

## 第2章 知覚適合性（ディスプレイ及び印刷物上の表示文字）

### 2. 1 表示文字に関する問題点

高度情報社会の到来により、情報の伝達手段として印刷物から電子ディスプレイへと主役が移行しつつある。通信網の高速化ならびに緻密化は今後さらに進むことが予想され、テレビ、電話、コンピューターが一体となった情報通信システムのみならず、近い将来には家電製品から、乗り物、ならびに光熱の制御や警備を含む居住空間のトータルシステムまで、電子ディスプレイを行動の基点とするライフスタイルが現出すると考えられる。電子ディスプレイにはそれらの機器の稼動状態や、操作手順、異常が起こった場合の信号などが表示され、判断を視覚に頼る機会が現在よりもさらに多くなる。

その一方で、高齢化社会への移行は、今や 65 歳以上の高齢者が総人口比率の 20% に近づき、21 世紀の中頃には総人口の半数が 65 歳以上の時代を迎えることになることが予測されている。その多くは現在からパソコンに慣れている世代であるが、加齢によって、視力の低下や遠視化による文字の読み取りにくさ、また調節力の低下による疲労の増加、透光体の黄変によって感色が異なってくる、などの変化が生じてくることは否めない。

このような社会的背景を考え合わせれば、現在行われている電子ディスプレイの表示文字の読みやすさに関する提案を行うことは大きな意義のあることであり、急務とも言える。

### 2. 2 計測の目的

本報告では、現在最も使用されているディスプレイの一つである透過型液晶ディスプレイに表示した文字の大きさ、字間隔、行間隔を変化させ、文字の読みやすさがどの様に評価されるか、さらに部屋の照度を変化させ、読みやすさの条件がどの様に変化するかについて、被験者の主観評価の回答のまとめを行った。多角的な条件の中から、輝度やコントラストを一定の状態、高齢者群、壮年者群、若年者群についてそれぞれ、上記した文字属性のうちどれが読みやすさに対して貢献度の高い要因であるかを見出すことを目的の一つとした。続いてこの結果を受け、貢献度の高い文字属性と表示輝度ならびにコントラストを変化させることにより、どの条件が高齢者群にとって見やすい表示であるか、壮年者群、若年者群との対比で検討を行った。

合わせて反射型液晶ディスプレイ、17 インチ CRT、プラズマテレビについて、透過型液晶ディスプレイとの比較を、参考データとして記載する。

### 2. 3 計測内容

被験者の属性調査として、5 m 視力ならびに視野角の測定を行った。また文字の読みやすさが部屋の照度により、どの様に変化するか測定するために、デジタル照度計により、床からの高さ 750 mm における水平照度を実験中に常時測定を行った。実験は 20 ルクス、100 ルクス、300 ルクス、500 ルクスのもとで行った。

表示文字実験に用いた透過型液晶ディスプレイ、17 インチ型 CRT、プラズマテレビのそれぞれに 256 階調の 0（黒）、80（灰）、160（薄い灰色）の黒点を表示させて、分光放射輝度計によって上記した実験照度における輝度測定を行い、また表示文字の背景である 256 階調の 256（白）の画面の輝度を測定し、両者の比率によりコントラストを算出した。反射型液晶ディスプレイは

0（黒）のみの測定とした。また印刷物の輝度は分光測色計を用いて黒部分と白部分の反射率を測定し、両者の差によってコントラストを算出した。

それぞれの照度における文字の読みやすさを、主観評価表により、文字の大きさ、字間隔、行間隔、明るさ、コントラスト、総合評価として、長時間の読み取り作業の際の使いやすさについて評価の回答を得た。

## 2. 4 計測装置仕様

今回は機器類は以下の2点について記述する。

### 2. 4. 1 透過型液晶ディスプレイ

（ADTEC社 AD-AC17R、画面320mm×240mm、1280×1024ピクセル）

主観評価実験に用いた液晶ディスプレイは17インチ型の透過型フィルム補償TN高解像度フルカラーTFT-LCDであり、表示輝度（3条件）×コントラスト比（3条件）の9条件に対して、19条件の文字サイズ、字間隔、行間隔を割り当て、文字フォントはMS P明朝体を使用した。画面中央に160×120mmの文字領域を作成し、表示はディスプレイの背景を256階調の256（白）、文字色を256階調における0（黒）、80（灰）、160（薄い灰色）を採用した。上記領域は640×512ピクセルにあたる。またコントラストはディスプレイに設定されている100段階における0、45、85の3段階を使用した。

### 2. 4. 2 分光放射輝度計



図3. 2-1 ミノルタ社 CS1000、マクロレンズ付

ディスプレイの表示文字の放射輝度ならびに背景である白の放射輝度を測定し、その比よりコントラストを求めた。背景に影響されず液晶や配列単位までの測定を行うため、0.1mmのサイズまで輝度を測定できるマクロレンズを装着して測定を行った。

## 2. 5 実験内容

以下のマップに示す表示文字評価実験を行った。

照度 (ルクス)	20	100	300	500
使用ディスプレイ 透過型 LCD			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験① ●         </div> 300 ルクス、コントラスト A	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験③ ▲ ● ■         </div> 300 ルクス、コントラスト A, B, C	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験④ ●         </div>	●	●	●
	20, 100, 300, 500 ルクス コントラスト A		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験⑥            ↓ △ ○ □            ↓ ▲ ● ■         </div> 300 ルクス、コントラスト A, B, C 文字輝度 黒、灰、白	
反射型 LCD (参考データ)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験⑧ ● ●         </div>			
	20 及び 100 ルクス、コントラスト A			
17 インチ CRT プラズマテレビ			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験② ●         </div>	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験⑦            ↓ ○ ●         </div> 300 ルクス、コントラスト A 文字輝度 黒、灰、白	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験⑨ ● ●         </div>	
			300, 500 ルクス、コントラスト A	
印刷物 取り扱い説明書			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験⑤ ●         </div> 300 ルクス、コントラスト A	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">           実験⑩ ●         </div>	●	●	●
	20, 100, 300, 500 ルクス、コントラスト A			

2. 6 実験結果

表示文字実験マップ中、実験①の透過型液晶ディスプレイの300ルクス、表示文字輝度256階調の0（黒）、コントラストA（100段階の45）の条件で表示文字の評価を行った。高齢者群18名、壮年者群8名、若年者群13名の評価結果と、読取りやすさの総合評価に作用している要因を見出すため重回帰分析を行った。

表3. 2-1

被験者の評価一覧の一例

以下、高齢者群17名分、壮年者群8名分、若年者群13名分が続く。

字大	字間	行間	E 評価
3	1	0	2
3	2	2	3
3	4	4	3
3	7	7	3
3	14	14	2
4	1	3	3
4	3	6	4
4	5	10	3
4	10	20	3
6	1	7	4
6	4	14	4
6	7	26	2
8	1	18	3
8	5	35	2
10	1	47	2
10	7	2	3
10	12	7	3
10	24	14	3
10	46	25	2

10	7	26	3
10	5	35	2

表3. 2-2 重回帰分析の結果

①高齢者群の結果

総合評価には、文字大の項目と字間隔が有意にはたらいている。

回帰係数

E 評価 対 3 独立変数

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切片	3.044	.165	3.044	18.474	<.0001
文字大	.142	.031	.303	4.632	<.0001
字間	-.021	.007	-.171	-2.940	.0035
行間	-.007	.007	-.067	-1.116	.2653

②壮年者群の結果

総合評価には、字間隔が有意にはたらいている。

回帰係数

M 評価 対 3 独立変数

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切片	3.559	.259	3.559	13.716	<.0001
文字大.2	.093	.048	.187	1.926	.0561
字間.2	-.044	.011	-.336	-3.873	.0002
行間.2	-.009	.010	-.078	.867	.3871

③若年者群の結果

総合評価には、字間隔が有意にはたらいている。

回帰係数

Y 評価 対 3 独立変数

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切片	4.078	.186	4.078	21.965	<.0001
文字大.3	.014	.035	.029	.393	.6945
字間.3	-.045	.008	-.363	-5.533	<.0001
行間.3	-.013	.007	-.118	-1.747	.0820

これらの結果から、一元的に文字の大きさが読みやすさを決定しているのではなく、全体の文字配置のバランスによって、読みやすさを感じていることが示唆されている。

表示文字の読みやすさを、文字の大きさと字間隔の比率ならびに、空白部分の扁平率を用いた文字配置バランスで整理を行った。

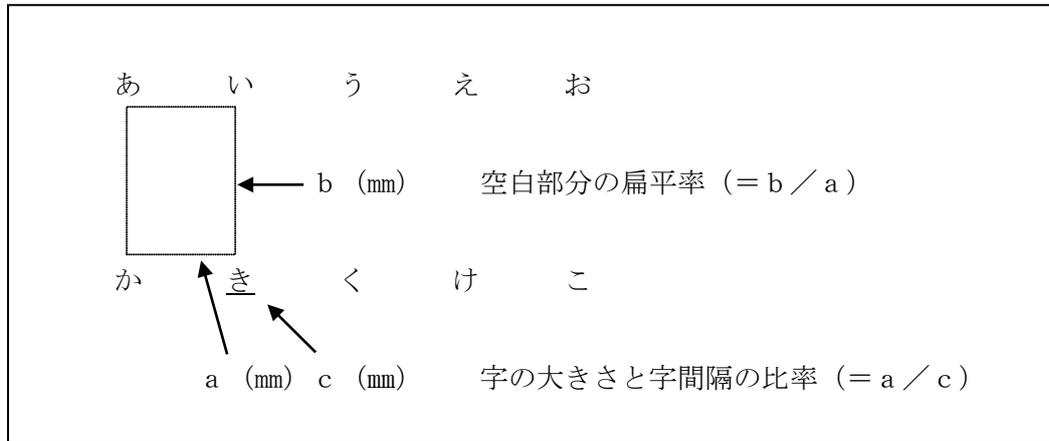


図3. 2-2 字の大きさと字間隔の比率 (a / c) と空白部分の扁平率 (b / a)

図3. 2-2に示した文字配列において、グラフの縦軸として文字の空白の扁平率 (b / a)、横軸として文字の大きさと字間の比 (a / c) を取り、ディスプレイの読み取りやすさの評価の高齢者群、壮年者群、若年者群それぞれの平均点を、表記の形を変えてプロットを行った。

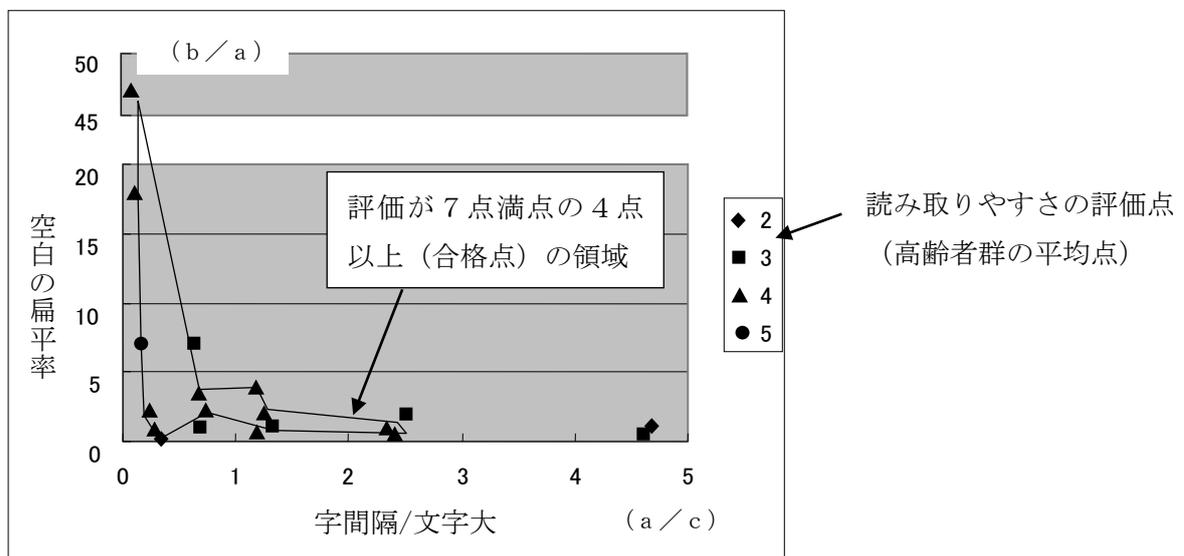


図3. 2-3 高齢者の読み取りやすさ評価の平均点と文字配置バランスの関係図

図3. 2-3に代表して高齢者群のグラフを示した。読み取りやすさの評価の合格点である4を結ぶと、その内側に5の評価、外側に3, 2の等高線が描けることから、読み取りやすさの文字配置バランス領域が存在していると考察される。この領域の境界は、横軸では字間隔が文字の横幅の2.5倍となる点であり、この数値を超えると評価は合格点を下回る。それに対し空白の扁

平率は47倍（文字の大きさの4.7倍）になっても合格点がつけられている。この結果は前述した被験者は読取りやすさの評価には、文字の大きさと字間隔が（行間隔よりも）有意にはたらいっている、という結果と矛盾しない。

実験マップに記した各実験の統計解析を進め、高齢者群を始めとする各年齢層に最適なディスプレイへの表示条件を提示すると同時に、表示条件と照度、コントラストと読取りやすさの関係、ディスプレイと印刷物との比較についても明らかにしていく。