

拡大読書器の2色画面の見やすさの評価
——網膜色素変性の弱視者を対象として——

障害者職業総合センター

渡 辺 哲 也
岡 田 伸 一

東京工芸大学

久 米 祐 一 郎

神奈川県総合リハビリテーションセンター

七沢ライトホーム

渡 辺 文 治

宮城教育大学

青 木 成 美

拡大読書器の2色画面の見やすさの評価

——網膜色素変性の弱視者を対象として——

障害者職業総合センター

渡 辺 哲 也

岡 田 伸 一

東京工芸大学

久 米 祐 一 郎

神奈川県総合リハビリテーションセンター

七沢ライトホーム

渡 辺 文 治

宮城教育大学

青 木 成 美

概要：近年、拡大読書器の多機能化が進んでいる。画面表示に関しては、従来からの反転表示、フルカラー表示に加えて、2色画面の文字と背景にアンバ、緑、青など様々な色を選択できる機種が製品化されている。これらの2色画面が弱視者にとってどの程度有効かを検討するため、市販の拡大読書器1機種を選んで、その2色画面の見やすさを、網膜色素変性を眼疾患とする弱視者5名に評価してもらった。その結果、色の差の効果はあまり認められず、輝度比の効果が圧倒的であった。評価値は、文字と背景の輝度比にほぼ比例しており、最も輝度比の高い2色画面（白／黒、及び、黄／黒）が最も高い評価を得た。また、従来からしばしば報告されている反転表示の効果も確認した。

キーワード：拡大読書器、2色画面、網膜色素変性、色差、輝度比、反転表示

1 はじめに

拡大読書器は、ビデオカメラを直接モニタにつなぎ、カメラで撮影した映像をモニタ画面上に拡大して映し出す装置で、弱視者の読み書き作業を支援する。画面の明るさ、映像のコントラスト、拡大率などが調整可能なため、様々な視力状況の弱視者に対して個別に対応できる。拡大読書器の形態は、机やテーブルの上に据え置いて使用するデスクトップ型と、それより小さな携帯型に分類できる。これらはさらに、カメラとモニタが一体化したものと、両者が分離したものに分けられる。分離型のモニタには、家庭用テレビやパソコンのモニタを利用する。

日本における弱視者個人への拡大読書器の普及は、値段が比較的高いこともあってか、1990年代初めまでの約20年の間、緩やかに進んできた¹⁾。ところが、1993年に厚生省が視覚障害者

の日常生活用具として拡大読書器を指定して以来、その支給件数は年々増加し、拡大読書器は国内の弱視者の間に急速に浸透していった¹⁷⁾。このような購入数の増大を受けて、拡大読書器の種類は増え、また多機能化が進んでいる¹⁶⁾。画面表示機能に関しては、従来からの反転表示、フルカラー表示に加えて、2色画面の文字と背景にアンバ、緑、青など様々な色を選択できる機種が数社から製品化されている。これらの製品の2色画面は、弱視者にとってどの程度有効なのだろうか？これまで、モニタのRGB信号の操作で色を設定して、弱視者の好む表示色を調べた実験例はある²⁾。しかし、実際の製品の表示色と見やすさの関係を検討した報告は見られない。そこで、市販の拡大読書器1機種を選んで、その2色画面の見やすさを、網膜色素変性を有する弱視者に評価してもらった。

なお、拡大読書器に関して詳しくは文献^{4), 16), 19)}を参照されたい。

2 2色画面と反転表示

文字を読む際に便利な2色画面には、従来、黒／白（文字が黒色で、背景が白色）、または白／黒を用いるのが一般的だった。このため、白黒画面、モノクロ画面、などと呼ばれる。今回評価する画面では、文字と背景に、白と黒だけでなく、それ以外の様々な色も選択できるため、白黒画面、モノクロ画面の表現は適切でない。そこで、本論文では2色画面と表す。同じ理由により、白黒反転表示という言葉も不適切となるため、単に、反転表示と表す。2色画面の反転表示とは、文字の方が背景より輝度が高い画面を指すことにする。

3 手法

(1) 拡大読書器と評価画面

評価に使用した拡大読書器は米国 TeleSensory社のAladdin Genie (Model GE-2)である。この拡大読書器には3種類の2色表示モード（標準、反転、反転ソフト）にそれぞれ12種類の色の組合せがあり、合計36種類の2色画面を利用できる。反転表示モードは、上述の通り、文字の方が背景より輝度が高い画面である。ソフト反転表示モードでは、反転表示モードより輝度がやや低い。標準表示モードでは、背景の方が文字より輝度が高い。反転と反転ソフトモードでは色が同じなため、色の組合せは24種類となる。24種類の2色画面を有する機種としては他に、ニュージーランドのPulse Data社によるSmart View CSがある。これら2機種の2色画面の選択肢の数は、市場に出ている拡大読書器の中で最も多い。Aladdin Genieの拡大率は17インチモニターで4倍から36倍まで調節可能、フォーカスは手動で調整する。モニターには17インチのトリニトロンマルチスキャンディスプレイ (Sony, CPD-17MS) を使用した。拡大読書器とモニターの間はSVGAインタフェースを介して接続した。SVGAの解像度は横800×縦600であり、モニターは自動ゲイン調整機能をもつ。

表1 評価者のプロフィール

評価者	性別	年齢	右眼視力	左眼視力
MH	男	48	0.01	0.02
KK	女	58	手動弁	0.03
YK	男	56	0	0.02
MY	男	55	0.1	0.02
MS	男	51	0.04	0.04

(2) 評価者

評価者は、網膜色素変性を眼疾患とする弱視者5名である。評価者のプロフィールを表1に示す。表中、視力が0と手動弁の2眼を除き、中心視野がある。

(3) 手順

評価は1名ずつ行うため、1日あたり1名ないし2名を対象とし、計4日間にわたり実施した。評価は、ブラインドで外光を遮断した室内で行った。椅子に人が座った状態で測定した机上及びモニター面での照度はそれぞれ、420lx～550lx、及び350lx～410lxであった。

CCTV本体とモニターに電源を投入後およそ30分経過時に、画面の輝度と色度を測定した。測定には、色彩色差計 (Minolta, CS-100) とクローズアップレンズ (No.135, 最小測定径5.2mm, 最大測定距離615mm, 最短測定距離447mm) を用いた。測定した画面条件は表2に示した。

輝度と色度の測定後、弱視者に画面を評価してもらう。評価者は机の前に座り、机上のモニ

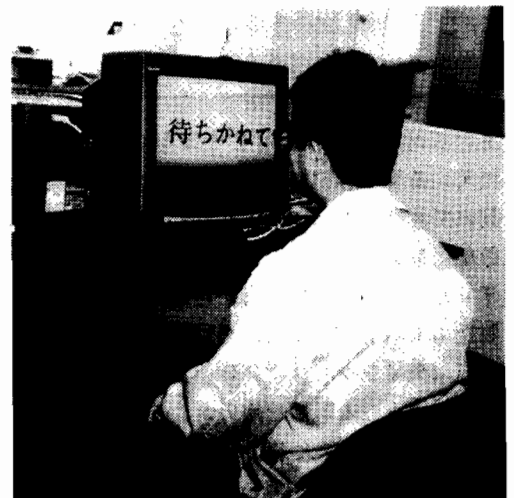


図1 評価試験の様子

表2 2色画面の文字と背景の色名、輝度、色度座標

表示モード	文字				背景			
	色名	輝度 Y[cd/m ²]	色度座標 x _c y _c		色名	輝度 Y[cd/m ²]	色度座標 x _b y _b	
標準	黒	10	0.318	0.356	白	123	0.275	0.301
	黒	13	0.314	0.448	緑	216	0.284	0.587
	黒	10	0.386	0.379	アンバ	100	0.519	0.407
	黒	11	0.289	0.350	水色	151	0.210	0.306
	黒	11	0.352	0.395	黄	156	0.401	0.474
	黒	11	0.317	0.292	明紫	65	0.280	0.158
	黒	11	0.413	0.371	赤	71	0.583	0.357
	緑	86	0.288	0.552	白	118	0.274	0.299
	赤	39	0.532	0.350	白	119	0.273	0.301
	明紫	48	0.282	0.170	白	119	0.274	0.303
	青	21	0.167	0.108	白	120	0.276	0.303
	青	20	0.176	0.123	黄	136	0.400	0.475
ソフト反転	白	320	0.279	0.301	黒	8	0.331	0.373
	緑	205	0.285	0.588	黒	7	0.345	0.396
	アンバ	134	0.545	0.405	黒	7	0.350	0.386
	水色	258	0.209	0.308	黒	8	0.330	0.376
	黄	276	0.414	0.482	黒	8	0.345	0.389
	明紫	112	0.290	0.159	黒	8	0.337	0.366
	赤	99	0.594	0.357	黒	7	0.348	0.384
	白	277	0.278	0.292	緑	167	0.286	0.580
	白	217	0.270	0.301	赤	61	0.572	0.357
	白	157	0.274	0.385	明紫	53	0.283	0.164
	白	264	0.284	0.314	青	29	0.155	0.084
	黄	267	0.415	0.484	青	32	0.154	0.081
反転	白	396	0.278	0.301	黒	9	0.327	0.367
	緑	280	0.283	0.587	黒	8	0.341	0.396
	アンバ	161	0.512	0.412	黒	8	0.347	0.384
	水色	314	0.208	0.305	黒	8	0.328	0.376
	黄	339	0.383	0.444	黒	8	0.343	0.388
	明紫	137	0.283	0.154	黒	8	0.333	0.362
	赤	103	0.591	0.356	黒	7	0.347	0.381
	白	234	0.277	0.288	緑	169	0.287	0.580
	白	206	0.269	0.301	赤	60	0.571	0.356
	白	139	0.274	0.312	明紫	53	0.276	0.159
	白	253	0.284	0.316	青	30	0.155	0.083
	黄	261	0.387	0.458	青	31	0.154	0.082

タと正対した(図1)。評価実験の前に、実験で用いる文字列試料と同じ大きさと字体の文字列試料を評価者に見せ、各評価者の見やすい視距離と拡大率を設定させた。文字列試料は、小学6年生の国語の教科書から選んだ漢字を含む物語の文章である。これをワープロで横書きし、白紙に黒インクで、明朝体、12ポイントでプリントアウトしたものを用いた。5人の視距離は18cm~63cm、拡大率は5倍~15倍であった。

以上の準備の後、評価の手順を説明しながら、実際の評価と同じ進め方で数10種類の画面を評

価する練習を行った。評価は3セットに分けて行った。1つのセットでは、36種類の評価用画面をランダムな順序で1回ずつ評価者に呈示する。各画面は、5段階の基準(5:大変見やすい, 4:見やすい, 3:普通, 2:見にくい, 1:大変見にくい)で評価された。評価者は、文字列試料を自由に動かしながら、30秒を限度に任意の時間、画面を見ることを許された。しかし、実際にはほとんどの画面が数秒のうちに評価された。セット間には5分から10分の休憩をはさんだ。

表3 色差及び輝度比と評価値の関係。評価値は被験者ごとに平均した値を示している。

表示モード	文字色	背景色	色差	輝度比	評価値					
					MH	KK	YK	MY	MS	全平均
標準	黒	白	0.038	12.45	2.33	2.33	2.00	2.00	2.00	2.13
	黒	緑	0.056	16.60	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.20
	黒	アンバ	0.082	9.71	2.33	2.00	2.00	2.00	2.00	2.07
	黒	水色	0.053	14.06	2.33	2.33	2.00	2.00	2.00	2.13
	黒	黄	0.035	14.48	2.33	2.00	1.67	2.33	2.00	2.07
	黒	明紫	0.128	6.07	1.67	1.33	1.00	1.33	2.00	1.47
	黒	赤	0.133	6.33	1.33	1.67	1.33	1.00	1.67	1.40
	緑	白	0.117	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	赤	白	0.180	3.03	1.33	2.00	1.00	2.00	1.67	1.60
	明紫	白	0.129	2.48	1.00	1.67	1.00	1.33	1.00	1.20
青	白	0.203	5.62	2.00	1.67	1.33	2.00	2.00	1.80	
青	黄	0.274	6.84	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	2.07	
ソフト反転	白	黒	0.046	38.51	5.00	5.00	4.33	4.67	3.00	4.40
	緑	黒	0.092	28.85	4.33	4.33	4.00	3.67	2.00	3.67
	アンバ	黒	0.126	18.39	3.67	4.00	3.00	3.67	2.00	3.27
	水色	黒	0.079	33.42	4.67	4.33	4.00	4.00	2.67	3.93
	黄	黒	0.045	35.66	4.67	4.33	4.00	4.67	3.00	4.13
	明紫	黒	0.173	14.55	3.00	3.33	3.00	2.67	2.00	2.80
	赤	黒	0.190	13.39	2.67	3.00	1.00	2.33	2.00	2.20
	白	緑	0.131	1.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	白	赤	0.210	3.55	2.67	2.67	3.00	3.00	2.00	2.67
	白	明紫	0.185	2.94	1.33	2.00	1.00	2.33	2.00	1.73
白	青	0.252	8.99	2.67	2.67	2.67	3.00	2.67	2.73	
黄	青	0.350	8.41	4.33	3.00	2.67	3.67	2.33	3.20	
反転	白	黒	0.043	44.69	5.00	5.00	4.67	5.00	3.00	4.53
	緑	黒	0.091	36.82	4.67	5.00	4.67	5.00	3.00	4.27
	アンバ	黒	0.102	21.03	4.00	3.67	3.00	4.00	2.33	3.40
	水色	黒	0.079	39.32	5.00	5.00	4.00	4.67	3.00	4.33
	黄	黒	0.028	42.74	5.00	5.00	5.00	4.67	3.00	4.53
	明紫	黒	0.176	18.11	3.67	3.67	3.67	3.33	2.00	3.27
	赤	黒	0.189	13.79	3.00	3.33	2.00	3.00	2.00	2.67
	白	緑	0.134	1.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	白	赤	0.209	3.40	2.67	2.67	3.00	2.33	2.00	2.53
	白	明紫	0.146	2.63	1.67	2.00	1.00	1.67	1.33	1.53
白	青	0.255	8.49	3.33	3.33	3.00	4.00	2.67	3.27	
黄	青	0.336	8.31	4.00	3.33	3.00	3.67	2.67	3.33	

4 結果と考察

今回得た評価値は順序尺度上の値だが、間隔尺度上の値と見なして以後の統計処理を行った(付録1を参照)。

表3には各評価者の評価値(3回分の評価値の算術平均)をすべて記した。また、全データ(各画面につき5人×3回=15)の算術平均も記載し参考に供した。同表中の色差と輝度比の算出方法については以下の項及び付録で説明する。統計処理はすべて表示モードで分類して行うが、ソフト反転表示モードは反転表示モードに含めた。

(1) 色差の効果

2色画面の文字色と背景色の色差が評価値に及ぼす影響を見る。色差とは2つの色がどれだけ異なって見えるかを表す心理量で、評価前に測定した色度から算出する(付録2を参照)。

色差と評価値との関係を図2(a)~(e)に示す。反転表示モードでは相関係数は $r = -0.230 \sim -0.504$ となり、2名の結果に比較的強い相関が見られるものの、他の3名では弱い相関を認めるに留まった。標準表示モードでは相関係数は $r = -0.106 \sim -0.424$ で、比較的強い相関が見られた評価者が1名、弱い相関が見ら

れた者も1名、他の3名ではほとんど相関が認められなかった。

このように色差が見やすさに与える影響は全般に小さいと考えられる一方で、評価者全員に共通して相関係数の符号が負であった点に注意しておく必要がある。これは2色が近いほど見やすいことを意味しており、経験的には受け入れがたい結論である。これは色差以外の他の

要因（おそらく輝度比）が強く影響した結果と考えられ、この点については次項で検討する。

(2) 輝度比の効果

標準表示モードにおける輝度比は、表2中の輝度値を用いて、

$$(\text{背景の輝度}) / (\text{文字の輝度})$$

で計算し、反転及びソフト反転表示モードではその逆数とした。計算した輝度比の値を表3に

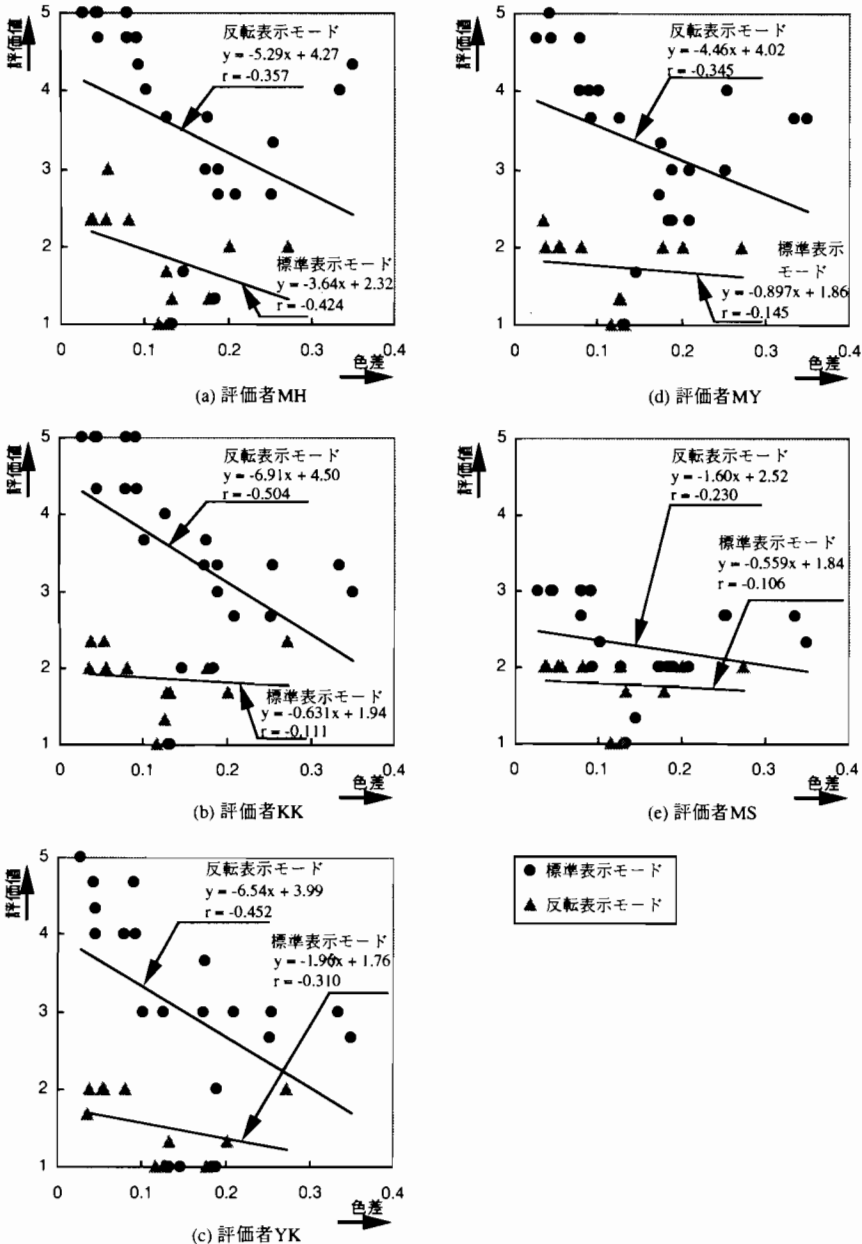


図2 色差と評価値の関係。評価者ごとに図を作成した。図中の直線は各表示モードの回帰直線である。その近似式と相関係数も図中に示した。

示した。

対数表示した輝度比と評価値の間で相関係数を求めると、標準表示モードで $r = 0.661 \sim 0.914$ 、反転表示モードで $r = 0.806 \sim 0.965$ であり、1例を除いて強い正の相関が両モードにおいて認められた (図3 (a) ~ (e))。同図の回帰直線は、評価値が輝度比 (対数表示) に応じて直線的に高くなる様子を表している。弱視

者の読みにおける輝度比の影響については、これまでも利用状況調査や心理物理実験に基づいた報告がされているが^{11), 10), 18)}、本評価はこれらを定量的に裏付ける結果となった。今回は各表示モードにおいて12種類の色の組合せがあるが、このような色の違いにも関わらず、輝度比と評価値の間で強い相関関係が見られたことから、見やすさには輝度比の影響が支配的である

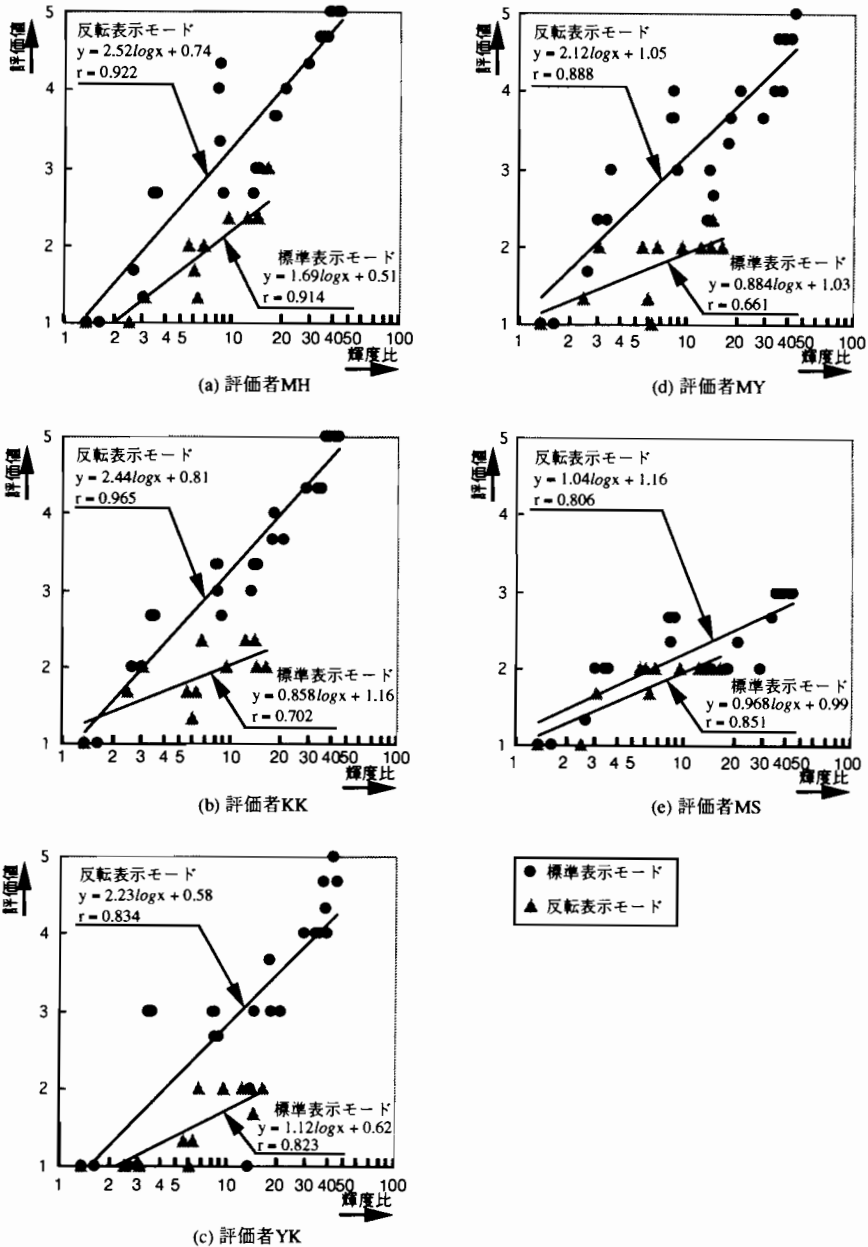


図3 輝度比と評価値の関係。評価者ごとに図を作成した。図中の直線は各表示モードの回帰直線である。その近似式と相関係数も図中に示した。

と言える。

前項で指摘した色差と評価値との弱い負の相関について、輝度比の効果の観点から再検討してみよう。図3において色差0.1以下の2色画面群は、背景色が黒色に対して文字色が白色・黄色・水色・緑色・アンバであり、輝度比が高い。その結果として評価値が高くなり、図3の回帰直線の傾きを負にするのに寄与したと考えることができる。

(3) 反転表示の効果

表3及び図2と図3から明らかなように、標準表示モードと反転表示モードでは、反転表示モードの方が評価値が高い。図3において反転表示モードの回帰直線の傾きは1名を除いて標準表示モードのおよそ2倍となっている(2.12~2.52 vs. 0.858~1.69)。このため、仮に同じ輝度比条件を設定しても、反転表示の方で高い評価値が予測される。網膜色素変性を障害要因とする拡大読書器のユーザが反転表示画面を好む傾向にあることは、アンケート調査及び心理物理実験から知られている^{3), 5), 6), 9), 12), 14)}。今回の結果からも同様な傾向が確認された。その理由として、角膜、水晶体、硝子体など眼球の透光経路における混濁が一般に指摘されているが⁹⁾、本論文ではその要因の究明には触れない。

(4) 評価者間の相違

上に述べた2つの傾向、すなわち(1)評価値は輝度比(対数表示)に応じて直線的に高くなることと、(2)標準表示モードより反転表示モードの画面の方が評価値が高いことは、すべての評価者で確認され、この点において評価者間の相違は見られなかった(図3)。ただし、評価者1名(MS)は主観的な評価基準が厳しかったようで、最高評価値が3点に留まった。この1名を除けば、輝度比対評価値の回帰直線の傾きも、評価者の間でほぼ等しかった(図3)。

評価者MSを除いた4名の評価者間で評価値の差が1点を越えた画面は、黄/青、赤/黒、白/明紫の3つの組合せであった。この違いが視力状況によるのか、あるいは色に対する好みから生じるのかについては今後検討を要する。これ以外では、見やすい(あるいは見にくい)と判断された画面は全員でほぼ一致した。

(5) まとめ—2色画面の効果

結論として、2色画面は網膜色素変性の弱視者にとって有効だったと言えるのだろうか? 高い評価値を得た画面として、評価値が4以上の2色画面6種類の色を表3で見ると、背景は黒色または青色で(いずれも反転表示)、文字色は白色・黄色・水色・緑色・アンバであった。このうち最も高い評価値を得た画面の1つが白/黒の組合せであることから、画面の見やすさだけが条件ならばモノクロ画面で十分にユーザのニーズは満たせると言える。ただし、評価の高い6種類の画面の中からユーザの好みで選べるなら、その方が望ましい。

ユーザの好みに関して青木は、網膜色素変性の拡大読書器ユーザがアンバ系統の色を好むことを報告している²⁾。今回の評価でもアンバ/黒の組合せは見やすい画面に選ばれた。しかし最も高い評価は得られず、4点で「見やすい」という評価に留まった。これは文字色が白色・黄色・水色・緑色の画面の方がアンバ/黒より輝度比がはるかに高かったためと考えられる。これに対して青木の報告では、アンバ/黒の次に見やすいとされた画面は、アンバ/黒より輝度比が低かった。

一方で、ユーザの嗜好を考慮しても不要と思われる2色画面も明らかになった。白と緑の組合せは評価者が全員一致して最も低い評価(1点)を与えた。ついで白と明紫の組合せも評価が低かった。これらの2色画面が装備されていなければ画面選択の際の手間が省けるので、ユーザにとっては便利であると思われる。

参考として以上のまとめを、視機能に障害のない者を被験者とした文字画像の評価結果と比較した。視覚に障害のない者では、輝度比の不足を色のコントラストが補う²²⁾、UCS色度図上で距離の大きい2色の組合せほど読みやすい²¹⁾、など色差の効果が認められる一方で、色度図上の距離が小さい2色も評価が高い²²⁾、1つの色と無彩色の組合せがよい²²⁾、という報告もなされており、色差の効果を断言できるに至っていない。まとめると、色度と輝度が同時に変化する条件下では輝度比の効果が支配的であり、色差の効果は認めづらいと言える^{21), 22)}。網膜色素

変性の弱視者による評価の解析結果は、このま
とめと一致するものだった。

今後、見やすさに及ぼす色の効果をさらに詳
しく調べるには、同じ輝度比で異なる色という
評価条件を設定する必要がある。この際、好ま
しい色という観点から評価・解析することも重
要である。また教育・就労の場面において拡大
読書器を使った効率的な読書を考えると、読み
速度による画面評価も求められるだろう。

5 おわりに

今回、網膜色素変性の弱視者5名に評価して
もらった範囲においては、色の差が見やすさに
与える効果は顕著な形では見られず、むしろ輝
度比の効果が圧倒的であった。これより、輝度
比を測るだけで見やすい画面をあらかじめ選別
できることがわかった。また、反転表示が重要
であるという従来からの知見も確認することが
できた。

ところで、視神経萎縮を眼疾患とする弱視
者では逆に標準表示画面を好むことが多いな
ど^{11), 5), 17)}、弱視者のニーズは様々であり、今
後、他の眼疾患をもつユーザによる評価や、他
の拡大読書器を対象とした評価が望まれる。そ
のような評価の際、また、現場でのアドバイ
スの際、拡大読書器を改良・開発する際の資料
として、今回のデータが役立てば幸いである。

謝辞

評価結果について御討論いただいた大倉元宏
氏（成蹊大学）、北林裕氏（日本盲人職能開発
センター）、坂尻正次氏（障害者職業総合セン
ター）、仲泊聡氏（神奈川県総合リハビリテ
ーションセンター）、中村哲夫氏（九州看護福祉
大学）、向後礼子氏（障害者職業総合センター）
に感謝いたします。特に坂尻氏には評価試験の
実施に多くの時間を割いていただきました。本
研究の一部は、日本失明予防協会の平成9年度
研究助成による。

付録1 - 評価値の処理について

今回得た評価点は順序尺度上の値であり、そ
のままでは算術平均や標準偏差、相関係数など

の算出処理を適用できない。そこで、系列範疇
法¹³⁾の手続きに従い全データを間隔尺度に変換
したところ、元の順序尺度値と変換後の値の間
にはほぼ1に近い相関が見られたため（ $r =$
 0.983 ）、評価点を間隔尺度上の値と見なして統
計処理を行った^{11), 30)}。

付録2 - 色差について

色差（あるいは色度の差）は物体の色度座標
値だけで決まらず、物体の形や輝度など様々な
要素の影響も受ける。ここでは、CIE1976UCS
色度図上の2色間の距離を色差として利用した。
色差を求めるには、まず測定した色度座標値
（表2の (x, y) の値。これはCIE1931色度図
上の座標値である）をUCS色度図上の座標値
（ u', v' ）に変換し、次に2色の座標間の距離
を計算する。変換式は下のようになる。

$$u = \frac{4x}{-2x + 12y + 3}, \quad v = \frac{6y}{-2x + 12y + 3}$$
$$u' = u, \quad v' = 1.5v$$

各画面の色差の値は表3に示した通りである。
但しCIE1976UCS色度図は本来、等輝度の色刺
激間の色差を表すのに用いる。今回評価に用い
た文字部と背景部とでは輝度が異なるので、こ
の点には注意を要する。なお、色度座標値、色
度図、色差について詳しくは文献7、8、15を
参照されたい。

文献

- 1) 青木成美・古田信子(1989)：弱視者におけ
るCCTVのコントラストと見やすさの関係。
第27回日本特殊教育学会発表論文集、30-31。
- 2) 青木成美(1993)：CCTV画面における見や
すさの検討 - 文字と背景の色の違いについ
て -。第31回日本特殊教育学会発表論文集、
88-89。
- 3) 青木成美他(1996)：網膜色素変性における
白黒反転効果の検討。第34回日本特殊教育学
会発表論文集、18-19。
- 4) 青木成美(1997)：CCTVの歴史と現状。
PIN、18、視覚障害情報機器アクセスサポ
ート協会、43-45。
- 5) 古田信子・青木成美(1989)：弱視児の見え
方に及ぼす白黒反転の効果。弱視教育、27

- (2), 6-8.
- 6) Gardner, L. R.(1985) : Low vision enhancement: The use of figure-ground reversals with visually impaired children. *J. Visual Impairment & Blindness*, 79 (2), 64-69.
 - 7) 池田光男(1980) : 色彩工学の基礎. 朝倉書店.
 - 8) 小林駿介編著(1992) : 電子ディスプレイ. 電子情報通信学会.
 - 9) Legge, G. E., et al.(1987) : Contrast polarity effects in low vision. Woo, G. C. (ed.) : *Low Vision, Principles and Applications*, 288-307, Springer - Verlag.
 - 10) Legge, G. E., et al.(1990) : Psychophysics of reading. XI. Comparing color contrast and luminance contrast. *J. Opt. Soc. Am.*, 7 (10), 2002-2010.
 - 11) 森敏昭・吉田寿夫(1990) : 心理学のためのデータ解析テクニカルブック. 北大路書房.
 - 12) 中野泰志(1991) : 弱視者の視認性を考慮した文字の効果的提示方法(1) - コンピューターディスプレイでの白黒反転効果 -. 情報処理学会研究報告, 95-HI-39-3.
 - 13) 難波精一郎・桑野園子(1998) : 音の評価のための心理学的測定法. コロナ社.
 - 14) 野路潤・北原健二(1994) : 種々の眼疾患による視覚障害者に対する拡大読書器の検討 - 主に網膜色素変性症例について -. 第20回感覚代行シンポジウム, 157-158.
 - 15) 大山正・今井省吾・和気典二(1994) : 表色系. 新編感覚知覚心理学ハンドブック, 誠信書房.
 - 16) 岡田伸一(1997) : 就労支援機器としてのCCTV. PIN, 18, 視覚障害情報機器アクセスサポート協会, 46-49.
 - 17) 岡田伸一他(1999) : CCTVの普及および利用の状況. 第8回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, 45-48.
 - 18) Rubin, G. S. & Legge, G. E.(1989) : Psychophysics of reading. VI. The role of contrast in low vision. *Vision Res.*, 29 (1), 79-91.
 - 19) 視覚障害情報機器アクセスサポート協会編(1999) : CCTV. 視覚障害情報機器アクセスサポート協会.
 - 20) 田中良久(1977) : 心理学的測定法第2版. 東京大学出版会.
 - 21) 鑑沢勇・井上正之(1983) : 文字画像における配色と見易さの関係. テレビジョン学会技術報告, 7 (19), 25-30, VV59-5.
 - 22) 吉田辰夫他(1986) : 文字放送画像の好ましい配色. テレビジョン学会誌, 40 (8), 146-153.