

# 高輝度液晶ディスプレイ上における読みやすさの基礎的研究

日大生産工 (院) ○柳生 雄大 日大生産工 堀江 良典  
(財)日本色彩研究所 大内 啓子

## 1. 研究意義

液晶ディスプレイ (以下 LCD) の普及により、現在ではほぼすべてのパソコン製品に LCD が普及している。さらに輝度・コントラスト・視野角を向上させた新しい LCD が登場した。これは低反射のクリア偏向板を使用し、インバータやフィルタなどを改良、また AR コーティングを施したことで反射や映り込みを抑えた特徴があり、A4 サイズのノート PC やデスクトップ PC に使用されている。

図 1 は、コンピュータディスプレイのユーザ評価調査で、ディスプレイの変化を示している。2000 年から 2003 年にかけて LCD の使用の割合が増加し、逆に CRT ディスプレイの使用の割合が減少している。<sup>1)</sup>

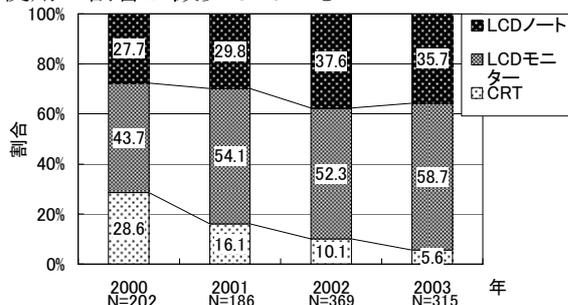


図 1. ディスプレイの変化

図 2 は、各パソコンメーカーが高輝度 LCD を採用している割合を示したグラフである。2004 年 1 月現在、各メーカーが現行機種で高輝度 LCD を採用している。

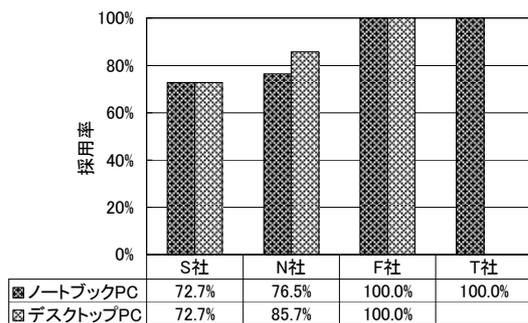


図 2. 各メーカーにおける高輝度 LCD の採用率 (2004 年 1 月)

表 1 は高輝度 LCD と従来の LCD の性能を示したもので、最大画面輝度は 200cd/m<sup>2</sup> から

400cd/m<sup>2</sup> に、コントラスト比は 300:1 から 500:1 に、視野角は水平角 120° から 160° に、垂直角は 90° から 160° になり、各性能ともに向上している。特に、輝度が上がったことが大きな変化といえる。

表 1. LCD の性能比較

	高輝度LCD	LCD
最大画面輝度	400cd/m <sup>2</sup>	200cd/m <sup>2</sup> ~300cd/m <sup>2</sup>
コントラスト比(最大)	500:1	300:1 ~400:1
視野角(水平/垂直)	160° /160°	120° ~160° /90° ~160°

デジタル化の進展に伴い IT と AV は融合しつつあり、これからの LCD にはマルチメディア対応の表示性能が求められている。これらは映像を見るのに開発され、テレビの様な性能にするために高輝度・高コントラスト・広視野角で、明るく・黒が締まり鮮明でどこから見ても美しい映像を目標としている。

しかし、高輝度の LCD では一定時間文字を読む際における眼への影響があると考えられる。過去の研究は、CRT ディスプレイや LCD による VDT 作業や輝度について行われ、次のような結果が得られている。

- (1) 文字輝度の影響を、視機能および作業のパフォーマンスの視点から研究し、調節近点距離の有意な延長がすべての条件において示された。<sup>2)</sup>
- (2) CRT ディスプレイの表示文字の視認性に関する研究では、視認性に対して最も重要な要因であるコントラストの最適値と高輝度物体の反射像の許容輝度値を示した。輝度コントラストは、発光輝度・管面拡散反射率・および管面入射照度によって決まる。<sup>3)</sup>
- (3) 輝度比 3 では読み時間は一定値に達しており、5 段階の主観評価値は 3 以上であった。よって文字サイズと輝度比に関する JIS の表示規格は文章判読の観点からは妥当な値といえる。<sup>4)</sup>
- (4) ディスプレイ上においても紙上と同様に安全色のイメージは正しく認識できるが、色彩の濃淡や輝度も色彩イメージ形成の要

## A fundamental study of the readability on a high luminosity liquid crystal display

Yusuke YAGYU, Yoshinori HORIE and Hiroko OHUCHI

因となる。<sup>5)</sup>

以上より、実際色では文字と背景の明度差が大きいものが読みやすくとされてきたが、ディスプレイ上では明度差と同様に輝度比が読みやすさへ影響してくることは過去の研究でも明らかである。しかし、高輝度 LCD について読みやすさの指針は定まっていない。

## 2. 研究目的

本研究では高輝度 LCD に着目し、イメージレベルでの評価と VDT 作業における輝度比の影響による作業負担を比較する。これにより最適な輝度比の指針を明らかにすることを目的とする。

## 3. アンケート調査

### 3.1 調査概要

輝度差による文字の読みやすさの主観的データを得るためにアンケートによる調査を行う。LCD 画面上に刺激をランダムに提示し、各々の刺激について「読みやすい」を5点、「読みにくい」を1点とした五件法により読みやすさを答えさせる。文字色黒に対し、背景を9段階の輝度比に分けた無彩色を提示刺激（合計9刺激）とする。実験刺激を以下の表に示す。

表2. 実験刺激

輝度差	R	G	B	輝度差	R	G	B
9	216	220	223	4	92	97	99
8	188	194	195	3	72	77	78
7	160	167	170	2	53	58	59
6	136	143	147	1	37	41	43
5	114	119	122	BK	0	0	0

### 3.2 被験者

視機能・色覚正常な22歳から25歳までの学生20名とする。

## 4. 実験研究

### 4.1 実験概要

VDT 作業における作業負担を得るために、アメフリ抹消検査による実験を行う。刺激は調査研究と同様に、文字色黒に対し、背景を9段階の輝度比に分けた無彩色を提示刺激（合計9刺激）とする。作業時間は1刺激につき計60分とする。時間の経過に伴う負担の変化を調べるため15分毎に測定を行う。作業終了後に5件法による読みやすさのアンケート調査を行う。また実験の前に十分な練習をさせ、フェイス項目アンケートを行う。

### 4.2 被験者

視機能・色覚正常な22歳から25歳までの学生6名とする。

## 4.3 作業内容

高輝度 LCD 画面上に表示した黒文字と背景の輝度比の組み合わせを変え、アメフリ抹消検査による作業を行う。解像度 1024×768 ピクセルの画面で21行49列にカタカナをランダムに並べ、被験者にはその中の「ア」・「メ」・「フ」・「リ」の文字を左上から順々に抹消させ、右端まで到達したら改行させるということを繰り返し行わせる。アメフリの文字は1行49字に対し、7~9字とランダムに配置してある。文字は Windows システムフォントの MS P ゴシック(ゴシック体)の 14pt を使用する。作業は文字の配列をランダムに変えて単位時間当たりの正当率と反応時間の変化を測定する。

## 4.4 測定評価項目

### (1) 作業

正答率・反応時間

### (2) 生理・心理負担

フリッカー値・眼の調節時間

### (3) 身体負担

自覚症状・眼の自覚症状

タイムテーブルを以下の表に示す。

表3. タイムテーブル

	作業		生理・心理負担		身体特性	
	アメフリ	作業評価	フリッカー	アコモド	自覚症状	眼の自覚症状
閉眼安静	3分					
測定1			○	○	○	○
作業1	15分	○				
測定2			○	○	○	○
作業2	15分	○				
測定3			○	○	○	○
作業3	15分	○				
測定4			○	○	○	○
作業4	15分	○				
測定5			○	○	○	○

## 5 今後の予定

高輝度 LCD を入手次第、調査実験の継続を行う。その後、アメフリ抹消検査による負担を計測し、調査実験の結果と比較する。輝度比についての読みやすさの指針を明らかにしていく。

<参考文献>

- 1) 成蹊大学工学部窪田研究室：コンピュータディスプレイのユーザ評価、<http://klee.is.seikei.ac.jp/~display/2003/results/Web2003.files/frame.htm>
- 2) 吉武良治, 岩永光一：VDT 作業時の生理負担に及ぼす文字輝度の影響, 人間工学, 22(1), pp19-26, 1986
- 3) 窪田悟：CRT ディスプレイの人間工学的設計指針の検討, 人間工学, 26(6), pp337-344, 1990
- 4) 阿山みよし, 安藤貢司 他：VDT 表示における文字サイズとコントラストの影響, 証明学会誌, 178, 2002
- 5) 竹本雅憲, 岡田有策：CRT オペレーションにおける画面デザイン上の色彩効果に関する研究, 日本プラント・ヒューマンファクター学会誌, 8(1), pp34-44, 2003