

ETDRS チャート配列 logMAR 視力表での視力の測定

- 視力表周辺部の視標と中央部の視標の比較 -

稲垣 尚恵¹⁾・柴田 莉沙²⁾

The measurement of visual acuity in ETDRS Chart

- Comparison of visual acuity measured with optotypes at the center of visual acuity table and that measured with optotypes at the both ends of visual acuity table -

Hisae INAGAKI and Risa SHIBATA

logMAR 視力測定の際は、Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study (以下 ETDRS) チャートが用いられることが多い。本研究では ETDRS チャートの配列を基に字づまりの logMAR 視力表を自作し、ETDRS チャートの評価方法の問題点を明らかにすることを目的とした。屈折異常以外に眼疾患のない矯正視力 1.5 以上を有する大学生 10 名を被験者とし、実験的に視力を低下させ自作の logMAR 視力表で視力を測定した。その結果、全ての視力条件で自作 logMAR 視力表中央部に配置された視標で測定した視力値より視力表周辺部に配置された視標で測定した視力値の方が有意に良い視力値となった (2-way ANOVA $p < .001$)。ETDRS チャートは 1 視標を $-0.02\log\text{MAR}$ として視力値としているが、評価方法としては問題があると考えられた。小数字づまり視力 1.5 を有する被験者が自作 logMAR 視力表で小数視力 1.5 に対応する $-0.2\log\text{MAR}$ の視標を判読するためには、視標間隔を視角 0.054° から視覚 0.134° に広げる必要があった。

Keywords : logMAR, ETDRS, 小数視力, 字づまり視力, 読み分け困難

logMAR, ETDRS, decimal visual acuity, cortical vision, crowding phenomenon

1. 緒言

視力検査は、屈折矯正、眼疾患の診断基準、治療効果の評価を行う基本となる検査である。

視力とは 2 点を識別する目の能力をいう。この 2 点を識別できる能力を最小分離閾といい、原則として Landolt 環視標の切れ目の方向が判別できるかで測定する (大島, 1961)。このほか Landolt 環との比較実験から作成した文字や数字視標で測定することもある (大島ら, 1965)。

視力検査標準化の国際的な動きは、1979 年スイスのジュネーブに本拠を置く ISO (International Organization for Standardization) で「光学および光学機械」に関する技術委員会が発足し、国際的レベルでの視力検査の標準化の動きについて討議された。大頭 (1982) はその経緯を「会議は踊る」と報告しており、その大変さが想像できる。それから 40 年近くの時が経ってはいるが、各国の事情もあり未

1) 愛知淑徳大学 健康医療科学部 医療貢献学科 視覚科学専攻

2) 愛知淑徳大学 健康医療科学部 医療貢献学科 視覚科学専攻 学部生

だ国際的な標準化はなされていない(所, 1998)。

日本の眼科臨床で使われている視力表は, 施設によって標準と準標準, 字づまりと字ひとつ, ランドルト環とかな等, 様々なものが使われている。そのため施設間で視力値が異なることが問題となっている(川守田, 2013)。

視力表の視標の段階は, 等差級数がよいか等比級数が良いかについての議論は古くからあり, アメリカでは「視標の配列は等比級数にするのがのぞましい」とした(Og1e, 1953)。一方日本では1962・1963年度の文部省科学研究費総合研究視力研究班が「等差級数, 等比級数いずれの段階でも差し支えなく, 使用によって選ぶべし」としている(萩原ら, 1964)。しかし, 日本では, 最小視角の逆数で視力を表す小数視力が普及し等差級数段階による視力決定が慣行され, それに基づいて数々の法律が作られていることから, 等比級数段階への統一は混乱を招く恐れありとして検査装置の規格ではわが国慣用の等差級数段階を基調とし, 実質の間隔が特に大きい0.1~0.2, 0.2~0.3の間に0.15, 0.25を加えた方式を掲げた。このため川守田(2013)がおこなった臨床施設へのアンケートにおいても小数字づまり視力検査器で視力を測定する施設が多数となっている。

小数視力の問題点は, 視角の逆数をとっているため視標の各段階が実質的に等間隔とはいえ, 0.1から0.2では視角は2倍, 0.8から1.0の間は1.25倍となり, 特に低視力の段階で測定が粗くなることである。標準視力表, 準標準視力表では0.1~0.2, 0.2~0.3の中間に0.15および0.25の視標段階を加えこれを補ってはいるが, 視標の各段階が等間隔ではないためパラメトリックな統計処理が困難である。小数視力表を用いて測定した視力値を統計処理する場合には, 対数に換算して行っている。しかし, 何よりの問題は, 特に低視力の段階で視標の間隔が広がってしまうため視力の評価が粗くなることである。これらことから, 近年, 網膜硝子体領域・low vision 領域をはじめとして, 視標配列が等比級数の統計処理可能なlogMAR 視力が使われることが増えている(好川, 1998)(花田, 2012)。logMAR 視力は手術経過などでよく用いられる2段階あるいは3段階視力が良くなったなどの評価にも使用可能であり(所, 2009), 眼科臨床で患者に対して説明するときにも明解である。

logMAR 視力の測定の際は, ETDRS チャート(図1) が用いられることが多い。ETDRS チャートはBailey & Lovie(1976)が提唱し, Ferris(1982)らによって改良されたものをETDRS が採用したものである。ETDRS とは, 国際標準となっている糖尿病網膜症の多施設共同研究であり, ETDRS チャートは元来, 低視力の糖尿病網膜症患者を対象にデザインされたものである(長谷部, 2011)。ETDRS チャートは, いくつかの問題点を指摘されている(内海, 2001)(稲垣, 2001)。ひとつは, 読み分け困難の問題であり, もうひとつの問題点は, 検査結果の表し方である。

読み分け困難とは, 弱視眼において, 字づまり視力が字ひとつ視力より劣る現象である(Von Noorden, 1977)(田辺, 1981)。湖崎(1970)は, 健康視力を持っている小児においても読み分け困難のあることを知っておかねばならないと述べている。この視覚の未熟性ともいえる読み分け困難が起こる原因について深井(1998)は, 解明されていないとしながらも, 固視運動の異常, 感覚系の異常, 視覚精神活動の未熟性を因子としてあげている。湖崎は, 字づまり視力は小学4年生から飛躍的に良くなることを報告しており(1966), 正常成人では問題とされることは少ない。

ETDRS チャートは, 1段ごとにlogMARで0.1の差があり, それぞれの段に5個の視標がある。5個の視標の読みやすさはほぼ同等とし, 1個の視標はその列の1/5, $-0.021\log\text{MAR}$ としてカウントすることとしている。昌原ら(2003)は, 1段階をさらに5段階に細分化して評価するということが利点であると述べている。しかし, 5視標のうち両端の2視標は片側だけに視標があり, 間にある3視標は両側に視標がある。つまり, 間にある3視標は明らかに字づまり視標であるが, 両端の2視標は, 片側のみ字づまりとなる。これらと同じ読みやすさとして1視標 $-0.021\log\text{MAR}$ として計算してよいのかと言う疑問が生じる。そこで本研究では, 字づまりlogMAR視力表を自作し, 両端の視標2個と視標に囲まれた中央の3個の視標を同じ

視力値として評価して良いかを検討した。また、小数字づまり視力検査器で 1.5 と評価された被験者が、換算値としては同じ値である $-0.21\log\text{MAR}$ の視力表中央部の視標を読むためには、どれくらい視標間隔をあければ良いかについても検討を加えた。

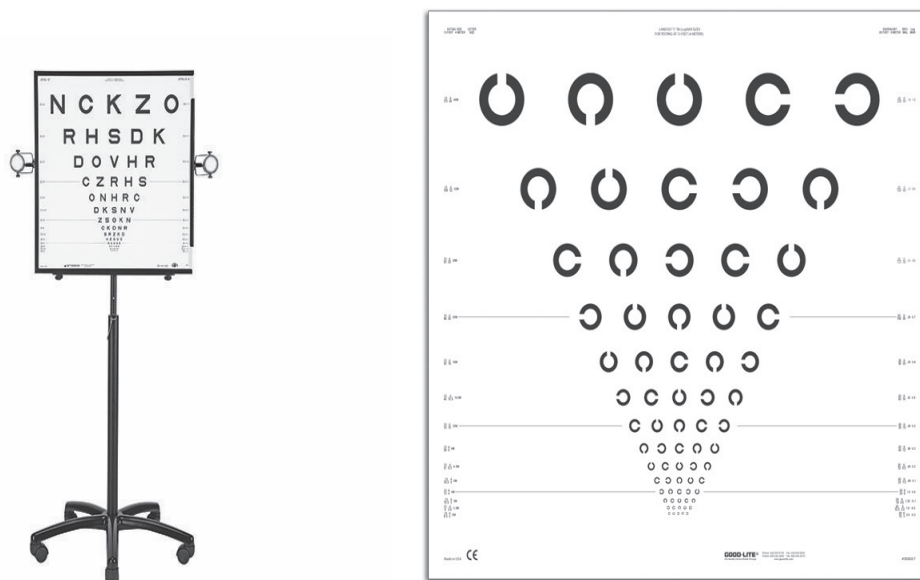


図 1 ETDRS チャートの例
(VecterVision 社製 ESV-3000 中央産業貿易株式会社 HP より)

2. 実験 1

2.1 目的

ETDRS チャートでは、結果は列でなく視標によって数値化される。列の両端の視標と中央部の視標を同じ $-0.021\log\text{MAR}$ として良いかを検討するため、列の両端の視標条件となる視力表と列の中央部の視標条件となる視力表を自作して比較した。また、ETDRS チャートの下段で読み分け困難が指摘されていることから（内海，2001），視標が大きく視標間隔も大きい視力表の上側での条件と視標が小さく視標間隔の狭い視力表の下側での条件を比較するために弱視治療用眼鏡箱（アールイーメディカル社製，以下眼鏡箱とする）を用いて被験者の視力を実験的に低下させ視力条件とした。各視力条件で視力表の列の端の視標条件と列の中央の視標条件で視力を測定し、どの視標も同じ読みやすさとして良いかを検討した。

2.2 方法

1) 被験者

屈折異常以外に眼疾患を有さない矯正視力 1.5 以上の大学生 10 名（平均年齢 21.5 ± 0.53 ）を被験者とし、右眼 10 眼を測定眼とした。表 1 に各被験者の年齢と屈折値を示す。実験を行う前に被験者に対して実験の内容と実験参加の自由について口答による十分なインフォームドコンセントを行い、了承を得て実験を行なった。

表 1 被験者の年齢と屈折値

被験者	年齢	屈折値
1	21	S- 6.75D
2	22	S-11.00D
3	22	S- 5.50D
4	22	S- 4.00D () C- 0.75D Ax140°
5	21	S+ 0.25D () C- 0.25D Ax170°
6	21	S+ 0.75D () C- 2.50D Ax175°
7	21	S- 3.00D () C- 2.25D Ax180°
8	21	S- 5.50D () C -1.75D Ax180°
9	22	S- 3.50D
10	22	S- 0.50D

2) 装置

基準となる視力の設定には、小数字づまり視力検査器 CV-6000(TOMEY) (図 2)を使用した。自作 logMAR 視力表 1(図 3)は IllustratorCC2015(Adobe)で作成し、プリンター iPF8400S(Canon)で厚覆膜紙 HG-145(Canon)に印字した。作成したランドルト環は、小数視力 2.0 に対応する-0.3logMAR, 小数視力 1.5 に対応する-0.2logMAR, 小数視力 1.3 に対応する-0.1logMAR, 小数視力 1.0 に対応する 0.0logMAR, 小数視力 0.8 に対応する 0.1logMAR, 小数視力 0.6 に対応する 0.2logMAR, 小数視力 0.5 に対応する 0.3logMAR, 小数視力 0.4 に対応する 0.4logMAR, 小数視力 0.3 に対応する 0.5logMAR, 小数視力 0.25 に対応する 0.6logMAR, 小数視力 0.2 に対応する 0.7logMAR, 小数視力 0.16 に対応する 0.8logMAR, 小数視力 0.13 に対応する 0.9logMAR 小数視力 0.1 に対応する 1.0logMAR の全 14 段階 (表 2) とし、横列の視標の個数は ETDRS 表と同数の 5 個とし、同じ視力値を 5 段作成した。縦横 5×5 の 25 個、全 14 段階、計 350 個作成した。ETDRS チャートは 1 段 5 個の視標で下段との間隔はその下段の視標の大きさとされるが、本研究では実験に使用する視標数を増やすため、同じ視力値での左右上下の間隔は視標 1 個分(1直径)とした。自作 logMAR 視力表の平均輝度は 210.6cd/m², コントラストは 92.18%であった。

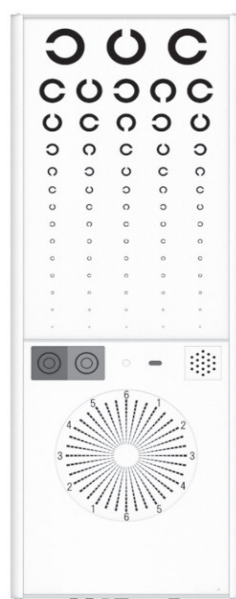


図 2 小数字づまり視力検査器 CV-6000 (TOMEY)

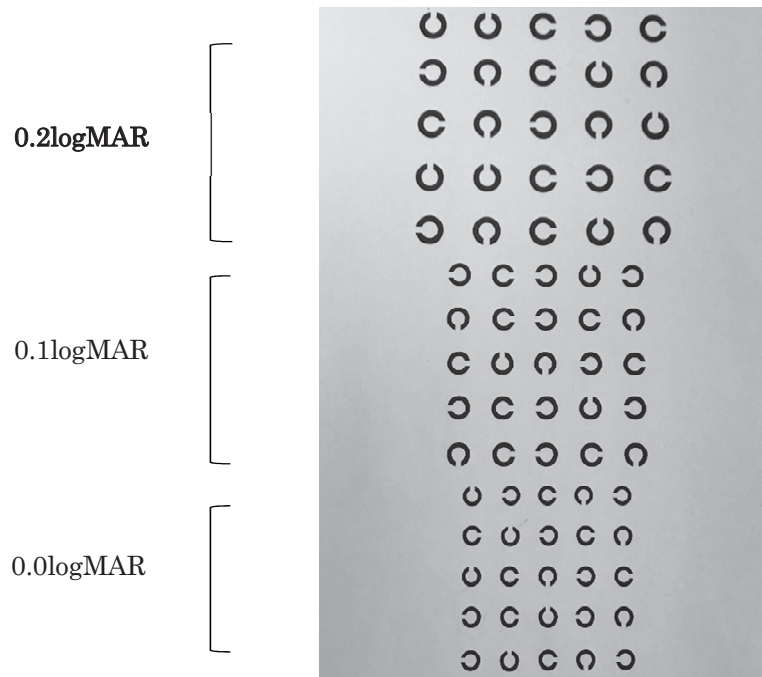


図 3 自作 logMAR 視力表 1 の例 (上から 0.0logMAR, 0.1logMAR, 0.2logMAR)

表 2 自作 logMAR 視力表の段階と小数視力との関係

logMAR	小数視力
1.0	0.1
0.9	0.13
0.8	0.16
0.7	0.2
0.6	0.25
0.5	0.3
0.4	0.4
0.3	0.5
0.2	0.6
0.1	0.8
0	1
-0.1	1.3
-0.2	1.5
-0.3	2

3) 実験条件

基準となる視力条件（以下小数視力条件）の設定は、5mの距離で行った。眼鏡箱を用いて実験的に視力を低下させ、視力条件とした。眼鏡箱の遮閉効果は優位眼と非優位眼に関して差異がないという報告から、測定眼は右眼とし、オクルーダーで左眼を遮閉し測定を行なった（佐々木，2012）。視力条件は眼鏡箱の表示に従うのではなく、被験者毎に小数字づまり視力検査器で視力を確認し、視力条件となるように眼鏡箱を選定した（佐々木，2012）。視力が良好な健常者を想定した $-0.21\log\text{MAR}$ に対応する小数視力 1.5 条件，比較的良好的な視力である $0.01\log\text{MAR}$ に対応する小数視力 1.0 条件，中・重度な視力障害を想定した $0.31\log\text{MAR}$ に対応する小数視力 0.5 条件， $0.51\log\text{MAR}$ に対応する小数視力 0.3 条件の計 4 条件とした。

検査条件は図 4-1 の枠で示した列の両端にある視標（以下視標周辺部）条件，図 4-2 の枠で示した列の中央にある視標（以下視標中央部）条件の 2 条件とした。

小数視力条件 4 条件で自作 $1\log\text{MAR}$ 視力表 1 を用いて視力を測定した。ランドルト環の方向は“見えない”や“分かりません”ではなく，必ずどこかの方向を回答してもらうよう教示し，3/5 正答で視力値とした。



図 4-1 視力表周辺部条件（枠で示す両端）



図 4-2 視力表中央部条件（枠で示す中の 3 個）

2.3 結果と考察

図 5 に各小数視力条件における視標周辺部条件と視標中央部条件の結果を示した。すべての視力条件，検査表条件において小数字づまり視力検査器で設定した視力条件より自作 $1\log\text{MAR}$ 視力表 1 で測定した視力の平均値は低くなった。滝本ら（2000）は，小数視力表で測定した視力値を換算して $1\log\text{MAR}$ 視力としたものと，ETDRS チャートで測定した $1\log\text{MAR}$ 視力とを比較すると視力がよいほど両検査の結果に差が出るとしており，その理由として視標の配列の特徴による字づまりからくるものとしている。また，加納ら（2010）は，加齢黄斑変性を有する患者を対象に比較を行い，両検査間の値の違いは字づまりの効果によるものと結論づけている。本研究では，基準となる視力条件を設定した小数字づまり視力検査器は内部照明であり，自作 $1\log\text{MAR}$ 視力表は紙媒体で作成し外部照明であった。表示媒体や照明条件が異なるため，直接比較することはできない。本研究では小数字づまり視力検査器で設定した各視力条件を基準条件として，視標周辺部条件と視標中央部条件の 2 条件の結果を比較することとした。

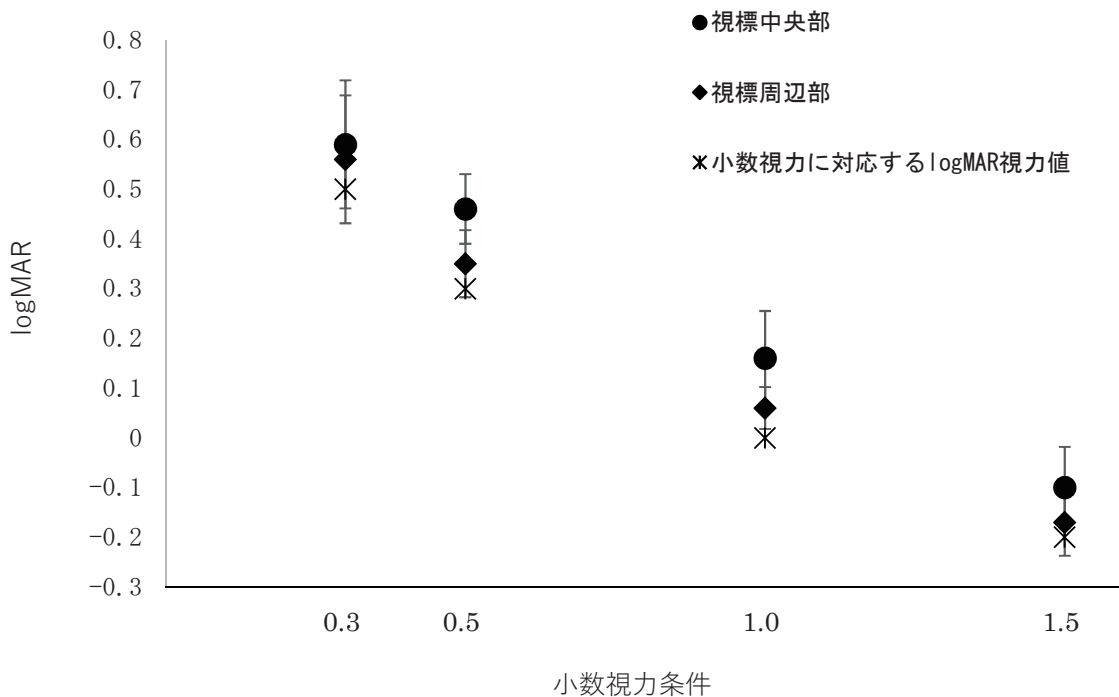


図 5 小数視力条件における各検査表条件の平均値

視標周辺部条件と視標中央部条件の比較では、すべての視力条件において視標中央部で測定するより視標周辺部で測定した方が良好な視力値が得られた。各視力条件において検査表条件である視標中央部条件と視標周辺部条件によって測定される視力値に差が見られたかについて検証するため、2要因の分散分析を行った。その結果、検査表条件において統計的に有意な差が認められた ($F(1, 27) = 58.674, p < .001$)。しかし、視力条件と検査表条件の交互作用は認められなかった ($F(3, 27) = 2.692, n. s.$)。

この結果から、ETDRS チャート配列では視力表の周辺部の視標と中央部の視標とでは読みやすさが異なることとなり、周辺部の視標は読めても、中央部の視標は読めないことが起こりえる。ETDRS チャートの視力の算出方法は、5 個の視標の読みやすさが同じであるということが前提である。周辺部 2 視標と中央部 3 視標の読みやすさが異なる場合、読めた段の一段下の文字が 1 文字読めたら $-0.02 \log \text{MAR}$ 加算するという算出方法は問題があるといえる。

ETDRS チャートは、本来、低視力を対象にデザインされたものである。内海 (2001) は、ETDRS チャートの欠点として、視力正常者でも視力表の下方の視標の小さいところでは、字づまりによる視力低下を生じると述べている。また、加納ら (2010) は小数視力 0.1 ($0.01 \log \text{MAR}$) では視標の間隔がどちらの配列でも同じであるため ETDRS チャートと小数字づまり視力検査器で測定した視力値の差が生じなかったと述べている。

ETDRS チャートの視標配列は、横は視標 1 個分、下との間隔は下段の視標 1 個分である。小数視力 0.3 条件のような視力表上側の視標が大きいところでは隣や下段のランドルト環との間隔が大きくなるため、字づまりの影響が出にくい。このため本研究でも小数視力 0.3 条件では視標周辺部と視標中央部で近い視力値が得られたと考えられる。一方、小数視力 1.0, 1.5 条件のような視力表の下側では、視標が小さく視標間隔が狭くなるため、片側に視標がない片側字ひとつとも考えられる端の視標 (視標周辺部条件) よ

り、両側を視標に囲まれた視標（視標中央部条件）に字づまりの影響が大きく出て、両条件の視力の平均値に差が出たと考えられる。

字づまりの影響について、湖崎ら(1966)は25個のE視標が印刷してあり、視標と字間との比が1:30, 1:25, 1:20, 1:15, 1:10, 1:5と順に詰まって読みにくくなっている山路式トレーニングストレーナーの小数視力0.8を使用して研究を行なっている。また、松本ら(1999)は、小数視力1.0のランドルト環を用いてCrowded Cardを試作し、視標間隔を0.2倍から3倍まで変化させ正常成人と小児の字づまりによる読み分け困難に関し検討を行っている。

第2実験では、視力良好条件として設定した小数視力1.5条件において、自作logMAR視力表の視標間隔をどれくらいあげれば読み分け困難の影響がなくなり小数字づまり視力検査器で測定した視力値と近づくのかを検討することとした。

3. 実験2

3.1 目的

自作logMAR視力表では、読み分け困難の影響が出て字づまり視力検査器で測定し換算したlogMAR視力よりも悪く評価され、視力表周辺部の視標と両端を囲まれた中央部の視標の読みやすさが異なることとなった。そこで湖崎ら(1966)や松本ら(1966)の先行研究を参考に自作logMAR視力表1の-0.2logMAR(小数視力では1.5)の視標間隔を段階的に広げた自作logMAR視力表2を自作し、小数字づまり視力1.5と評価された被験者が、視標間隔をどれくらい広げれば換算値としては同じとされる-0.2logMARの視標が判読できるかを検討した。

3.2 方法

1) 被験者

屈折異常以外に眼疾患を有さない小数字づまり視力1.5以上の大学生女子5名5眼(平均年齢21.4±0.55)を被験者とした。各被験者の年齢と屈折値を表3に示す。実験を行う前に被験者に対して、実験の内容と実験参加の自由について口答による十分なインフォームドコンセントを行い、了承を得て実験を行なった。

表3 被験者の年齢と屈折値

被験者	年齢	屈折値
1	21	S- 6.75D
2	22	S-11.00D □ C-0.50D Ax 80°
3	22	S- 5.50D □ C-0.25D Ax170°
4	21	S- 2.25D □ C-0.25D Ax 85°
5	22	S- 4.25D

2) 装置

実験の環境, 小数字づまり視力検査器, 遮閉膜は実験 1 と同じものを使用した。

実験 1 で使用した自作 logMAR 視力表 1 の $-0.21\log\text{MAR}$ (視標の直径 4.7 mm, 視標の間隔は視標 1 個分) を間隔視角 0.054° (図 6-1) とし, それに加え視標 1.5 個分あけた間隔視角 0.080° (図 6-2), 視標 2.0 個分あけた間隔視角 0.110° (図 6-3), 視標 2.5 個分あけた間隔視角 0.134° (図 6-4) を実験 1 と同じ手順で作成した (以下自作 logMAR 視力表 2 とする)。自作 logMAR 視力表 2 の平均輝度は $210.6\text{cd}/\text{m}^2$, コントラストは 92.18%であった。

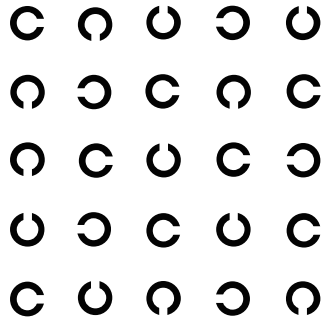


図 6-1 間隔視角 0.054° 条件の自作 logMAR 視力表 2

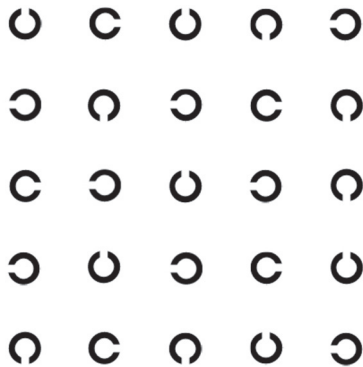


図 6-2 間隔視角 0.080° 条件の自作 logMAR 視力表 2

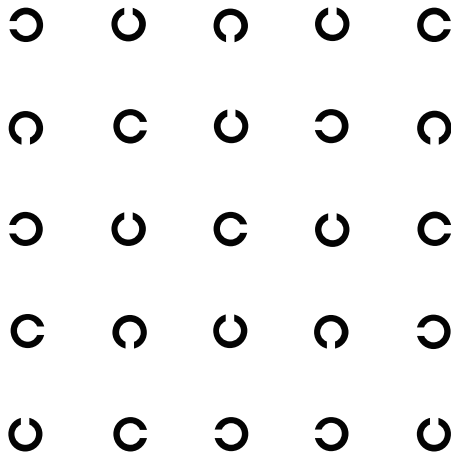


図 6-3 間隔視角 0.110° 条件の自作 logMAR 視力表 2

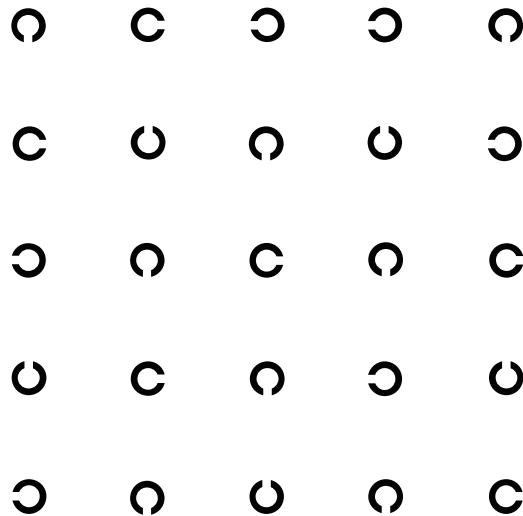


図 6-4 間隔視角 0.134° 条件の自作 logMAR 視力表 2

3) 実験条件

視力条件は、小数視力 1.5 の 1 条件とした。ランドルト環の配置間隔を示す間隔条件は、ランドルト環の間隔を 1 個分あけた間隔視角 0.054° 条件、1.5 個分あけた間隔視角 0.080° 条件、2.0 個分あけた間隔視角 0.110° 条件、2.5 個分あけた間隔視角 0.134° 条件の 4 条件とした。logMAR 視力表 2 での測定は、外側に配置した視標は使用せず、中の 9 個のランドルト環のみを視標とした。ランドルト環の方向は、「見えない」「わからない」ではなく、必ず左右上下のどこかの方向を回答してもらうよう指示し、3/5 正答で判読可能とした。

3.3 結果と考察

小数字つまり視力 1.5 (-0.2logMAR) の被験者で自作 logMAR 視力表 -0.2logMAR を判読できたのは、間隔視角 0.054° 条件で 0 人、間隔視角 0.080° 条件で 1 人、間隔視角 0.110° 条件で 1 人、間隔視角 0.134° 条件で 3 人であった (表 4)。小数字つまり視力 1.5 (-0.2logMAR) と評価された被験者でも自作 logMAR 視力表視標 1 個分の間隔では判読できなかった。小数字つまり視力検査器で測定した基準の視力値と同じ視標の大きさを判読するためには視標間隔を 1 個分から 2.5 個分である視角 0.134° に広げる必要があると考えられる。

読み分け困難が起こる間隔に関しては、厳密な定義はないが、松本ら (1999) は、視力 1.0 のランドルト環を用いて Crowded Card を試作し、視標間隔を 0.2 倍から 3 倍まで変化させ正常成人と小児の字つまりによる読み分け困難に関し検討を行っている。正常成人では小数視力 1.0 のランドルト環で視標間隔 0.5 直径 (視角 0.042° 相当) まで判別できたと報告している。本研究では視角 0.054° の間隔で判読できた者は 0 人であった。小数視力 1.0 より小さい視標である小数視力 1.5 相等の -0.2logMAR の視標を使用した事、視標の配列方法が異なる事などから厳しい結果となったと考えられる。また、基準となる小数視力条件は内部照明である小数字つまり視力検査器で測定したため、より広い間隔を要したと考えられる。被験者数も少ないため今後、人数を増やし再検討する必要がある。

視力検査は心理物理学的検査であり、被験者の主観的な見え方を客観的な物理量を指標にして最小分離閾として評価している。臨床では視標が小さくなると注視する前から“わからない”と答える患者や、はっきり見える視標以外は、“わからない”と答える患者がしばしば見受けられ、自覚的検査である視力検査は被験者の許容レベルに差があると報告されている（花田ら，2012）。ETDRS チャートの視力 0.01logMAR（小数視力 1.0）以上の視力閾では、小数づまり視力表で測定するより字づまりの印象を持つ。ETDRS チャートでは、本来の字づまりの現象ではない「字づまりのイメージ」が視力検査を行う前に影響を与えてしまう可能性を留意する必要がある。

表 4 自作 logMAR 視力表で-0.2logMAR を判別するために必要な間隔

間隔	視角0.054°	視角0.080°	視角0.110°	視角0.134°
人数	0	1	1	3

4. 総合考察

本研究では、ETDRS チャートの配列を基に logMAR 視力表を自作し、臨床において日常的に使用されている字づまり視力検査器で測定した視力を基準視力条件とし ETDRS チャートの持つ特徴と問題点について検討した。

小数字づまり視力検査器は視標数が一定で視標が小さくなると視標間隔が大きくなる。一方、ETDRS チャートは、視標の間隔は視標 1 個分としているため、良好な視力閾ほど字づまりを認識し、視標の判別が困難となり、字づまり視力検査器で測定した視力より低く評価される。本来 ETDRS チャートは低視力の糖尿病網膜症患者を対象にデザインされたものである（長谷部，2011）。加納ら（2010）は小数視力 0.3（0.51logMAR）以下の視力であれば小数視力表よりも細分化して視力値を検出できるため適しているとしている。しかしながら、小数視力 1.0（0.01logMAR）より下側の視力が良い領域では、視標の間隔が狭いことから正常成人でも読み分け困難が生じる。

本研究で片側に視標のない視標周辺部条件と両側に視標がある視標中央部条件で測定した視力値に有意な差があることが明らかになったため、読めた段の一段下の視標が 1 個読めたら-0.021logMAR 加算するという視力の算出方法は、問題があるといえる。本研究で使用した自作 logMAR 視力表は、周りを同じ段階のランドルト環で囲い中央部の 9 個のランドルト環を視標中央部条件としたが ETDRS チャートの配列は各列 1 列のみで下段との間隔は下段の視標 1 個分である。また下段の視標の大きさは自作 logMAR 視力表では同じ大きさだが実際は小さくなるため、ETDRS チャートの配列を再現しているとは言えない。しかしながら、明らかに列の端の視標と中央の視標とでは条件が異なる。この評価方法を使うのであれば、視標を 7 個配列し、中央の 5 個のみを使用して測定すれば視標の条件は同じとなるため、1 つ正解すれば-0.021logMAR 加算するのは非常に合理的で、より精密な評価ができる。

第 2 実験より、小数字づまり視力検査器で小数視力 1.5（-0.21logMAR）と評価された被験者が、自作 logMAR 視力表 2 では-0.21logMAR は正解できなかった。しかし、視標の間隔を視角 0.134° 間隔に広げれば、正解することができた。これは、字づまりによる読み分け困難が解消されたといえる。昌原ら（2003）は、上下の視標との間隔は下段の視標 1 字分のみとされている ETDRS チャート配列の Vector -vision 社

製の CSV-1000 と logMAR 視力を字ひとつ視標を用いて測定できるニデック社のスペースセービングチャート 350 とを比較し, ETDRS チャートでは読み分け困難が生じることを報告している。字づまりと字ひとつの厳密な規定はなく, 所 (2000) によれば 20 cm 四方に他の文字がないと字ひとつとしている。あまりに過度な字づまり視力表が提示されると, 視力を測定されることにストレスを感じてしまったり, 個人のパーソナリティによって視力値が変わってしまったりする可能性も考えられる。ETDRS チャートは低視力者の閾値検査としては優れているが, 矯正視力が良好な場合の眼鏡度数の決定の際などでは読み分け困難が起こり, 判断がしにくいことが予想される。また, 弱視患者や幼小児の視力検査にも不適であるといえる。

測定する視力表によって視力が異なることは, 視力が診断基準, 治療効果の評価を行う基本となることから, 大きな問題となる。各視力表の持つ特徴を理解し, 対象, 疾患, 目的などによって視力表を使い分けるとともに, 検査結果には視力測定を行なった機器の種類を明記する必要があると考えられる。

5. 引用文献

- Bailey, I.L., Lovie, J.E. (1976). New design principles for visual acuity letter charts. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 53(11), 740-745.
- Ferris III, F.L. Kassoff, A. Bresnick, G.H. Bailey, L. (1982). New visual acuity charts for clinical research. *American Journal of ophthalmology*, 4(1),91-96.
- 深井小久子(1998)「Crowding phenomenon」『眼科プラクティス』(35),64-67.文光堂,東京.
- 萩原朗他 (1964)「視力の基準について」『日本醫事新報』2085,29-34.
- 花田有里子, 前田忠篤, 春石和子, 渡邊一郎, 桐生純一 (2012)「特発性黄斑前膜に対する検者の介入による視力の向上」『日本視能訓練士協会誌』41,171-176.
- 長谷部聡 (2011)「視力・屈折検査」『臨床眼科』65(11),12-17.
- 稲垣尚恵, 内海隆, 大辻順子, 信組明子 (2001)「対数視力の概念を考慮したランドルト環単独視標の試作と試用経験」『眼科臨床医報』95(6),595-598.
- 加納真衣, 南谷由美子, 高村佳弘, 久保江理, 赤木好男 (2010)「加齢黄斑変性症の視力評価における小数視力表と LogMAR 表の比較」『日本視能訓練士協会誌』39,239-243.
- 湖崎克, 小山賢治, 柴田裕子,三上千鶴 (1966)「幼稚園児の視力について」『臨床眼科』20,661-666.
- 湖崎克(1970)「小児の視力と屈折」『臨床眼科』24,15-22.
- 川守田拓志, 松本富美子, 魚里博, 王国琴, 三橋俊文, 大沼一彦, 古野間邦彦, 不二門尚 (2013)「臨床視力表に関する多施設アンケート調査」『視覚の科学』34(2),42-53.
- 昌原英隆, 後藤浩也, 前田直之, 不二門尚 (2003)「logMAR 視力における字ひとつ視力と字づまり視力の比較」『視覚の科学』24(1),21-24.
- 松本富美子,若山暁美,大牟禮和代,田野上恭子,大島利文,楠部亨(1999)「ランドルト環 Crowded Card による読み分け困難の検討 -正常人と正常小児-」『日本視能訓練士協会誌』27,241-245.
- Ogle, K.N. (1953). On the Problem of an International Nomenclature for Designating Visual Acuity. *American Journal of ophthalmology*, 36(7),909-921.
- 大島祐之(1961)「視力検査法」『日眼全書』(第5巻)48-85.金原出版.東京.
- 大島祐之, 篠田茂, 榎本辰男, 高垣益子, 磯部理美子 (1965)「新作平仮名視力表について」『臨床眼科』19(3),91-101.

- 大頭仁 (1982)「視力検査標準化の動き」『眼科』24,1049-1058.
- 佐々木信, 帆足悠美子 (2012)「弱視治療用眼鏡箔(Bangerter foils)における有効性の検討 - 各眼鏡箔による遮閉効果の比較 - 」『日本視能訓練士協会誌』41, 243-247.
- 滝本正子, 李俊哉, 築島謙次, 林弘美, 菅野和子, 武居佐恵, 久保明夫「Bailey 式の対数視力表と従来の小数視力表と用いて評価した対数視力表の差異について」『眼科紀要』51,1153-1156.
- 田辺竹彦 (1981)「弱視総論」『視能矯正 -理論と実際- 』(増補第3刷)81-96.金原出版.東京
- 所敬 (1998)「視力検査の現状と問題点」『日本視能訓練士協会協会誌』26, 63-64.
- 所敬 (2000)「字づまり視力と字ひとつ視力」『眼科診療プラクティス 57 正しい視力の測り方』69.文光堂.東京.
- 内海隆(2001)「視力の臨床 1 視力表のこれまでと将来.」『神経眼科』18(3),265~271.
- Von Noorden, Gunter. (1990). *Binocular vision and Ocular Motility*. 216-219. Saint Louis • Baltimore • Philadelphia • Toronto : The C.V. Mosby Company
- 好川由利子, 畑崎泰定, 松田育子, 荒木由美, 中塚敬之, 川畑智香, 前田直之, 不二門尚(1998)「多機能視力測定装置 CSV-1000 の使用経験」『日本視能訓練士協会誌』26,130-134.