。

90 眼内レンズパワーの算定で誤差が生じやすいのはどれか。2つ選べ。

- a 無水晶体眼 b 直乱視 c 倒乱視 d 強度近視 e 強度遠視

解答：d, e


 解説

設問は計算上の誤差であるから、A 常数が問題になる。挿入する眼内レンズの形状が平凸、凸平、メニスカスはバイコンベックスに比べて屈折異常が大きくなるほど、A 常数に差が生じる。したがって、強度近視と強度遠視が考えられる。しかし、超音波で眼軸長を測定するときに、無水晶体眼では適切な音速を使用しないとき、強度近視では後部ぶどう腫などがあるときなどに誤差を生じやすい。

92 Photorefractive keratectomy (PRK) の合併症でないのはどれか。

- a グレア b ヘイズ (haze) c central island d 角膜知覚過敏 e 矯正視力低下

解答：d


 解説

PRK では瞳孔縁の角膜混濁が起こることがあり、グレア、ヘイズ、矯正視力低下が起こることがある。また、蒸散のプログラムによって central island 生じることがある。PRK によって角膜の神経線維が切除されて知覚鈍麻を起こすことがある。

鈴木式アイチェックチャート

(鈴木眼科吉小路) 鈴木武敏

I. はじめに

高齢化社会とともに中途失明予防が社会的にも重要になってくる。とくに緑内障の罹患率は日本では40歳以上の3~4%といわれており、200万人以上が罹患していると推定されている¹⁾。更に、緑内障以外として、今後増えることが予測される加齢黄斑変性とその他の黄斑疾患も、中途失明予防の点から無視できない疾患として挙げられる。

ここで問題なのは、緑内障罹患者のうちの20%しか医療を受けていない点である。これは日本では、視力検査が視覚の検査の方法として過度に評価されており、「視力がよければ目は健康」という勘違いをもたらしているからであろう。また、眼鏡店の直接検眼が緑内障の発見の機会を逸失させていることも大きくかかわっていると思われる。

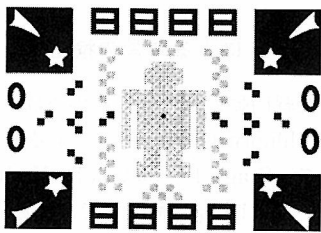
鈴木式アイチェックチャート(以下 チャート)は、主としてこれらの疾患を早期に発見し、悲惨な中途失明を減らすことを期待して考案されたものである。

II. チャートの概要

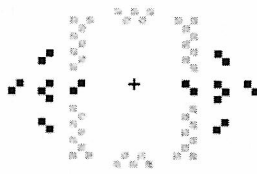
このチャートは図1に示すように、主表1, 2および副表1, 2, 3, 4の合計6枚からなる。2002年2月に関東地方の新聞紙上に掲載されたチャートを、更に暗点の検出感度を上げることを目的として改変している。

1. 主表1(図2)

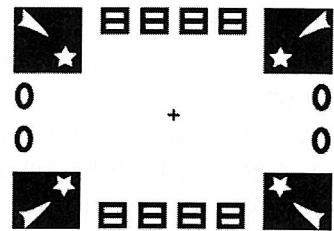
このチャートはA3の大きさで、左右に40°、上下に25°で、他の視野計との関係(図3)でみると、左右にやや広く上下はやや狭いものの、ハンフリー視野計の測定範囲にほぼ一致する。このチャートの最大の目的は、緑内障による視野障害と黄斑変性の暗点を検出するためであり、十分な視野測定範囲であろう。どうし



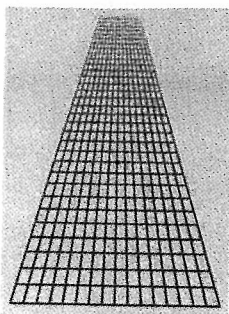
主表 1



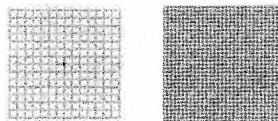
副表 1



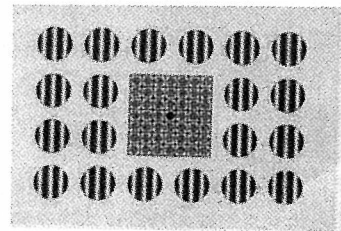
副表 2



主表 2



副表 3



副表 4

図1 鈴木式アイチェックチャートの全セット

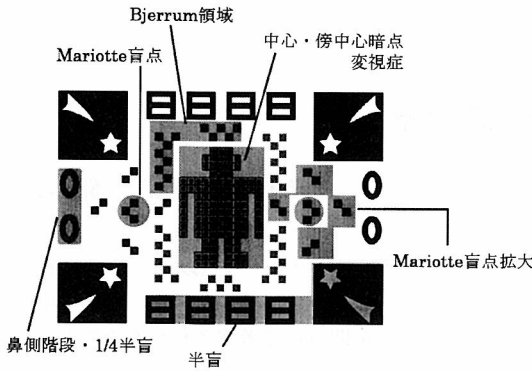


図2 各指標の検査目的

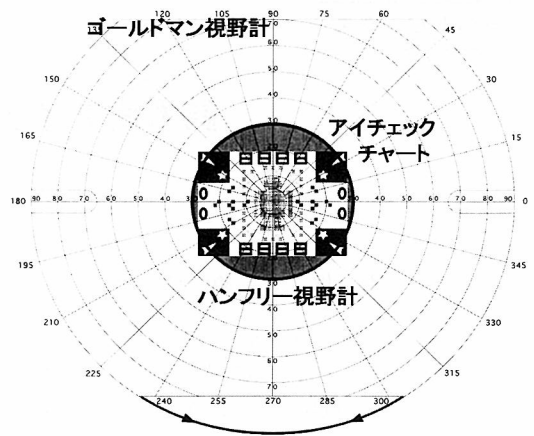


図3 チャートと他の視野計の検査領域との比較

でも測定範囲を広げたい場合には、固視点をずらすことによって可能となる。

この表は背景が黄色でロボット絵柄の中央部に赤い固視点を有し、それを囲んで様々な絵柄状の指標を配置したもので、格子線と、各格子の中心に配置された橙色と緑色の2色のパッチ模様からなるロボット状の絵柄は、中心および傍中心暗点と変視症を見つけるためのものである。

ロボット絵柄の両脇にはマリオット盲点の確認のための黒色の指標を配置し、それから延長して Bjerrum 領域の視野異常を発見するためのロボットの各格子の内部と同じ指標が周囲を囲んでいる。マリオット盲点の四方には盲点の拡大を確認するために赤い四角2葉を配置した。

チャートの辺縁には、黄色の流れ星や青楕円、赤格子などの、分解能を考慮した大型の指標を配置し、広い領域の視野欠損、半盲や緑内障における鼻側階段の発見ができるようにした。

検査方法は、眼鏡ないしコンタクトレンズ着用者はそのままで検査を行い、一眼を遮閉し、他眼を主表1の固視点に視線を合わせ、垂直に対峙して検査する。固視眼とチャートの距離がほぼ40cmでマリオット盲点を確認できるので、その状態で周辺の指標が確認できるかどうか、暗く見えたり、かすんだりするところがないかどうかをチェックする。

2. 主表2

この表は黄斑部の浮腫などによる変視症の検出のためにつくられたものである。遠近法を利用しており、下方から斜めにのぞき込むように見ることにより、異常が確認しやすくなっている。

3. 副表1, 2

これらは主表1の指標を分解したものであり、判断

力が低下している症例での検査を容易にすることを目的としている。

4. 副表3

この表はこれまでのアムスラーチャートを改変したものである。

5. 副表4

視力が低下している症例で視野欠損をおおまかに検出するためのチャートで、正弦波で移行する青と黄色の縞指標からなる。

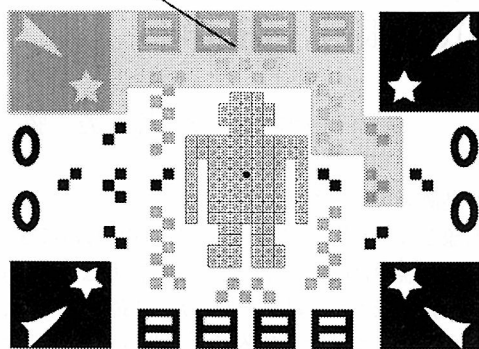
III. チャートによる異常の検出

主表1を使用した緑内障の視野異常検出率は、ハンフリー視野計の Auhhorn-Greave 変法による緑内障の視野進行度分類で、Stage I で50%以上、II, III で80~100%、IV, V では100%の検出率であった(鈴木武敏:第12回日本緑内障学会発表)。これまでも緑内障のスクリーニング検査方法²⁾は報告されているが、Stage I, II でもこのチャートほどの高い検出率を示す方法はなかった。図4に実際の緑内障症例のハンフリー視野計の結果との比較を示す。

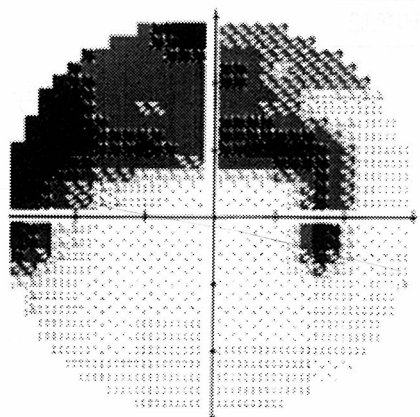
緑内障以外には中心部の暗点を来す疾患として中心性網脈絡膜症、加齢黄斑変性などの異常、網膜静脈分枝閉塞症による眼底出血を確認することができている。これらの疾患では主表2による変視症の確認も行い、眼科で普及している正方形の格子からなるアムスラーチャートよりも、変視症の確認が容易であった。

眼科以外の疾患としては、脳梗塞による同名性半盲、下垂体腫瘍による両耳側半盲を発見している。

見づらさを自覚した所



鈴木式アイチェックチャート



ハンフリー自動視野計

図4 緑内障症例の検査例

IV. チャートの臨床応用

このチャートをどのように臨床や保健医療の分野で使用するかを述べる。

1. 初診時の視野異常の発見

初診時にこのチャートを使用することによって、本人が自覚していない視野異常を発見する可能性がある。当院の経験でも、初診症例にチャートを実行し、受診動機とは異なる緑内障や黄斑疾患をしばしば発見している。脳疾患の偶然の発見も期待できる。

2. 緑内障への応用

緑内障の罹患率からして、初診時にルーチンにこのチャートを使用することは緑内障の早期発見にとって望ましい方法であろう。緑内障が疑わしい症例で、通常の精密視野検査に先立ってこのチャートで視野障害の有無、程度を予測することも可能である。

また、緑内障治療のコンプライアンスを上げるために有効である。実は、精密視野検査で明らかな視野欠損が存在しても、被験者の多くは視野欠損を認識していないことが多い。そこで、精密視野検査を行った後にチャートによる再検査を行うと、初めて視野欠損の意味を理解できる場合も少なくない。更には、このチャートを緑内障診断後に配付し、自己管理に使用してもらうことも、同様な意味で有効であろう。

3. 眼科以外での応用

脳外科や神経内科領域でも視野検査は不可欠な検査であるが、精密な視野検査装置を設備しているところは少なく、ほとんどの場合、対面法によるスクリーニ

ング検査が行われている。このチャートは対面法に代わる方法として使われることにより、精度的にもこれまで以上のものを期待できる。

4. 検診、人間ドック、学校検診での応用

これまでのところ、緑内障検診が行われていても視野検査を行っている場合は非常にまれである。その理由は、精密な視野検査装置は高額で、専門の検査員を要することによる。また、検査時間がかかることも挙げられよう。

このチャートは少し練習すれば、看護婦や保健婦レベルでも十分な検査が可能であり、検査時間も2分程度で終わることから検診での実施も可能であろう。また、職場や学校検診の場では、このチャートを各個人に前もって配付し、自己診断してもらうことも可能である。

V. おわりに

このチャートは、視覚における視野の重要性を一般人にも再認識してもらう上で非常に有効なものと思われる。このような単純な指標を配置した1枚のチャートが、緑内障検診における診断の向上に寄与できることは、望外の喜びである。最後に、このチャートの作成過程で、多くの患者さんの協力があったことを付け加えたい。

文 献

- 1) 塩瀬芳彦：日本における緑内障疫学調査。あたらしい眼科 7: 7-13, 1990.
- 2) 岩瀬愛子：OKP (Oculo-Kinetic Perimetry) 緑内障スクリーナーの使用経験。あたらしい眼科 9: 1245-1247, 1992.